

REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL PARQUEADERO CENTRO
COMERCIAL REGIONAL CIUDAD VICTORIA SEGÚN EL RETILAP

RICARDO VIZCAYA MURCIA
WILLIAM ANDRÉS MARTÍNEZ ARELLANO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2016

REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL PARQUEADERO CENTRO
COMERCIAL REGIONAL CIUDAD VICTORIA SEGÚN EL RETILAP

RICARDO VIZCAYA MURCIA
WILLIAM ANDRÉS MARTÍNEZ ARELLANO

TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD

DIRECTOR:
SANTIAGO GÓMEZ ESTRADA
INGENIERO ELECTRICISTA
DOCENTE PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2016

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del decano

DEDICATORIA

“Mis padres Carlos Vizcaya y Rubiela Murcia quienes me formaron y educaron con gran dedicación otorgándome los cimientos necesarios para alcanzar cualquier logro, así como mis cuatro hermanos Jorge, carolina, Giovanni, Jimmy siempre con su buena voluntad y ejemplo. Sin lugar a duda uno de mis grandes motores mi hijo Justin Vizcaya, quien es fuente de energías y aliento día a día así como su madre y gran mujer diana marcela Cossío compartiendo alegrías y tristezas en este proceso de superación personal, es allí como la familia tiene méritos tan grandes en la formación de un profesional mencionando primos que de una u otra manera hacen parte de este esfuerzo como lo es Paulo Cesar Correa y Diego Murcia quienes facilitaron un mejor aprendizaje. En este camino de superación, no solo se adquiere conocimiento sino que también se obtienen enriquecedores lazos de amistades quienes contribuyen y ayudan a enfocar en un mismo camino de ser un profesional óscar Salazar, Stephania álzate, Cristian Peña, William Andrés Martínez, Andrés Agudelo entre innumerables nombres que con su grano de arena hicieron posible este logro en mi vida”.

Ricardo Vizcaya Murcia

Dedico este trabajo de grado a mis padres José Martínez y Luz Marina Arellano por su apoyo incondicional en este proceso, a mis tíos Carlos, Fernando y Luis e igualmente a Olga Patricia Castro, Iván Darío Londoño y Milton Johany Orrego por su colaboración en momentos difíciles. Finalmente si bien no menos importante al resto de mi familia y a mi compañero Ricardo Vizcaya, el camino del conocimiento es el trasegar de crecimiento compartido, que encuentra sus frutos en la consecución de este trabajo de grado.

William Andrés Martínez Arellano

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por su apoyo, comprensión, entendimiento, motivación y por creer en nuestras capacidades.

Al Ingeniero Santiago Gómez por compartir su conocimiento, tiempo y guiarnos en el desarrollo de este proyecto.

A nuestros familiares por sus buenos deseos y apoyo incondicional en esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que de una u otra manera nos aportaron conocimiento.

*Ricardo Vizcaya Murcia
William Andrés Martínez Arellano*

GLOSARIO

ALCANCE característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino.

AREA DE TRABAJO es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

BRILLO es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada, por unidad de área proyectada de la misma.

BOMBILLA O LÁMPARA término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre.

CANDELA (CD) unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lúmen por estereorradián.

CAMPO VISUAL lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos.

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU Ó K) relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

DENSIDAD DE FLUJO LUMINOSO cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

DESLUMBRAMIENTO sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

EFICACIA LUMINOSA DE UNA FUENTE relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma.

EFICIENCIA DE UNA LUMINARIA relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

FACTOR DE BALASTO se define como la relación entre el flujo luminoso de la bombilla funcionando con el balasto de producción y el flujo luminoso de la misma bombilla funcionando con el balasto de referencia.

FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM) factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un período dado y en circunstancias establecidas.

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE LA LUMINARIA (K) relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria.

FLUJO LUMINOSO (Φ) cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm).

FUENTE LUMINOSA dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

ILUMINANCIA (E) densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

ILUMINANCIA PROMEDIO HORIZONTAL MANTENIDA (EPROM) valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR) es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

INSPECCION conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

LÚMEN (lm) unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI).

LUMINANCIA (L) en un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada.

LUMINARIA aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas.

LUX (lx) unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN MANTENIDOS son los niveles de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en un local o en una vía.

PLANO DE TRABAJO es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

POTENCIA NOMINAL DE UNA FUENTE LUMINOSA potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se expresa en vatios (W).

REGLAMENTO TÉCNICO documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

RETIE o Retie acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN VEEI valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m^2) por cada 100 luxes.

CONTENIDO

Pág.

1	CONCEPTOS BÁSICOS	19
1.1	ILUMINACIÓN	19
1.2	FUENTES LUMINOSAS ELÉCTRICAS	20
1.3	GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN	21
1.4	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	23
1.5	BALASTOS.....	37
1.6	DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA.....	40
1.7	APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL	40
1.8	CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO	41
1.9	UNIFORMIDAD	44
1.10	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.....	45
1.11	USO DE SOFTWARE PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	48
2	DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR	50
2.1	REQUISITOS GENERALES DEL DISEÑO DE ALUMBRADO INTERIOR.	50
2.1.1	Requisitos para la iluminación de túneles durante la noche.....	56
2.2	MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.	60
2.2.1	Instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación.....	61
2.3	DATOS PREVIOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN	62
2.3.1	Método de cálculo.	62
2.3.2	Iluminación de emergencia.....	62
2.4	CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	64
2.4.1	Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.	64
2.5	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN	64
2.5.1	MEDIDOR DE FLUJO LUMINOSO.	64
2.5.2	Medidor de iluminancia.....	65
2.6	FORMATOS	66
3	DIAGNOSTICO GENERAL	70
3.1	LÁMPARAS Y LUMINARIAS.....	70
3.1.1	Lámparas.....	70
3.1.2	Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias.....	71
3.2	MANTENIMIENTO	73
3.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	73
3.4	DATOS ESPECÍFICOS DE CADA ÁREA INSPECCIONADA.....	74
3.4.1	Carril semisótano A1-A1.....	74
3.4.2	Carril semisótano A1-B1.....	75
3.4.3	Carril semisótano B1-C1	76

3.4.4	Carril semisótano C1-D1	77
3.4.5	Sección de carril semisótano B1-B1 oeste.	80
3.4.6	Sección de carril semisótano C1-C1 oeste.....	81
3.4.7	Carril semisótano A1-D1 (este).	82
3.4.8	Carril sótano A2-A2 (Norte)	84
3.4.9	Carril sótano A2-B2	85
3.4.10	Carril sótano B2-C2	87
3.4.11	Carril semisótano C2-D2.	88
3.4.12	Sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).	89
3.4.13	Sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).....	90
3.4.14	Sección de carril sótano B2-B2 este.....	91
3.4.15	Sección de carril sótano B2-B2 oeste.....	92
3.4.16	Sección de carril sótano C2-C2 este.	94
3.4.17	Sección de carril sótano C2-C2 oeste.	95
3.4.18	Sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).....	97
3.4.19	Sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).....	99
3.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	100
3.5.1	Datos del nivel de iluminancia promedio de cada area.	100
3.5.2	Datos del índice de deslumbramiento unificado de cada área inspeccionada.....	101
3.5.3	Datos del valor de eficiencia energética de cada área inspeccionada.	102
3.6	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	107
4	CONCLUSIONES	111
	BIBLIOGRAFIA	133
	ANEXOS	135
5	ANEXOS.....	137

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Eficacia mínima bombillas fluorescentes compactas con balasto independiente.....	33
Tabla 2 Relación de temperatura versus tiempo de operación del protector térmico	35
Tabla 3 Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balasto incorporado.	35
Tabla 4 Máximo factor de cresta admitido para un balasto, según los tipos de bombilla.	38
Tabla 5 Niveles de eficacia mínima permitida en conjunto eléctricos de luminaria para las lámparas fluorescentes	39
Tabla 6 Ángulos mínimos de apantallamiento para luminarias de fuentes especificadas.....	43
Tabla 7 Índice y UGR máximo y niveles de iluminación exigibles para diferentes áreas y actividades.	43
Tabla 8 Uniformidades y relación entre iluminancia de áreas circundantes inmediatas al área de tareas.....	45
Tabla 9 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI).....	46
Tabla 10 Valores de luminancia en la zona interior (túneles largos).....	55
Tabla 11 Iluminación de túneles peatonales.	60
Tabla 12 Requisitos de marcación de las lámparas.	70
Tabla 13 Potencia, vida útil y eficacia luminosa.	71
Tabla 14 Requisitos de marcación de balastos	72
Tabla 15 Valores del carril A1-A1 semisótano.....	75
Tabla 16 Valores del carril A1-B1 semisótano.....	76
Tabla 17 Valores del carril B1-C1 semisótano.	77
Tabla 18 Valores del carril C1-D1semisótano.	78
Tabla 19 Valores en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.....	79
Tabla 20 Valores en a sección de carril semisótano B1-B1 oeste.....	80
Tabla 21 Valores en la sección de carril semisótano C1-C1oeste.....	81
Tabla 22 Valores del carril A1-D1semisótano.....	82
Tabla 23 Valores del carril A2-A2(Sur) sótano.	83
Tabla 24 Valores del carril A2-A2 (Norte) sótano.	84
Tabla 25 Valores del carril A2-B2 sótano.....	85
Tabla 26 Valores del carril B2-C2 sótano.....	87
Tabla 27 Valores del carril C2-D2 sótano.....	88
Tabla 28 Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).	89
Tabla 29 Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).....	90
Tabla 30 Valores en la sección de carril sótano B2-B2 este.....	91
Tabla 31 Valores en la sección de carril semisótano B2-B2 oeste.....	92
Tabla 32 Valores en la sección de carril sótano C2-C2 este.....	94
Tabla 33 Valores en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.....	95

Tabla 34	Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).....	97
Tabla 35	Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).	99
Tabla 36	Nivel de iluminancia promedio.....	100
Tabla 37	Índice de deslumbramiento unifica	101
Tabla 38	Valor de eficiencia energética	102

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1 Lámpara fluorescente.	32
Figura 2 Dimensiones del casquillo de una bombilla en milímetros.	34
Figura 3 Zonas a tener en cuenta en el diseño de iluminación de túneles.	51
Figura 4 Nivel de iluminancia en túneles.	53
Figura 5 Gradiente de luminancia en el túnel.	54
Figura 6 Tipos de luminarias para túneles, según su distribución luminosa.	58
Figura 7 Esquema de mantenimiento de una instalación de alumbrado interior.	61
Figura 8 Marcación de los tubos.	70
Figura 9 Parte interna de una luminaria para lámpara tubular fluorescente.	71
Figura 10 Carcasas de las luminarias.	72
Figura 11 Balasto.	73
Figura 12 Plan de mantenimiento.	73
Figura 13 Plan de evacuación.	74
Figura 14 Vista previa del carril A1-A1 semisótano.	74
Figura 15 Distribución de las luminarias carril A1-A1 semisótano.	75
Figura 16 Vista previa del carril A1-B1 semisótano.	75
Figura 17 Distribución de las luminarias carril A1-B1 semisótano.	76
Figura 18 Vista previa del carril B1-C1 semisótano.	76
Figura 19 Distribución de las luminarias carril B1-C1 semisótano.	77
Figura 20 Vista previa del carril C1-D1 semisótano.	78
Figura 21 Distribución de las luminarias carril C1-D1 semisótano.	78
Figura 22 Vista previa en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.	79
Figura 23 Distribución de luminarias en la sección de carril semisótano A1- A1 oeste.	79
Figura 24 Vista previa en la sección de carril semisótano B1-B1 oeste.	80
Figura 25 Distribución de luminarias en la sección de carril semisótano B1- B1 oeste.	80
Figura 26 Vista previa en la sección de carril semisótano C1-C1 oeste.	81
Figura 27 Distribución de luminarias en la sección de carril semisótano C1- C1 oeste.	81
Figura 28 Vista previa del carril A1-D1 (este) semisótano.	82
Figura 29 Distribución de las luminarias carril A1-D1 (este) semisótano. ...	82
Figura 30 Vista previa del carril A2-A2 (Sur) sótano.	83
Figura 31 Distribución de las luminarias carril A2-A2 (Sur) sótano.	83
Figura 32 Vista previa del carril A2-A2 (Norte) sótano.	84
Figura 33 Distribución de las luminarias carril A2-A2 (Norte) sótano.	84
Figura 34 Vista previa del carril A2-B2 sótano.	85

Figura 35 Distribución de las luminarias carril A2-B2 sótano.....	85
Figura 36 Vista previa del carril B2-C2 sótano.	87
Figura 37 Distribución de las luminarias carril B2-C2 sótano.....	87
Figura 38 Vista previa del carril C2-D2 sótano.	88
Figura 39 Distribución de las luminarias carril C2-D2 sótano.....	88
Figura 40 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).	89
Figura 41 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).....	89
Figura 42 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur)....	90
Figura 43 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).....	90
Figura 44 Vista previa en la sección de carril sótano B2-B2 este.....	91
Figura 45 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano B2-B2 este.....	91
Figura 46 Vista previa en la sección de carril sótano B2-B2 oeste.....	92
Figura 47 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano B2-B2 oeste.....	92
Figura 48 Vista previa en la sección de carril sótano C2-C2 este.....	94
Figura 49 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano C2-C2 este.....	94
Figura 50 Vista previa en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.....	95
Figura 51 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.....	95
Figura 52 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte)...	97
Figura 53 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).....	97
Figura 54 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).99	
Figura 55 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).	99
Figura 56 Iluminancia Promedio (Eprom) del semisótano.	104
Figura 57 Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) del sótano	104
Figura 58 Valor de Eficiencia Energética instalado (VEEI)del semisótano.	105
Figura 59 Iluminancia promedio (Eprom) del sótano.....	105
Figura 60 Valor De Eficiencia Energética Instalada VEEI.	106
Figura 61 Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) del sótano.	106
Figura 62 Plantas de emergencias.....	107
Figura 63 Áreas con iluminación de emergencia constante del sótano. ..	108
Figura 64 Áreas con iluminación de emergencia constante del semisótano.	109

Lista de Anexos

	Pág.
ANEXO B. CARRIL SEMISOTANO A1-B1	140
ANEXO C. CARRIL B1-C1	143
ANEXO D. CARRIL C1-D1	146
ANEXO E. CARRIL A1-D1 (ESTE)	149
ANEXO F. SECCION DE CARRIL A1-A1 OESTE	152
ANEXO G. SECCION DE CARRIL B1-B1 OESTE	154
ANEXO H. SECCION DE CARRIL C1-C1 OESTE	156
ANEXO I. CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)	158
ANEXO J. CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)	161
ANEXO K. GCARRIL SÓTANO A2-B2	164
ANEXO M. CARRIL C2-D2	170
ANEXO N. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)	173
ANEXO Ñ. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR)	175
ANEXO O. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE	177
ANEXO P. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE	179
ANEXO Q. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE	181
ANEXO R. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE	183
ANEXO S. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE)	185

RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad realizar el rediseño del sistema de iluminación en el parqueadero ubicado en el semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad Victoria con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo para sus empleados y la calidad del servicio que ofrece el centro comercial, ya que una iluminación eficaz permite reducir los esfuerzos visuales e influye en el estado de ánimo y en consecuencia mejora la productividad y el desempeño que una persona puede desarrollar.

Un mal diseño de un sistema de iluminación con ausencia o exceso de luz puede provocar lesiones como: agotamiento visual, disminución de la capacidad visual, disminución de la agudeza visual, entre otros, debido a esto se hace oportuno realizar una inspección lumínica en los parqueaderos del semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad Victoria construidos previamente a la expedición del RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público).

Con este trabajo se aportara una nueva fuente de consulta a los estudiantes o personas interesadas en diseños de iluminación de parqueaderos, en este caso de una área mayor a 100 metros cuadrados, además será de interés para el centro comercial ya que mediante este rediseño podrá tener una mayor eficiencia en el sistema de iluminación, por otra parte se dará una mayor comodidad al visitante en general, además de abrir la posibilidad a que los estudiantes del programa de tecnología eléctrica puedan realizar la práctica estudiantil al llevar a cabo la instalación, el montaje o mantenimiento del nuevo sistema de iluminación o simplemente una nueva alternativa para la práctica empresarial del estudiantado.

Mediante este trabajo se pretende cumplir con el requisito del proyecto de grado el cual es necesario para optar al título de Tecnólogo Electricista y así seguir con nuestro desarrollo personal.

Por todo lo anterior es conveniente realizar un rediseño a las instalaciones de iluminación del parqueadero situado en el Centro Comercial Ciudad Victoria el cual responda a las necesidades del lugar y cumpla con los requerimientos del RETILAP.

INTRODUCCIÓN

El sistema de iluminación en cualquier área desempeña un papel muy importante tanto en protección como en costos y belleza. En Colombia existe un reglamento como el RETILAP que exige estándares para el diseño de sistemas de iluminación de manera adecuada, teniendo en cuenta el espacio y ubicación o simplemente para el sistema eléctrico como tal.

Una mala distribución en las fuentes lumínicas artificiales puede ocasionar diferentes problemáticas tales como, fatiga visual, baja productividad laboral, reduce el factor de seguridad y como resultando final repercutiendo en la calidad de vida.

Al Observar la importancia que tienen los centros comerciales en la región y siendo estos una carta de presentación para diferentes visitantes (turistas, clientes). Se realizara un rediseño del sistema de iluminación en el parqueadero del Centro Comercial Regional Ciudad Victoria el cual ocupa el semisótano y sótano, debido a que se encuentra ubicado en el corazón de Pereira es ampliamente visitado, y por consiguiente es ampliamente utilizado el servicio de estacionamiento haciendo este último una de las principales puertas de entrada al centro comercial, por tal motivo es viable el diseñar un sistema de iluminación que garantice confort y comodidad a los visitantes y demás personas que frecuenten el lugar.

El semisótano así como el sótano del centro comercial requieren una iluminación permanente ya que la iluminación natural es muy limitada y debido al gran flujo vehicular y al espacio reducido de las vías es una zona que puede presentar gran accidentalidad.

Por este motivo se pretende diseñar un sistema de iluminación que cumpla con los estándares adecuados propuestos en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP ya que las antiguas edificaciones no fueron sometidas a las novedosas resoluciones como es el caso de este centro comercial el cual fue inaugurado en el año 2004 fecha en la cual no existía dicho reglamento.

Por lo tanto se pretende rediseñar el sistema de iluminación del Centro Comercial Regional Ciudad Victoria para lograr una reducción en accidentalidad, lesiones por salud visual, pérdidas materiales, deficiencia laboral y en su finalidad lograr una mayor eficiencia en iluminación y costos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Rediseñar el sistema de iluminación del parqueadero del Centro Comercial Regional Ciudad Victoria considerando el RETILAP.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico al sistema de iluminación del parqueadero del Centro Comercial Regional Ciudad Victoria basados en el RETILAP.
- Realizar mediciones de iluminancia en el parqueadero del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.
- Realizar un rediseño del sistema de iluminación general y de emergencia utilizando software especializado y considerando el RETILAP.

1 CONCEPTOS BÁSICOS

1.1 ILUMINACIÓN

La iluminación juega un papel importante dentro del desarrollo de cualquier proyecto ya que un estudio adecuado de este genera un mejor desempeño en las actividades del ser humano, resalta las características funcionales y decorativas de un espacio y representa una influencia en la psicología de las personas, influyendo en el estado de ánimo, reflejándose en la productividad, en el desarrollo industrial, social y económico.

La iluminación de espacios tiene amplia relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación se basan en las propiedades de incandescencia y la luminiscencia de materiales sometidos al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo mejora el confort visual.

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

Conjunto formado por un grupo de luminarias e instalaciones eléctricas, cuyo objetivo es iluminar de modo artificial lugares en los cuales existe ausencia o escasez de luz natural en forma eficiente y segura. Los sistemas de iluminación se pueden entender como una forma de crear atmosferas agradables y como un medio para proporcionar confort. Estos sistemas han evolucionado a tal punto de ser capaces de adaptarse a las exigencias actuales, y a su vez más eficientes energéticamente.

Representa a gran escala, el consumo energético de diferentes lugares, tanto públicos como privados, convirtiéndose en los principales consumidores de energía eléctrica.

ILUMINACIÓN EFICIENTE.

Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de ambientes agradables, empelando los recursos tecnológicos más apropiados y evaluando todos los costos que se incurren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación se llegue al menor valor.

Los sistemas de iluminación deben ser eficientes y por lo tanto deben contemplar el uso racional y eficiente de energía, entre otros requisitos deben observarse los siguientes:

- a) Usar al máximo posible la luz natural.
- b) En todo diseño se deben buscar las mejores condiciones de iluminación usando fuentes luminosas de la mayor eficacia posible, conjunto eléctricos

de alta eficiencia y luminarias con la fotometría más favorable en términos de factor de utilización.

- c) En los proyectos nuevos o remodelaciones de sistemas de iluminación de avenidas, grandes áreas o parques deportivos, donde se tiene altos consumo de energía, se debe considerar la posibilidad de reducir los consumos en las horas de baja circulación de personas o vehículos, mediante la instalación de tecnologías o prácticas apropiadas de control.
- d) En zonas donde se instale alumbrado con bombillas que no permitan cambios de tensión como método de reducción de potencia, se deben prever los circuitos eléctricos necesarios o los fotocontroles temporizados, para controlar el encendido de las bombillas.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Consiste en todos los medios necesarios para la iluminación de las salidas, luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces específicas necesarias para conseguir una iluminación adecuada. Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que el fallo de un elemento de los mismos, como una bombilla fundida, no deje a oscuras los espacios que requieran alumbrado de emergencia.

1.2 FUENTES LUMINOSAS ELÉCTRICAS

La importancia de una óptima iluminación es imprescindible porque permite un mejor desarrollo de todas las actividades y las hace menos cansadas.

La fuente ideal de iluminación debe proporcionar la cantidad deseada de luz según se requiera, y tener alta calidad como color, luminosidad, brillantez, contraste.

Las fuentes luminosas eléctricas se pueden clasificar en tres grandes categorías:

- Irradiación por efecto térmico.
- Descarga eléctrica en el gas o en los metales al estado de vapor.
- Iluminación de estado sólido.

Dentro del primer grupo se encuentran las lámparas de incandescencia, en el segundo grupo tenemos las lámparas fluorescentes, las lámparas de vapor de mercurio, de sodio, de neón, etc. Y por último la innovación en iluminación conocidos como los LEDs.

Las fuentes luminosas (lámparas o bombillas) requieren demostrar un certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo acreditado, que esté soportado de los protocolos de los siguientes ensayos, realizados en un laboratorio acreditado o reconocido de acuerdo con las normas vigentes.

- a. Ensayo de encendido de la bombilla, en el caso de las bombillas de descarga en gas que requieren arrancador.
- b. Tiempo de estabilización.
- c. Envejecimiento.
- d. Características eléctricas de la bombilla.
- e. Medición de flujo luminoso.
- f. Ensayo de tensión de extinción, en el caso de las bombillas de descarga en gas.
- g. Ensayos de torsión. [1]

1.3 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN

La luz es un componente esencial en cualquier ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética o ambientación y afectar el rendimiento visual, estado de ánimo y la motivación de las personas.

El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además conocer y manejar los métodos y tecnologías para producirlas, pero fundamentalmente demanda, competencias, creativas e intuición para utilizarlas.

El diseño de iluminación debe definirse como la búsqueda de las soluciones que permitan optimizar la relación visual entre el usuario y su medio ambiente. Esto implica tener en cuenta diversas disciplinas y áreas del conocimiento. La solución a una demanda específica de iluminación debe ser resuelta en un marco interdisciplinario, atendiendo los diversos aspectos interrelacionados y la integración de enfoques, metodologías, técnicas y resultados.

DISEÑO DE ILUMINACIÓN.

Las instalaciones eléctricas de uso final deberán tener en cuenta los requisitos de iluminación de acuerdo con el uso el área o espacio a iluminar que tenga la edificación objeto de instalación eléctrica, un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

1. Suministrar una cantidad de luz suficiente para el tipo de actividad que se desarrolle.
2. El método y los criterios de diseño y cálculo de la iluminación deben asegurar los valores de coeficiente de uniformidad adecuados a cada aplicación.
3. Controlar las causas de deslumbramiento.
4. Prever el tipo y cantidad de fuentes y luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta sus eficiencias lumínicas y su vida útil.
5. Utilizar fuentes luminosas con la temperatura y reproducción del color adecuado a la necesidad.

6. Propiciar el uso racional y eficiente de la energía eléctrica requerida para iluminación, utilizando fuentes de alta eficiencia lumínica e iluminando los espacios que efectivamente requieran de iluminación.[2]

USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN.

Todos los proyectos de iluminación y alumbrado público deben incorporar y aplicar conceptos de uso racional y eficiente de energía, para conseguir una iluminación eficiente sin desatender las demandas visuales, los conceptos que se deben aplicar son los siguientes:

SECTOR RESIDENCIAL.

- a. Aprovechamiento al máximo la luz natural.
- b. Usar colores en paredes y techos permite aprovechar al máximo la luz natural y reducir el nivel de iluminación artificial.
- c. No dejar encendidas fuentes luminosas que no se estén utilizando.
- d. Limpiar periódicamente las bombillas y luminarias permite aumentar la luminosidad sin aumentar la potencia.
- e. Adaptar la iluminación a las necesidades, prefiriendo la iluminación localizada, además de ahorrar energía permite conseguir ambientes más confortables.
- f. Colocar reguladores de intensidad luminosa de tipo electrónico.
- g. Colocar detectores de presencia o interruptores temporizados en zonas comunes, de forma que las fuentes luminosas se apaguen y enciendan automáticamente.

SECTOR COMERCIAL E INDUSTRIAL

- a. Aprovechamiento al máximo la luz natural mediante la instalación de foto sensores que regulen la iluminación artificial de la cantidad de luz natural, o independizado los circuitos de la lámparas próximas a las ventanas o claraboyas.
- b. Establecer circuitos independientes de iluminación para zonificar la instalación en función de sus usos y diferentes horarios.
- c. Usar sistemas de control centralizado en grandes instalaciones permite ahorrar energía mediante la adecuada gestión de la energía demandada y consumida, además de efectuar un registro y control sobre los eventos que afectan la calidad del servicio.
- d. Instalar detectores de presencia temporizados en los lugares menos frecuentados (pasillos, servicios, almacenes, etc.).
- e. Instalar controles de iluminación automáticos que apaguen o enciendan las luces en determinados horarios, son una fuente de ahorro importante.
- f. Elegir siempre las fuentes de luz con mayor eficacia energética en función de las necesidades de iluminación.
- g. Emplear balastos que, ahorran energía, alargan la vida de las bombillas y consigan iluminación más agradable y confortable.

- h. Realizar un mantenimiento programado de la instalación, limpiando fuentes de luz y luminarias y reemplazando las bombillas en función de la vida útil indicada por los fabricantes.

ALUMBRADO EXTERIOR Y PÚBLICO

- a. Utilizar luminarias para alumbrado público con fotometrías que le permitan hacer diseños con mayor interdistancia y menor altura de montaje.
- b. Instalar luminarias con el más bajo flujo hemisférico superior (FHS) posible.
- c. Usar conjuntos ópticos con el mejor factor de utilización y la mejor eficiencia lumínica.
- d. Usar equipos para el conjunto eléctrico con bajas pérdidas, dimerizables o que permitan la reducción de potencia.
- e. Elegir correctamente los ángulos de apertura para los proyectos.
- f. Seguir las recomendaciones sobre posiciones de instalaciones de proyectores.
- g. Usar controles temporizados para proyectores.

1.4 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia consiste en todos los medios necesarios para la iluminación de las salidas, luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces específicas necesarias para conseguir una iluminación adecuada. Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que tal fallo de un elemento de los mismos, como una bombilla fundida, no deje a oscuras los espacios que requieran alumbrado de emergencia.

En el diseño de los sistemas de alumbrado de emergencia se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a. **Alumbrado de emergencia permanente:** Alimentado por sistema de energía separado y automantenido, el suministro de energía en este tipo de alumbrado es completamente independiente de la red eléctrica (excepto cuando se cargan las baterías) y está formado por baterías recargables por la red principal y de funcionamiento seguro. Cada luminaria tiene su propia batería que, en situación normal, está conectada de una manera “flotante” con la red eléctrica. En caso de una falla en la red eléctrica, las baterías entran automáticamente en acción y deberá tener una autonomía no menor a 1 hora. Si se restablece el servicio normal, las baterías vuelven a recargarse.

Este sistema es el más fiable cada bombilla sigue funcionando incluso durante un incendio o aunque se desintegren los cables de distribución.

- b. **Alumbrado de emergencia no permanente:** Este tipo de alumbrado opera con una planta generadora para emergencia o un centro de baterías que automáticamente entran en acción durante una falla de suministro normal de energía. La desventaja del sistema provisto de planta de emergencia es que necesita mantenimiento periódico. Otro inconveniente es que depende de la red de alumbrado existente para la distribución de energía de emergencia y, por consiguiente, ésta puede ser fácilmente interrumpida en caso de incendio, daño en la infraestructura del edificio.
- c. **Alumbrado de escape:** alumbrado suficiente para poder evacuar un edificio, con rapidez y seguridad, durante una emergencia. La iluminancia proporcionada por el alumbrado en cualquier punto del piso de una salida de emergencia no debe ser menor de 1,0 lux. Este alumbrado se debe instalar en la intersección de corredores, en los cambios de dirección y nivel de las escaleras, en puertas y salidas.
- d. **Alumbrado de seguridad:** Es el alumbrado que se requiere para asegurar a las personas que desarrollan actividades potencialmente peligrosas, no deberá ser menor del 5% de los valores normales de iluminación.
- e. **Alumbrado de respaldo:** Es el alumbrado que se requiere para poder continuar las actividades de importancia vital durante una emergencia, por ejemplo en salas de cirugía.
- f. **Autonomía de las luces de emergencia** Las luces de emergencia deben tener una autonomía no menor a una (1) hora.

INSTALACIONES QUE REQUIEREN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Requieren de alumbrado de emergencia las siguientes instalaciones:

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

- f. Lugares en los que se ubican tableros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado.
- g. Instalaciones que por reglamentaciones especiales requiera de alumbrado de emergencia.

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

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

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

- I. Cuando el alumbrado normal artificial consista únicamente en bombillas de descarga de alta intensidad, como vapor de mercurio o sodio de alta presión o de halogenuros metálicos, el sistema de alumbrado de emergencia debe estar destinado para que funcione hasta que se restablezca totalmente el alumbrado artificial normal.

Las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación para sistemas de emergencia deben tener una capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 1 hora como mínimo, la carga total conectada, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87,5% de la tensión nominal. La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías. No se deben utilizar baterías tipo automotriz.

LOCALIZACIÓN DE LAS LUMINARIAS DE EMERGENCIA.

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

- a. Se deben situar por lo menos a 2 metros por encima del nivel del suelo.
- b. Se debe disponer de una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
 - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
 - En cualquier otro cambio de nivel.
 - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN.

Los medios de evacuación deben cumplir con los requisitos siguientes en cuanto a señalización e iluminación se refiere:

Toda salida o vía de escape debe ser claramente visible y estar completamente señalizada de tal manera que todos los ocupantes de la edificación, puedan encontrar sin problema la dirección de salida y en tal forma que la vía conduzca, de manera inequívoca a sitio seguro.

Cualquier salida o pasadizo que no sea parte de una vía de escape, pero que por su carácter pueda tomarse como tal, debe estar dispuesta y señalizada de tal manera que se minimicen los riesgos de confusión y el peligro resultante para las personas que busquen escapar del fuego o de otra emergencia, así como para evitar que se llegue a espacios ciegos.

Todos los medios de evacuación deben estar provistos de iluminación artificial y de emergencia.

El idioma usado en las señales deberá ser el castellano.

CIRCUITOS PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Los circuitos ramales para el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que, cuando se interrumpa el suministro al alumbrado normal, suministren corriente a partir de una fuente que cumpla los siguientes requisitos:

El suministro debe ser tal que, si falla el suministro normal a la edificación o grupo de edificaciones afectadas, o dentro de ellas, el suministro de fuerza de emergencia, el alumbrado de emergencia o ambos, estarán disponibles dentro del tiempo necesario para esas aplicaciones, pero no deben demorar más de 10 segundos.

El sistema de suministro para propósitos de emergencia, además de permitir el funcionamiento de los servicios normales del edificio y de cumplir los requisitos generales, puede constar de uno o más de los sistemas que se relacionan en los siguientes numerales:

- a. Baterías: las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 1,5 horas como mínimo la carga total conectada, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87,5% de la tensión normal.
- b. Las baterías, si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia y que sean compatibles con el cargador que haya instalado en ese sistema en particular.
- c. Las baterías selladas (libres de mantenimiento) no es necesario que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido a las que haya que añadir agua deben tener cajas transparentes o translúcidas, no se debe utilizar baterías de tipo automotriz.

a) Grupo electrógeno:

- 1) Un grupo electrógeno con motor primario que sea aceptable por la autoridad competente y dimensionada deben instalar medios para arrancar el motor primario automáticamente bajo falla en el servicio normal y que transfieran automáticamente las cargas a los circuitos de emergencia y las mantenga en funcionamiento. Se debe proporcionar un retardo de tiempo que permita un ajuste de 15 minutos para evitar

retransferir en caso de restablecimiento de corta duración de la fuente normal.

- 2) Cuando el motor del primario del grupo electrógeno sea de combustión interna, debe instalarse en el mismo sitio un depósito y un sistema de alimentación de combustible suficiente para que el sistema de emergencia pueda funcionar durante dos horas como mínimo.
 - 3) Los motores primarios de los grupos electrógenos no deben depender exclusivamente de las redes de suministro públicas de gas para su funcionamiento ni de agua para su refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.
 - 4) Cuando se utilice baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para el motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo electrógeno.
 - 5) Son aceptables los grupos electrógenos que tarden más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instalen una fuente auxiliar de suministro que energice el sistema de emergencia hasta que el grupo electrógeno tome la carga.
- b) **Sistema de alimentación interrumpida:** Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) que se utilicen para suministro de los sistemas de emergencia deben cumplir las disposiciones aplicables de los numerales a) y b) decircuitos para alumbrado de emergencia.
- c) **Acometidas independientes.** Esta acometida debe cumplir las disposiciones de la sección 230 de la NTC 2050, con acometida aérea o subterránea, claramente separada física y eléctricamente de la acometida normal, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea del suministro.

Los circuitos para alumbrado de emergencia deben ofrecer una de las siguientes soluciones:

- Una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la fuente normal, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en cuanto se interrumpa el suministro normal, o dos o más sistemas completos y separados, cada uno con su fuente de alimentación independiente que produzca corriente suficiente para el alumbrado de emergencia. A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantienen encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que encienda automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los

circuitos del sistema de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la ocupación protegida.

CIRCUITOS PARA FUERZA DE EMERGENCIA.

Para los circuitos ramales que alimenten equipos clasificados como de emergencia, debe haber una fuente de alimentación de emergencia a la cual se puedan transferir automáticamente todas las cargas de esos equipos si falla el suministro normal.

CONTROL PARA LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

REQUISITOS DE LOS INTERRUPTORES.

Los interruptores que haya en los circuitos de alumbrado de emergencia deben estar instalados de modo que sólo personas autorizadas puedan manipular el alumbrado de emergencia.

Por lo tanto se debe tener en cuenta las siguientes lo siguiente:

- Cuando hay dos o más interruptores sencillos conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos sólo debe ser accesible a las personas autorizadas.
- Se permite instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia pero no para apagarlo. No se deben utilizar interruptores en serie ni de 3 o 4 vías.

UBICACIÓN DE LOS INTERRUPTORES.

Todos los interruptores manuales para controlar los circuitos de emergencia deben estar ubicados convenientemente de modo que las personas responsables de su manipulación tengan acceso a los mismos. En lugares de reuniones, como los cines o teatros, debe haber un interruptor para alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo. En ningún caso los interruptores del alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión se deben instalar en la cabina de proyección, en el escenario ni en el estrado.

Cuando haya instalados varios interruptores se permite que uno de ellos esté en dichos lugares, instalado de modo que permita energizar únicamente, pero que no lo pueda desenergizar.

FUENTES LUMINOSAS ELÉCTRICAS.

Son dispositivos que mediante un proceso físico transforman energía en una radiación electromagnética visible, que denominamos luz.

El uso de fuentes apropiadas para satisfacer los requerimientos de iluminación con la mayor eficiencia lumínica posible, es determinante en un buen proyecto de iluminación. La importancia de una óptima iluminación es imprescindible porque permite un mejor desarrollo de todas las actividades y las hace menos cansadas.

La fuente ideal de luz debe proporcionar la cantidad de luz deseada según se requiera, y tener alta calidad como el color, luminosidad, brillantez y contraste.

Estas fuentes lumínicas deben cumplir requisitos y demostrarlo mediante un certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo acreditado.

Estos certificados de las fuentes deben estar soportados en los resultados de siguientes ensayos, los cuales deben ser realizados en laboratorio acreditados por los certificadores de acuerdo con las normas vigentes.

- Ensayo de encendido de las fuentes, en el caso de las fuentes lumínicas de descarga en gas que requieren arrancador.
- Tiempo de estabilización.
- Envejecimiento.
- Características eléctricas de la fuente.
- Medición de flujo luminoso.
- Ensayo de tensión de extinción, en el caso de las bombillas de descarga en gas.
- Ensayo de torsión.
- Ensayos de contenidos de plomo y mercurio.

Por otra parte en las fuentes lumínicas eléctricas la radiación se produce por el paso de una corriente ya sea por un sólido, radiadores incandescentes, o por un gas, radiadores luminiscentes. De acuerdo a que la corriente circule por un sólido o un gas en condiciones de conducción.

Entre las principales fuentes luminosas eléctricas se destacan tres grandes grupos, las lámparas incandescentes, las lámparas de descarga a su vez estas se subdividen en subgrupos produciendo una gran variedad de fuentes luminosas y por último la iluminación de estado sólido.

1. Incandescentes.

- De vacío
- Rellenas de gas
- Halógenas
 - ❖ Tubulares
 - ❖ Bipin
 - ❖ Baja tensión

- ❖ Reflectoras

2. Lámparas de arco y de vapor por alta descarga eléctrica.

- De efluvios de alta presión

- ❖ Sodio AP
- ❖ Mercurio halogenado
- ❖ Mescladoras
- ❖ Xenón

- De baja presión

- ❖ Sodio B.P
- ❖ Fluorescente
- ❖ Fluorescente compacta
- ❖ EFL s/elect.
- ❖ Sulfuro

- Lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y de vapor por alta descarga eléctrica.

3. Iluminación de estado sólido

- ❖ Bombillas LED
- ❖ Lámparas LED

LÁMPARAS FLUORESCENTES.

Consiste en unos tubos de vidrio con dos electrodos en sus extremos, en cuyo interior hay pequeñas cantidades de argón y vapor de mercurio; la superficie interna está revestida de sustancias fluorescentes (fosforo) que transforman las radiaciones ultravioletas en rojas, cuando se produce una descarga eléctrica que excita al gas (vapor de mercurio y un poco de argón) contenido en el tubo, generando una radiación sobre todo en el campo de la luz ultravioleta tales radiaciones se dirigen hacia la sustancia fluorescente dispuesta en las paredes internas del tubo y se transforma en energía luminosa visible.

Las lámparas fluorescentes emiten una luz difusa y necesitan un tiempo de calentamiento antes de alcanzar su luminosidad normal; además muestran un parpadeo en función de la frecuencia de la corriente eléctrica aplicada.

Una lámpara fluorescente convierte la energía eléctrica en luz útil mucho más eficiente que las lámparas incandescentes.

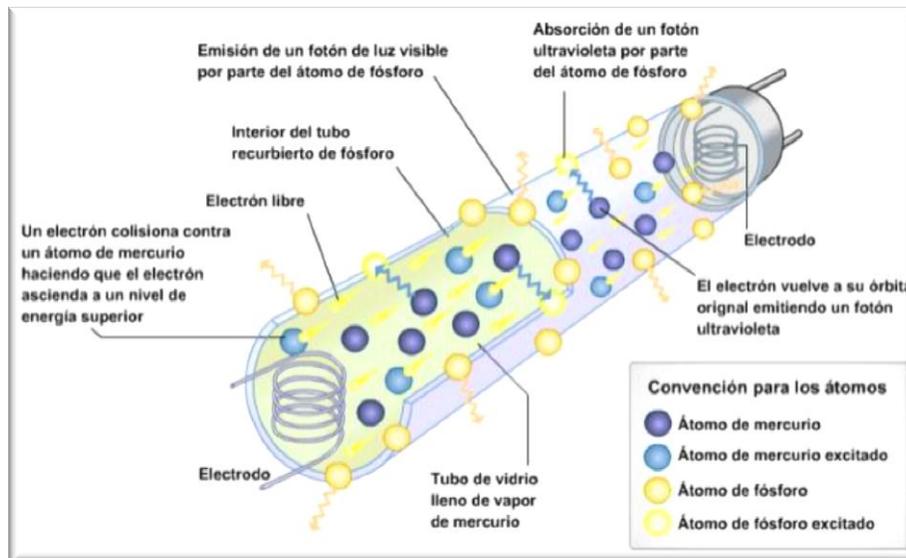
Al aplicar corriente eléctrica a la lámpara los filamentos de tungsteno se calientan desprendiendo electrones que ionizan el gas interior del tubo, formando plasma eléctrico, que excita el vapor de mercurio que produce la luz visible y ultravioleta.[3]

La eficiencia luminosa de una bombilla fluorescente compacta es de unos 60 lúmenes por Watt, cuatro veces la eficacia de una bombilla incandescente típica. [4]

LÁMPARAS DE MERCURIO DE BAJA PRESIÓN TIPO FLUORESCENTES CON BALASTOS INDEPENDIENTES.

Las lámparas fluorescentes necesitan tener la llamada tensión de arranque para producir luz (esta tensión varía según la naturaleza, temperatura y presión del gas o de vapor metálico). Las lámparas de descarga presentan una resistencia eléctrica interna que disminuye de valor a medida que se incrementa la magnitud de la intensidad de la corriente eléctrica que circula por el seno del gas o vapor.

Figura1 Lámpara fluorescente.



LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS CON BALASTO INDEPENDIENTE.

Requisitos de producto:

- Las lámparas fluorescentes compactas con balasto independiente deben cumplir los requisitos de la fluorescente compacta con balasto incorporado que le aplique.

- b. Las eficacias lumínicas no podrán ser menores a las establecidas en la tabla 1 de Eficacia mínima bombillas fluorescentes compactas con balastos independientes.
- c. El factor de potencia no podrá ser menor que 0.8.
- d. La distorsión armónica no podrá ser mayor al 120%
- e. La vida promedio no podrá ser menor a 8000 horas.

Tabla 1 Eficacia mínima bombillas fluorescentes compactas con balasto independiente.

Potencia en W	Eficacia mínima en lm/W
≤ 8	50
>8 y ≤ 15	57
> 15 y ≤ 25	66
> 25 y ≤ 45	69
> 45	74

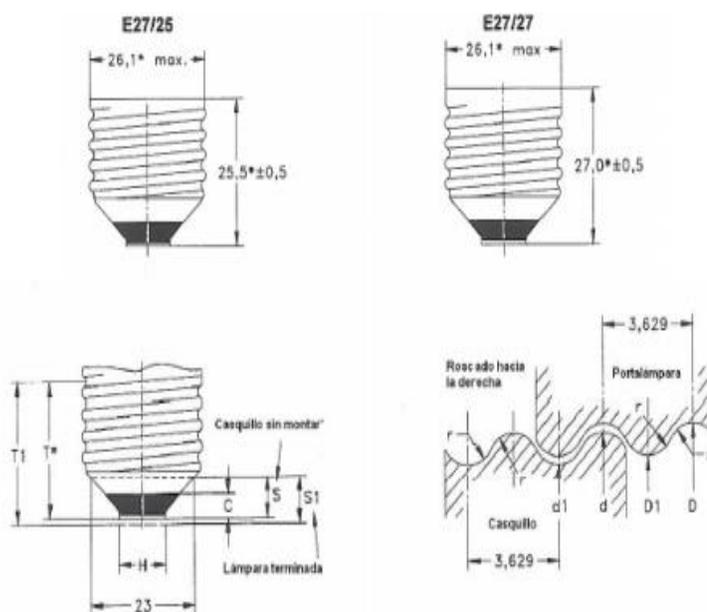
- f. Marcación, las lámparas fluorescentes compactas con balastos independiente deben marcarse en su base con la siguiente información:
 - Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
 - Potencia nominal.
 - Tipo de casquillo.
- g. Empaque, además de la información anterior en el empaque o en catálogos del producto, de público conocimiento, deberá indicar el índice de reproducción, correlación o temperatura de color, flujo luminoso, vida promedio.

LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS CON BALASTO INCORPORADO.

Las lámparas fluorescentes compactas deben cumplir los siguientes requisitos y demostrarlo mediante un certificado de conformidad de producto.

- a. Las lámparas fluorescentes compactas con balasto incorporado de base roscada tipo Edison para uso doméstico o similar fijo deberán cumplir lo siguiente con respecto al casquillo:
 - El casquillo roscable de la bombilla o lámpara para instalaciones domesticas o similares fijas, cualquiera que sea su principal principio de funcionamiento, debe ser del tipo E 27 y tener las dimensiones con las tolerancias indicadas en la Norma IEC 60061-1, tal como aparece en la siguiente figura:

Figura 2 Dimensiones del casquillo de una bombilla en milímetros.



- El casquillo y el contacto central de la bombilla o lámpara y las demás partes conductoras de corriente, deben ser de un material no ferroso, de alta conductividad y resistencia a la corrosión.
 - El casquillo no debe desprenderse del bulbo al aplicar un momento de torsión menor o igual a 3 N.m. lo anterior se debe cumplir al inicio y al final del ensayo de su vida útil nominal. Se efectúa colocando la bombilla en un adaptador sujeto a una maquina o dispositivo medidor de torsión, de tal manera, que se pueda sujetar el bulbo para hacerlo girar lentamente hasta alcanzar como mínimo el valor de 3 N.m para el casquillo E27.
- b. La base de la lámpara fluorescente compacta, por ser de material no metálico debe ser auto extingible y probado con el método del hilo incandescente a 650 °c durante 30s de acuerdo con la norma IEC 60695, la norma ANSI aplicable u otra equivalente.
 - c. Las partes de material aislante que mantienen en posición las partes vivas deben someterse al ensayo del quemador de aguja según la norma IEC 60695-2-5. La llamada de ensayo se aplica en el centro de la superficie sometida a ensayo durante 10 segundos. Cualquier llama auto sostenida debe extinguirse durante los 30 segundos siguientes a la retirada de la llama de ensayo y ninguna gota instalado horizontalmente a 200 mm por debajo del espécimen bajo ensayo.
 - d. Temperatura máxima de operación, el fabricante especificara en el empaque o en catalogo o ficha técnica de público conocimiento, la máxima temperatura de la lámpara sin que se afecte la vida útil de la fuente.

- e. Protección térmica, las lámparas fluorescentes compactas con balasto electromagnético incorporado, que se comercialicen en Colombia a partir del 1° de enero de 2011 debe tener una protección térmica que abra el circuito de alimentación en un tiempo no mayor al establecido en la tabla 2 de relación de temperatura versus tiempo de operación del protector térmico, cuando se presenten temperaturas del envoltorio del balasto o de otro elemento que afecten la vida útil de la lámpara o pueda ser causal de ignición de los materiales cercanos a la lámpara.

Tabla 2 Relación de temperatura versus tiempo de operación del protector térmico

Rango de temperatura $^{\circ}C$	Tiempos (s)	Rango de temperatura $^{\circ}C$	Tiempos (s)
$> 145 \leq 150$	150	$> 125 \leq 130$	130
$> 140 \leq 145$	145	$> 120 \leq 125$	125
$> 135 \leq 140$	140	$> 115 \leq 120$	120
$> 130 \leq 135$	135	$> 110 \leq 115$	115

- f. A partir de la entrada en vigencia del presente reglamento, se prohíbe la comercialización y uso lámparas fluorescentes compactas con eficacia lumínica, factor de potencia y vida útil menor y distorsión armónica mayor a las contempladas en la tabla 3.

Tabla 3 Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balasto incorporado.

Potencia en W de lámpara LFCI	Eficacia medida mínima [Lumenes por W]		Mínimo factor de potencia	Máxima distorsión total de armónicos	Mínima vida útil en horas.
	Sin cubierta envoltorio	Sin cubierta envoltorio (*)			
≤ 8	43	40	0.5	150%	3.000
$> 8 \text{ y } \leq 15$	50	40	0.5	150%	3.000
$> 15 \text{ y } \leq 25$	55	44	0.5	150%	6.000
$> 25 \text{ y } \leq 45$	57	45	0.5	150%	6.000
> 45	65	55	0.5	120%	8.000

No aplica el requisito de eficacia a bombillas con reflector incorporado.

- g. Marcación: sobre la base que soporta el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones:
- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante y/o importador.
 - Tensión nominal en voltios (V).

- Temperatura del color. (K) o su código o denominación del fabricante.
 - Potencia nominal en voltios (W).
- h. Empaque: las lámparas fluorescentes compactas deben informar en su empaque mínimo los siguientes parámetros, los cuales deben haber sido verificados en el proceso de certificación.
- potencia nominal (w).
 - tipo de casquillo

DIODOS EMISORES DE LUZ (LED), OLED O (LEP).

Son fuentes lumínicas con tecnología promisoría y gran dinámica de investigación. A la fecha se carece de normalidad técnica internacional o de reconocimiento internacional, que permita establecer requisitos específicos obligatorios para esta tecnología, lo cual no implica que su uso esté prohibido cuando el producto y su aplicación cumplen los requisitos generales de iluminación eficiente y segura establecidos en el presente reglamento.

ILUMINACIÓN DE ESTADO SÓLIDO.

La iluminación con LED's es considerada la mayor revolución en la tecnología del alumbrado desde que Edison invento la lámpara incandescente. La creación de LED's de color blanco hace unos pocos años, ha transformado su potencial. Con el tiempo, revolucionara la forma de iluminar nuestras casas, nuestras oficinas, nuestros hoteles y nuestras ciudades.

La iluminación de estado sólido se refiere a un tipo de iluminación que utiliza diodos emisores de luz (LED's), diodos emisores de luz orgánicos (OLED) o diodos emisores de luz de polímeros (PLED) como fuentes de iluminación en lugar de filamentos eléctricos, plasma (utilizado en lámparas de arco como en lámparas fluorescentes) o gas.

La mayoría de las lámparas de LED's comerciales dicen tener eficacias de conversión en el rango de 35 a 55 lm/W. Existen elementos LED con unas eficacias de conversión de 70 lm/W, pero son demasiado caros. Existen reportes LED con eficacias de conversión de hasta 100lm/W operando en laboratorios de investigación, pero aún no están comercialmente disponibles.

Dependiendo de la aplicación, los LED se pueden clasificar de acuerdo a:

1. Por potencia de operación.
 - LED indicador.
 - LED de potencia media.
 - LED de potencia.

2. Por tecnología de fabricación.
 - LED
 - HPLED
 - PLED
 - OLED
 - ILD.
3. Por longitud de onda.
 - Luz monocromática.
 - Luz blanca.
 - Radiación no visible.
4. Por características específicas.
 - Forma del encapsulado.
 - Forma de sus terminales
 - Direccionalidad de la luz.
5. Por potencia de operación.

La corriente y la tensión de polarización directa del LED determinan la potencia de operación de LED, la cual está relacionada con la cantidad de flujo luminoso que emite el LED, a mayor potencia de operación del LED puede entregar mayor flujo luminoso.

En base a esto los LED se pueden clasificar en:

- LED's indicador: operan en un rango de 30 a 60mW de potencia eléctrica.
- LED's de potencia: son los LED's que trabajan con una potencia eléctrica mayor o igual a 1.
- LED's de potencia media: LED's con potencia menor a 1W que pueden usarse para iluminación de áreas pequeñas.[5]

1.5 BALASTOS

Dispositivo empleado para limitar y estabilizar la corriente de arco de las lámparas de descarga. En ocasiones se utilizan para generar tensiones necesarias para el encendido de lámparas ya sea solo o en combinación con arrancadores o condensadores.

REQUISITOS GENERALES DE LOS BALASTOS.

Los balastos deben cumplir los siguientes requisitos y demostrarlo mediante certificado de producción.

- a. actor de potencia: Relación entre la potencia de entrada de la luminaria (potencia suministrada a la bombilla más la potencia consumida por el propio conjunto eléctrico) y el producto de la tensión por la corriente de entrada. A partir de la entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), no se permitirá la comercialización y uso de conjunto eléctrico de luminarias con factor de potencia inferior a 0.9.
- b. El factor de cresta debe medirse, analizando la corriente de la bombilla y su valor deberá ser inferior o igual a los definidos en la siguiente tabla:

Tabla 4 Máximo factor de cresta admitido para un balasto, según los tipos de bombilla.

TIPO DE BOMBILLA.	FACTOR DE CRESTA MÁXIMO
Fluorescentes.	1,7
Fluorescente slim line	1,85
Vapor de mercurio alta presión.	1,8
Vapor de sodio baja presión.	1,6
Vapor de halogenuros metálicos.	1,8
Vapor de sodio alta presión.	1,8

Para evaluar la capacidad de regulación del balasto, se deben medir las potencias de la bombilla a la tensión mínima, a la tensión nominal y a la máxima permisible según su diseño.

Después se relacionan de la siguiente forma:

$$Regulacion = \left(1 - \frac{\text{potencia de la bombilla (a tension de la linea maxima)}}{\text{potencia de la bombilla (a tension de linea nominal)}} \times 100 [\%] \right)$$

- c. Ruido: Generado por vibraciones que se produce en las láminas del núcleo, por el campo magnético y sus variaciones. El nivel de ruido, en principio, dependerá de la forma de construcción y de la calidad del balasto, sin embargo, también influirá el sistema de fijación de este a la luminaria. En un plazo no mayor de 2 años se deberá establecer la normatividad técnica aplicable al caso.

Cuando las luminarias fluorescentes estén instaladas en interiores, los balastos deben llevar protección térmica integral.

- d. Eficacia de balasto: no podrá ser inferior a las establecida en la siguiente tabla:

Tabla 5 Niveles de eficacia mínima permitida en conjunto eléctricos de luminaria para las lámparas fluorescentes

Tipo de conjunto eléctrico de la luminaria	Niveles de eficiencia mínima permitida.		
	A los 6 meses de vigilancia del RETILAP	EN 18 mese.	En 36 meses.
Electromagnético menor de 40 W	75%	80%	85%
Electromagnético mayor o igual a 40W	78%	82%	85%
Electrónico	885%	92%	93%

e. Marcación: Los balastos deben tener un rotulado legible y durable de identificación, con la siguiente información:

- Potencia nominal. W
- Tensiones de conexión. V
- Corriente de entrada. A
- Tensión de bombilla. V
- Factor de eficacia de balasto.
- Diagrama de conexiones.
- Temperatura nominal máxima de operación TW tw°C.
- Marca de fábrica.
- Modelo y referencia.
- Mes y año de fabricación o código del fabricante.
- Tipo de bombilla.

Los balastos deberán cumplir con los requisitos de porte de etiqueta e información que se establezcan en el Reglamento Técnico de Etiquetado RET. La información adicional que se requiera para la adecuada escogencia del balasto debe ser suministrada por el fabricante en fichas técnicas de público conocimiento.

REQUISITOS PARTICULARES PARA BALASTOS ELECTRÓNICOS.

Los balastos electrónicos en comparación con los electromagnéticos presentan ventajas como: menores pérdidas, pueden aumentar la vida útil de la lámpara; poseen encendido instantáneo, alta factor de potencia y filtros de entrada que limitan y mantienen el nivel de armónicos.

Requisitos para los balastos electrónicos:

- a. el factor de balasto debe ser mayor o igual al estipulado en la siguiente tabla. Para balastos electrónicos dimerizable o atenuables se tomara en cuenta su máximo factor de balastos.
- b. la contaminación por distorsión armónica total de corriente no debe ser mayor al 32% (THD \leq 32), medidas a tensión de línea nominal.
- c. los balastos electrónicos deben disponer de filtros u otros medios para reducir la radiointerferencia, acorde con normas internacionales.

1.6 DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA.

Uno de los factores a tener en cuenta en todo proyecto de iluminación es la vida útil de la fuente, por lo que el fabricante debe suministrar la información sobre el particular.

CURVA DE DEPRECIACIÓN LUMINOSA DELAS FUENTES.

El flujo luminoso de las fuentes luminosas decrece en función del tiempo de operación por desgaste de sus componentes. La curva característica de depreciación bajo condiciones de operación nominales varía dependiendo de la sensibilidad de la misma al número de ciclos de encendido y apagado.

Los fabricantes y comercializadores de fuentes luminosas deberán disponer en catalogo o en otro medio de fácil acceso y consulta la información correspondiente a las curvas de depreciación de las fuentes. En el mismo sentido deben informarse las condiciones eléctricas de alimentación y encendido para la operación normal de la bombilla, tales como el rango de tensión de operación nominal de la bombilla.

CURVA DE MORTALIDAD O DE VIDA PROMEDIO DE LAS FUENTES LUMINOSAS.

El fabricante deberá informar sobre la duración de cada tipo de fuente luminosa, publicando la curva de mortalidad correspondiente, o indicando el índice de bombillas sobrevivientes. En este tipo de curva debe determinar el porcentaje de fuentes que siguen en operación después de un periodo o número de horas de servicio. Con base en esta curva se puede calcular la probabilidad de falla en cada uno de los periodos (años, meses) de funcionamiento de una instalación de alumbrado y hacer los estimativos de reposición de bombillas por mantenimiento.

Las bombillas incandescentes se consideran con vida hasta cuando estas dejen de encender. En el caso de las bombillas de descarga en gas, la vida útil de la bombilla se considera hasta cuando su flujo luminoso llega al 70% del flujo inicial.

El flujo inicial es el flujo medido en la bombilla a las 10 horas de encendida, operando con un balasto de referencia.

1.7 APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL

Para disminuir el consumo de energía comercial asociada al alumbrado, en toda construcción que requiera iluminación para desarrollar cualquier tipo de actividad, se debe utilizar hasta donde sea posible la luz natural proporcionada por la energía radiante del sol, la cual está disponible a lo largo del día en forma directa o a través de la bóveda celeste.

La fuente de luz considera para el cálculo del aprovechamiento de la luz natural es la bóveda celeste, y en su utilización deben aplicarse los siguientes criterios:

- a. Para el aprovechamiento de la luz natural se debe disponer en lo posible de ventanales y claraboyas que además del acondicionamiento ambiental y la ventilación del local, permiten el contacto visual y físico con el exterior, lo cual contribuye al bienestar y satisfacción de los usuarios. El diseño de ventanas y aberturas como claraboyas, debe ser tenido en cuenta desde la etapa del diseño de la edificación y no dejar para que sea resuelta exclusivamente por los diseñadores de iluminación.
- b. Se debe evitar la luz directa del sol sobre los planos de trabajo, por su gran intensidad lumínica, que genera contraste excesivo y causa deslumbramiento.
- c. Se debe aprovechar la luz natural mediante la difusión y reflexión de los rayos solares hacia los interiores, pues de lo contrario los ocupantes de los edificios tienden a eliminar totalmente el ingreso de luz solar y a reemplazar por iluminación artificial.
- d. En un proyecto de iluminación, se debe conocer el potencial de luz natural, hacer una coordinación entre el alumbrado natural y artificial y, seleccionar el equipamiento para el control de la iluminación artificial y natural.
- e. Se debe tener conocimiento de la disponibilidad de luz exterior, tanto en sus niveles de radiación como en sus periodos de duración, de acuerdo a las horas de los días con cielos despejados, parcialmente despejados y cielos nublados. Para lo cual deben consultar las bases de datos con los registros de luz natural en forma regular de las diferentes regiones del país que tienen diferentes entidades.

1.8 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento es la sensación producida por aéreas brillantes dentro del campo de visión y puede ser experimentado como deslumbramiento molesto o perturbador.

El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo), o bien cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos).

En los lugares de trabajo el deslumbramiento perturbador, su principal efecto es reducir la visibilidad de la tarea, perturba la visión y dar lugar a errores y accidentes. El deslumbramiento molesto no reduce la visibilidad pero produce fatiga visual, puede producir directamente a partir de luminarias brillantes o ventanas.

Para evitar el deslumbramiento perturbador, los puesto y aéreas de trabajo se deben diseñar de manera que no existan fuentes luminosas o ventanas situadas

frente a los ojos del trabajador. Eso se puede lograr orientando adecuadamente los puestos o bien apantallando las fuentes de luz brillantes.

El apantallamiento debería efectuarse en todas aquellas bombillas o lámparas que puedan ser vistas, desde cualquier zona de trabajo, bajo un ángulo menor de 45° respecto a la línea de visión horizontal.

El grado de deslumbramiento directo psicológico proveniente de luminarias puede ser valorado mediante el método de tabulación del índice de deslumbramiento unificado de la comisión internacional de la iluminación (CIE), “unified glare rating” (URG), en el cual se tiene en cuenta la contribución de cada una de las luminarias que forman parte de un determinado sistema de iluminación. El método está basado en la forma:

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{P^2} \right)$$

L_b Es la iluminancia de fondo en cd/m^2 , calculada como $E_{ind} \times \pi^{-1}$, en la que E_{ind} es la iluminancia indirecta vertical en el ojo del observador.

L es la iluminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador en cd/m^2 .

ω Es el ángulo sólido (estereorradianes) de las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador.

P es el índice de posición de Guth para cada luminaria individual que se refiere a su desplazamiento de la línea de visión.

Todas las suposiciones hechas en la determinación del UGR deben ser establecidas en la documentación del proyecto. Para efectos de evaluación las posiciones del observador serán principalmente las de los puestos de trabajo que a criterio del diseñador se consideren críticas.

Este índice es una manera de determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones teniendo en cuenta el posible deslumbramiento que puede provocar debido a la óptica y posición de las bombillas.

Para controlar el deslumbramiento se debe tomar las siguientes medidas:

- a. Apantallamiento contra el deslumbramiento: las fuentes luminosas pueden causar deslumbramiento en proporción a su brillo y con ello producir alteraciones en la visión de objetos.

Para evitar el deslumbramiento se debe tomar acciones como el oscurecimiento de ventanas mediante cortinas o el apantallamiento de las

fuentes luminosas. Para las fuentes luminosas deben aplicarse los ángulos de apantallamiento mínimos en la siguiente tabla.

Tabla 6 Ángulos mínimos de apantallamiento para luminarias de fuentes especificadas.

Luminancia de lámparas kcd/m ²	Angulo de apantallamiento mínimo
20 a menos de 50	15°
50 a menos de 500	20°
Igual o superior a 500	30°

- b. Control de los reflejos. En lo que concierne al control del deslumbramiento provocado por los reflejos, se pueden utilizar los siguientes procedimientos:

Uso de acabados de aspecto mate en las superficies de trabajo y del entorno.

Situar las luminarias respecto al punto de trabajo de manera que la luz llegue al trabajador lateralmente. En general, es recomendable que la iluminación le llegue al trabajador por ambos lados con el fin de evitar también las sombras molestas cuando se trabaja con ambas manos.

Aumentar el área luminosa de las luminarias.

Emplear luminarias con difusores, así como techos y paredes de tonos claros, especialmente cuando la tarea requiera la visualización de objetos públicos.

NIVELES DE ILUMINANCIA.

El valor medio de iluminancia, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación, en ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido de índice y UGR máximo y niveles.

Tabla 7 Índice y UGR máximo y niveles de iluminación exigibles para diferentes áreas y actividades.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores.	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas.	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200

Taller de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada.	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
Procesos químicos				
Procesos automáticos	-	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fabricas	25	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios.	19	300	500	750
Industria farmacéutica.	22	300	500	750
Inspección	19	500	750	1000
Balanceo de colores	16	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho.	22	300	500	750
Fábricas de confecciones				
Costura	22	500	750	1000
Inspección	16	750	1000	1500
Prensado	22	300	500	750

En el evento que el espacio a iluminar no esté dentro de los comprendidos en la tabla o las normas referenciadas, el diseñador, con criterio profesional, podrán escoger de la tabla el que más se asimile a las condiciones del lugar y dejara evidencia del hecho.

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS.

Corresponde a la sensación de claridad de una fuente de luz o un objeto iluminado, por lo tanto una buena distribución de luminarias, ayuda a la agudeza visual, sensibilidad al contraste y eficiencia de las funciones oculares. Por el contrario una inadecuada distribución de luminarias contribuye al deslumbramiento, a la fatiga por contrastes muy altos o a la monotonía por contrastes demasiado bajos.

1.9 UNIFORMIDAD

Con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia la área debe ser iluminada de la forma más uniforme posible. La relación entre el valor del nivel de iluminación existente en el área del puesto donde se realiza la tarea y el alumbrado general no debe ser inferior al establecidos en la tabla6 de uuniformidad y relación entre iluminancia de áreas circundantes inmediatas al área de tareas.

En áreas adyacentes, aunque tenga necesidades de iluminación distintas, debe cumplirse con las relaciones de la tabla 6.

El área donde se desarrolla la tarea debe ser iluminada de la manera más uniforme posible, así como las áreas circundantes deben ser iluminadas en proporción al nivel dado para el área de la tarea. Los valores a cumplir se consignan en la tabla.

Tabla 8 Uniformidades y relación entre iluminancia de áreas circundantes inmediatas al área de tareas

Iluminancia de tarea (lx)	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor igual a 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{tarea}
Uniformidad (E_{min}/E_{prom})	
Mayor o igual a 0.5	Mayor o igual a 0.4

Asimismo, se incluirán los valores del índice de rendimiento de color y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

En los casos en que se ilumine en forma localizada en uno o varios puestos de trabajo, para complementar la iluminación general, esta última no podrá tener valor menor que el indicado en la Tabla 5.

La distribución de luminancias en el campo visual puede afectar la visibilidad de la tarea e influir en la fatiga del trabajador.

La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno se puede producir una reducción de la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos.

El equilibrio de luminancias se puede lograr controlando la reflectancias de las superficies del entorno y los niveles de iluminación; es decir, eligiendo colores más o menos claros para las paredes y otras superficies del entorno y empleando una iluminación general adecuada, de manera que la luminosidad del entorno no sea muy diferente a la existente en el puesto de trabajo.

1.10 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.

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

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

Dónde:

P = Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo sus pérdidas [*W*]

S = Superficie iluminada [*m*²]

E_{prom} = Iluminancia promedio horizontal mantenida [*lux*]

En la tabla 7, se indican los valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) que deben cumplir los recintos interiores de las edificaciones; criterio adaptado de la norma UNE 12464 -1 de 2003. Los valores de VEEI se establecen en dos grupos de zonas en función de la importancia que tiene.

ZONAS DE BAJA IMPORTANCIA LUMÍNICA.

Corresponde a espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado de ánimo que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminancia, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.

ZONAS DE ALTA IMPORTANCIA LUMÍNICA.

Corresponde a espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son relevantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Estos valores incluyen la iluminación general y el alumbrado direccional, pero no las instalaciones de iluminación de vitrinas y zonas de exposición. Iluminación, estas son:

Tabla 9 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Grupo	Actividades de la zona	Límite de VEEI
Zonas de baja importancia lumínica	Administrativa en general	3.5
	Andenes de estaciones de transporte	3.5
	Salas de diagnóstico (4)	3.5
	Pabellones de exposiciones o ferias	3.5
	Aulas y laboratorios. (2)	4.0
	Habitaciones de hospital. (3)	4.5
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 1 no descrito en la lista anterior	4.5
	Zonas comunes	4.5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Parqueaderos	5
	Zonas deportivas	5
Zonas de	Administrativa en general	5

alta importancia lumínica.	Estaciones de transporte	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	6
	Centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	Hostelería y restauración (8)	10
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 2 no descrito en la lista anterior	10
	Centros de culto religioso en general.	10
	Salones de reuniones, auditorios y salas de uso múltiple y convenciones, salas de ocio o espectáculo, y salas de conferencias. (7)	10
	Tiendas y pequeño comercio.	10
	Zonas comunes (1)	10
	Habitaciones de hoteles, etc.,	12

NOTAS:

- a) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recepción, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.
- b) Incluyendo las instalación de iluminación de aulas y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas con monitores de computador, música, laboratorios de idiomas, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y salas de manualidades.
- c) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.
- d) Incluye la instalación de iluminación general de salas como de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad pueden considerarse como salas especiales.
- e) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderías de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesaria para las transmisiones de televisión. Las graderías son asimilables a zonas comunes del grupo 1.

- f) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recepción de terminales, salas de llegada y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de ventanillas de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.
- g) Incluye la instalación de iluminación general y direccionada. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. Se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.
- h) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como mostrador, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.
- i) Incluye la instalación de iluminación general y localizada de mostrador, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

1.11 USO DE SOFTWARE PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

El software empleado en el cálculo y diseño de sistemas de iluminación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Permitir ingresar la información fotométrica de las fuentes en las coordenadas establecidas en el reglamento.
- Disponer de rutinas de ingreso para la información del diseño geométrico.
- Permitir ingresar la información relacionada con la identificación del objeto de diseño y del diseñador.
- Las unidades de medida para los datos a ingresar al software y las de los resultados deben ser claramente identificables seleccionables y visibles.

REQUISITOS DE SOFTWARE DE DISEÑO DE ILUMINACIÓN.

Las rutinas de entrada de datos deben permitir la identificación y selección de los parámetros a los cuales corresponde la información en cada instante ingresada, tales como:

- Tipo de coordenadas de la fonometría empleada.
- Altura de montaje e inclinación de la luminaria.
- Distancia entre luminarias.
- Posiciones relativas de las luminarias respecto del local, vía o espacio a iluminar.
- Posiciones de las mallas de cálculo y del observador.
- Condiciones ambientales.
- Tipo de superficies e índices de reflexión asociados.
- Debe permitir el uso de las fotometrías reales de las fuentes y no una modelación puntual de las mismas.
- Deberá considerar los efectos de reflexiones, las formas y tamaños de los obstáculos.

- Debe permitir identificar las normas internacionales o de reconocimiento internacional usadas en sus algoritmos de cálculo, tales como (CIE, IESNA., NTC, ANSI).
- El software de diseño interior deberá efectuar los cálculos de iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, eficiencia energética. Se podrá usar un software independiente para calcular el coeficiente de contribución de Luz día – CLD a la instalación.
- Los datos resultantes del diseño no pueden diferir en más de 5% para el caso de iluminancia y del 1% para el caso de luminancia, respecto de los valores medidos del sistema de iluminación en funcionamiento.
- Los parámetros de cálculo y los resultados obtenidos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el reglamento.

Deberán validarse ante organismo de inspección o laboratorio acreditado, parámetros como:

- Mallas de cálculo.
- Posiciones del observador.
- Factores de mantenimiento con las condiciones ambientales del lugar y el grado de protección de la luminaria usada en la instalación.

La diferencia entre los resultados del software a validar y los obtenidos por el software de referencia empleado por el laboratorio u organismo de inspección no podrá ser mayor de 5%, para su aceptación. [6]

2 DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR

2.1 REQUISITOS GENERALES DEL DISEÑO DE ALUMBRADO INTERIOR.

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va ser iluminada. Se debe tener en cuenta la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requisitos estéticos requeridos por el cliente.

Para una adecuada iluminación se debe tener una estrecha interacción entre el diseñador de la iluminación y diseñadores y constructores de la edificación.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes iniciar un diseño de alumbrado interior son los siguientes:

1. Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
2. Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
3. Las condiciones de reflexión de las superficies.
4. Los niveles de iluminancia e uniformidad requeridas.
5. La disponibilidad de la iluminación natural.
6. El control del deslumbramiento.
7. Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el tiempo de aplicación.
8. Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como:
 - El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo luz.
 - La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
 - El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.

ALUMBRADO DE ESPACIOS INTERIORES PARA TRABAJO.

El diseño del alumbrado para un espacio destinado a realizar algún tipo de trabajo, debe tener objetivo lograr condiciones visuales en el plano de trabajo.

Una meta secundaria sería la creación de un medio ambiente visual que ejerza una influencia positiva sobre el rendimiento y el bienestar de sus usuarios.

Cuando se realiza un proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación superior, según el factor de mantenimiento, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento del espacio. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en las luminarias, paredes, techo y suelo, razón por la cual

el diseño debe definir los ciclos de mantenimiento y limpieza para mantener un nivel de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en dicho espacio, esto es lo que se llama nivel de iluminación mínimo mantenido.

Por lo anterior, el usuario deberá seguir el plan de mantenimiento y sustituir las bombillas justo antes de alcanzar el nivel mínimo de flujo, de este modo se asegura que las tareas se puedan desarrollar según, las necesidades visuales.

ILUMINACIÓN DE TÚNELES.

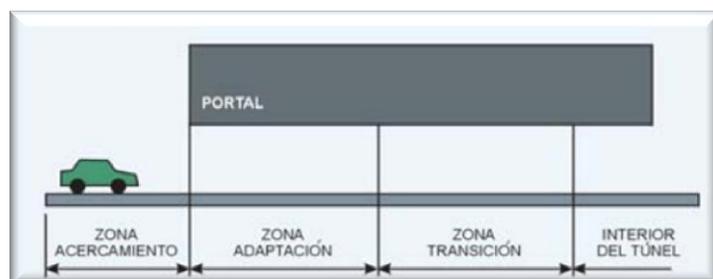
El diseño de alumbrado de túneles, debe cumplir con los requisitos de iluminación para percepción segura, oportuna y una seguridad en los niveles de movilidad de los conductores.

El objetivo de la iluminación de túneles es suministrar una apropiada visibilidad a los conductores tanto en el día como en la noche. Los factores que contribuyen a disminuir la visibilidad deben ser determinados para cada túnel.

LOS FACTORES COMPRENEN:

- Características de la vía de acceso y sus proximidades.
- Características de la vía en el túnel, paredes y techos.
- Características del portal del túnel.
- Condiciones ambientales y atmosféricas
- Características del tráfico vehicular.
- Orientación del túnel con respecto al sol.

Figura 3 Zonas a tener en cuenta en el diseño de iluminación de túneles.



Zonas de acercamiento. Corresponde a la parte de la vía externa al túnel.

Portal. Corresponde al plano de entrada al túnel.

Zona de adaptación. Es la primera parte del túnel, durante el día se requiere suministrar un alto nivel de alumbrado.

Zona de transición. Área donde se hace la transición del alto nivel de alumbrado requerido en el umbral, al bajo nivel de la zona interior.

Zona interior. Es la parte más interna del túnel que requiere el suministro de un bajo nivel de alumbrado.

La longitud de cada zona varía con los parámetros de diseño en cada túnel.

PARÁMETROS DE DISEÑO PARA ILUMINACIÓN DE TÚNELES.

El diseño, el cálculo e instalación de alumbrado de túneles se realiza de forma tal que se eviten los efectos de agujeros negros, adaptación, cebras y parpadeo o efecto flicker, considerando los siguientes parámetros:

- Cantidad y velocidad del tráfico.
- Clasificación del túnel.
- Condiciones de luminancia externa tanto en el día como en la noche.
- Equipo eléctrico.

CLASIFICACIÓN DE LOS TÚNELES.

Los túneles se clasifican según su longitud y para fines de alumbrado, en túneles cortos y túneles largos. Se define como túnel corto aquel que sin tráfico, las salidas y sus alrededores, son claramente visibles desde un punto situado fuera de la entrada a él. Un túnel puede tener hasta 50 metros de largo sin que se necesite alumbrado durante las horas del día. Si un túnel corto no es recto y si el tráfico es muy intenso, el efecto de silueta es menos marcado y puede ser necesaria una iluminación artificial.

Los túneles que no se ajusten a la definición anterior, son considerados túneles largos.

Los túneles largos deberán estar dotados de iluminación, debiéndose contemplar los alumbrados diurno, crepuscular y nocturno. En los accesos a este tipo de túneles se implantará alumbrado público, como mínimo, 300 metros antes y después de la entrada y salida.

Para el alumbrado diurno y crepuscular, en túneles con tráfico en las dos direcciones, deberán preservarse tres escalones o niveles de iluminación a la entrada, el tramo central y otros tres escalones, idénticos a los de la entrada, para la salida del túnel, siendo el alumbrado nocturno constante para todo el túnel.

Cada escalón contemplará un tramo de túnel de 50 metros de longitud, como mínimo, pudiendo alcanzar hasta 200 metros, dependiendo de la limitación en la

velocidad de los vehículos. El tramo central tendrá medidas concretas que dependerán de la longitud real del túnel.

Es necesario aclarar que el diseño de la iluminación del túnel se realiza de manera independiente en cada entrada; si el túnel es de una sola dirección de circulación, solamente se considerara una zona umbral y transición en la boca de entrada, siendo también constata para todo el túnel el alumbrado nocturno. Si el túnel tiene dos direcciones de circulación, se deben considerar, tanto a la entrada como a la salida, zonas de umbral y sus correspondientes transiciones.

Por razones de seguridad se deben tener alumbrado de emergencia en el caso de túneles de longitudes superiores a 100 metros, o en aquellas en los que exista algún punto en su interior desde el que no se pueda ver ninguna de las bocas del túnel.

REQUISITOS PARA LA ILUMINACIÓN DE TÚNELES DURANTE EL DÍA

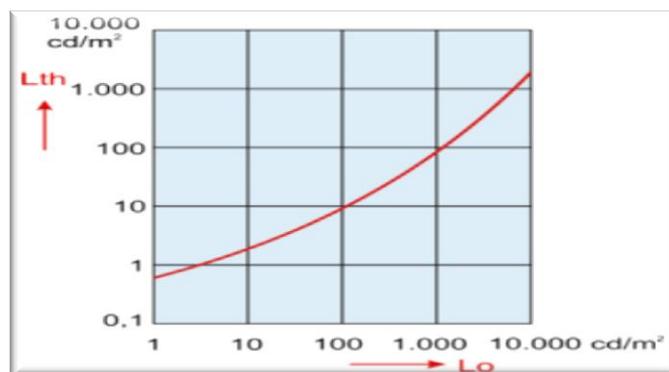
ZONA DE ADAPTACIÓN O ZONA DE UMBRAL

El conductor que se acerca a la entrada de un túnel durante el día, ha de adaptar sus ojos para pasar de un alto nivel de luminancia que prevalece en el exterior, a la luminancia del interior. Por consiguiente, si el túnel es largo y el nivel de luminancia dentro del él es mucho más bajo que el de fuera, el túnel se presenta como un “huevo negro” por lo que no será visible ningún detalle de su interior.

Esto se conoce como deslumbramiento por ausencia de luz y su duración fisiológica es mayor que cuando se hace la transición contraria.

Para hacer visible los obstáculos dentro del túnel hay que aumentar el nivel de luminancia de su entrada, esto es, en la zona de adaptación (L_{th}). El nivel de luminancia requerido en esta zona depende del nivel exterior (L_0), que en un día soleado puede alcanzar unas 8.000 cd/m^2 (esta luminancia es equivalente a una iluminancia horizontal del orden de 100.000 luxes).

Figura 3 Nivel de iluminancia en túneles.



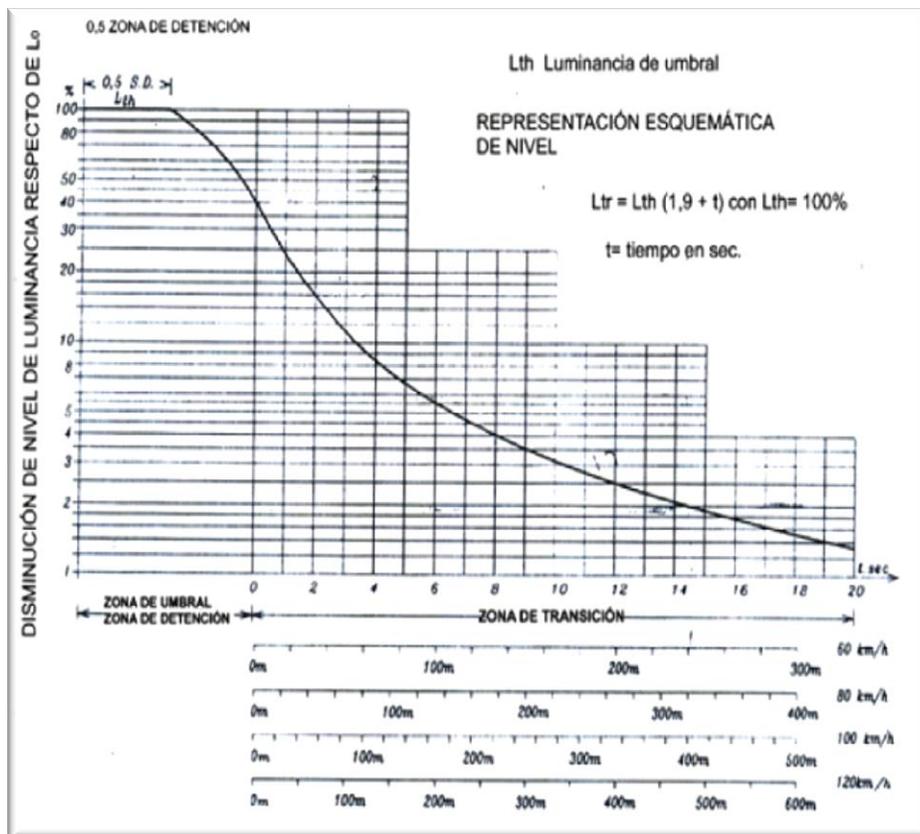
La longitud de la zona de adaptación o zona de umbral depende principalmente de la distancia a la cual puede ser visible un objeto crítico (objeto crítico es aquel que tiene 0.2 x 0.2 m).

Una forma para reducir el nivel de luminancia de la zona de adaptación, es disminuir el nivel de iluminación en la zona de acceso (fuera del túnel). Esto puede lograrse oscureciendo los alrededores de la entrada, utilizando colores oscuros en la superficie y muros laterales de la calzada y sembrando árboles y arbustos en los alrededores de la entrada.

La longitud total de la zona de umbral debe ser al menos igual a la distancia de parada. Durante la primera mitad de la distancia, el nivel de luminancia debe ser igual a L_{th} (valor de la luminancia de umbral a la entrada de túnel). Se recomienda que a partir de la mitad de la distancia de parada hacia delante, el nivel de luminancia se reduzca gradualmente, hasta un valor, al final de la zona de umbral, igual a $0.40 L_{th}$, la reducción gradual, puede hacerse en escalones.

Los niveles de luminancia no deben caer por debajo de los valores correspondientes a la disminución gradual recomendada y dibujada en la figura 5, según la norma CIE 88 de 2004.

Figura 4 Gradiente de luminancia en el túnel.



ZONA DE TRANSICIÓN.

El conductor que entra en un túnel, necesita cierto tiempo para que sus ojos se adapten a un nivel inferior de luminancia. Por consiguiente, es preciso que la transición al nivel más bajo reinante en el túnel se haga gradualmente.

Como el campo de visión del conductor está formado por el interior del túnel, puede ser aconsejable una zona de transición mayor al fin de contrarrestar un segundo efecto de agujero negro.

ZONA INTERIOR.

La luminancia media de la calzada en la zona interior del túnel está dada a continuación en función de la distancia de parada y del caudal de tráfico. La zona interior de un túnel muy largo consiste en dos subzonas diferentes. La primera subzona corresponde a la longitud que es cubierta en 30 segundos y debe ser iluminada con los niveles de "túneles largos". La segunda subzona corresponde a la longitud restante y debe ser iluminada con los niveles de "túneles muy largos".

Tabla 10 Valores de luminancia en la zona interior (túneles largos).

Distancia de parada	Túneles largos Caudal de tráfico	
	Bajo	Elevado
160 m	6	10
60 m	3	6

Caudal de tráfico: el número de vehículo que pasan por un punto específico en un instante establecido en dirección o direcciones establecidas. En el diseño del túnel, se usaran el tráfico en horas punta, vehículos por carril y por hora.

ZONA DE SALIDA.

Durante el día, para un conductor que se encuentra dentro del túnel, la salida se presenta como si fuera entrar a un agujero brillante, contra el cual los obstáculos son claramente visibles como siluetas.

Puesto que la adaptación de un nivel bajo de luminancia a otro mayor se efectúa rápidamente, las exigencias de iluminación de la zona de salida son mucho menos severas que las de la zona de entrada.

En el caso de túneles unidireccionales y con la finalidad de asegurar una iluminación adecuada para los pequeños vehículos y una visión hacia atrás suficiente mediante los espejos retrovisores, la zona de salida debe ser iluminada del mismo modo que la zona interior del túnel. En situaciones en las que se esperan peligros que adicionales cerca de la salida del túnel y en túneles en los que la zona interior es larga, se recomienda que la luminancia durante el día en

la zona de salida aumente linealmente sobre una longitud igual a la distancia de parada (antes del portal de salida), desde el nivel de la zona interior a un nivel 5 veces al da la zona interior a una distancia de 20 m del portal de salida.

En el caso de túneles bidireccionales o de dos sentidos de circulación, la salida debe iluminarse de manera idéntica a la entrada.

2.1.1 Requisitos para la iluminación de túneles durante la noche.

En cuanto a los requerimientos del alumbrado durante las horas de la noche, la situación es inversa a la de las horas del día. El nivel de luminancia fuera del túnel es entonces menor que el de adentro y el problema de adaptación al agujero negro puede aparecer es en la salida del túnel. No habrá dificultades, mientras la relación entre la luminancia dentro del túnel y fuera del sea menor de 3:1. Esta condición no se logra si la iluminación del túnel siguiente funcionando con la misma intensidad durante la noche.

Si el túnel es parte de un tramo de carretera que no está iluminado, la luminancia media de la superficie de la calzada interior no debe ser menor de 1 cd/m², la uniformidad global al menos del 40% y la uniformidad longitudinal al menos el 60%.

Las vías de salida con poca iluminación deben equiparse con una instalación de alumbrado aceptable, en una longitud de unos 200 metros desde la salida del túnel, hacia afuera para ayudar a la adaptación de los ojos del conductor.

VISIBILIDAD DENTRO DE UN TÚNEL ILUMINADO.

La altura de montaje de las fuentes luminosas en los túneles, es inferior a la empleada en la iluminación de vías. Por consiguiente, hay mayor posibilidad que una luminaria no apantallada produzca deslumbramiento.

Un apantallamiento adecuado es lo más importante en la zona central, por ser relativamente oscura. En la zona de umbral, con alto nivel de luminancia, el apantallamiento no es tan exigente y la luminancia de las fuentes puede ser más alta. Esto contribuirá también a que el conductor se dé cuenta que está entrando en un túnel. Una diferencia de colores entre la luz de día y el color de la fuente luminosa a la de la entrada del túnel sirve al mismo propósito.

RESTRICCIÓN DEL EFECTO DE PARPADEO O “FLICKER”.

El parpadeo es el resultado de las propias luminarias que aparecen y desaparecen en la periferia del campo de visión del automovilista. En condiciones específicas el flicker puede causar incomodidad que a veces puede ser severa.

El grado de falta de confort visual experimentado debido al efecto flicker depende de:

- a. El número de cambio de luminancia por segundo (frecuencia de parpadeo o flicker).
- b. La duración total de la experiencia.
- c. La relación de la luminancia de pico(luz) a valle (oscuridad), dentro de cada periodo (profundidad de modulación de luminancia), y la pendiente del incremento (tiempo de subida).

Los tres factores mencionados dependen de la velocidad del vehículo y de la separación entre luminarias, el numeral (c) dependen también de las características ópticas y de la separación entre luminarias. En el alumbrado casi en línea continua, cuando la distancia entre el final de una luminaria y el inicio de la siguiente luminaria es menor que la longitud de la luminarias, el efecto de falta de confort por el flicker es independiente de la frecuencia.

La frecuencia de flicker se calcula dividiendo la velocidad en m/s. por la separación entre luminarias (centro a centro, en m). En general, el efecto flicker es despreciable a frecuencias inferiores a 2,5 Hz y superiores a 13 H.

GUÍA VISUAL DENTRO DE UN TÚNEL.

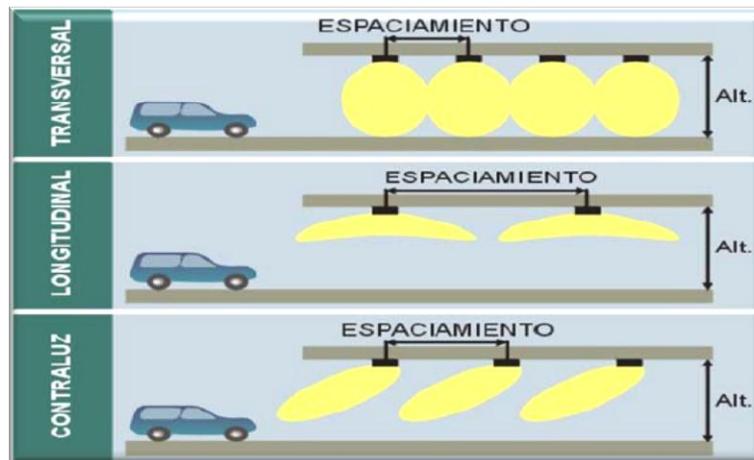
La guía visual de un túnel se consigue colocando las fuentes luminosas según una disposición lógica. Es aconsejable instalar por lo menos una línea continua de fuentes luminosas en cada sentido del flujo del tráfico, haciendo coincidir los ejes longitudinales de las luminarias con cada uno de los ejes de circulación dentro del túnel, adicionalmente se consigue una mayor visual.

Para una buena guía visual, es deseable que haya una pequeña diferencia de luminancia o color entre la calzada y las paredes, deben evitarse superficies con reflexión especular. Para paredes se recomienda un tinte pastel suave. El acabado de las paredes debe ser de material fácil de lavar. El techo de los túneles se ennegrece fácilmente básicamente por la contaminación con los gases residuales de la combustión en los motores de los vehículos, en tanto que limpiarlo resulta difícil.

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE TÚNELES.

En el alumbrado de túneles se puede usar luminarias con diferentes tipos de distribución luminosa. Hay tipos que son los más representativos cuyas explicaciones son:

Figura 5 Tipos de luminarias para túneles, según su distribución luminosa.



DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL.

Las intensidades luminosas se irradian principalmente en ángulo recto con el eje longitudinal del túnel el ejemplo más familiar de este alumbrado es la hilera continua de tubos fluorescentes. El sistema óptico que se utiliza en este caso, es muy adecuado para el empleo con fuentes lineales de luz. Las ventajas de dicho sistema son:

- buena orientación visual, deslumbramiento mínimo, penetración moderada por el corto espaciamiento de las luminarias y posible efecto de parpadeo, que se produce en el caso de no planificarse debidamente la conmutación de las luminarias.

DISTRIBUCIÓN LONGITUDINAL.

Las intensidades luminosas se irradian más o menos en paralelo al eje longitudinal del túnel y el sistema óptico que se usa debe ser adecuado para el empleo de las fuentes puntuales de luz, como son las bombillas de solido alta presión tubulares.

Las ventajas de este sistema son:

- un mayor rendimiento de la distribución lumínica para obtener los niveles de luminancia adecuados y el gran espaciamiento entre luminarias.

Sus desventajas son:

- La posible creación de sombras, la irregular luminancia de las paredes y el hecho de que la conmutación nocturna exige luminarias de doble bombilla o accesorios de reducción de intensidad.

DISTRIBUCIÓN A CONTRALUZ.

Esta distribución consiste en colocar luminarias con una distribución de la intensidad luminosa dirigida en contra de la dirección del flujo de tráfico. Se caracteriza por producir un alto contraste negativo de los objetos situados en la vía debido a que la luminancia de los planos que mira el conductor es muy baja.

Garantiza una muy buena percepción de contrastes, una eficiencia en luminancia mayor a los sistemas anteriores lo que conduce a una disminución en la potencia eléctrica instalada, un adecuado nivel de deslumbramiento.

Para tener las ventajas descritas, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

- La parte de las paredes con alta luminancia debe limitarse a una altura de 1 m para reducir la iluminancia vertical (EV) de los obstáculos.
- La intensidad luminosa emitida por la luminaria en la dirección del tráfico debe limitarse al máximo.
- La distribución fotométrica debe ser tal que el ángulo vertical de haz sea alto pero en lo posible, inferior a 60° y las intensidades entre 70° y 90° debe mantenerse tan baja como sea posible, con el fin de evitar el deslumbramiento.

Esta distribución se utiliza preferencialmente para iluminar la zona de umbral y las zonas de transición de los túneles unidireccionales. En el caso de túneles bidireccionales se restringe a los túneles largos provistos con zona interior entre las dos bocas de entrada.

EQUIPOS PARA ILUMINANCIA DE TÚNELES.

La localización y tipo de bombilla a utilizar en la iluminación de túneles depende del diseño específico del túnel. La bombilla para la iluminación de túneles deben tener alta eficacia y larga vida.

Las luminarias deben cumplir los siguientes requisitos:

- Robustas, con un riesgo mínimo de daño, tanto por el tráfico como por la limpieza.
- El grado de protección debe ser mínimo de IP 65 o su equivalente NEMA. De tal manera que permita lavarlas con agua a presión.
- De fácil acceso y mantenimiento.
- Propias para el control adecuado de la luminancia de la fuente luminosa.
- Provistas de prensaestopas para salida y entrada de cables, así como de los elementos de protección contra corto circuito.
- Respecto de la distribución luminosa, debe ser tal que permita cumplir con los parámetros de iluminación exigidos para iluminar las diferentes zonas del túnel.

RECOMENDACIONES ADICIONALES EN LA ILUMINACIÓN DE TÚNELES.

Los modernos diseños iluminación de túneles contemplan la iluminación desde los extremos superiores de la pared. Esto mejora las condiciones de mantenimiento de las luminarias, pues en el túnel, es evidente que el espacio más contaminado por el humo de los vehículos, es precisamente el techo.

En cierto diseño, especialmente cuando se utilizan luminarias fluorescentes, los equipos pueden colocarse en el techo del túnel, lo cual contribuye a mejorar la guía visual. La localización de los equipos y el tipo de fuente y luminarias depende de las características del túnel y de los requerimientos fotométricos exigidos.

La iluminación normal se proporcionara de modo que asegure a los conductores una visibilidad adecuada de día y de noche en la entrada del túnel, en las zonas de transición y en la parte central.

La iluminación de seguridad se proporcionara de modo que permita una visibilidad mínima para que los usuarios del túnel puedan evacuarlo en sus vehículos en caso de avería del suministro de energía eléctrica. La iluminación de emergencia, estar a una altura no superior a 1,5 metros y deberá proyectarse de modo que permita guiar a los usuarios del túnel para evacuarlo a pie con un mínimo de 10 luxes y $0,2 \text{ cd/m}^2$.

TÚNELES PEATONALES.

Independiente de la longitud, deben suministrar un adecuado alumbrado de seguridad para los usuarios. De acuerdo con la localización del túnel, el diseño debe establecer el nivel de iluminancia y el tipo de fuentes a utilizar de acuerdo con la tabla 9.

Tabla 11 Iluminación de túneles peatonales.

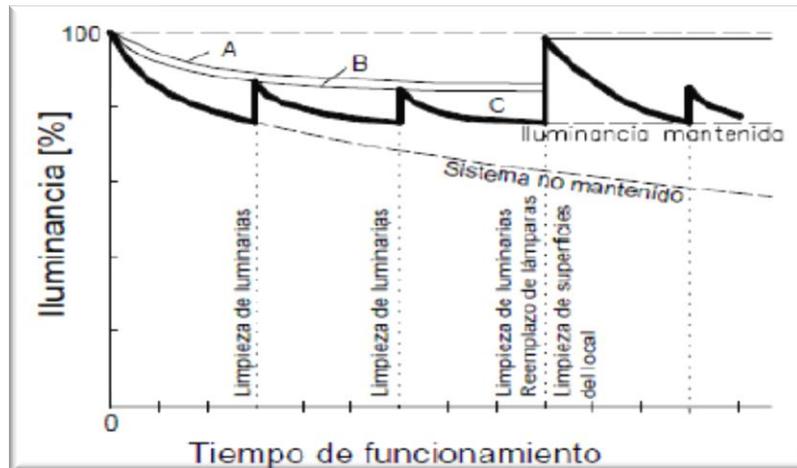
USO (PEATONES/ DÍA EN AMBAS DIRECCIONES)	ILUMINANCIA LUXES	FUENTE SUGERIDA
Bajo (hasta 5.000)	20 a 50	Fluorescente
Medio (entre 5.000 y 15.000)	50 a 100	Fluorescente
Alto (más de 15.00)	100 a 150	Fluorescente o HPS

2.2 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación, se deberá en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplara, entre otras las siguientes acciones:

- a) Reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazo.
- b) La limpieza de luminarias y de zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria.

Figura 6 Esquema de mantenimiento de una instalación de alumbrado interior.



En la figura 7. Se muestra un esquema de mantenimiento para una instalación de alumbrado interior, la curva A indica la reducción de la iluminancia si solo actuara la depreciación de la bombilla (DLB) y la curva C es la variación real de los niveles de iluminancia como resultado del mantenimiento.

Cuando se efectúa la limpieza de luminarias únicamente (por ejemplo al final de los años 1 y 2 no se restablece el nivel de iluminancia hasta el nivel dado por la curva A, ya que actúa también la depreciación del local (curva B).

Hay que resaltar que con el mantenimiento nunca se restablecen las condiciones iniciales, por cuanto hay factores que son no controlables. Los aspectos como la depreciación de la luminaria debido al envejecimiento y a la degradación de sus materiales, que producen un aumento de la operación y/o reducción de reflectividad en los materiales del conjunto óptico de la luminaria como consecuencia de la radiación ultravioleta de las fuentes luminosas, no permiten volver a las condiciones iniciales.

2.2.1 Instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación.

Los sistemas de iluminación deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Debe existir suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de esta puede originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación de la edificación.
- b) No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.

- c) Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- d) Los residuos de las lámparas deben ser manipulados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que pueden poseer.
- e) En lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para controlar los riesgos asociados al efecto estroboscópico.
- f) Se deben atender las recomendaciones de mantenimiento y sustitución oportuna de las fuentes lumínicas cuando sus niveles de iluminación no garanticen los mínimos niveles requeridos.

2.3 DATOS PREVIOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para determinar el cálculo y las soluciones luminotécnicas de las instalaciones de iluminación interior, se tendrá en cuenta parámetros tales como:

- a) El uso de la zona a iluminar.
- b) El tipo de tarea visual a realizar.
- c) Las necesidades de luz y del usuario del local.
- d) El índice k del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil).
- e) Las reflectancias de las paredes, techos y suelos de la sala.
- f) Las características y tipo de techo.
- g) Las condiciones de la luz natural.
- h) El tipo de acabado y decoración.

2.3.1 Método de cálculo.

El método de cálculo puede ser manual o a través de un software especializado y adecuado para el cumplimiento de las exigencias del diseño y utilizará los datos y parámetros de los datos previos de un diseño de iluminación.

Se obtendrán como mínimo los siguientes resultados para cada zona:

- Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI.
- Iluminancia media horizontal mantenida E_m en el plano de trabajo.
- Índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.

Así mismo, se incluirá los valores del índice de rendimiento de calor R_a y las potencias de los conjuntos lámpara más equipos auxiliares utilizados en el cálculo.

2.3.2 Iluminación de emergencia.

La iluminación de emergencia es una instalación diseñada para entrar en funcionamiento si falta la iluminación normal.

Requieren de alumbrado de emergencia las siguientes instalaciones:

- a) Los edificios de más de 5 pisos o edificios que en cualquier hora de la noche concentren más de 100 personas: deben disponer de al menos un sistema de alumbrado de emergencia, que en caso de falla del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evitar las situaciones de pánico y permitir la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.
- b) Todo recinto cuya ocupación sea mayor a 100 personas: aplica a recintos con ocupación en horas de la noche o que el recinto y su vía de evacuación a lugar seguro carezca de iluminación natural.
- c) Recorridos de las rutas de evacuación, desde los orígenes de la evacuación hasta el espacio exterior seguro, siempre que estos sean cerrados con muy bajos aportes de iluminación natural o se requieran en horas de la noche.
- d) Parqueaderos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Zonas de baños en edificios de uso público.
- f) Lugares en los que se ubican tableros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado.
- g) Instalaciones que por reglamentaciones especiales requiera de alumbrado de emergencia.[1]

CLASES DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.

Las clases de iluminación de emergencia con las que se debe contar en un edificio son las siguientes:

ILUMINACIÓN DE ESCAPE: iluminación suficiente para poder evacuar un edificio, con rapidez y seguridad, durante una emergencia. La iluminancia proporcionada por la iluminación en cualquier punto del piso de una salida de emergencia no debe ser menor de 1,0 lux. Esta iluminación se debe instalar en la intersección de corredores, en los cambios de dirección y nivel de las escaleras, en puertas y salidas.

ILUMINACIÓN DE SEGURIDAD: Es la iluminación que se requiere para asegurar a las personas que desarrollan actividades potencialmente peligrosas (ejemplo operación de una sierra circular) no deberá ser menor del 5% de los valores normales de iluminación.

ILUMINACIÓN DE RESPALDO: Es la iluminación que se requiere para poder continuar las actividades de importancia vital durante una emergencia, por ejemplo en salas de cirugía. [1]

2.4 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR

En los cálculos de iluminación interior se deben tener en cuenta los requisitos de Iluminancia, la uniformidad y el índice de deslumbramiento. Para ello se tienen diferentes procedimientos a realizar para las mediciones fotométricas en iluminación interior.

2.4.1 Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

Para mediciones de precisión el área debe ser dividida en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas mallas de cálculo empleadas.

La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie. Esto se puede lograr por medio de un soporte portátil sobre el cual se coloca el sensor.

La luz día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas superficies opacas que no permiten la penetración de la luz día.

El área se debe dividir en pequeños cuadrados, tomando lecturas en cada cuadrado y calculando la media aritmética. Una cuadrícula de 0,6 metros es apropiada para muchos espacios. [1]

2.5 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN

Los proyectos de iluminación, las fuentes y luminarias se deben medir con los instrumentos adecuados, con las calibraciones y certificaciones acordes con las normas de metrología establecidas en el país.

2.5.1 MEDIDOR DE FLUJO LUMINOSO.

Las medidas de flujo luminoso son realizadas por medio de un fotelemento el cual está ajustado según la curva de sensibilidad fopica del ojo a las radiaciones monocromáticas y en cuyo interior se ubica la fuente luminosa a medir, incorporado a un casco esférico el cual es conocido como la Esfera de Ulbricht; Todas estas mediciones son realizadas en laboratorios acreditados o reconocidos. [1]

2.5.2 Medidor de iluminancia.

Las cantidades fotométricas que se necesitan medir en trabajos de campo son la iluminancia y la luminancia, las cuales se miden con el luxómetro y el luminancímetro. Un medidor de iluminancia (Luxómetro) tiene tres características importantes: sensibilidad, corrección de color y corrección coseno. La sensibilidad se refiere al rango de iluminancia que cubre, dependiendo si será usado para medir luz natural, iluminación interior o exterior nocturna. Para una adecuada medición de iluminancia se requiere que el luxómetro tenga certificado de calibración vigente y las siguientes especificaciones técnicas: respuesta espectral al 4% de la curva CIE Standard, error de Coseno. Al 3% a 30° , pantalla de 3,5 dígitos, precisión de $\pm 5\%$ de lectura \pm un dígito y rango de lectura entre 0.1 y 19.990 luxes. [1]

2.6 FORMATOS

Todas las lecturas deben ser registradas y mostradas de acuerdo con los siguientes formatos:

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA:						
FECHA:			DÍA:		Noche:	
1.CONDICIONES DEL ÁREA						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA:						
DIMENSIONES:						
LONGITUD:		ANCHO:		Altura:		
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2.DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIONES DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes						
Techo						
Piso						
Superficie de trabajo						
Equipo o maquina						
3.CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo						
Luminarias, tipo						
Especificaciones de las bombillas						
Bombillas por luminaria						
Numero de luminarias						
Numero de filas						
Luminarias por fila						
Altura del montaje						
Espacios entre luminarias						
Condiciones de las luminarias		Limpio	Medio	Sucio		

Descripción de la iluminación local o complementaria.

ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Empresa: _____
 Área: _____

Objetivo:
 Niveles de iluminancia de diseño: _____ lux
 Coeficiente de uniformidad CU: _____
 Otros: _____

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:

Iluminancia exterior producida por la luz natural. _____ lux
 Iluminancia interior producida por la luz natural. _____ Lux
 Coeficiente de luz diurna (CDL): _____%

Coeficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: _____

(Para los valores mínimos del coeficiente de luz diurna CLD que deben cumplir las edificaciones ver la tabla 415 – 1.c) del capítulo 4 del RETILAP)

TIPO INSTALACIÓN NATURAL:

Instalación luz día
 Techo _____ ventanas _____ ambas _____

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:			
Número de luminarias:			
Área de trabajo: Largo:		Ancho:	
Altura del plano de trabajo sobre el nivel del piso:			
Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo:			
Altura de suspensión de las luminarias desde el techo:			
Distancia entre centro de luminarias a lo Largo:			
Distancia entre centro de luminarias a lo Ancho:			
BOMBILLAS o LÁMPARAS:			
Fabricante y referencia:			
Tipo de bombilla:			
Potencia de la bombilla: W			
Lúmenes iniciales (100 h): lm			
Período de reemplazo de las bombillas: horas			
Factor de depreciación de lúmenes de las bombillas:			
LUMINARIA:			
Fabricante y referencia.			
Bombillas por luminaria:			
Potencia total por luminaria. W			
MANTENIMIENTO:			
Período limpieza de ventanas: meses			
Período de limpieza de techos: meses			
Período limpieza de luminarias: _____ meses			
Período de reemplazo de las bombillas: meses			
Período de limpieza de manteniendo de techo, paredes y pisos:			
Diseñador del sistema:			
Fecha:			
Responsable _____		Matrícula profesional N° _____	

3 DIAGNOSTICO GENERAL

En estas sección se va a mostrar los multiplex aspectos del semisótano y sótano del centro comercial regional ciudad victoria relacionados con su iluminación. Por otra parte se registra datos específicos de los parqueaderos y mediante estos valores se obtuvieron tablas y gráficos estadísticos con los cuales se compararon los valores simulados vs los valores obtenidos en el área.

3.1 LÁMPARAS Y LUMINARIAS

3.1.1 Lámparas.

En el sótano como en el semisótano del centro comercial regional ciudad victoria se utiliza lámparas fluorescentes, las cuales se encuentran sujetas a los techos mediante tornillos de anclaje y sus tubos están debidamente marcados de forma legible como se observa en la figura 1 y se ratifica en la tabla 1.

Tabla 12 Requisitos de marcación de las lámparas.

REQUISITO	Sylvania Octron 6500K F32T8 2x32W	Philips F32T8 /super 86
Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.	Cumple	Cumple
Apariencia o temperatura del color	Cumple	No Cumple
Índice de rendimiento del color (IRC)	Cumple	No Cumple
Potencia nominal en vatios (W)	Cumple	Cumple
Flujo Luminoso (lm)	Cumple	No Cumple

Figura 7 Marcación de los tubos.



POTENCA, VIDA ÚTIL Y EFICACIA LUMINOSA.

En relación a la potencia, la eficacia lumínica y la vida útil estipulada en el RETILAP para las lámparas de mercurio de baja presión tipo fluorescente con balasto independiente tipo T8 se tiene lo siguiente:

Tabla 13 Potencia, vida útil y eficacia luminosa.

	Potencia (W)	Observación	Vida Útil (Horas)	Observación	Eficacia Luminosa (lm/W)	Observación
Sylvania Octron 6500K F32T8	32	cumple	15000	cumple	66	No cumple
Philips F32T8/super 86	32	cumple	15000	cumple	75	No cumple

Teniendo en cuenta que:

- El nivel de potencia establecido se encuentra entre 31W y 40W.
- El mínimo nivel de vida útil debe ser 10000 Horas.
- El mínimo nivel de eficacia lumínica debe ser 78 lm/W.

LUMINARIAS

Una luminaria representa en si un completo sistema de iluminación, conformado por un cuerpo o caja portalámparas, lámparas y en ocasiones por un balasto o un transformador. Todas las luminarias para uso en alumbrado público e iluminación en general deben cumplir con los siguientes requisitos y demostrarlos mediante certificado de conformidad de producto.

3.1.2 Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias.

- a) El conjunto eléctrico de la luminaria tal como lo es el balasto y la bornera de conexiones esta acoplado en el interior del cuerpo de la luminaria tal como lo exige el RETILAP, además tiene un diseño sencillo el cual permite su fácil inspección, limpieza, mantenimiento y reemplazo de sus elementos.
- b) debido a que las carcadas albergan 4 tubos fluorescentes posee espacio suficiente para maniobrar los cables, balastos, empalmes y demás accesorios que se requieran como se muestra en la figura 3.

Figura 8 Parte interna de una luminaria para lámpara tubular fluorescente.



c) los tubos, empalmes y carcasa en general no presenta partes expuestas o energizadas, por otra parte su altitud dificulta que alguna persona no calificada se exponga a algún accidente.

CARCASAS.

Las carcassas son metálicas y no poseen ningún tipo de corrosión o áreas faltantes de esmalte aislante o pintura que puede ocasionar contacto con otra persona u objeto, no presenta la lámina interna puntos cortantes que pueda ocasionar daños en los conductores o herir alguna persona además sus dimensiones son correctas para reflejar luz y además abarca buen espacio para disipar calor.

Figura 9 Carcassas de las luminarias.



BALASTOS.

Todas las carcassas poseen un balasto electrónico con protección térmica integral que abarca 4 tubos fluorescentes, en su parte superior tiene un adhesivo en el cual da a conocer el diagrama de conexiones y demás datos que otorgan el fabricante como se observa en la figura 14. Los datos del fabricante son los siguientes:

Tabla 14 Requisitos de marcación de balastos

MARCACIÓN REQUERIDA	OBSERVACIÓN
Potencia nominal	Cumple
Diagrama de conexiones	Cumple
Tensión de conexiones	Cumple
Corriente de entrada	Cumple
Tensión de bombilla	Cumple
Mes y año de fabricación	No cumple
Temperatura nominal máxima de operación	Cumple
Tipo de bombilla	Cumple
Identificación de terminales	Cumple
Factor del balasto	No cumple

Modelo y referencia	Cumple
Marca de fábrica	Cumple

Figura 10 Balasto

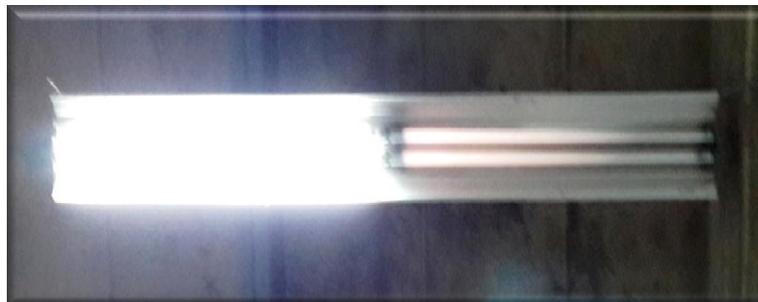


El balasto está debidamente rotulado y es muy completo para el instalador pero debido a la estructura de la carcasa no es manipulable sin antes desmontar y abrir la carcasa, por otra parte al estar completamente aislado del exterior no permite que elementos extraños como el polvo o diferentes animales puedan penetrar y ocasionar algún tipo de daño.

3.2 MANTENIMIENTO

En el centro comercial regional ciudad victoria no se lleva un plan de mantenimiento apropiado a las luminarias, ya que se encuentra irregularidades en algunas lámparas como tubos faltantes o la falta de limpieza entre otros. Ya que el flujo vehicular hace que los diferentes gases se acumulen en las lámparas debilitando su iluminación.

Figura 11 Plan de mantenimiento.



3.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El centro comercial regional ciudad victoria posee un alumbrado de emergencia no permanente suministrada por una planta generadora para emergencia que

actúa al desconectarse de la red de suministro principal. Además posee señalización de las rutas de evacuación, salidas, extintores y una alarma de incendios sonora lumínica que se activa a través de cualquier persona, teniendo en cuenta que esta última se encuentra averiada hace varios años.

Figura 12 Plan de evacuación.



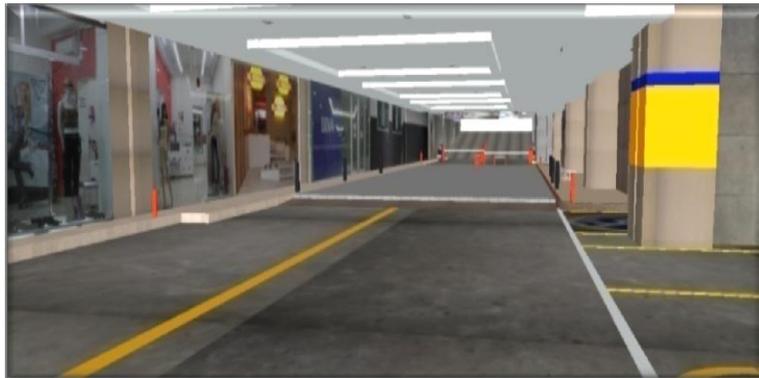
3.4 DATOS ESPECÍFICOS DE CADA ÁREA INSPECCIONADA

A continuación se dará a conocer multiplex datos relacionados con VEEI, UGR y Eprom, medidos, simulados y mínimos requeridos obtenidos mediante software especializados así como imágenes, planos y demás material recolectado en los sótanos del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

3.4.1 Carril semisótano A1-A1.

En la figura 14, se observa la simulación del carril A1-A1 semisótano.

Figura 13 Vista previa del carril A1-A1 semisótano.



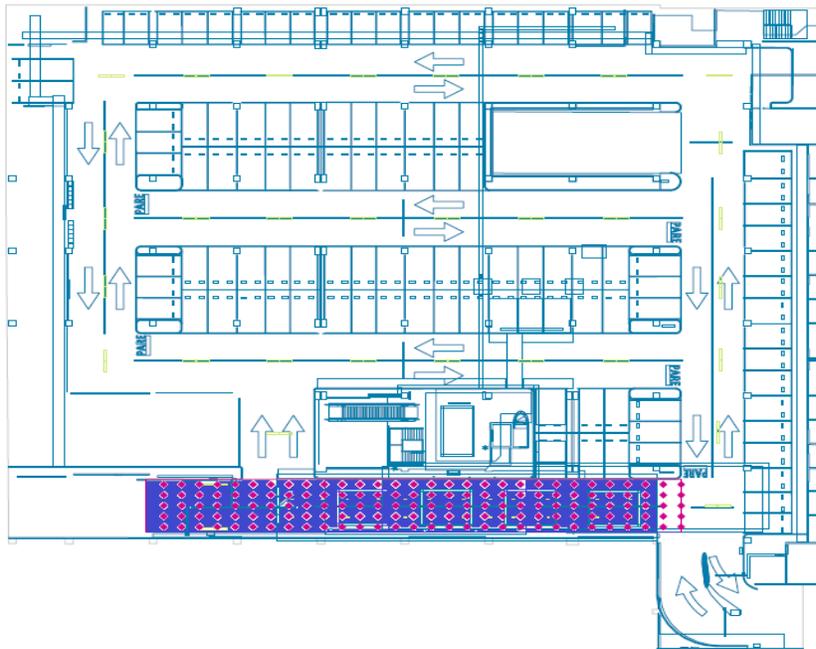
En la Tabla 15 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril A1-A1 semisótano.

Tabla 15 Valores del carril A1-A1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (Ix)	166.864	125	100
VEEI (W/m2)	1,885	2.516	5
UGR	-	20	28

En la figura 15, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril A1-A1 del semisótano.

Figura 14 Distribución de las luminarias carril A1-A1 semisótano.



3.4.2 Carril semisótano A1-B1.

En la figura 16, se observa la simulación del carril A1-B1 semisótano.

Figura 15 Vista previa del carril A1-B1 semisótano.



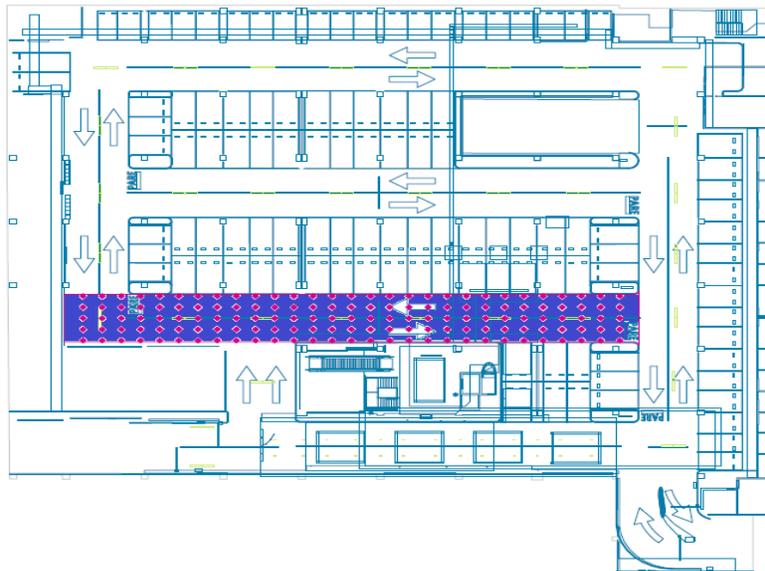
En la Tabla 16 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril A1-B1 semisótano.

Tabla 16 Valores del carril A1-B1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	54,576	108	100
VEEI (W/m2)	4.717	2.383	5
UGR	-	20	28

En la figura 17, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril A1-B1 del semisótano.

Figura 16 Distribución de las luminarias carril A1-B1 semisótano.



3.4.3 Carril semisótano B1-C1

En la figura 18, se observa la simulación del carril B1-C1 semisótano.

Figura 17 Vista previa del carril B1-C1 semisótano.



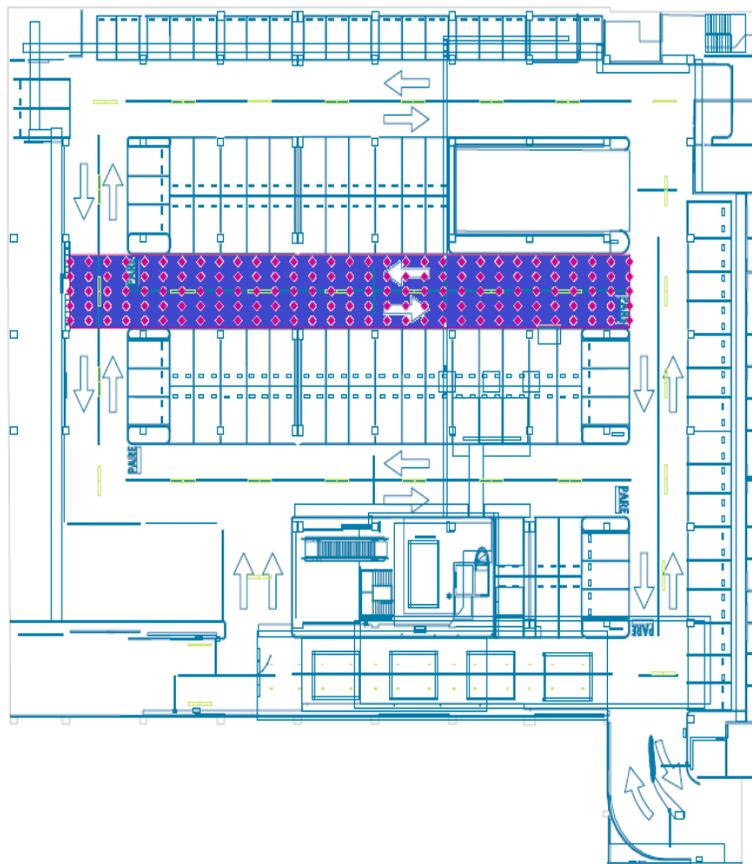
En la Tabla 17 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril B1-C1 semisótano.

Tabla 17 Valores del carril B1-C1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	74.282	113	100
VEEI (W/m ²)	3.466	2.27	5
UGR	-	20	28

En la figura 19, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril B1-C1 del semisótano.

Figura 18 Distribución de las luminarias carril B1-C1 semisótano.



3.4.4 Carril semisótano C1-D1

En la Tabla 20 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril C1-D1 semisótano.

Figura 19 Vista previa del carril C1-D1 semisótano.



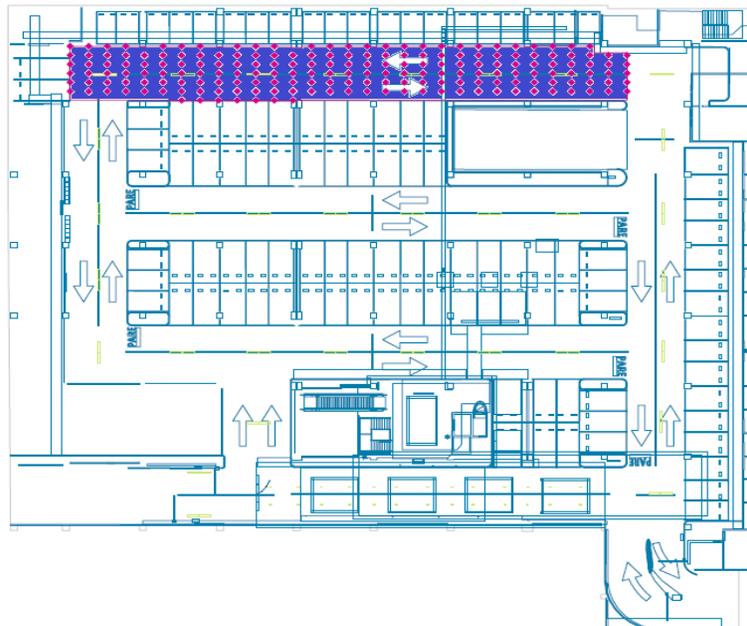
En la Tabla 18 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril C1-D1 semisótano.

Tabla 18 Valores del carril C1-D1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	70.1987	111	100
VEEI (W/m²)	3.6677	2.319	5
UGR	-	20	28

En la figura 21, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril C1-D1 del semisótano.

Figura 20 Distribución de las luminarias carril C1-D1 semisótano.



3.4.5 Sección de carril semisótano A1-A1 oeste.

En la figura 22, se observa la simulación en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.

Figura 21 Vista previa en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.



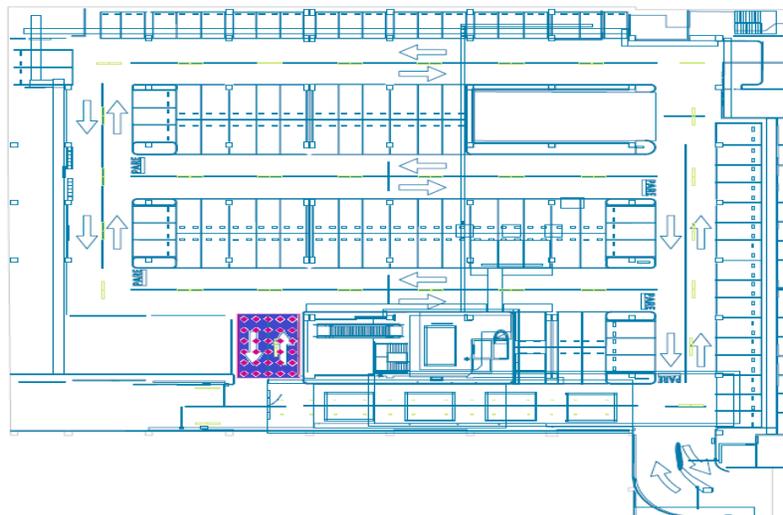
En la Tabla 19 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.

Tabla 19 Valores en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	68.69	108	100
VEEI (W/m ²)	3.201	2.036	5
UGR	-	20	28

En la figura 16, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.

Figura 22 Distribución de luminarias en la sección de carril semisótano A1-A1 oeste.



3.4.5 Sección de carril semisótano B1-B1 oeste.

En la figura 24, se observa la simulación en la sección de carril semisótano B1-B1 oeste.

Figura 23 Vista previa en la sección de carril semisótano B1-B1 oeste.



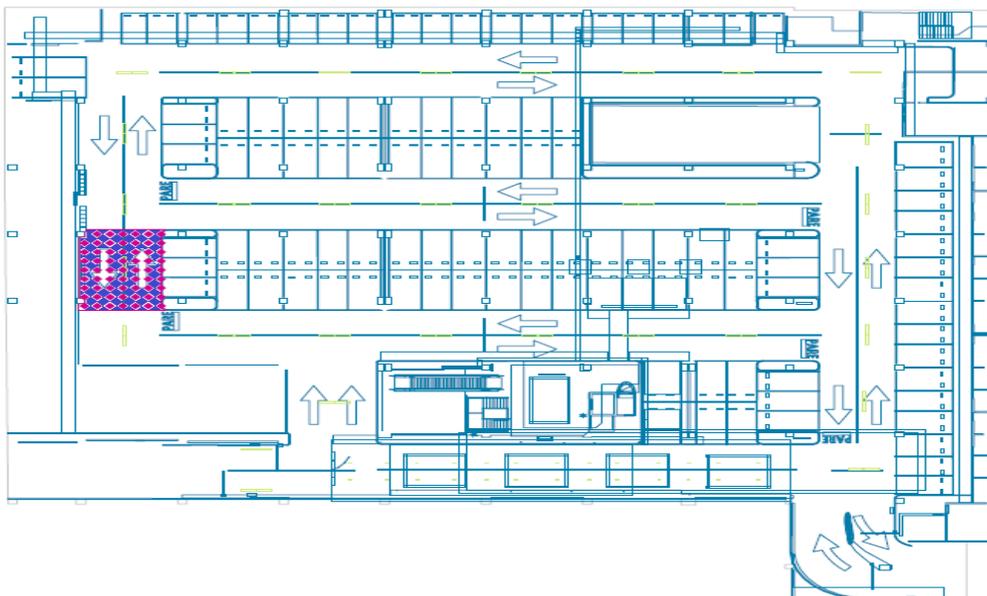
En la Tabla 20 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril semisótano B1-B1oeste.

Tabla 20 Valores en la sección de carril semisótano B1-B1 oeste.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	65.0833	106	100
VEEI (W/m2)	3.3792	2.074	5
UGR	-	20	28

En la figura 25, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril semisótano B1-B1oeste.

Figura 24 Distribución de luminarias en la sección de carril semisótano B1-B1 oeste.



3.4.6 Sección de carril semisótano C1-C1 oeste.

En la figura 26, se observa la simulación en la sección de carril semisótano C1-C1 oeste.

Figura 25 Vista previa en la sección de carril semisótano C1-C1 oeste.



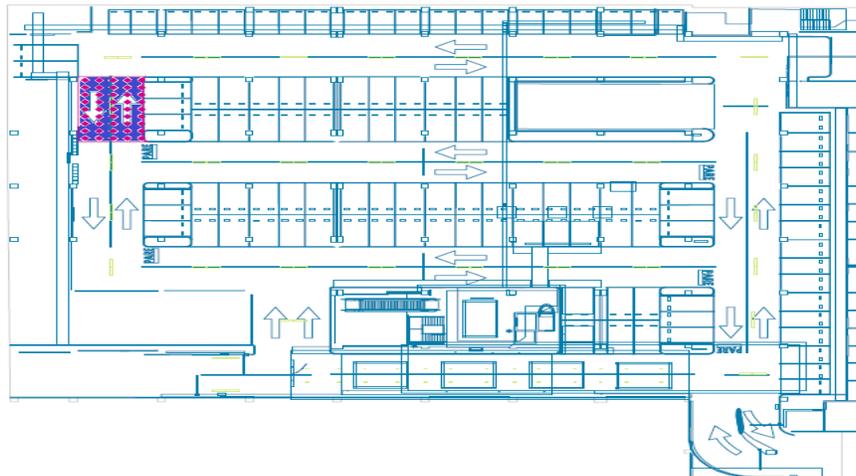
En la Tabla 21 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril semisótano C1-C1 oeste.

Tabla 21 Valores en la sección de carril semisótano C1-C1 oeste.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	71.625	110	100
VEEI (W/m ²)	3.070	1.999	5
UGR	-	20	28

En la figura 27, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril semisótano C1-C1oeste.

Figura 26 Distribución de luminarias en la sección de carril semisótano C1-C1 oeste.



3.4.7 Carril semisótano A1-D1 (este).

En la figura 28, se observa la simulación del carril A1-D1 semisótano.

Figura 27 Vista previa del carril A1-D1 (este) semisótano.



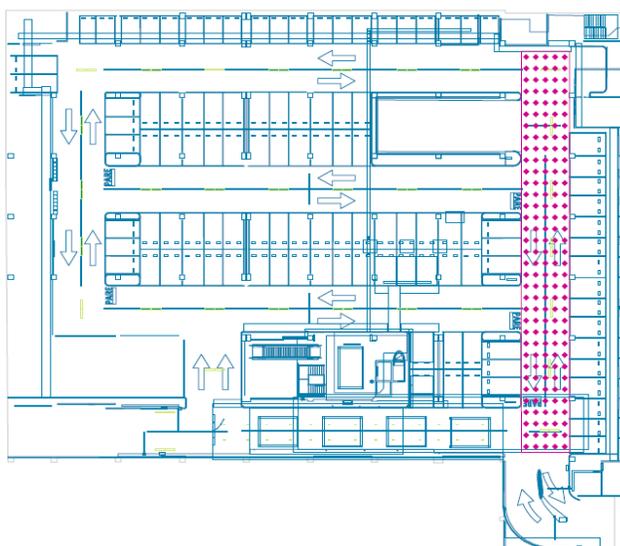
En la Tabla 22 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril A1-D1 (este) semisótano.

Tabla 22 Valores del carril A1-D1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	73.444	114	100
VEEI (W/m ²)	3.696	2.381	5
UGR	-	20	28

En la figura 29, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril A1-D1 (este) del semisótano.

Figura 28 Distribución de las luminarias carril A1-D1 (este) semisótano.



Carril sótano A2-A2 (Sur)

En la figura 30, se observa la simulación del carril A2-A2 (Sur) sótano.

Figura 29 Vista previa del carril A2-A2 (Sur) sótano.



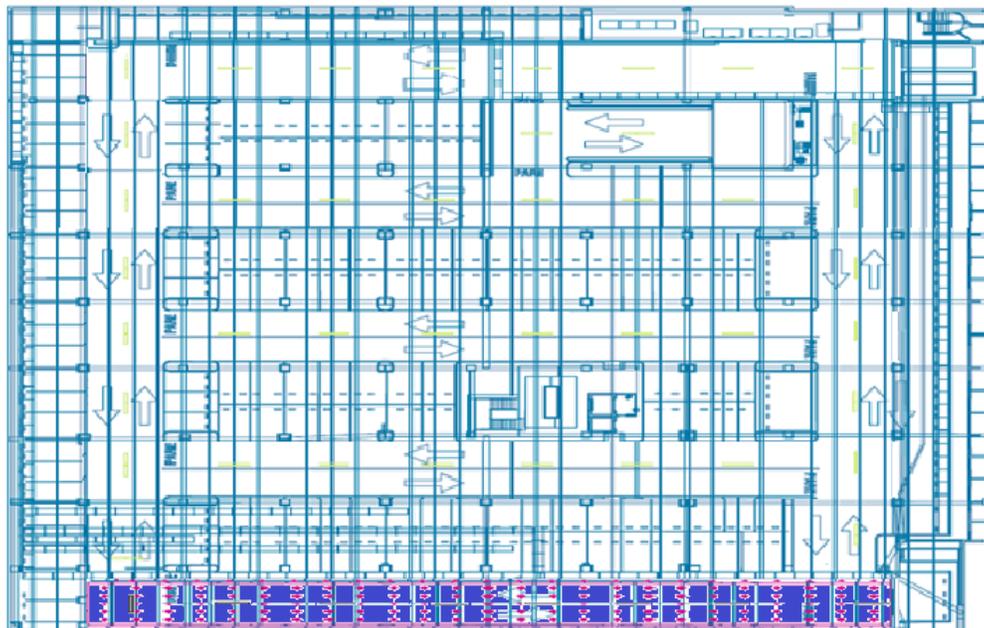
En la Tabla 23 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril A2-A2 (Sur) sótano.

Tabla 23 Valores del carril A2-A2(Sur) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	54,081	141	100
VEEI (W/m2)	4,975	2,147	5
UGR	-	20	28

En la figura 31, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril A2-A2 (Sur) sótano.

Figura 30 Distribución de las luminarias carril A2-A2 (Sur) sótano.



3.4.8 Carril sótano A2-A2 (Norte)

En la figura 32, se observa la simulación del carril A2-A2 (Norte) sótano.

Figura 31 Vista previa del carril A2-A2 (Norte) sótano.



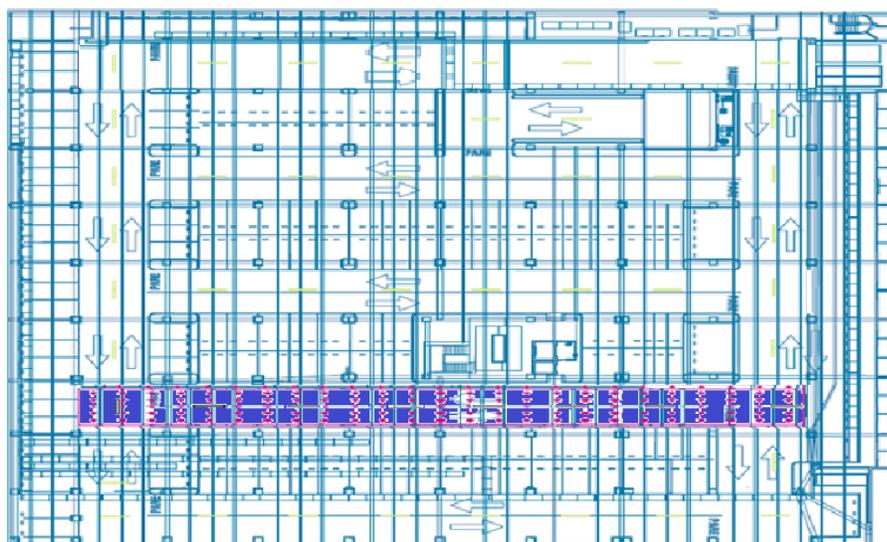
En la Tabla 24 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril A2-A2 (Norte) sótano.

Tabla 24 Valores del carril A2-A2 (Norte) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	62,586	131	100
VEEI (W/m ²)	4,427	2,379	5
UGR	-	20	28

En la figura 33, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril A2-A2 (Norte) sótano.

Figura 32 Distribución de las luminarias carril A2-A2 (Norte) sótano.



3.4.9 Carril sótano A2-B2

En la figura 34, se observa la simulación del carril A2-B2 sótano.

Figura 33 Vista previa del carril A2-B2 sótano.



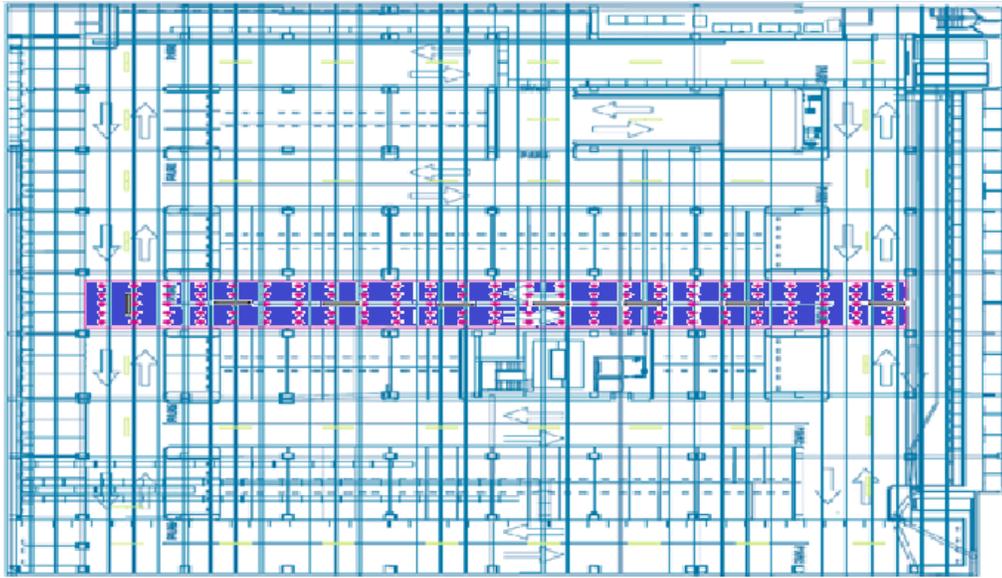
En la Tabla 25 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril A2-B2 sótano.

Tabla 25 Valores del carril A2-B2 sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	59,134	135	100
VEEI (W/m²)	4,500	2,217	5
UGR	-	20	28

En la figura 35, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril A2-B2 del sótano.

Figura 34 Distribución de las luminarias carril A2-B2 sótano.



3.4.10 Carril sótano B2-C2

En la figura 36, se observa la simulación del carril B2-C2 sótano.

Figura 35 Vista previa del carril B2-C2 sótano.



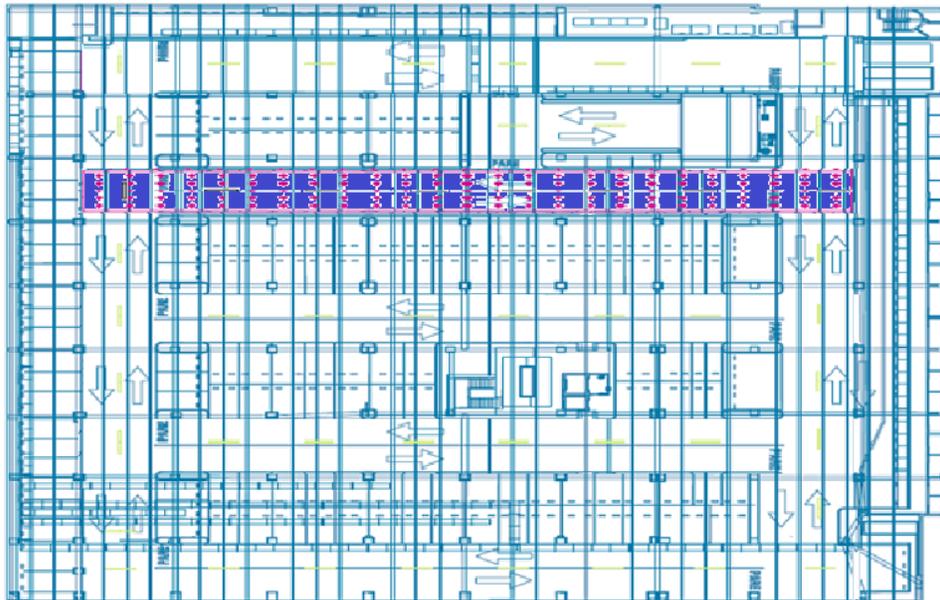
En la Tabla 26 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril B2-C2 sótano.

Tabla 26 Valores del carril B2-C2 sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	77,546	136	100
VEEI (W/m²)	3,573	2,292	5
UGR	-	20	28

En la figura 37, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril B2-C2 del sótano.

Figura 36 Distribución de las luminarias carril B2-C2 sótano.



3.4.11 Carril semisótano C2-D2.

En la figura 38, se observa la simulación del carril C2-D2 sótano.

Figura 37 Vista previa del carril C2-D2 sótano.



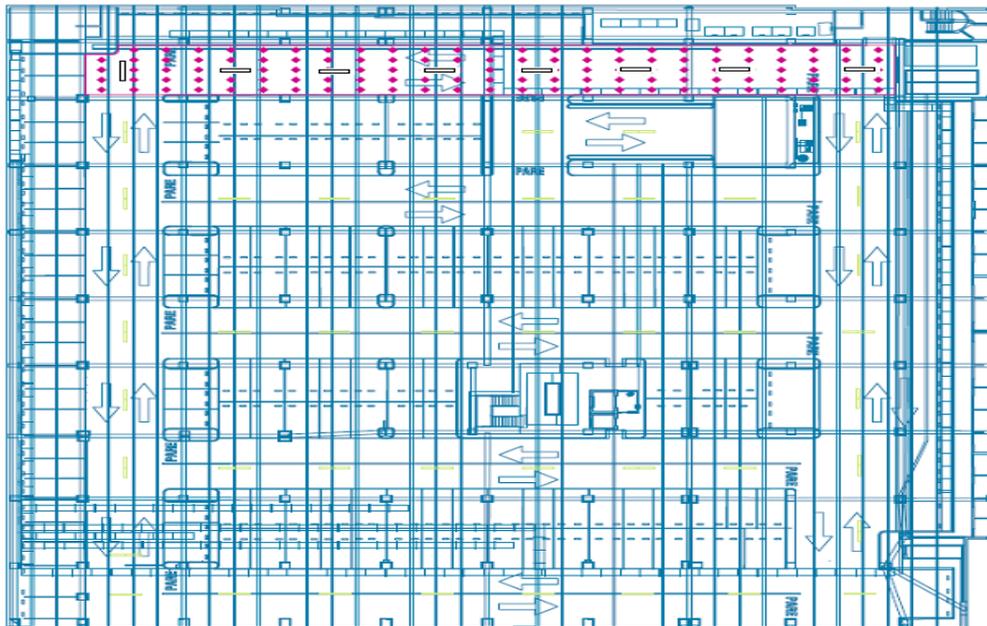
En la Tabla 27 se observa los datos medidos, simulados y requeridos del carril C2-D2 sótano.

Tabla 27 Valores del carril C2-D2 sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	78,029	138	100
VEEI (W/m²)	3,252	2,068	5
UGR	-	20	28

En la figura 39, se observa la distribución de las luminarias existentes en el carril C2-D2 del sótano.

Figura 38 Distribución de las luminarias carril C2-D2 sótano.



3.4.12 Sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).

En la figura 40, se observa la simulación en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).

Figura 39 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).



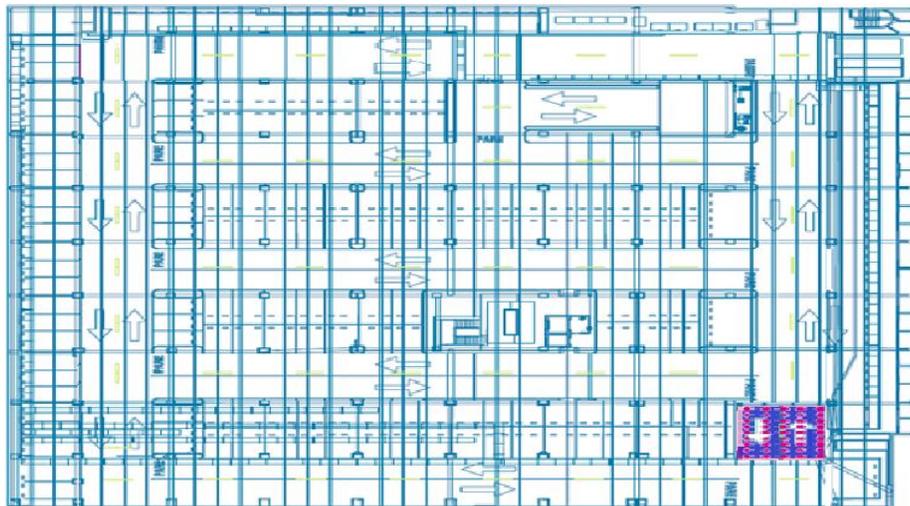
En la Tabla 28 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano A2-A2(Este-Sur).

Tabla 28 Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	53,375	109	100
VEEI (W/m2)	4,065	1,847	5
UGR	-	20	28

En la figura 41, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).

Figura 40 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Sur).



3.4.13 Sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).

En la figura 42, se observa la simulación en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).

Figura 41 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).



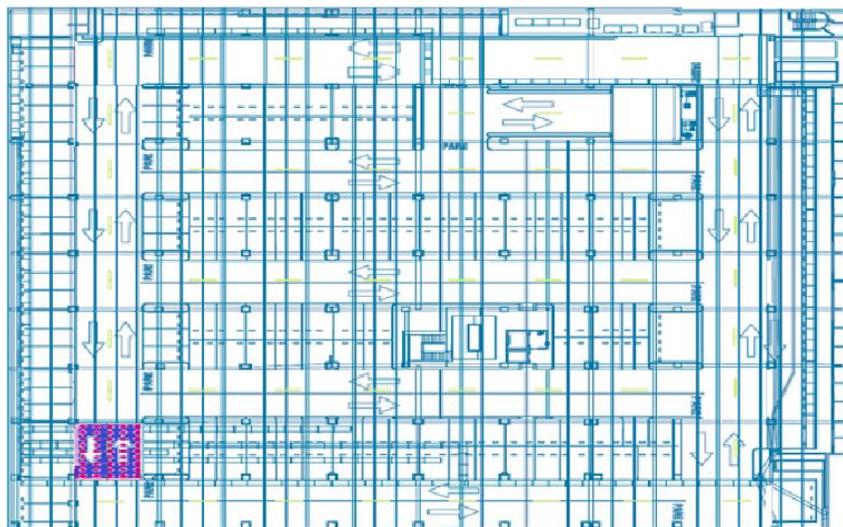
En la Tabla 29 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).

Tabla 29 Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	59,375	110	100
VEEI (W/m²)	3,654	2,219	5
UGR	-	20	28

En la figura 43 se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano A2-A2(Oeste-Sur).

Figura 42 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Sur).



3.4.14 Sección de carril sótano B2-B2 este.

En la figura 44, se observa la simulación en la sección de carril sótano B2-B2 este.

Figura 43 Vista previa en la sección de carril sótano B2-B2 este.



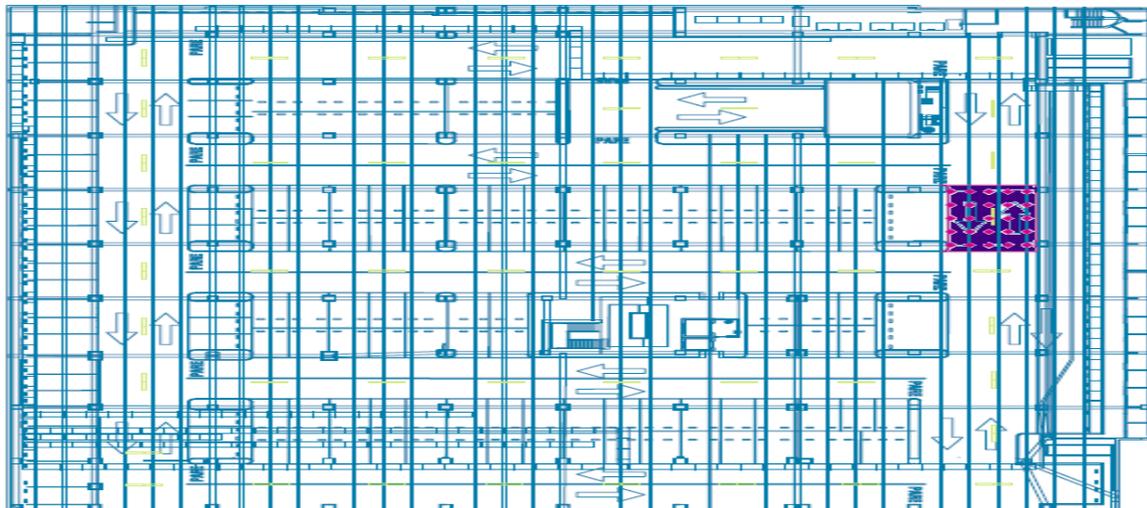
En la Tabla 30 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano B2-B2 este.

Tabla 30 Valores en la sección de carril sótano B2-B2 este.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	54,416	120	100
VEEI (W/m ²)	3,987	2,034	5
UGR	-	20	28

En la figura 45, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano B2-B2 este.

Figura 44 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano B2-B2 este.



3.4.15 Sección de carril sótano B2-B2 oeste.

En la figura 46, se observa la simulación en la sección de carril semisótano B1-B1oeste.

Figura 45 Vista previa en la sección de carril sótano B2-B2 oeste.



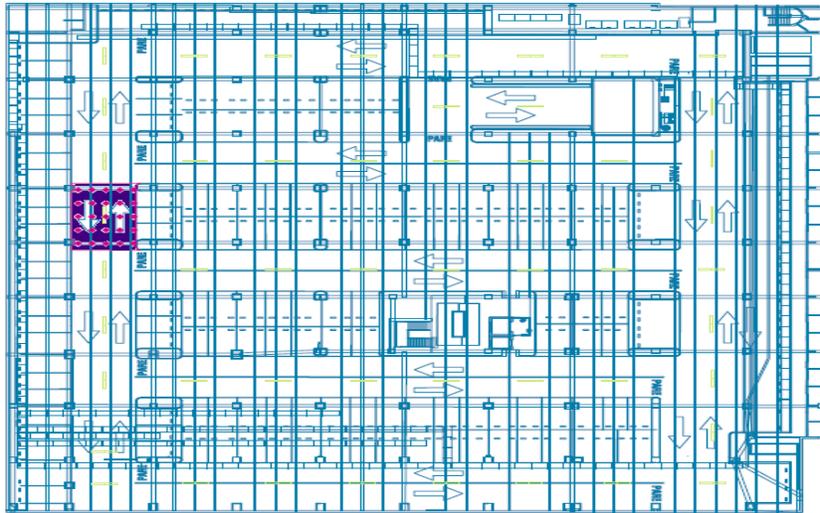
En la Tabla 31 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano B2-B2 oeste.

Tabla 31 Valores en la sección de carril semisótano B2-B2 oeste.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	58,25	122	100
VEEI (W/m2)	3,664	1,968	5
UGR	-	20	28

En la figura 47, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano B2-B2 oeste.

Figura 46 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano B2-B2 oeste.



3.4.16 Sección de carril sótano C2-C2 este.

En la figura 48, se observa la simulación en la sección de carril sótano C2-C2 este.

Figura 47 Vista previa en la sección de carril sótano C2-C2 este.



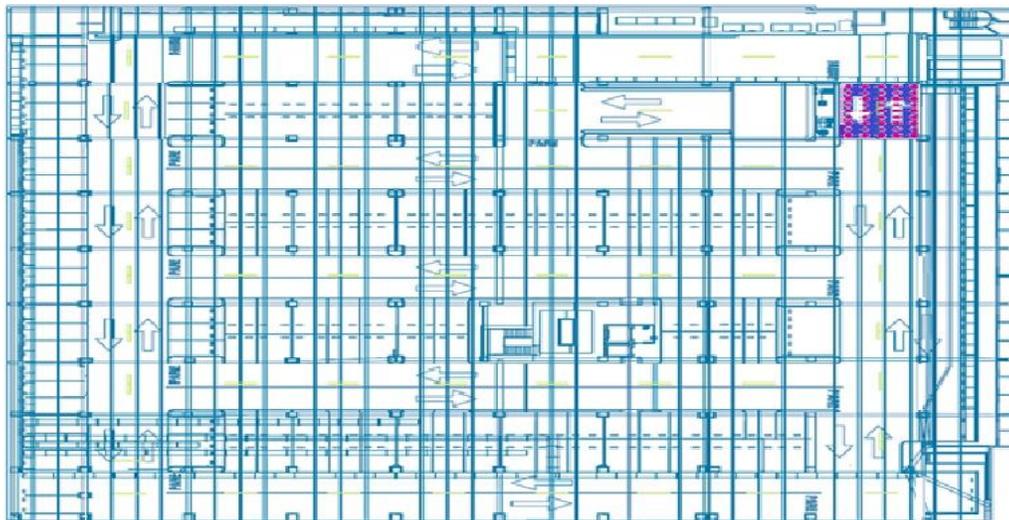
En la Tabla 32 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano C2-C2 este.

Tabla 32 Valores en la sección de carril sótano C2-C2 este.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	65,541	127	100
VEEI (W/m ²)	3,314	1,924	5
UGR	-	20	28

En la figura 49, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano C2-C2 este.

Figura 48 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano C2-C2 este.



3.4.17 Sección de carril sótano C2-C2 oeste.

En la figura 50, se observa la simulación en la sección de carril sótano C2-C2 este.

Figura 49 Vista previa en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.



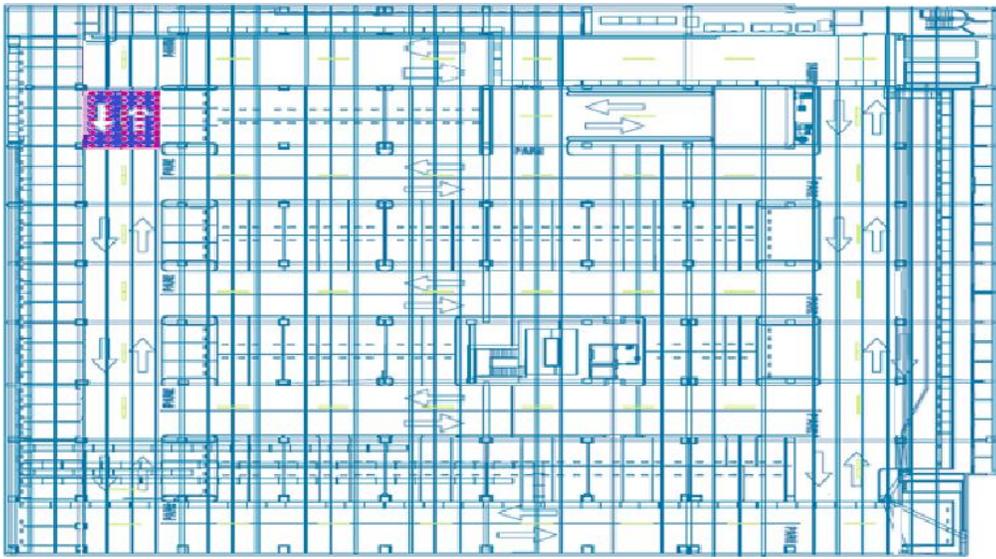
En la Tabla 33 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.

Tabla 33 Valores en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	75,5	125	100
VEEI (W/m²)	2,781	1,889	5
UGR	-	20	28

En la figura 51, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.

Figura 50 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano C2-C2 oeste.



3.4.18 Sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).

En la figura 52, se observa la simulación en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).

Figura 51 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).



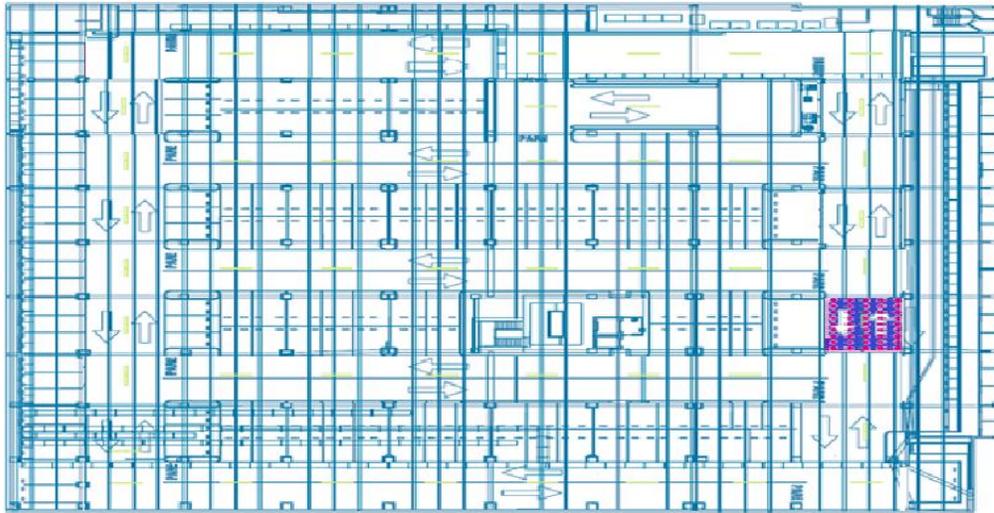
En la Tabla 34 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).

Tabla 34 Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	50,291	121	100
VEEI (W/m²)	4,314	2,017	5
UGR	-	20	28

En la figura 53, se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano A2-A2(Este-Norte).

Figura 52 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).



3.4.19 Sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).

En la figura 54, se observa la simulación en la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).

Figura 53 Vista previa en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).



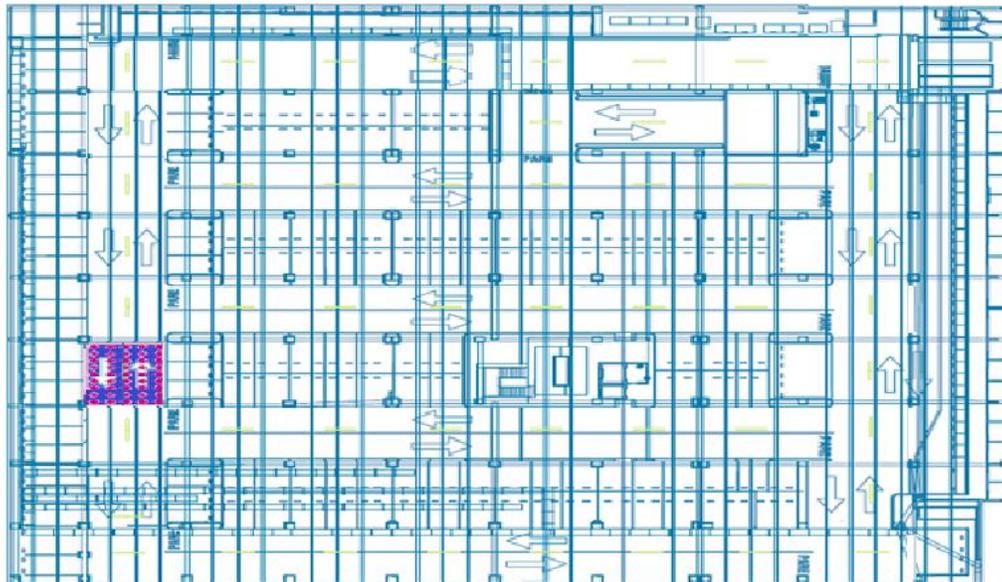
En la Tabla 35 se observa los datos medidos, simulados y requeridos en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).

Tabla 35 Valores en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	62,041	120	100
VEEI (W/m²)	3,497	2,034	5
UGR	-	20	28

En la figura 55 se observa la distribución de luminarias existentes en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).

Figura 54 Distribución de luminarias en la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).



3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se mostrara los datos obtenidos mediante el software y demás datos obtenidos en nuestras visitas realizadas en el centro comercial regional ciudad victoria como son los niveles de iluminancia promedio, VEEI y UGR para cada carril del sótano y semisótano del estacionamiento y a partir de estos resultados reconfirmar su cumplimiento con los requisitos mínimos establecidos por la norma o por lo contrario realizar un rediseño que establezca un mejor funcionamiento y cumplimiento.

3.5.1 Datos del nivel de iluminancia promedio de cada área.

En la tabla 36, se registra los diferentes carriles del sótano y semisótano del centro comercial regional ciudad victoria con sus datos de niveles de iluminancia promedio medidos, simulados y requeridos. Dichos resultados se obtuvieron mediante el software DIALux y tomados físicamente dentro del estacionamiento por medio de un luxómetro.

Tabla 36 Nivel de iluminancia promedio

LOCAL	Niveles de iluminancia promedio (lx)			Observaciones
	Medidos	Estado actual (simulación) (1)	Requeridos	
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	166,864	125	100	cumple
CARRIL SEMISÓTANO A1-B1	54,576	108	100	No Cumple
CARRIL B1-C1	74.282	113	100	No Cumple
CARRIL C1-D1	70.198	111	100	No Cumple
CARRIL A1-D1 (ESTE)	73.444	114	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL A1-A1 (OESTE)	68.69	108	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL B1-B1 (OESTE)	65.083	106	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL C1-C1 (OESTE)	71.625	110	100	No Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)	54,081	141	100	No Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)	62,586	131	100	No Cumple
CARRIL SÓTANO A2-B2	59,134	135	100	No Cumple
CARRIL SÓTANO B2-C2	77,546	136	100	No Cumple
CARRIL C2-D2	78,029	138	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)	53,375	109	100	No Cumple

LOCAL	Niveles de iluminancia promedio (lx)			Observaciones
	Medidos	Estado actual (simulación) (1)	Requeridos	
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR)	59,375	110	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE	54,416	120	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE	58,25	122	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE	65,541	127	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE	75,5	125	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE)	50,291	121	100	No Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-NORTE)	62,041	120	100	No Cumple

No cumple los niveles mínimos de iluminación basándonos en el RETILAP excepto el primer dato tomado físicamente en el estacionamiento. La diferencia en algunos sectores del estacionamiento con respecto a la simulación radica en varios aspectos el más notoria es la incidencia de iluminación proporcionada por los locales o cajas luminosas presentes en el estacionamiento, además la falta de mantenimiento en estas lámparas impide el flujo luminoso y más aún en un estacionamiento donde el monóxido de carbono de los vehículos es alto.

3.5.2 Datos del índice de deslumbramiento unificado de cada área inspeccionada.

En la tabla 37, se encuentran los datos de los carriles y secciones de carriles del parqueadero del sótano del centro comercial regional ciudad victoria con sus respectivos niveles de Índice de Deslumbramiento Unificado UGR. Esta tabla se elaboró con los valores establecidos por el RETILAP y los resultados obtenidos en la simulación con referencia de lámparas utilizadas actualmente.

Tabla 37 Índice de deslumbramiento unifica

LOCAL	UGR (simulación montaje actual)	UGR (RETILAP)	OBSERVACIONES
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	20	28	Cumple
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	20	28	Cumple
CARRIL SEMISÓTANO A1-B1	20	28	Cumple
CARRIL B1-C1	20	28	Cumple
CARRIL C1-D1	20	28	Cumple

LOCAL	UGR (simulación montaje actual)	UGR (RETILAP)	OBSERVACIONES
CARRIL A1-D1 (ESTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL A1-A1 (OESTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL B1-B1 (OESTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL C1-C1 (OESTE)	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-B2	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO B2-C2	20	28	Cumple
CARRIL C2-D2	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-NORTE)	20	28	Cumple

3.5.3 Datos del valor de eficiencia energética de cada área inspeccionada.

En la tabla 38, se encuentran los diferentes carriles y secciones de carriles de los estacionamientos del centro comercial regional ciudad victoria, con sus respectivos datos de VEEI (Valor de Eficiencia Energética de la Instalación). Esta se elaboró teniendo en cuenta los resultados calculados de cada área y los valores establecidos por el RETILAP.

Tabla 38 Valor de eficiencia energética

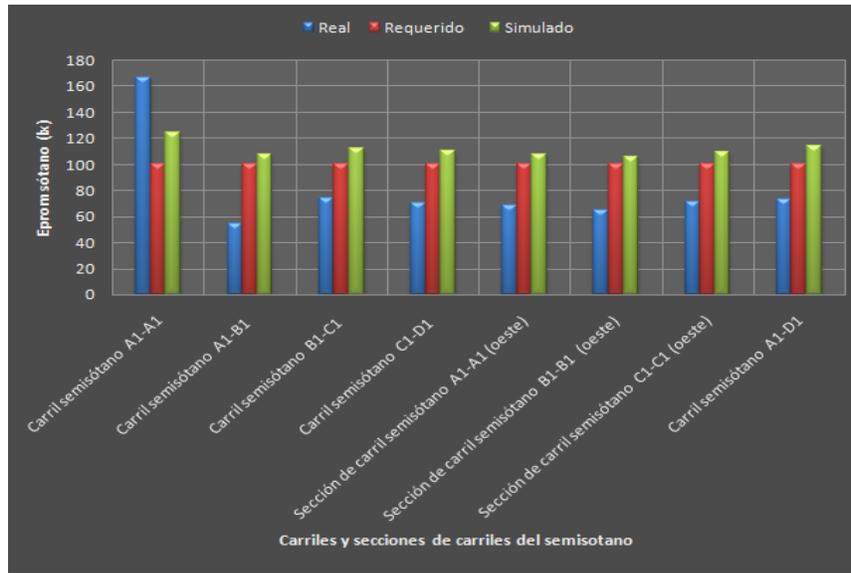
LOCAL	VEEI ACTUAL (W/m ²)	VEEI SIMULADO ACTUAL (W/ m ²)	VEEI MAXIMO (W/m ²)	Observaciones
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	1,885	2.516	5	Cumple
CARRIL SEMISÓTANO A1-B1	4,717	2.383	5	Cumple
CARRIL B1-C1	3.466	2.27	5	Cumple
CARRIL C1-D1	3.667	2.319	5	Cumple
CARRIL A1-D1 (ESTE)	3.696	2.381	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL A1-A1 (OESTE)	3.201	2.036	5	Cumple

LOCAL	VEEI ACTUAL (W/m ²)	VEEI SIMULADO ACTUAL (W/ m ²)	VEEI MAXIMO (W/m ²)	Observaciones
SECCIÓN DE CARRIL B1-B1 (OESTE)	3.379	2.074	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL C1-C1 (OESTE)	3.070	1.999	5	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)	4,975	2,147	5	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)	4,427	2,379	5	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-B2	4,500	2,217	5	Cumple
CARRIL SÓTANO B2-C2	3,573	2,292	5	Cumple
CARRIL C2-D2	3,252	2,068	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)	4,065	1,847	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR)	3,654	2,219	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE	3,987	2,034	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE	3,664	1,968	5	Cumple
SECCION DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE	3,314	1,924	5	Cumple
SECCION DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE	2,781	1,889	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE)	4,3147	2,017	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-NORTE)	3,497	2,034	5	Cumple

Se dice que cumple ya en la mayoría de carriles los límites máximos de VEEI no son superados como lo estipula el RETILAP y en algunas áreas q se sobrepasa los límites máximos de VEEI es debido a los locales presentes en el área circundante afectando el carril.

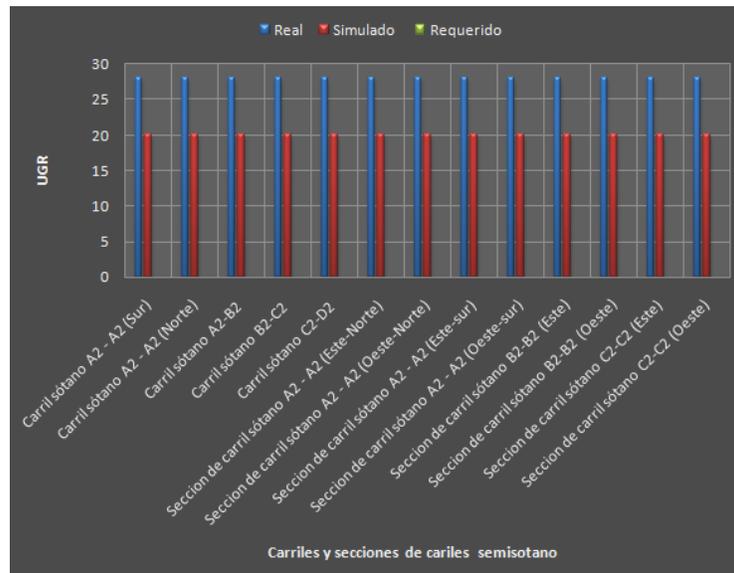
En la figura 56, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de iluminancia promedio en las áreas del estacionamiento, para observar cuales son los puntos más críticos que no cumplen con los requisitos establecidos por el RETILAP y proceder a realizar una propuesta de mejoramiento.

Figura 55 Iluminancia Promedio (Eprom) del semisótano.



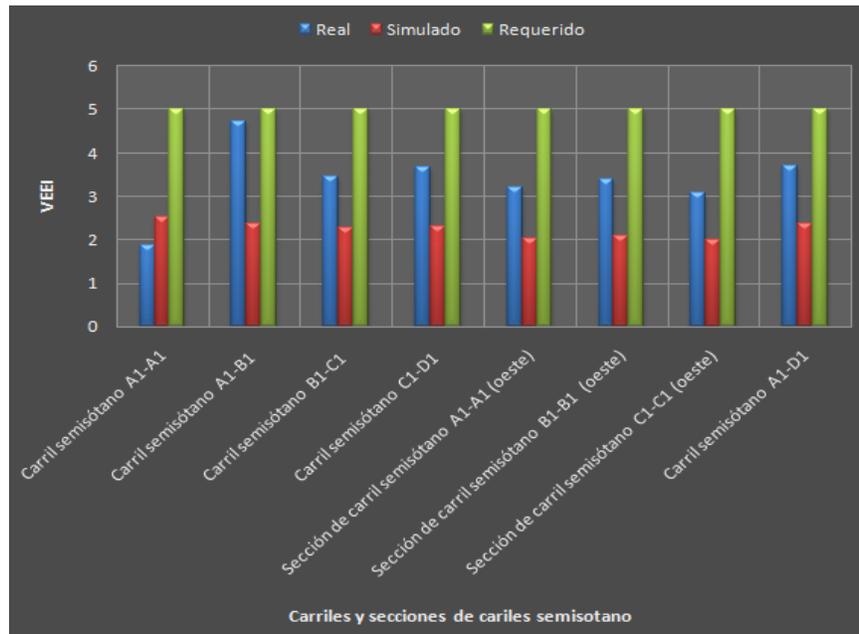
En la figura 57, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) semisótano.

Figura 56 Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) del sótano.



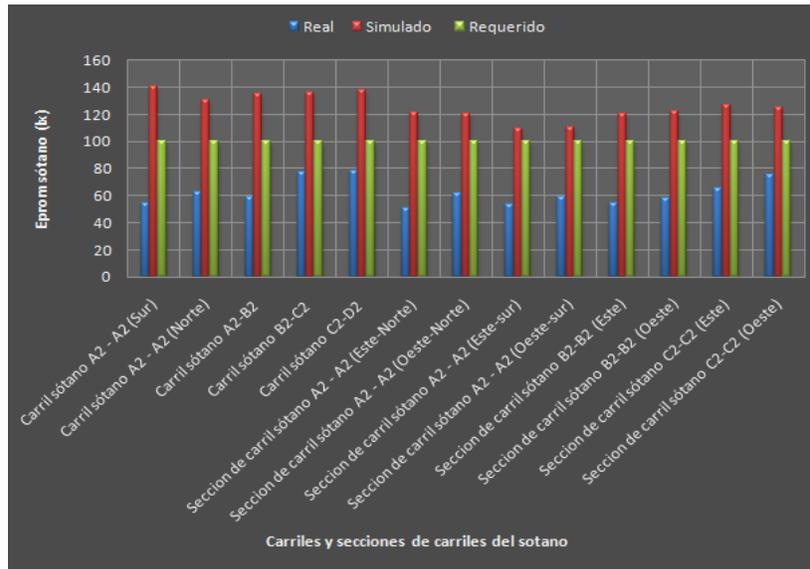
En la figura 58, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de VEEI (Valor De Eficiencia Energética) del semisótano.

Figura 57 Valor de Eficiencia Energética instalado (VEEI) del semisótano.



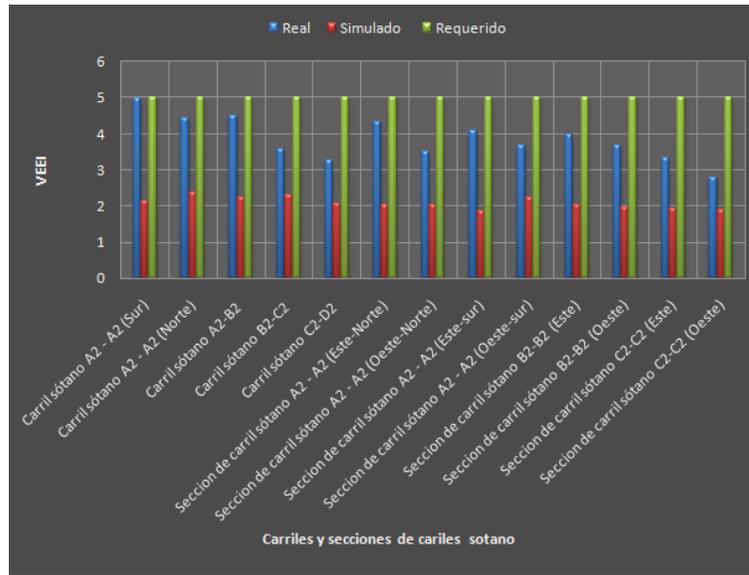
En la figura 59, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de iluminancia promedio del sótano.

Figura 58 Iluminancia promedio (Eprom) del sótano.



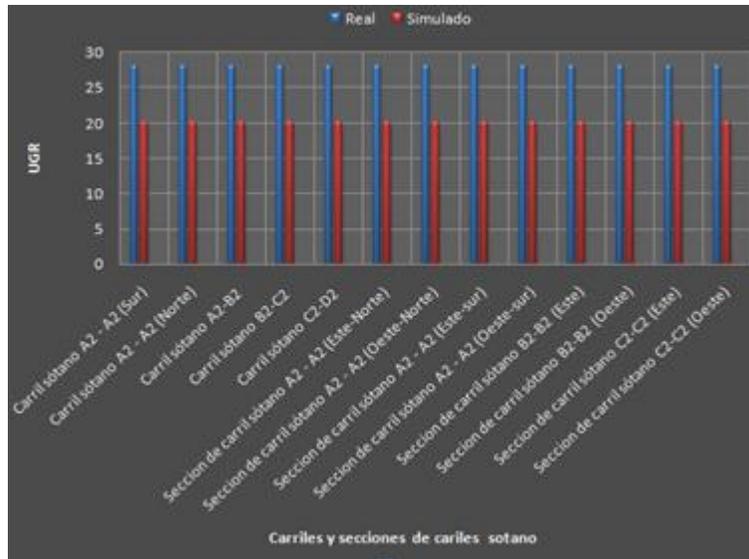
En la figura 60, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de VEEI (Valor De Eficiencia Energética instalado) del semisótano.

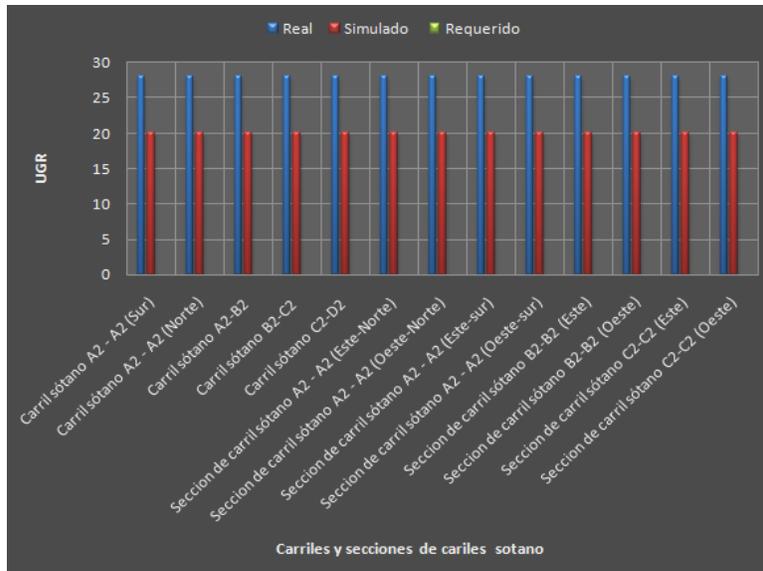
Figura 59 Valor De Eficiencia Energética Instalada VEEI.



En la figura 61, realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles del Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) del sótano.

Figura 60 Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) del sótano.





3.6 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

En la actualidad el centro comercial regional ciudad victoria cuenta con dos plantas de emergencia para satisfacer el consumo total del todo el centro comercial, las cuales funcionan con ACPM y están ubicadas en el sótano dos. Una de estas alimenta únicamente el local más grande que posee el centro comercial cine Colombia ubicado en el cuarto nivel mientras que la planta restante abastece de energía en caso de emergencia al resto del centro comercial de manera tal que las dos en funcionamiento abarcan en su totalidad todas las áreas del centro comercial.

Figura 61 Plantas de emergencias.



En la figura 55 se observa de color amarillo la planta principal del centro comercial y al fondo de color verde agua marina la planta de emergencia de cine Colombia.

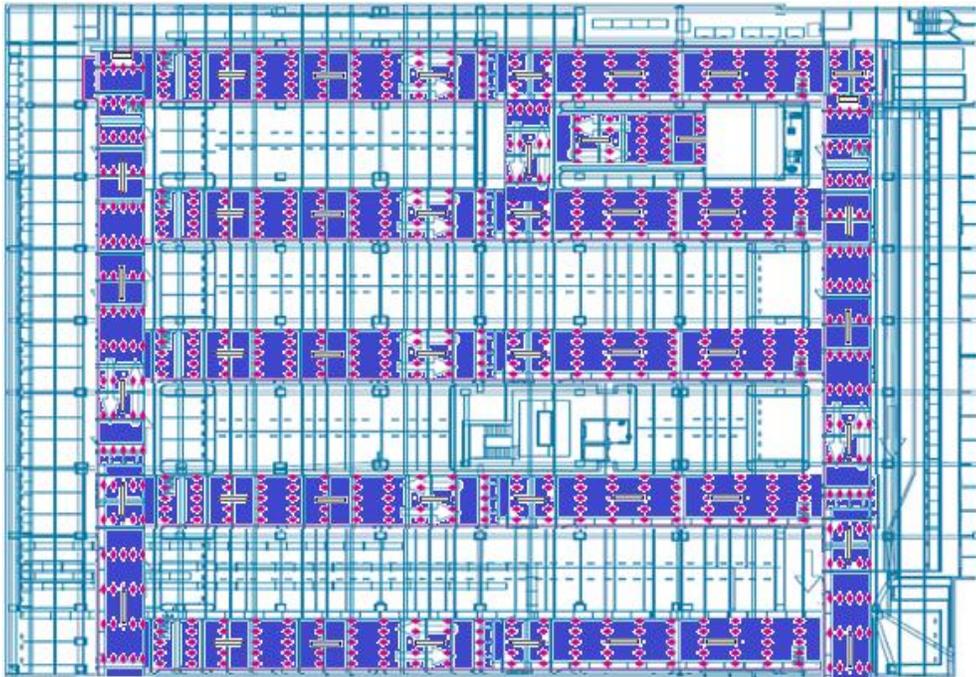
SECTORES DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El centro comercial cuenta con una protección en caso de la suspensión de abastecimiento eléctrico principal el cual son sus dos plantas eléctricas de emergencia alimentadas por combustible. Pero se han presentado algunos inconvenientes en varias ocasiones con estas al no suministrar electricidad al momento de necesitarlas además el centro comercial nunca ha presentado incendios o ataques terroristas entre otros que puedan colapsar el servicio de energía principal o averiar las plantas de emergencia, además el sótano como el semisótano son de los lugares de mayor flujo de personas y que requieren de una iluminación eléctrica constante ya que la luz natural es deficiente, por estas razones es que se debe tener un banco de baterías o ups que garantice el suministro eléctrico en puntos estratégicos como son los carriles del parqueadero. Estos carriles al ser iluminados cumplirían el propósito de mantener las rutas de evacuación visible tanto para las personas como para los vehículos ya que los estacionamientos del centro comercial no cuenta con andenes o senderos peatonales exclusivos y por ende comparten la vía con los vehículos. Cabe agregar que esta iluminación mediante banco de baterías o ups sería por tiempo suficiente para garantizar la evacuación de las personas y estaría debidamente acompañada con señalización que ayuden a la orientación y evacuación del lugar.

AREAS DE ILUMINACION DE EMERGENCIA EN EL PARQUEADERO DEL CENTRO COMERCIAL REGIONAL.

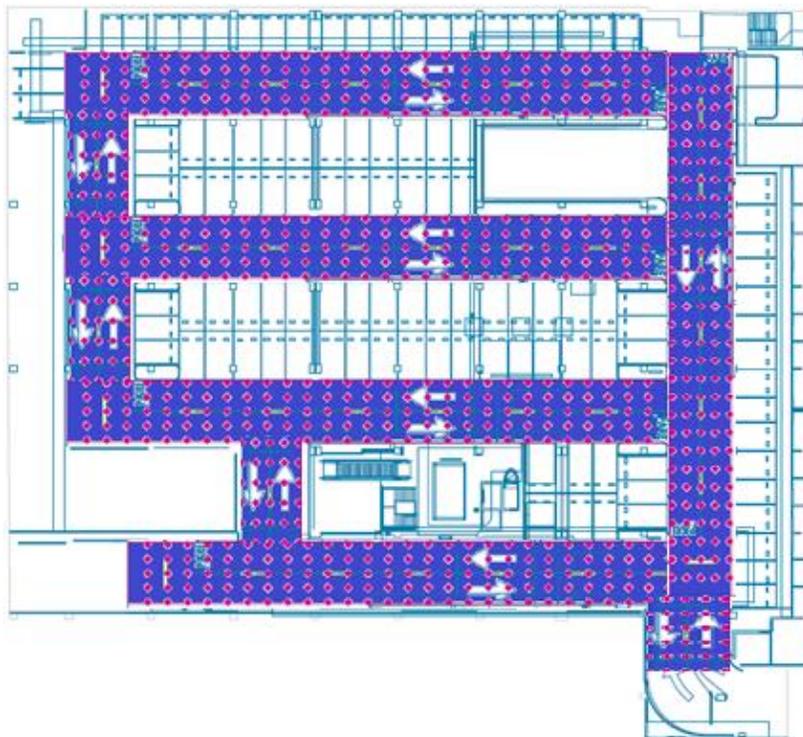
A continuación se mostraran dos figuras en donde se observa sombreado de color azul los sectores considerados para tener iluminación de emergencia constante los cuales llevarían a las salidas o rutas de evacuación tanto del semisótano como el del sótano.

Figura 62. Áreas con iluminación de emergencia constante del sótano.



En la Figura 63 se observa las áreas con iluminación de emergencia constante del sótano.

Figura 63 Áreas con iluminación de emergencia constante del semisótano.



En la Figura 64 se observa las áreas con iluminación de emergencia constante del semisótano.

CALCULOS DE ILUMINACION DE EMERGENCIA DEL ESTACIONAMIENTO

POTENCIA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA SEMISÓTANO

Potencia en lámparas fluorescentes $(4 \times 32) \times 33 = 4224W$

Potencia en lámparas de estado sólido $(26 \times 25) = 650W$

Total semisótano = 4874W

POTENCIA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA SÓTANO

Potencia en lámparas fluorescentes $(4 \times 32) \times 51 = 6528W$

Total sótano = 6528W

Total semisótano + total sótano = $4874W + 6528W = 11402W$

$11402W \times 1.43 = 16304VA$

4 REDISEÑO

Se realiza un rediseño del sistema de iluminación de los Parquaderos Del Centro Comercial Regional Ciudad Victoria con el fin de reducir el consumo energético producido por lámparas fluorescentes instaladas, este rediseño cumple con el Valor de Eficiencia Energético Instalado (VEEI), Índice de deslumbramiento unificado (UGR) y los niveles promedios de iluminación.

Para el presente rediseño se realizó una simulación en el software de DIALux con lámparas LED de referencia SYLPROOF LED 75W 1565MM T 4000K marca sylvania la cual cuenta con una carcasa de protección anti polvo de fácil limpieza en la adherencia de impurezas y residuos que proporciona el dióxido de carbono proveniente de los vehículos, manteniendo la ubicación de las lámparas fluorescentes, con la gran diferencia que se remplazaría 4 tubos fluorescentes de 32W por un tubo LED de 75W. Cumpliendo con los requisitos que se exigen.

Figura 64 Lámpara LED SYLPROOF LED 75W 1565MM T 4000K



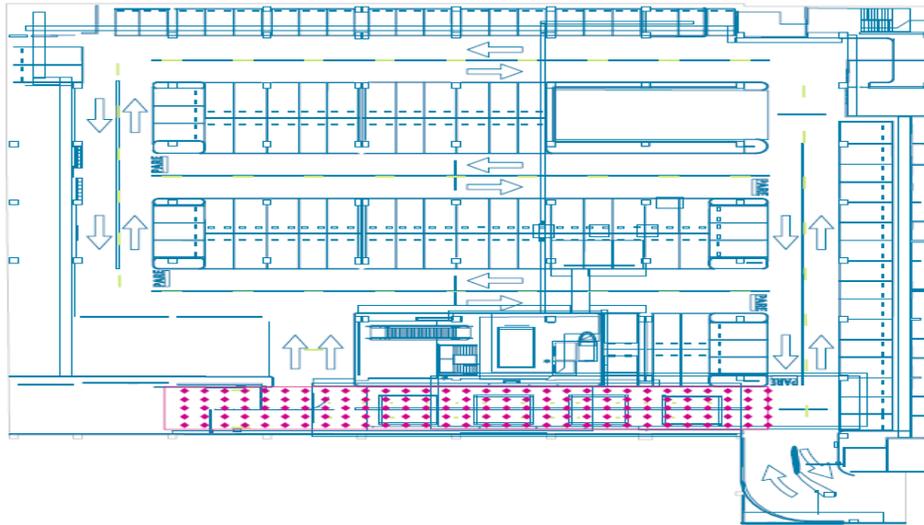
4.1 ANALISIS DE REDISEÑO POR CARRIL Y SECCIÓN CARRIL DEL SEMISÓTANO Y SÓTANO

En los siguientes numerales se mostraran los resultados obtenidos del Eprom, UGR Y VEEI, simulados, medidos y requeridos necesarios para cumplir con el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, con sus respectivas tablas de datos, confirmando los valores requeridos garantizando su cumplimiento y reduciendo costos y montaje al situarse en la misma ubicación de las lámparas fluorescentes.

4.1.1 Rediseño del carril A1-A1 semisótano.

En la figura 65, se observa la simulación de rediseño en el carril A1-A1 semisótano.

Figura 65 vista previa del carril A1-A1 semisótano.



En la tabla 39 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en el carril A1-A1 semisótano.

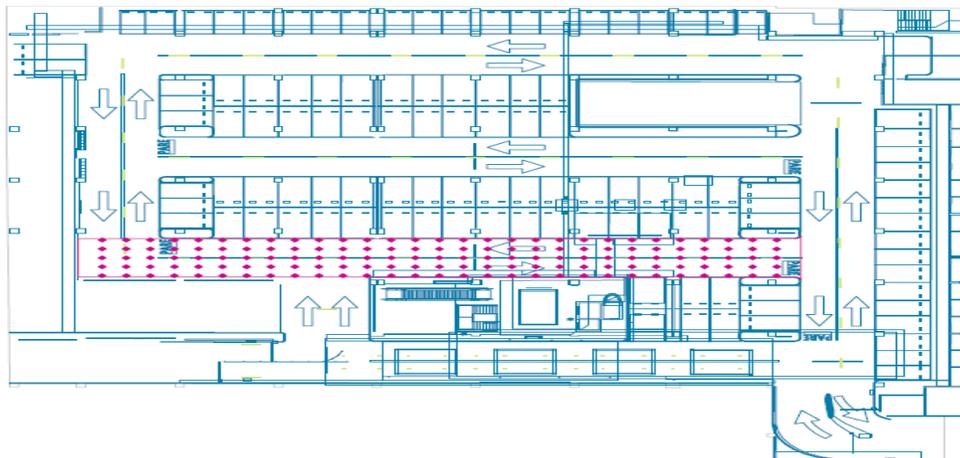
Tabla 39 resultados del rediseño en el carril A1-A1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (Ix)	166,864	125	100
VEEI (W/m2)	1,885	2,516	5
UGR	-	20	28

4.1.2 Rediseño del carril A1-B1 semisótano.

En la figura 66, se observa la simulación de rediseño en el carril A1-B1 semisótano.

Figura 66 vista previa del carril A1-B1 semisótano.



En la tabla 40 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en el carril A1-B1 semisótano.

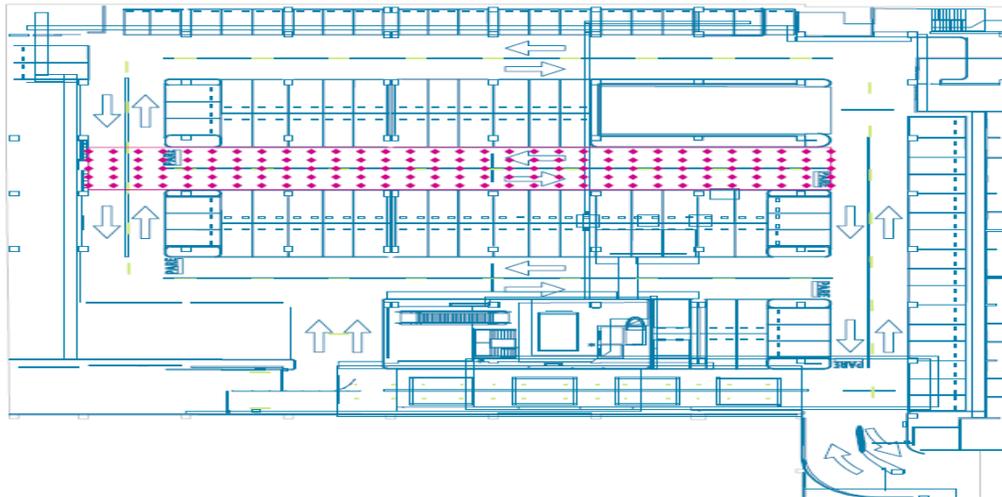
Tabla 40 resultados del rediseño en el carril A1-B1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	54,576	107	100
VEEI (W/m2)	4.717	2,014	5
UGR	-	20	28

4.1.3 Rediseño del carril B1-C1 semisótano.

En la figura 67, se observa la simulación de rediseño en el carril B1-C1 semisótano.

Figura 67 vista previa del carril B1-C1 semisótano.



En la tabla 41 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en el carril B1-C1 semisótano.

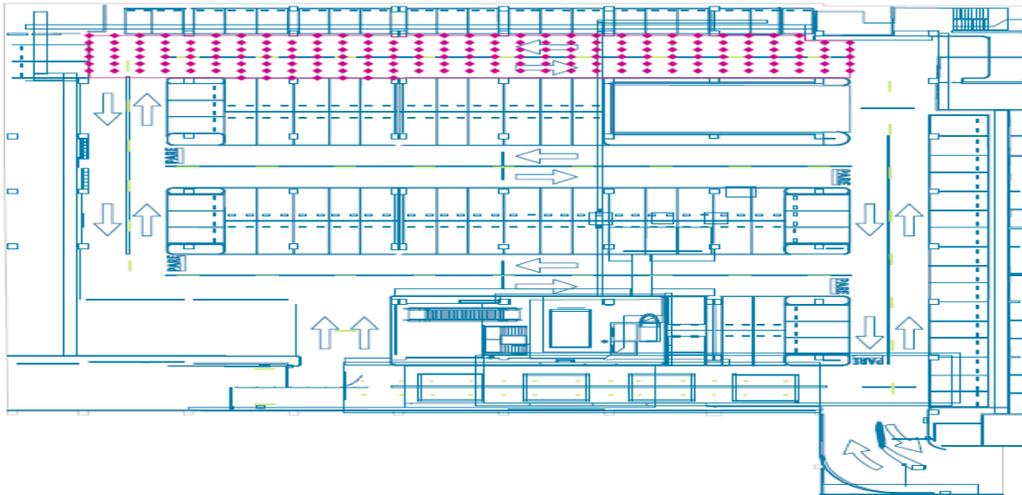
Tabla 41 resultados del rediseño en el carril B1-C1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	74.282	115	100
VEEI (W/m2)	3.466	1,686	5
UGR	-	20	28

4.1.4 Rediseño del carril C1-D1 semisótano.

En la figura 68, se observa la simulación de rediseño en el carril C1-D1 semisótano.

Figura 68 vista previa del carril C1–D1 semisótano.



En la tabla 42 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en el carril C1-D1 semisótano.

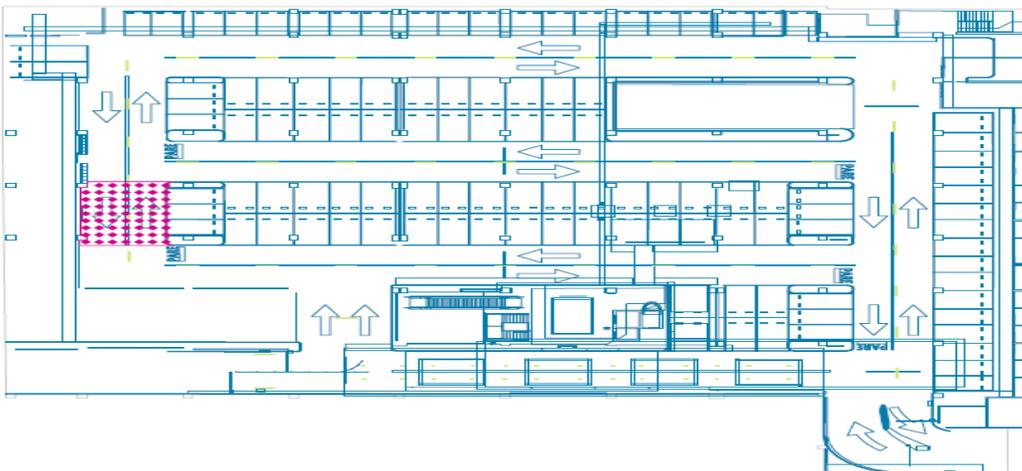
Tabla 42 resultados del rediseño en el carril C1-D1 semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	70.198	108	100
VEEI (W/m2)	3.667	1,995	5
UGR	-	20	28

4.1.5 Rediseño en la sección de carril B1-B1 (oeste) semisótano.

En la figura 69, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril B1-B1 (oeste) semisótano.

Figura 69 vista previa de la sección de carril B1–B1 (oeste) semisótano.



En la tabla 43 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección de carril B1-B1 (oeste) semisótano.

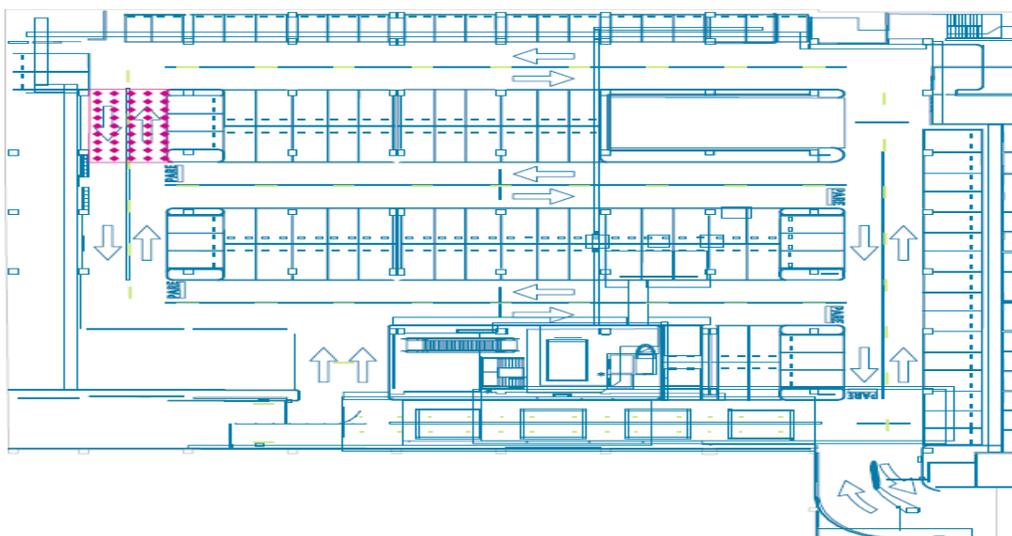
Tabla 43 resultados del rediseño en la sección de carril B1-B1 (oeste) semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	65.083	110	100
VEEI (W/m ²)	3.379	1,171	5
UGR	-	20	28

4.1.6 Rediseño en la sección de carril C1-C1 (oeste) semisótano.

En la figura 70, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril C1–C1 (oeste) semisótano.

Figura 70 vista previa en la sección de carril C1–C1 (oeste) semisótano.



En la tabla 44 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en el carril C1–C1 (oeste) semisótano.

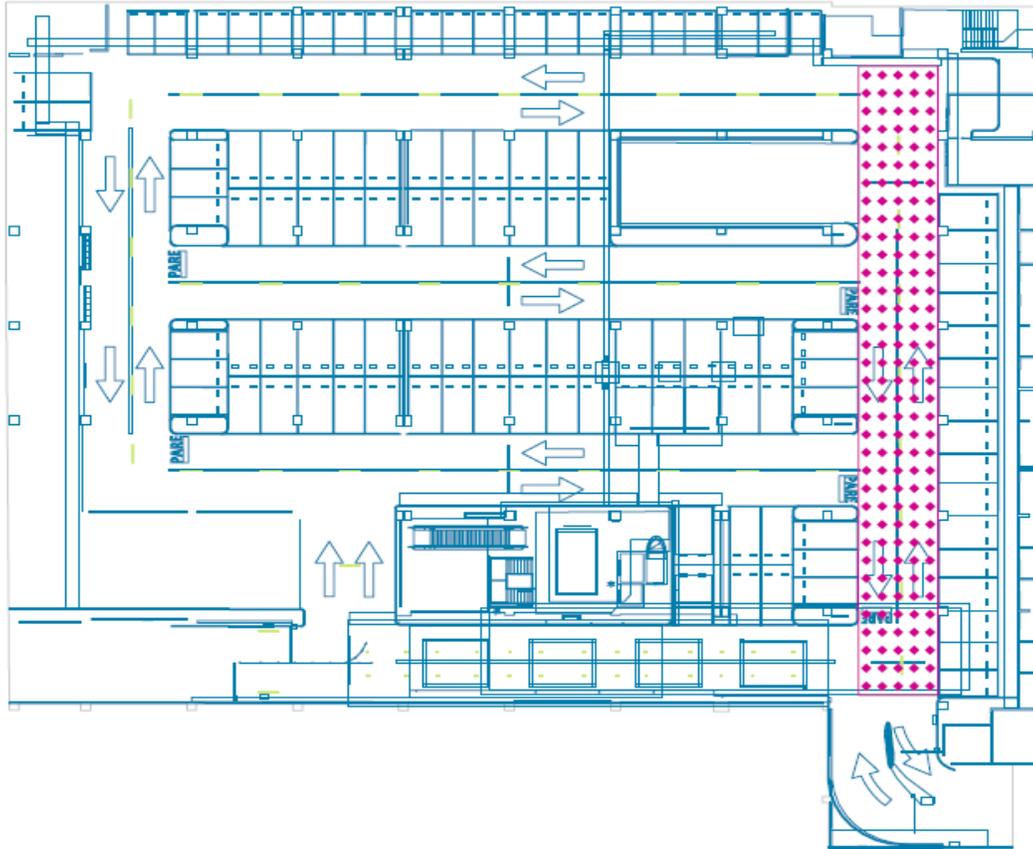
Tabla 44 resultados del rediseño en la sección de carril C1-C1 (oeste) semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	71.625	117	100
VEEI (W/m ²)	3.070	1,101	5
UGR	-	20	28

4.1.7 Rediseño del carril A1-D1 (este) semisótano.

En la figura 71, se observa la simulación del rediseño en el carril A1-D1 (este) semisótano.

Figura 71 vista previa del carril A1–D1 (este) semisótano.



En la tabla 45 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta del rediseño en el carril A1-D1 (este) semisótano.

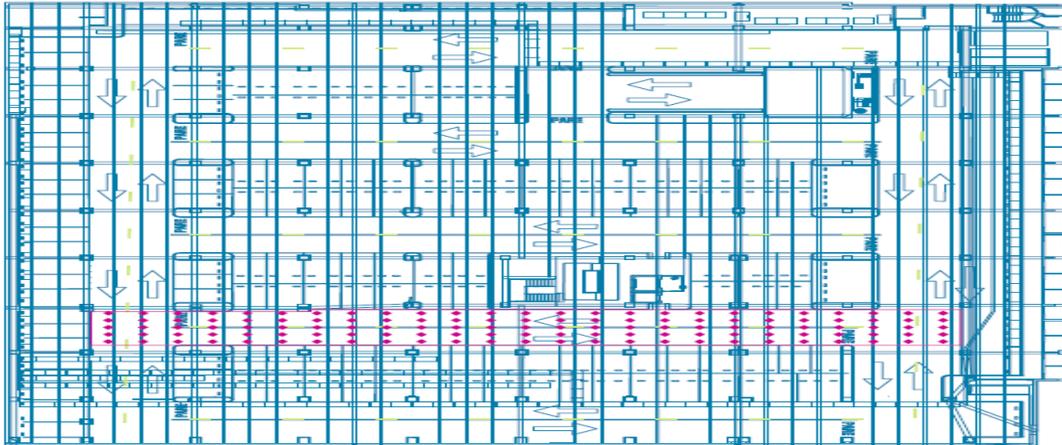
Tabla 45 resultados del rediseño en el carril A1-D1 (este) semisótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	73.444	109	100
VEEI (W/m2)	3.696	1,668	5
UGR	-	20	28

4.1.8 Rediseño del carril A2-A2 (Norte) sótano

En la figura 72, se observa la simulación del rediseño en el carril A2–A2 (Norte) sótano.

Figura 72 vista previa del carril A2-A2 (Norte) sótano.



En la tabla 46 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta del rediseño en el carril A2–A2 (Norte) sótano.

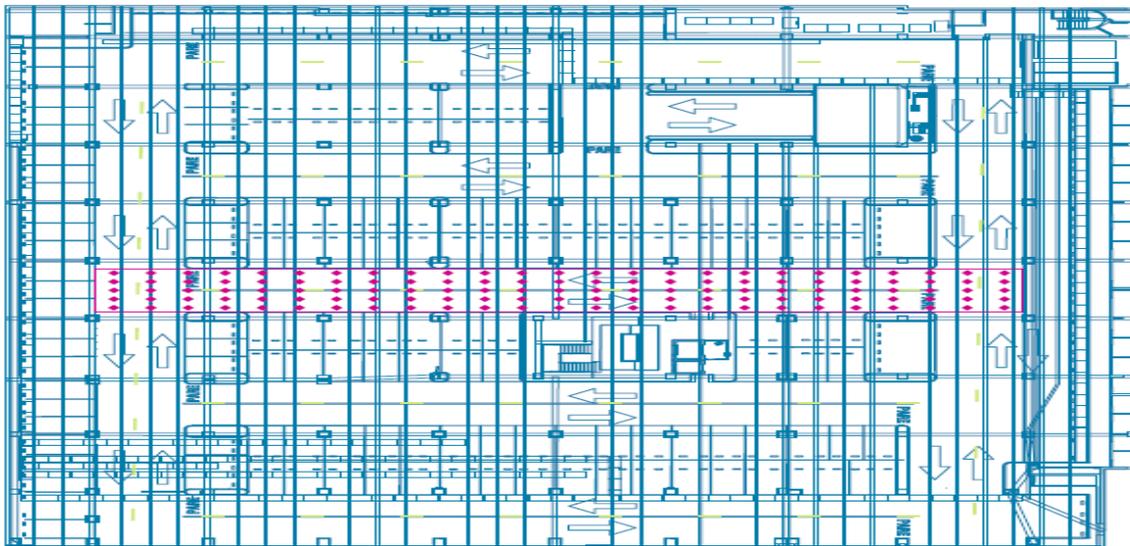
Tabla 46 resultados del rediseño en el carril A2–A2 (Norte) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	62,586	120	100
VEEI (W/m2)	4,427	1,719	5
UGR	-	20	28

4.1.9 Rediseño del carril A2-B2 sótano

En la figura 73, se observa la simulación del rediseño en el carril A2–B2 sótano.

Figura 73 vista previa del carril A2–B2 sótano.



En la tabla 47 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta del rediseño en el carril A2-B2 sótano.

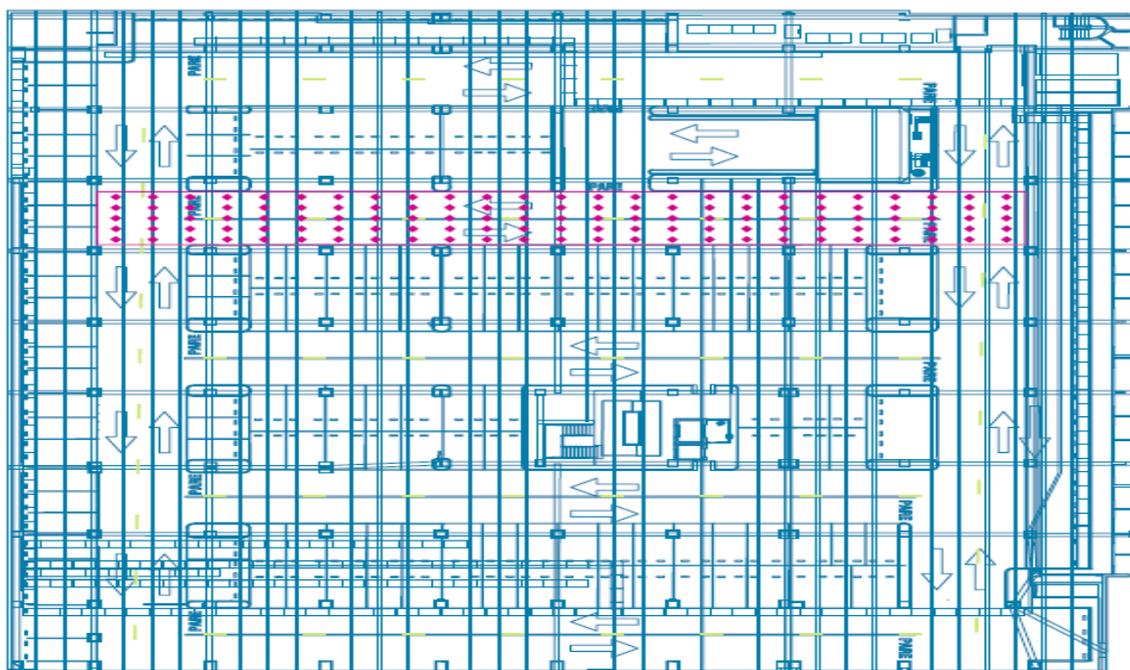
Tabla 47 resultados del rediseño en el carril A2-B2 sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	59,134	119	100
VEEI (W/m2)	4,500	1,637	5
UGR	-	20	28

4.1.10 Rediseño del carril B2-C2 sótano

En la figura 74, se observa la simulación del rediseño en el carril B2-C2 sótano.

Figura 74 vista previa del carril B2-C2 sótano.



En la tabla 48 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en el carril B2-C2 sótano.

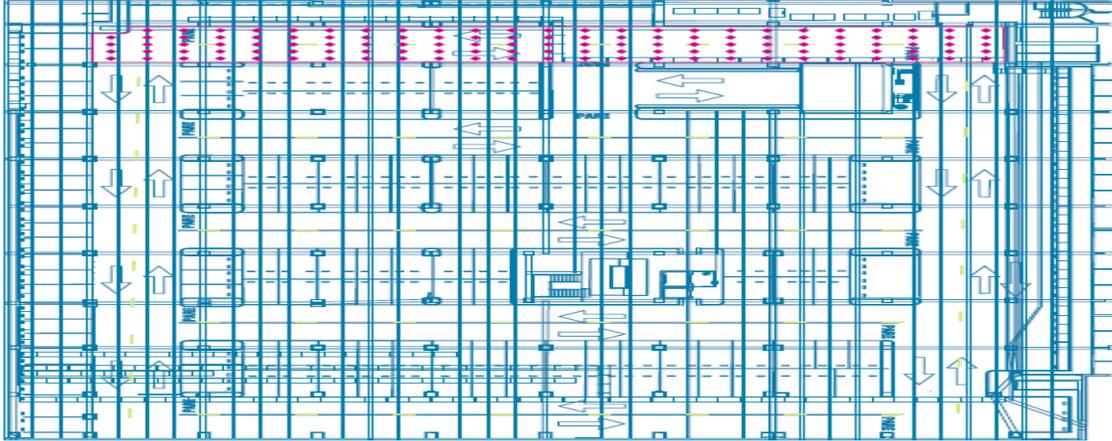
Tabla 48 resultados del rediseño en el carril B2-C2 sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	77,546	119	100
VEEI (W/m2)	3,573	1,705	5
UGR	-	20	28

4.1.11 Rediseño del carril C2-D2 sótano.

En la figura 75, se observa la simulación del rediseño en el carril C2-D2 sótano.

Figura 75 vista previa del carril C2–D2 sótano.



En la tabla 49 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en el carril C2–D2 sótano.

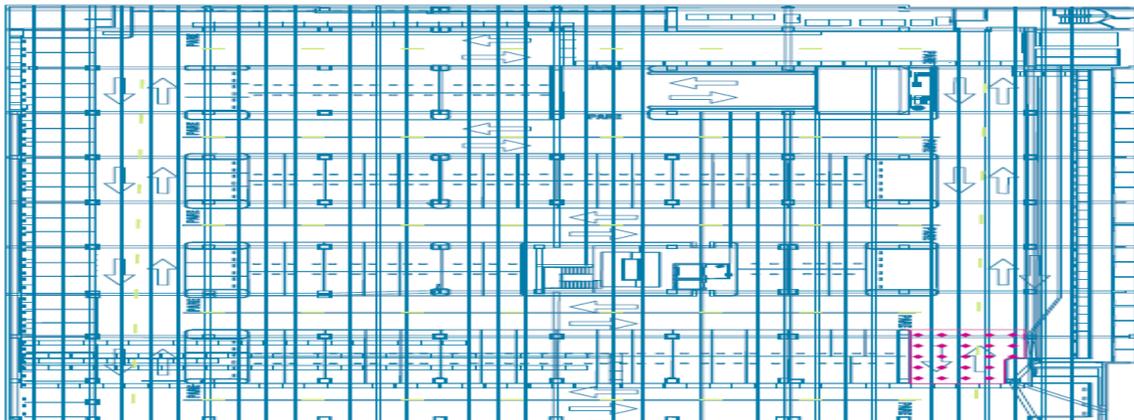
Tabla 49 resultados del rediseño en el carril C2-D2 sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	78,029	100	100
VEEI (W/m2)	3,252	1,486	5
UGR	-	20	28

4.1.12 Rediseño en la sección de carril A2-A2 (Este-Sur) sótano.

En la figura 76, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril A2-A2 (Este-Sur) sótano.

Figura 76 vista previa en la sección de carril A2-A2 (Este-Sur) sótano.



En la tabla 50 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril A2-A2 (Este-Sur) sótano.

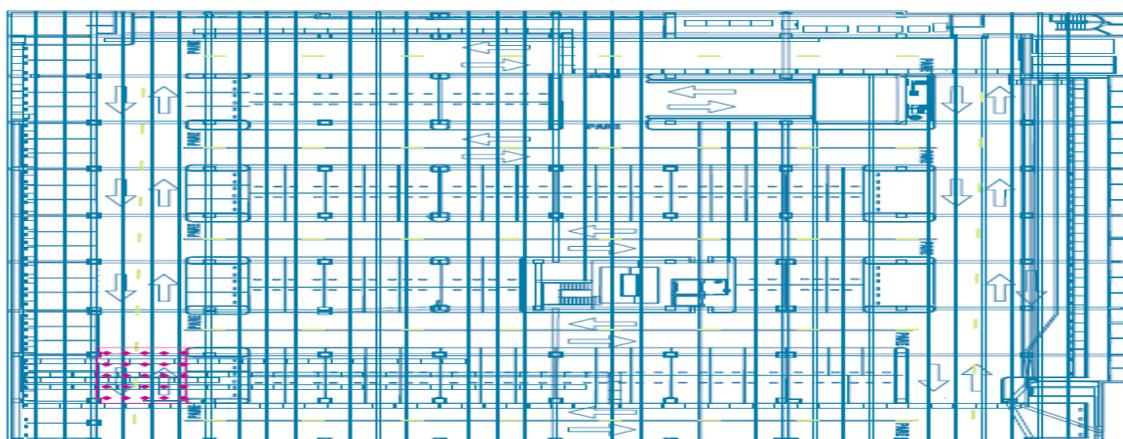
Tabla 50 resultados del rediseño en la sección de carril A2-A2 (Este-Sur) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (Ix)	53,375	100	100
VEEI (W/m2)	4,065	1,048	5
UGR	-	20	28

4.1.13 Rediseño en la sección de carril A2-A2 (Oeste-Sur) sótano.

En la figura 77, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril A2-A2 (Oeste-Sur) sótano.

Figura 77 vista previa del carril A2-A2 (Oeste-Sur) sótano.



En la tabla 51 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril A2-A2 (Oeste-Sur) sótano.

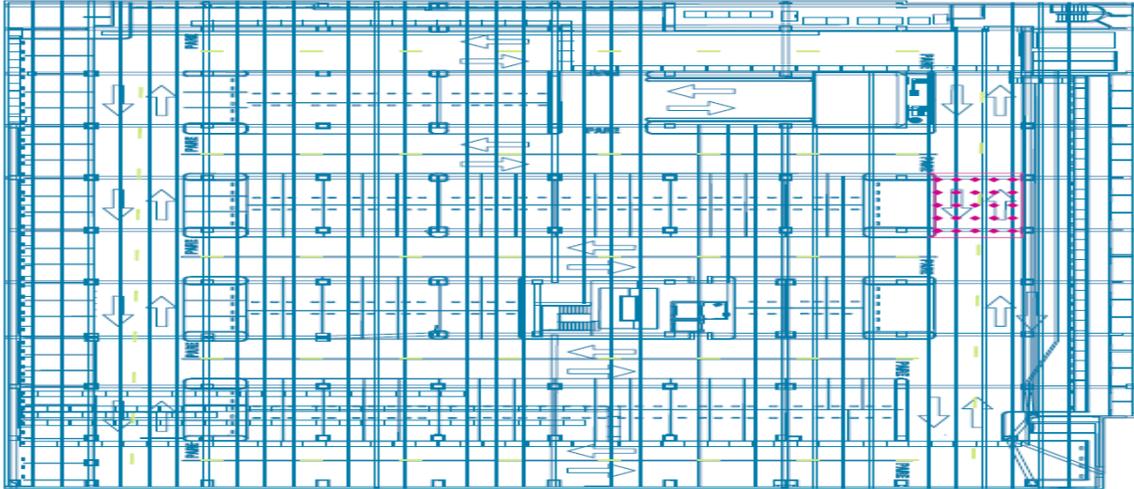
Tabla 51 resultados del rediseño en la sección de carril A2-A2 (Oeste-Sur) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (Ix)	59,375	107	100
VEEI (W/m2)	3,654	1,188	5
UGR	-	20	28

4.1.14 Rediseño en la sección de carril B2-B2 (este) sótano.

En la figura 78, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril B2-B2 (este) sótano.

Figura 78 vista previa de la sección carril B2-B2 (este) sótano.



En la tabla 52 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril B2-B2 (Este) sótano.

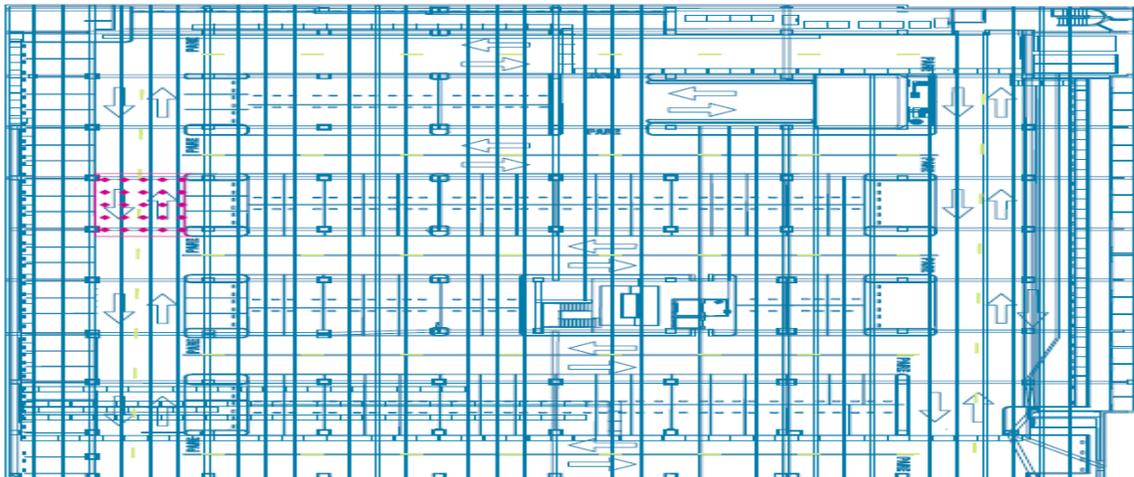
Tabla 52 resultados del rediseño en la sección carril B2-B2 (Este) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	54,416	100	100
VEEI (W/m2)	3,987	1,271	5
UGR	-	20	28

4.1.15 Rediseño en la sección de carril B2-B2 (Oeste) sótano.

En la figura 79, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril B2-B2 (Oeste) sótano.

Figura 79 vista previa en la sección del carril B2-B2 (Oeste) sótano.



En la tabla 53 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril B2-B2 (Oeste) sótano.

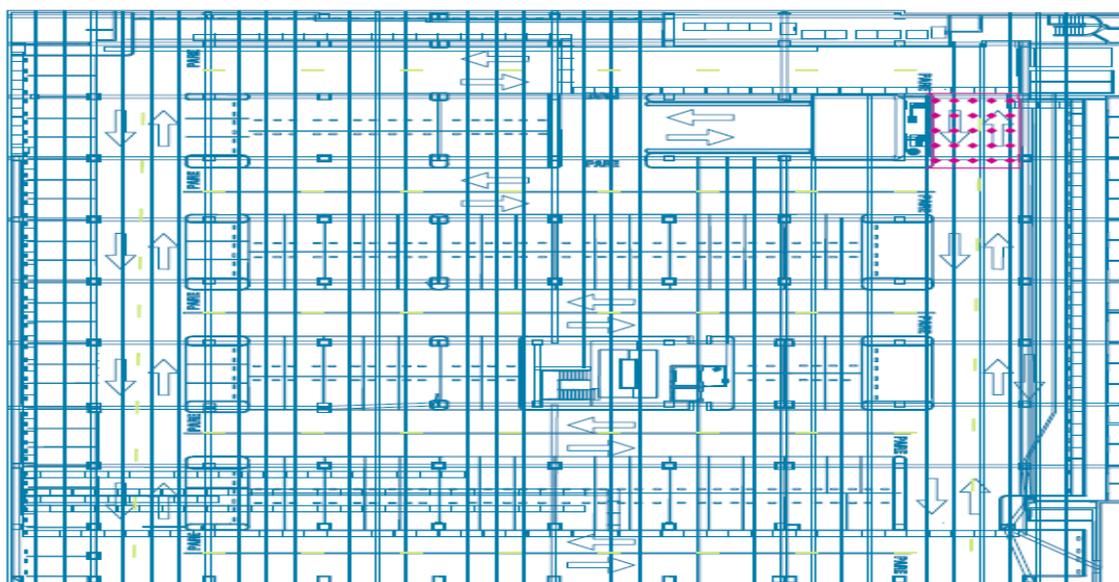
Tabla 53 resultados del rediseño en la sección de carril B2-B2 (Oeste) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	58,25	123	100
VEEI (W/m2)	3,664	1,272	5
UGR	-	20	28

4.1.16 Rediseño en la sección de carril C2-C2 (Este) sótano.

En la figura 80, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril C2-C2 (Este) sótano.

Figura 80 vista previa en la sección de carril C2-C2 (Este) sótano.



En la tabla 54 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril C2-C2 (Este) sótano.

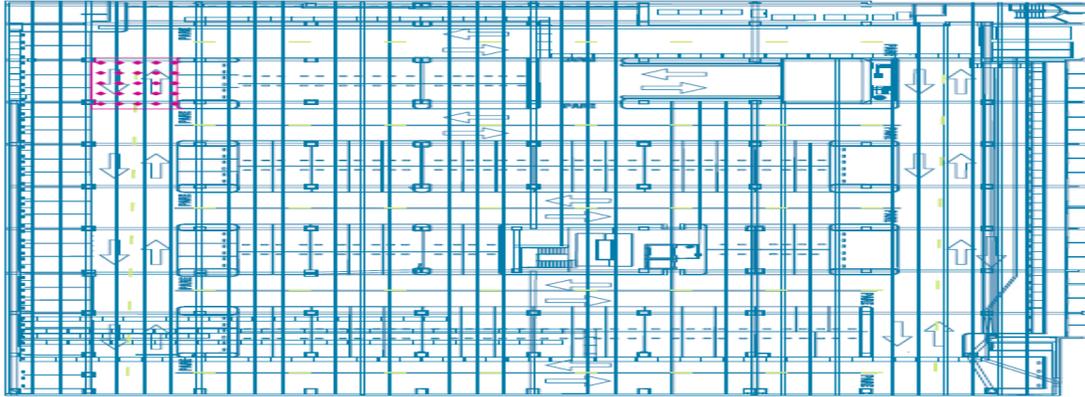
Tabla 54 resultados del rediseño en la sección de carril C2-C2 (Este) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	65,541	100	100
VEEI (W/m2)	3,314	1,272	5
UGR	-	20	28

4.1.17 Rediseño en la sección de carril C2-C2 (Oeste) sótano.

En la figura 81, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril C2-C2 (Oeste) sótano.

Figura 81 vista previa en la sección de carril C2-C2 (Oeste) sótano.



En la tabla 55 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril C2-C2 (Oeste) sótano.

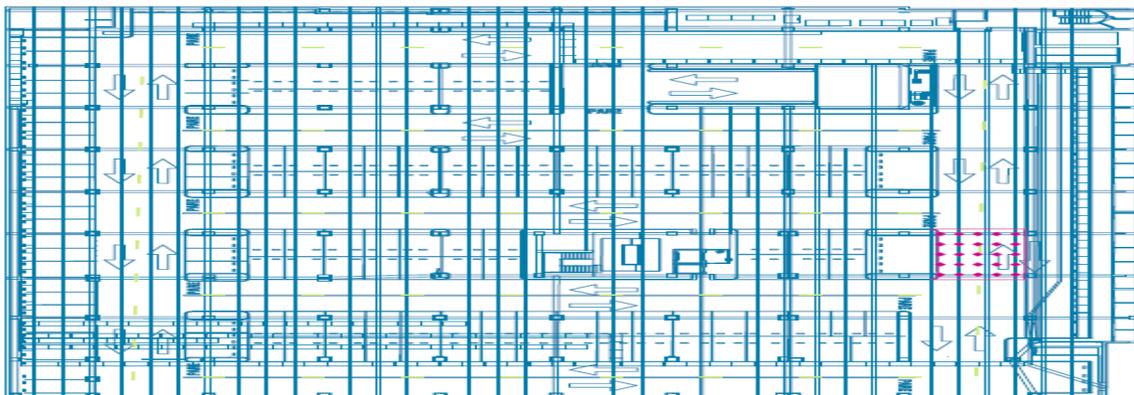
Tabla 55 resultados del rediseño en la sección de carril C2-C2 (Oeste) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (Ix)	75,5	112	100
VEEI (W/m ²)	2,781	1,098	5
UGR	-	20	28

4.1.18 Rediseño en la sección de carril A2-A2 (Este-Norte) sótano.

En la figura 82, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril A2-A2 (Este – Norte) sótano.

Figura 82 vista previa en la sección de carril A2-A2 (Este-Norte) sótano.



En la tabla 56 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril A2-A2 (Este–Norte) sótano.

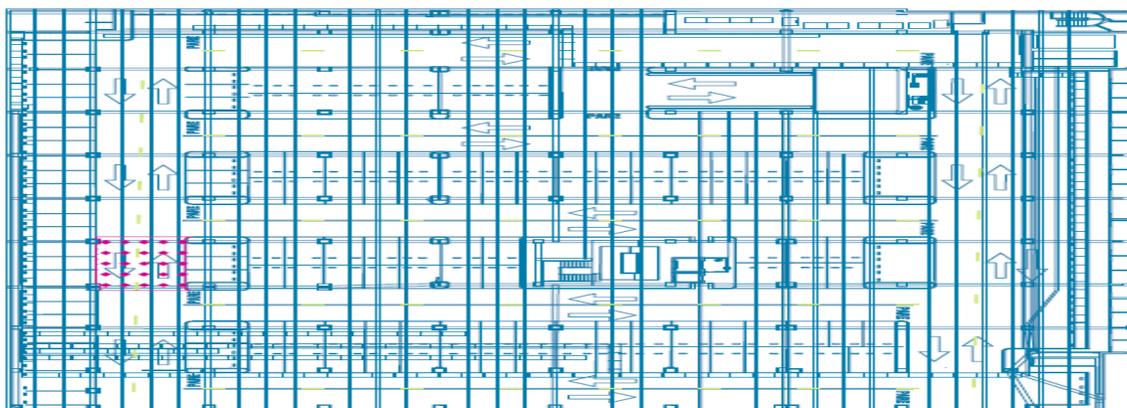
Tabla 56 resultados del rediseño en la sección de carril A2-A2 (Este–Norte) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	50,291	100	100
VEEI (W/m²)	4,314	1,271	5
UGR	-	20	28

4.1.19 Rediseño en la sección de carril A2-A2 (Oeste-Norte) sótano.

En la figura 83, se observa la simulación del rediseño en la sección de carril A2 - A2 (Oeste-Norte) sótano.

Figura 83 vista previa en la sección de carril A2-A2 (Oeste-Norte) sótano.



En la tabla 57 se observa los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño en la sección del carril A2-A2 (Oeste–Norte) sótano.

Tabla 57 resultados del rediseño en la sección de carril A2-A2 (Oeste–Norte) sótano.

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	62,041	127	100
VEEI (W/m²)	3,497	1,001	5
UGR	-	20	28

4.2 DATOS DEL NIVEL DE ILUMINACION PROMEDIO DE CADA AREA REDISEÑADA

En la siguiente tabla se encuentra los datos obtenidos del rediseño de los carriles y secciones de carriles del semisótano y sótano del centro comercial regional

ciudad victoria correspondiente a los niveles de iluminancia promedio (Eprom) medidos, simulados y requeridos.

Tabla 58 Niveles de iluminancia promedio (EPROM)

LOCAL	Niveles de iluminancia promedio (lx)		
	Medidos	Simulación rediseño	Requeridos
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	166,864	125	100
CARRIL SEMISÓTANO A1-B1	54,576	107	100
CARRIL B1-C1	74.282	115	100
CARRIL C1-D1	70.1987	108	100
CARRIL A1-D1 (ESTE)	73.444	109	100
SECCIÓN DE CARRIL A1-A1 (OESTE)	68.69	110	100
SECCIÓN DE CARRIL B1-B1 (OESTE)	65.0833	110	100
SECCIÓN DE CARRIL C1-C1 (OESTE)	71.625	117	100
CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)	54,081	120	100
CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)	62,586	118	100
CARRIL SÓTANO A2-B2	59,134	119	100
CARRIL SÓTANO B2-C2	77,546	119	100
CARRIL C2-D2	78,029	100	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)	53,375	100	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR)	59,375	107	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE	54,416	100	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE	58,25	123	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE	65,541	100	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE	75,5	112	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE)	50,291	100	100
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-NORTE)	62,041	127	100

En la figura 84 y 85, se realiza el análisis de los valores medidos, simulados y requeridos de los carriles y secciones de carriles del semisótano y sótano correspondientes al rediseño garantizando el cumplimiento de los límites de iluminancia promedio requeridos por el RETILAP.

Figura 84 Niveles de iluminancia promedio semisótano

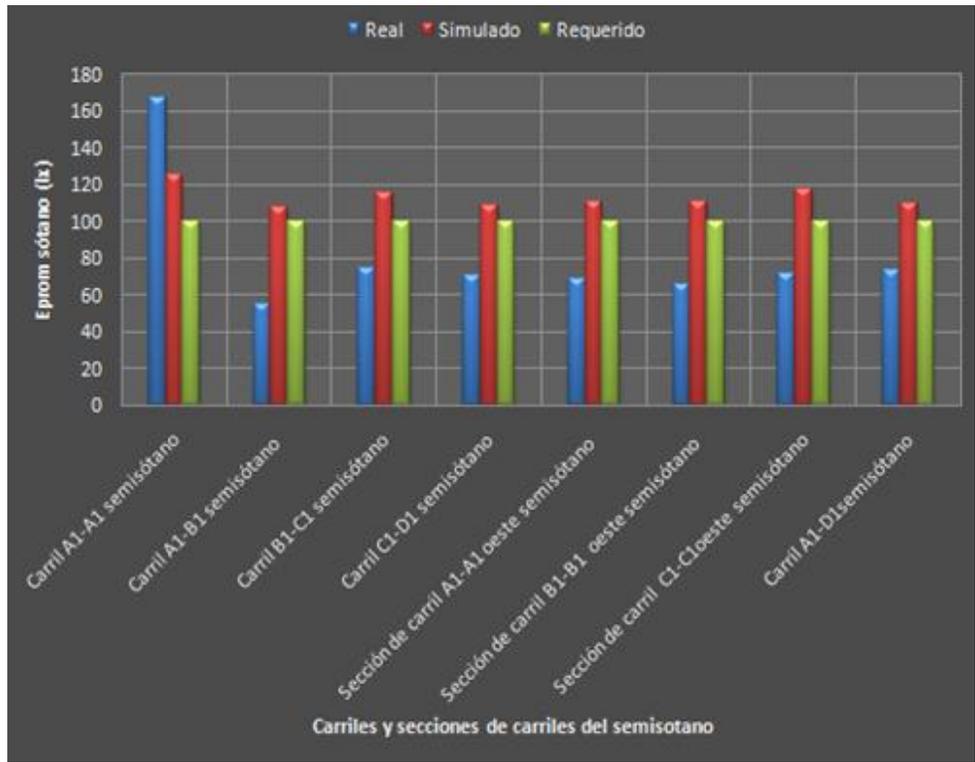
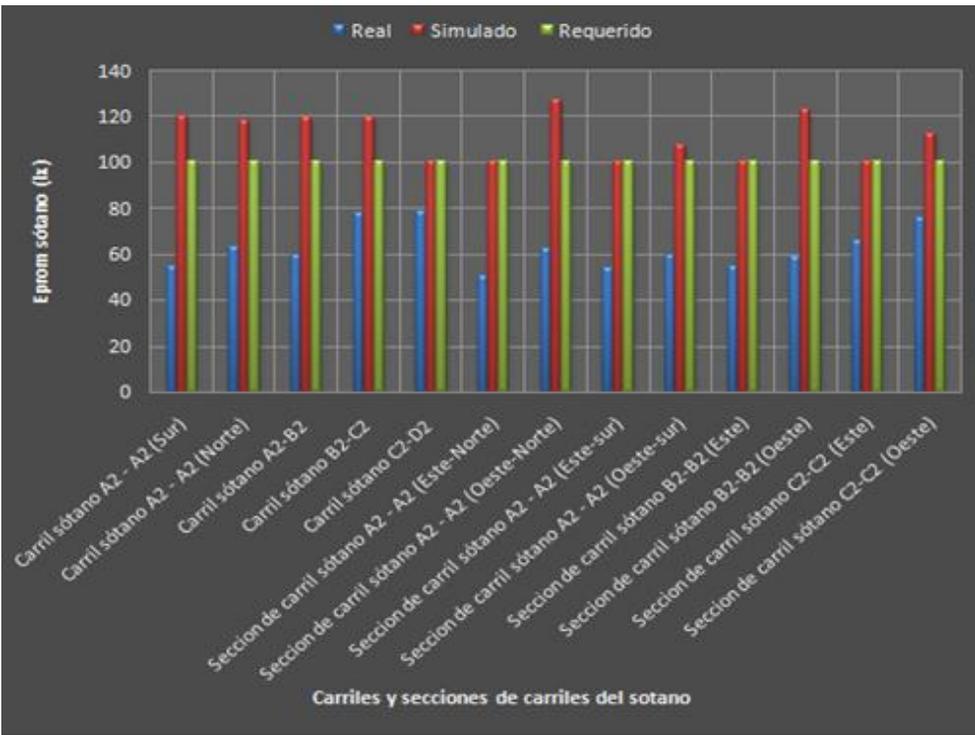


Figura 85 Niveles de iluminancia promedio sótano



4.3 DATOS DEL ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR) DE CASA ÁREA REDISEÑADA

En la siguiente tabla se encuentra los datos obtenidos del rediseño de los carriles y secciones de carriles del semisótano y sótano del centro comercial regional ciudad victoria correspondiente al índice de deslumbramiento unificado (UGR) simulados y requeridos.

Tabla 59 índice de deslumbramiento unificado (UGR)

LOCAL	UGR (simulación rediseño)	UGR (RETILAP)	OBSERVACIONES
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	20	28	Cumple
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	20	28	Cumple
CARRIL SEMISÓTANO A1-B1	20	28	Cumple
CARRIL B1-C1	20	28	Cumple
CARRIL C1-D1	20	28	Cumple
CARRIL A1-D1 (ESTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL A1-A1 (OESTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL B1-B1 (OESTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL C1-C1 (OESTE)	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-B2	20	28	Cumple
CARRIL SÓTANO B2-C2	20	28	Cumple
CARRIL C2-D2	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE)	20	28	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-NORTE)	20	28	Cumple

En la figura 86 Y 87, se realiza un análisis de los valores requeridos y simulados para los niveles de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) semisótano.

Figura 86 Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) del semisótano

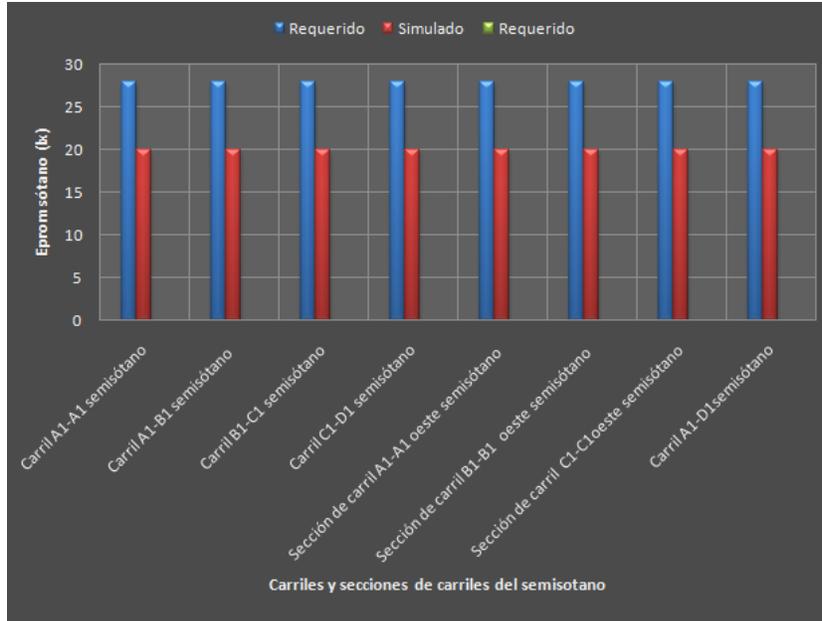
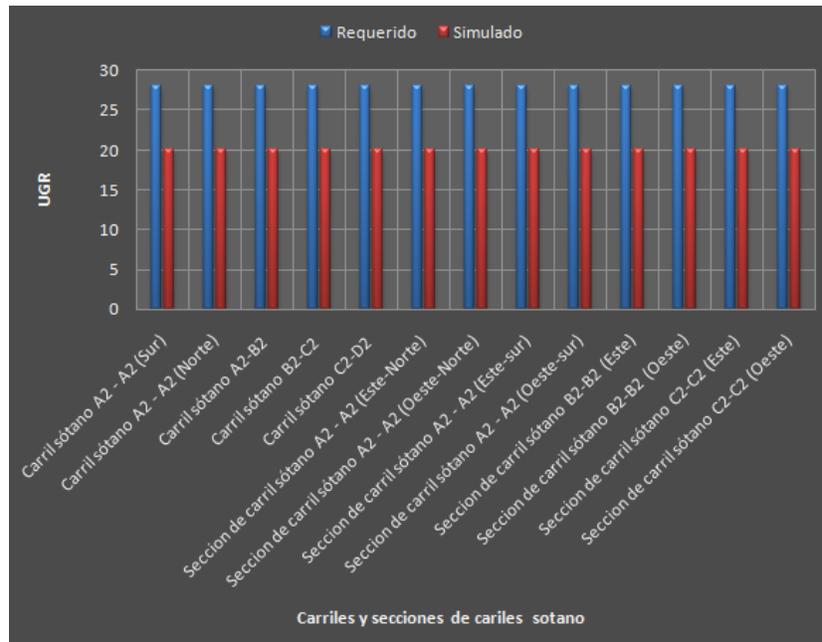


Figura 87 Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) del sótano.



4.4 DATOS DEL VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CADA ÁREA REDISEÑADA

En la siguiente tabla se encuentra los datos obtenidos del rediseño de los carriles y secciones de carriles del semisótano y sótano del centro comercial regional ciudad victoria correspondiente a los valores de eficiencia energética medidos, simulados y requeridos.

Tabla 60 VALORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA VEEI

LOCAL	VEEI REAL (W/m ²)	VEEI SIMULADO (W/ m ²)	VEEI MAXIMO (W/m ²)	Observaciones
CARRIL SEMISÓTANO A1-A1	1,885	2,516	5	Cumple
CARRIL SEMISÓTANO A1-B1	4,717	2,014	5	Cumple
CARRIL B1-C1	3.466	1,6866	5	Cumple
CARRIL C1-D1	3.667	1,995	5	Cumple
CARRIL A1-D1 (ESTE)	3.696	1,668	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL A1-A1 (OESTE)	3.201	1,171	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL B1-B1 (OESTE)	3.379	1,171	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL C1-C1 (OESTE)	3.070	1,1014	5	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)	4,975	1,642	5	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)	4,427	1,719	5	Cumple
CARRIL SÓTANO A2-B2	4,500	1,6379	5	Cumple
CARRIL SÓTANO B2-C2	3,573	1,7053	5	Cumple
CARRIL C2-D2	3,252	1,4868	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)	4,065	1,048	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR)	3,654	1,188	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE	3,987	1,271	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE	3,664	1,016	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE	3,314	1,272	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE	2,781	1,0968	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE)	4,3147	1,271	5	Cumple
SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-NORTE)	3,497	1,001	5	Cumple

En la figura 88 Y 89, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los Valores de Eficiencia Energética Instalada (VEEI) semisótano y sótano.

Figura 88 valores de eficiencia energética instalada VEEI semisótano

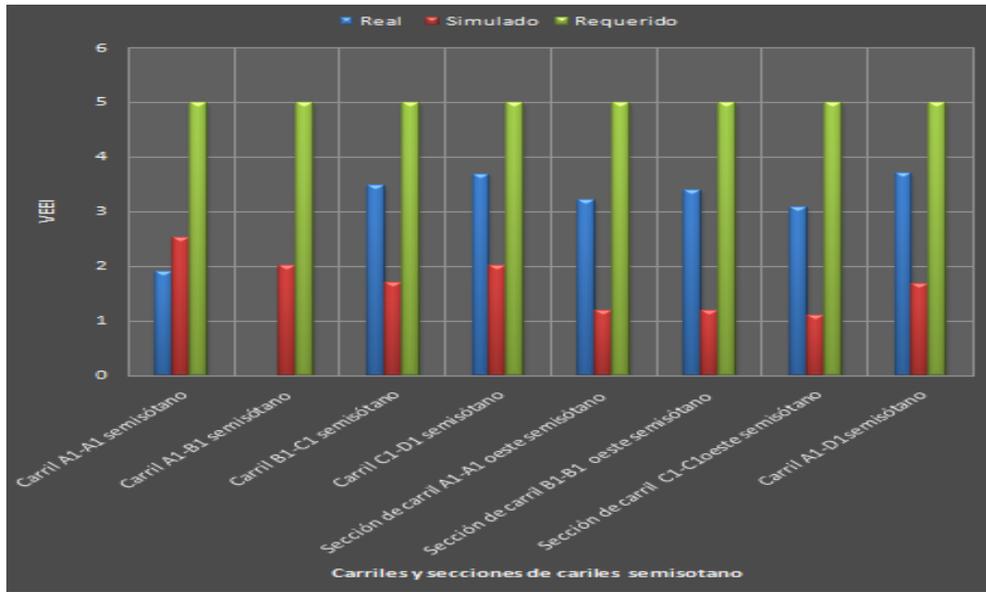
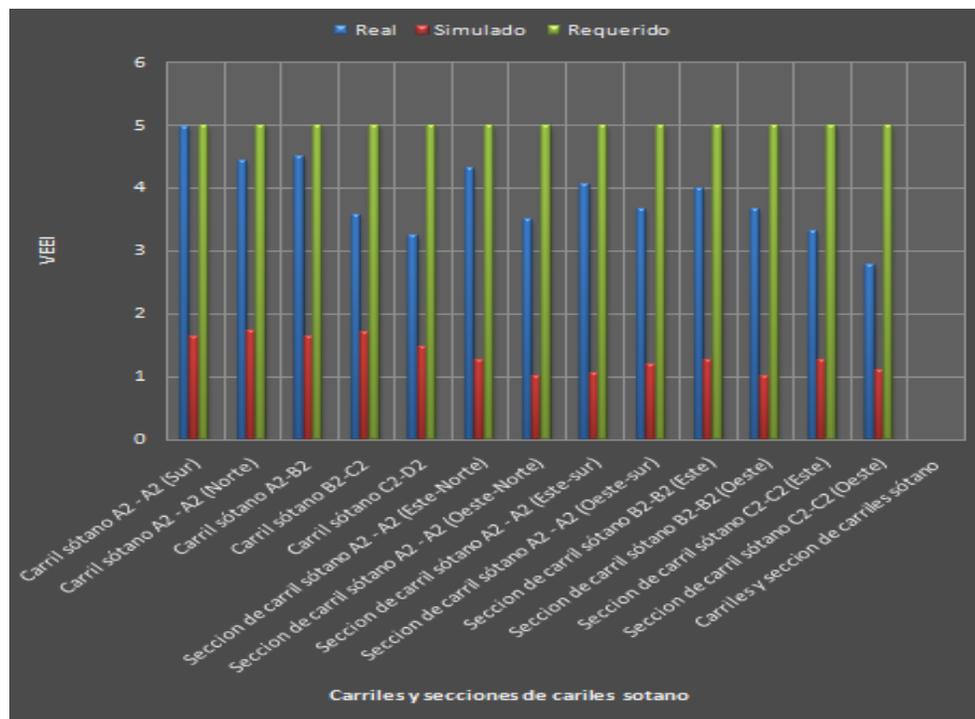


Figura 89 valores de eficiencia energética instalada VEEI sótano



5 CONCLUSIONES

- Todos los carriles y secciones de carriles examinados no presentan los niveles mínimos requeridos para un estacionamiento excepto el carril A1-A1 por motivos de remodelación.
- El VEEI (valor de eficiencia energética instalada) cumple en todos los carriles y secciones de carriles del estacionamiento no supero los límites requeridos establecidos por el RETIE.
- El índice de deslumbramiento unificado en todas las áreas no supera los valores mínimos establecidos por el RETIE.
- En el sistema de iluminación del estacionamiento no se tiene un plan de mantenimiento de las luminarias lo cual provoca baja eficiencia, reduciendo el flujo luminoso sobre el área de trabajo.
- En condiciones óptimas como luminarias nuevas y buenas condiciones ambientales se cumple los requisitos necesarios de lúmenes requeridos para un estacionamiento según el RETIE.
- La señalización y alumbrado es deficiente para orientar los peatones así como los conductores vehiculares en caso de algún percance que se presente con el suministro principal de energía eléctrica del estacionamiento.
- Los locales aledaños y cajas luminosas así como el color del entorno tienen gran impacto en la deficiencia o en su defecto la eficiencia en la utilidad de la iluminación sobre el área de trabajo.
- La distribución de las luminarias es equidistante desde diferentes ángulos del estacionamiento así como su orientación, favoreciendo y abarcando las áreas más concurridas del estacionamiento.
- El centro comercial solo cuenta con un plan de mantenimiento correctivo para todas las luminarias reduciendo la vida útil de estas y por ende deteriora su eficiencia afectando el entorno al reducir su iluminancia.

6 RECOMENDACIONES

Es necesario establecer un plan de manteniendo en las luminarias del estacionamiento para ser más eficientes las mismas así como reducir costos y garantizar los niveles de iluminación establecidos por el RETIE.

Para garantizar una iluminación constante en caso de interrupción de suministro eléctrico principal o múltiples situaciones que percutan con la normalidad del estacionamiento es aconsejable establecer un banco de baterías que garantice un flujo de electricidad continuo para su posterior evacuación o en su defecto espera del suministro principal.

Se recomienda establecer una mayor señalización o hacer más visible las rutas de evacuación inclusive en momentos de oscuridad o ambientes de poca visualidad como señales reflectivas o iluminación en carriles de evacuación.

Una inversión en luminarias LED garantizaría bajos costos en facturación de energía y tendría mucha más eficiencia comparada con lámparas fluorescentes además de su mínimo mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

[1] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento Técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP). Resolución 182544 de Diciembre 29 de 2010. Bogotá D.C. 246p.

[2](<http://iluminaciondeinteriores.blogspot.com/2009/10/alumbrado-de-emergencia.html>)

[3] (<http://www.lamparas-ultravioleta.com/fluorescentes.html>)

[4]http://centrodeartigos.com/articulos-de-todos-los-temas/article_37719.html

[5]<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32771/1/martinezguevaraandres.pdf>

[6](http://www.fenalcoantioquia.com/res/itemsTexto/recursos/cap_retilap.pdf)

[2] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento técnico para instalaciones eléctricas (RETIE). Resolución 180195 de Febrero 12 de 2009. Bogotá D.C. 209 p.

[3] DURAN, Claudio. Revista Electroindustria. Iluminación VS Rendimiento Laboral. En: Gestión. Abril, 2005, vol. 3, p. 14

[4] BUREAU VERITAS COLOMBIA. Verificación de Instalaciones Eléctricas (Online). 2011
<http://www.bureauveritas.com.co/pdfDescription.asp?id=183&pid=2>

[5] RIVERA HERRERA, Juan David y VELASQUEZ SALDARRIAGA, Juan Fernando. Diagnóstico de las Instalaciones Eléctricas en el edificio de Medio Ambiente de la Universidad Tecnológica de Pereira según los Reglamentos del RETIE y el RETILAP. Escuela Tecnología Eléctrica. 2010.

[6] CALERO MARIN, Osvaldo y VALENCIA OSPINA, Edwin. Inspección Eléctrica del edificio de Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela Tecnología Eléctrica, 2008.

[7] VALENCIA MARIN, Ricardo Andrés y CAÑARTE BEDOYA, Giovanni Andrés. Inspección Eléctrica en el edificio de Educación según el RETIE. Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela Tecnología Eléctrica, 2008.

[8] VALENCIA MARIN, Alexander y PINILLA MOSQUERA, Javier Fernando. Diagnóstico de las Instalaciones Eléctricas en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela Tecnología Eléctrica, 2010.

[9] MANUAL DEL INSTALADOR, Tabla 5. Características Técnicas de los Balastos Fluorescentes Electrónicos. Tabla 6. Características Técnicas de los Balastos de Alta Intensidad de Descarga-HID. PDF
(<http://iluminaciondeinteriores.blogspot.com/2009/10/alumbrado-de-emergencia.html>)

ANEXOS

ANEXO A. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el carril del semisótano A1-A1.

ANEXO B. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el carril del semisótano A1-B1.

ANEXO C. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el carril del semisótano B1-C1.

ANEXO D. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el carril del semisótano C1-D1

ANEXO E. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril A1-A1 (oeste).

ANEXO F. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril B1-B1 (oeste).

ANEXO G. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril C1-C1 (oeste).

ANEXO H. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el carril del semisótano A1-D1(este).

ANEXO I. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el Carril del sótano A2-A2 (Sur).

ANEXO J. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el Carril del sótano A2-A2 (Norte).

ANEXO K. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el Carril del sótano A2-B2.

ANEXO L. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el Carril del sótano B2-C2.

ANEXO M. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el Carril del sótano C2-D2.

ANEXO N. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril A2-A2 (Este-Sur).

ANEXO Ñ. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril A2-A2 (Oeste-Sur).

ANEXO O. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril B2-B2 (este).

ANEXO P. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril B2-B2 (oeste).

ANEXO Q. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril C2-C2 (este).

ANEXO R. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril C2-C2 (oeste).

ANEXO S. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril sótano A2-A2 (Este-Norte).

ANEXO T. Formatos de iluminancia general, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sección de carril sótano A2-A2 (Oeste-Norte).

7 ANEXOS

ANEXO B. CARRIL SEMISOTANO A1-A1

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 48 m ANCHO: 6 m ALTURA: 2.9 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa	X		
Techo	Giplast/Concreto	Blanco	Rugosa	X		
Piso	Baldosa/	Gris claro	Semiliso	X		
Superficie de trabajo	Baldosa/	Gris claro	Semiliso	X		
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Philips 4X32W/ LED					
Bombillas por luminaria	4					
Número de luminarias	27					
Número de filas	2					
Luminarias por fila	3 y 2					
Altura del montaje	2,8 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio	Medio X			Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 48 m Ancho: 6 m Altura: 2,9 m

DISPOSICIN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

80	61	97	123
104	33	122	170
80	56	86	135
46	57	51	64
32	50	35	35
33	53	33	33
52	80	56	66
43	84	57	107
102	61	231	147
144		221	144
183		245	143
203		271	163
233		282	161
240		252	157
214		207	131
180		227	144

201		264	163
247		289	287
252		267	173
250		257	157
222		237	140
209		247	151
254		297	187
263		304	192
235		252	153
211		227	124
183	215	200	119
206	149	230	133
225	272	257	156
181	268	256	141
126	187	168	110
PROMEDIO		166,864	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = ((4 \times 32\text{W}) \times 2) + (26 \times 25\text{W}) = 906\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{906\text{W} \times 100}{288\text{m}^2 \times 166.864\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 1.885\text{W/m}^2$$

ANEXO B. CARRIL SEMISOTANO A1-B1

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 58 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.2 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		7				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		7				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general del semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 58 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICIN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

22	27	21	20
27	31	24	21
38	63	97	83
43	73	111	93
42	61	90	71
35	47	53	50
35	46	80	50
43	63	53	74
46	44	94	86
34	45	65	62
26	33	41	37
26	39	43	42
36	60	55	73
41	74	75	103
36	54	108	100
25	37	90	85
33	37	50	51
43	58	43	41

48	88	74	67
47	69	114	104
31	36	110	103
31	38	41	57
37	48	55	58
48	71	90	104
43	70	102	119
32	54	77	70
30	35	44	40
15	35	41	37
29	44	57	51
18	45	68	63
26	32	59	52
13	27	44	41
18	39	50	50
26	55	88	82
37	68	100	100
27	39	71	69
PROMEDIO		54,57	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 7 = 896\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{896\text{W} \times 100}{348\text{m}^2 \times 54.5763\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 4.7176\text{W/m}^2$$

ANEXO C. CARRIL B1-C1

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 58 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.2 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		7				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		7				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL:Largo:58 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICIN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

49	67	83	41
64	97	55	65
84	150	65	84
76	139	102	79
52	81	119	57
40	53	74	44
41	61	41	49
54	98	47	65
59	106	86	69
41	69	115	45
29	41	89	34
38	46	55	39
51	80	36	60
67	111	96	74
50	89	162	59
41	55	161	44
39	52	119	44
61	90	39	79
79	142	91	102
93	151	120	110

76	112	115	85
45	56	73	49
67	89	47	69
86	117	54	82
84	112	91	72
68	73	117	51
45	49	89	40
50	52	56	45
72	85	57	66
82	112	96	78
60	90	151	63
43	57	134	47
45	54	75	48
68	92	51	72
88	145	60	96
78	134	119	87
52	80	151	56
38	50	98	41
41	59	69	48
PROMEDIO		74,28	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 7 = 896\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{896\text{W} \times 100}{348\text{m}^2 \times 74.282\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 3.4661\text{W/m}^2$$

ANEXO D. CARRIL C1-D1

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 58 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.2 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		7				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		7				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 58 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICIN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

35	94	45	77
35	118	83	45
53	101	106	83
53	63	80	55
46	55	48	47
35	74	51	64
41	115	92	89
61	113	132	87
71	67	115	61
67	43	75	42
45	55	51	45
44	91	68	67
51	110	120	78
67	78	128	59
64	49	96	43
74	50	54	39
64	84	78	66
59	120	128	93
56	114	139	89
72	71	95	61

36	49	55	45
55	90	52	64
41	113	85	79
68	113	123	79
46	66	104	59
60	43	53	41
40	61	49	52
40	99	80	74
51	115	139	86
66	85	136	76
71	49	83	45
50	45	59	39
63	69	75	55
43	94	126	66
50	79	144	57
65	48	109	41
62	43	80	38
54	60	33	45
PROMEDIO			70,19

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 7 = 896\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{896\text{W} \times 100}{348\text{m}^2 \times 70.198\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 3.6677\text{W/m}^2$$

ANEXO E. CARRIL A1-D1 (ESTE)

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 55 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.2 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Philips 4X32W					
Bombillas por luminaria	4					
Número de luminarias	7					
Número de filas	1					
Luminarias por fila	7					
Altura del montaje	3.2 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio		Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 55 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL: Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

32	41	64	33
41	39	55	38
109	69	112	63
84	134	143	77
58	76	100	59
31	51	52	35
32	36	45	31
62	73	68	40
74	96	95	57
62	72	94	42
97	143	49	32
124	173	50	41
92	120	97	67
60	67	158	97
50	56	158	90
69	76	80	55
84	112	51	43
80	101	60	53
54	65	103	73
53	55	116	59
70	73	78	78
95	120	43	52
95	118	61	48

66	71	101	70
47	53	128	87
57	59	96	70
88	110	60	45
100	131	60	49
74	93	94	76
49	57	108	94
49	53	110	79
79	82	63	53
89	108	49	39
79	95	73	52
62	51	103	70
PROMEDIO		73,44	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

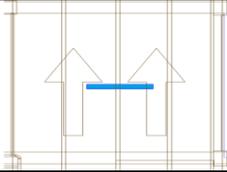
$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 7 = 896\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{896\text{W} \times 100}{330\text{m}^2 \times 73.4444\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 3.6968\text{W/m}^2$$

ANEXO F. SECCION DE CARRIL A1-A10ESTE

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.2 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Philips 4X32W					
Bombillas por luminaria	4					
Número de luminarias	1					
Número de filas	1					
Luminarias por fila	1					
Altura del montaje	3.2 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio		Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

37	51	45	53
55	65	54	62
66	108	84	113
74	102	104	134
30	67	86	83
43	32	52	54
PROMEDIO		68.69	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$Potenciatubo = 32 \text{ W}$$

$$P_{totallampara} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$VEEI = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 68.69\text{lx}}$$

$$VEEI = 3.201/\text{m}^2$$

ANEXO G. SECCION DE CARRIL B1-B1 OESTE

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.2 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

TABLA DE DATOS

30	47	43	49
57	55	48	57
77	104	74	106
82	104	98	123
35	63	69	75
48	20	47	51
PROMEDIO		65,08333333	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

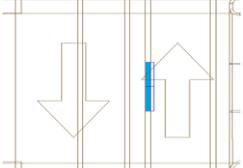
$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 65.08333\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 3.3792\text{W/m}^2$$

ANEXO H. SECCION DE CARRIL C1-C1 OESTE

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.2 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general semisótano y sótano del Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL: Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

54	76	57	63
61	110	94	121
63	98	112	144
22	61	90	97
37	47	55	58
PROMEDIO		71,625	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\text{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$P_{\text{total lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$\text{VEEI} = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 71.625\text{lx}}$$

$$\text{VEEI} = 3.0705\text{W/m}^2$$

ANEXO I. CARRIL SÓTANO A2-A2 (SUR)

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 63,42 m ANCHO:6m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		8				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		8				
Altura del montaje		3.1 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si _ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL:Largo:63.42 m Ancho: 6 m Altura: 3.6 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

42	128	51	40
85	179	51	35
115	120	88	63
81	61	125	63
46	56	115	93
37	104	64	82
70	163	39	52
103	131	53	33
91	61	76	46
50	40	54	39
33	67	28	23
44	28	19	16
66	21	28	20
50	40	47	31
26	74	51	31
18	60	27	22
26	29	23	19
45	26	44	30
45	59	93	58
27	144	146	86
21	194	113	79

39	127	60	50
87	60	44	40
124	51	66	50
103	90	107	33
58	146	105	76
37	110	60	55
54	55	41	31
87	45	52	40
96	86	90	31
56	140	114	72
37	123	77	55
44	60	42	31
75	39	41	33
99	60	65	44
67	116	95	62
37	114	71	56
37	57	39	33
63	58	45	36
84	94	68	95
65	125	82	63
PROMEDIO		54,081	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 8 = 1024\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{1024\text{W} \times 100}{380.52\text{m}^2 \times 54.0811\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 4,9759\text{W/m}^2$$

ANEXO J. CARRIL SÓTANO A2-A2 (NORTE)

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 64.05 m ANCHO: 5.77 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		8				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		8				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

Dimensiones del carril: Largo:64.05 m Ancho: 5.77 m Altura: 3.6 m

DISPOSICIN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

33	62	70	106
33	111	46	85
36	87	36	41
29	46	41	24
22	35	82	41
23	55	121	58
43	109	124	52
72	126	92	35
61	79	92	32
37	43	96	40
32	51	46	59
50	99	40	62
85	144	79	47
78	99	140	34
50	50	135	37
34	40	127	62
31	74	66	68
72	124	37	48
52	113	50	25
35	58	94	49
33	37	106	70
52	54	67	81
74	103	40	71

61	119	45	58
37	73	85	34
35	40	46	54
50	51	85	69
77	106	121	67
77	160	91	45
51	110	51	32
37	51	40	38
43	40	68	71
68	75	115	94
75	128	107	63
54	115	60	40
35	56	40	34
30	31	53	65
40	35	94	81
51	55	103	71
49	63	65	41
23	48	38	28
19	47	40	32
32	59	68	46
37	49		
PROMEDIO		62,58	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 8 = 1024\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{1024\text{W} \times 100}{369.5685\text{m}^2 \times 62.5862\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 4.427171\text{W/m}^2$$

ANEXO K. CARRIL SÓTANO A2-B2

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 64.13 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		7				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		7				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general del carril sótano

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 64.13 m Ancho: 6 m Altura: 3.6 m

DISPOSICIN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

40	61	103	44
44	118	64	83
46	114	40	79
38	57	50	73
30	36	104	43
35	58	173	34
56	110	139	43
80	120	69	70
71	65	43	79
44	38	69	55
37	43	132	35
49	83	136	33
72	109	131	58
70	76	73	75
45	38	48	60
33	27	41	33
36	26	93	21
50	15	96	17
52	21	53	9
37	23	26	13
24	22	20	15
23	34	22	20
28	70	11	29

26	92	19	51
33	62	23	68
35	35	31	49
33	49	57	34
50	103	110	38
64	133	112	69
59	93	61	90
39	48	37	63
34	48	54	44
44	98	52	41
67	156	111	37
72	126	140	104
49	64	88	94
32	41	43	58
34	45	44	36
57	81	94	37
65	88	151	59
47	60	110	65
23	59	52	49
24	83	25	
PROMEDIO		59,134	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\text{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Ptotal lampara} = (4 \times 32\text{W}) \times 7 = 896\text{W}$$

$$\text{VEEI} = \frac{896\text{W} \times 100}{384.78\text{m}^2 \times 59.1345\text{lx}}$$

$$\text{VEEI} = 4.50035\text{W}/\text{m}^2$$

ANEXO L. CARRIL SÓTANO B2-C2

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 64.05m ANCHO: 5.77 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		8				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		8				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo:64.05 m Ancho: 5.77 m Altura: 3.6 m

DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

50	41	79	36
60	74	120	59
64	146	146	99
47	154	90	101
35	74	55	62
36	49	55	39
44	53	103	44
60	99	167	78
54	142	103	101
33	108	65	78
31	56	46	49
42	43	74	41
58	70	131	62
56	119	128	92
37	111	68	89
26	62	42	59
40	44	61	47
53	68	132	61
75	124	170	99
59	137	108	101
41	100	58	79
39	56	58	48

56	52	514	47
74	94	168	80
70	140	154	103
41	111	77	78
34	57	49	47
41	40	71	36
60	56	137	53
62	101	146	84
46	106	84	83
32	63	45	51
40	40	61	40
66	58	135	54
77	108	183	90
60	133	121	100
38	87	60	69
31	51	53	45
42	48	91	42
57	83	177	65
57	128	173	85
35	107	84	69
22	76	40	61
PROMEDIO		77,54	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 8 = 1024\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{1024\text{W} \times 100}{369.5685\text{m}^2 \times 77.5465\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 3.57308\text{W/m}^2$$

ANEXO M. CARRIL C2-D2

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 63.85 m ANCHO: 6.32 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		8				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		8				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si__ No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

Dimensiones del carril: Largo:63.85 m Ancho: 6.32 m Altura: 3.6 m

Disposición de las luminarias en el local:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

73	17	70	26
72	41	117	16
96	88	146	39
71	106	97	59
42	33	52	53
44	31	50	40
68	30	94	27
99	58	146	44
92	100	122	59
55	86	68	79
44	50	53	77
58	43	86	72
92	76	158	54
97	140	163	58
64	141	95	75
40	77	56	90
43	51	63	54
71	81	109	41
86	159	141	55
69	195	100	101
45	123	56	154
48	62	64	82

84	51	132	52
121	89	202	51
110	129	159	78
65	99	81	101
44	55	52	82
55	49	84	51
83	84	153	50
88	152	152	83
57	147	85	125
35	80	47	117
38	49	61	72
55	68	103	49
62	123	113	55
42	146	69	92
25	92	37	100
39	50	34	67
47	53	66	42
68	104	110	46
56	148	89	75
33	117	45	105
17	71		
PROMEDIO		78,02	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\mathbf{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

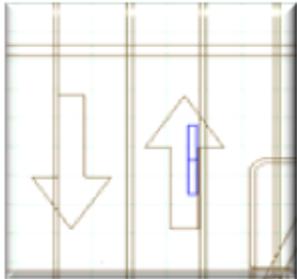
$$\mathbf{P_{total\ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) \times 8 = 1024\text{W}$$

$$\mathbf{VEEI} = \frac{1024\text{W} \times 100}{403.532\text{m}^2 \times 78.02941\text{lx}}$$

$$\mathbf{VEEI} = 3.25209\text{W/m}^2$$

ANEXO N. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-SUR)

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 8.15 m ANCHO: 6.67 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de una sección de carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: LARGO: 8.15 m **Ancho:** 6.67 m **Altura:** 3.6 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL: Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

32	31	42	30
34	46	65	45
44	80	112	78
44	80	114	78
31	51	61	49
27	39	34	34
PROMEDIO		53,375	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\text{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

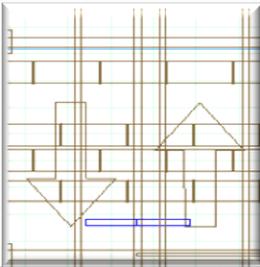
$$P_{\text{total lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$VEEI = \frac{128\text{W} \times 100}{71.4987\text{m}^2 \times 53.375\text{lx}}$$

$$VEEI = 3.35408\text{W/m}^2$$

ANEXO N. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-SUR).

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de de una sección de carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.6 m.

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro.

TABLA DE DATOS

44	24	101	20
46	20	148	19
49	53	113	54
31	93	70	87
13	110	21	102
22	84	22	79
PROMEDIO		59,375	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\text{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

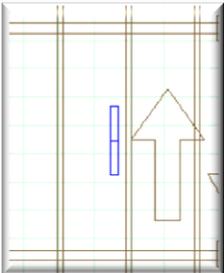
$$P_{\text{total lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$\text{VEEI} = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 59.375\text{lx}}$$

$$\text{VEEI} = 3.704\text{W/m}^2$$

ANEXO O. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 ESTE.

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio	X	Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.6 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL: Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

41	43	34	22
47	86	37	32
83	136	65	35
102	101	83	24
66	50	59	23
40	43	34	20
PROMEDIO		54,4166	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$Potenciatubo = 32 \text{ W}$$

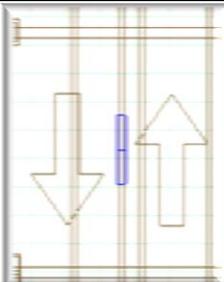
$$P_{total\text{lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$VEEI = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 54.4166\text{lx}}$$

$$VEEI = 4.0416\text{W/m}^2$$

ANEXO P. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO B2-B2 OESTE.

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.6 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de una sección de carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

DIMENSIONES DEL CARRIL: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.6 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL: Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

36	41	39	35
37	66	49	58
54	98	99	82
64	79	125	68
50	47	80	41
34	38	44	34
PROMEDIO		58,25	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\text{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

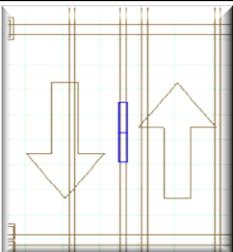
$$\text{P}_{\text{total lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$\text{VEEI} = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 58.25\text{lx}}$$

$$\text{VEEI} = 3.7756\text{W/m}^2$$

ANEXO Q. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 ESTE.

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de una sección de carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

Dimensiones del carril: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.6 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL: áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

47	57	42	29
48	114	44	39
83	164	73	44
113	122	94	39
83	60	75	30
50	52	43	28
PROMEDIO		65,5416667	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\text{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

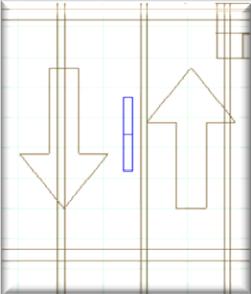
$$\text{P}_{\text{total lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$\text{VEEI} = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 65.5416\text{lx}}$$

$$\text{VEEI} = 3.3555\text{W/m}^2$$

ANEXO R. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO C2-C2 OESTE.

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de una sección de carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

Dimensiones del carril: Largo: 9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.6 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL: Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

33	65	48	59
61	68	50	58
74	107	100	84
81	130	155	96
49	88	128	66
45	51	74	42
PROMEDIO		75,5	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$\text{Potenciatubo} = 32 \text{ W}$$

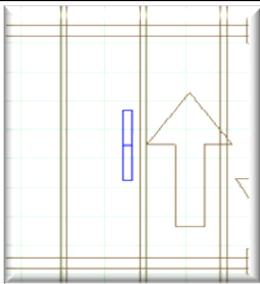
$$\text{Ptotallampara} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$\text{VEEI} = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 75.5\text{lx}}$$

$$\text{VEEI} = 2.9129\text{W/m}^2$$

ANEXO S. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (ESTE-NORTE).

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Philips 4X32W					
Bombillas por luminaria	4					
Número de luminarias	1					
Número de filas	1					
Luminarias por fila	1					
Altura del montaje	3.2 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio		Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de una sección de carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

Dimensiones del carril: Largo:9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

37	32	31	19
60	56	34	25
108	110	57	31
106	108	58	31
54	56	38	24
34	38	35	25
PROMEDIO		50,291	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$Potenciatubo = 32 \text{ W}$$

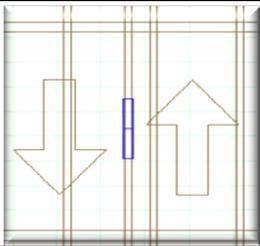
$$P_{total\ lampara} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$VEEI = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 50.29166\text{lx}}$$

$$VEEI = 4.3731\text{W/m}^2$$

ANEXO T. SECCIÓN DE CARRIL SÓTANO A2-A2 (OESTE-NORTE).

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: centro comercial regional ciudad victoria						
FECHA: 8/09/2013 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9.7 m ANCHO: 6 m ALTURA: 3.6 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Superficie de trabajo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Philips 4X32W				
Bombillas por luminaria		4				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		3.2 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X	Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de una sección de carril del sótano.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Centro Comercial Regional Ciudad Victoria.

Dimensiones del carril: Largo:9.7 m Ancho: 6 m Altura: 3.2 m

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL LOCAL:Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

TABLA DE DATOS

37	40	42	35
40	74	54	60
59	105	108	87
72	83	136	72
54	49	85	42
36	39	44	36
PROMEDIO		62,041	

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

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

$$Potenciatubo = 32 \text{ W}$$

$$P_{total\text{ lampara}} = (4 \times 32\text{W}) = 128\text{W}$$

$$VEEI = \frac{128\text{W} \times 100}{58.2\text{m}^2 \times 62.04166\text{lx}}$$

$$VEEI = 3.5448\text{W/m}^2$$