SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

QUE PRESENTA:

RUSBEL CONSTANTINO MORENO

CON EL TEMA:

"PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN EN LAS OFICINAS DE LA FUNCIÓN PÚBLICA, UBICADO EN EL PRIMER NIVEL ANEXO "B" TORRE CHIAPAS"

MEDIANTE:

OPCION X
(MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS **SEPTIEMBRE 2015**

Indice.

1. **Introducción**----------**04**

2. **Justificación**----------**06**

3. **Objetivos**----------**06**

4. **Caracterización de las áreas que participo**----------**07**

5. **Alcances y limitaciones.**----------**09**

6. **Fundamento teórico**----------**09**
   - 6.1 Generalidades----------09
   - 6.2 Cajas de registros, apagadores y contactos---------- 12
   - 6.3 Cargas de alumbrado y conductores----------14
   - 6.4 Alimentadores----------15
   - 6.5 Caída de tensión permisible y empalmes----------16
   - 6.6 Tableros e Interruptores----------17
   - 6.7 Protección sobre corriente---------- 18
   - 6.8 Puesta a tierra y transformador tipo seco ---------- 19
   - 6.9 Transfer (Interruptor de transferencia eléctrica automático) ---------- 20

7. **Análisis y diseño de iluminación funcional y para evacuación**---------- **21**
   - 7.1 Generalidades----------21
   - 7.2 Tipos de iluminación---------- 22
   - 7.3 Proceso para la iluminación funcional y de emergencia---------- 27

8. **Análisis y diseño de contactos normales y regulados**---------- **34**

9. **Procedimientos y descripción de las actividades realizadas**----------**35**
   - 9.1 Oficina de sala de juntas para 40 personas---------- 37
     - 9.1.1 Cálculo del número de luminarios por el método de cavidad zonal------ 37
     - 9.1.2 Cálculo del índice del local (K)----------38
     - 9.1.3 Relación de cavidad de cuarto (RCC)----------39

9.1.4 Distribución de las luminarias---------- 40
9.1.5 Cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DEPA)-42
9.1.6 Cálculo de iluminación promedio----------43

10. Cálculo de los circuitos derivados---------- **44**
10.1 Cálculo de potencia total del circuito 1 del tablero "AN"----------46
10.2 Cálculo de la corriente nominal del circuito 1 del tablero "AN"----------46
10.3 Cálculo de la caída de tensión del circuito 1 del tablero "AN"---------- 48
10.4 Protección general eléctrico del tablero "AN"----------49
10.5 Selección de la protección contra sobre corriente del tablero "AN"---------- 49
11. Diseño y cálculo de contactos normales---------- **50**
11.1 Cálculo de potencia total del circuito 1 del tablero "CN"----------50
11.2 Cálculo de la corriente nominal del circuito 1 del tablero "CN"----------50
11.3 Cálculo de la caída d tensión del circuito 1 del tablero "CN"---------- 51
11.4 Protección general eléctrico del tablero "CN"----------52
11.5 Selección de la protección contra sobre corriente del tablero "CN"---------- 52

12. Diseño y cálculo de los contactos regulados---------- **53**
12.1 Protección general eléctrico del tablero "R"---------- 53
12.2 Selección de la protección contra sobrecorriente del tablero "R"---------- 53
12.3 Protección general eléctrico del tablero "R1"---------- 54
12.4 Selección de la protección contra sobrecorriente del tablero "R1"---------- 54

13. Cálculo de alimentadores principal por corriente y caída de tensión----------**55**
13.1 Cálculo del conductor por corriente----------55
13.2 Cálculo de la selección transversal del conductor por caída de tensión------57

14. Cálculo del transformador tipo seco---------- **59**
14.1 Cálculo de la capacidad del transformador ---------- 58
14.2 Protección general eléctrica del transformador en el primario---------- 58
14.3 Protección general eléctrica del transformador en el secundario----------59

15. Cálculo del regulador de voltaje----------**60**

16. Resultados, planos y/o prototipos----------**61**

17. Conclusiones y recomendaciones---------- **67**

18. Referencias bibliográficas ---------- **68**

1. INTRODUCCIÓN.

En el presente trabajo se propone el proyecto de investigación orientado a la instalación eléctrica en media y baja tensión para la distribución de la energía eléctrica al interior de las Oficinas de la Función Pública, localizada en el primer nivel del Anexo “B” de la Torre Chiapas, en el plano oficial de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

La investigación se llevará a cabo en las Oficinas de la Dirección de Estudios y Proyectos de la SEINFRA (Secretaria de Infraestructura del Gobierno del Estado), ubicado en la Unidad Administrativa edificio “A” S/N, colonia Maya de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; C.P 29010.

En nuestra sociedad, la electricidad es la forma energética más utilizada, esto unido al hecho de que no es perceptible por la vista ni por el oído, hace que sea una fuente importante de accidentes, causando lesiones de gravedad variable, desde un leve cosquilleo inocuo hasta la muerte por paro cardíaco, asfixia o grandes quemaduras. Aproximadamente, el 8% de los accidentes de trabajo mortales son de origen eléctrico. El riesgo eléctrico referido a personas supone la posibilidad de circulación de una corriente por el cuerpo humano; siendo para esto necesario que concurran simultáneamente los siguientes fenómenos:

- Que exista un circuito eléctrico cerrado.
- Que el cuerpo humano pertenezca a éste.
- Que en el circuito eléctrico exista una diferencia de potencial o tensión.

Es por eso que debemos realizar una buena instalación eléctrica en base a las normas vigentes, ya que también, una buena instalación eléctrica es indispensable para la seguridad de la familia en el hogar, así como para proteger la economía. Una instalación en mal estado gasta más energía y daña los aparatos. Por lo tanto, una instalación en buen estado significa seguridad, ahorro de energía y reducción de gastos; es por esto que se hace indispensable el realizar una instalación eléctrica en apego a la norma vigente, económica y de calidad.

El Anexo de la Torre Chiapas es un edificio del lado Oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; cuenta con dos anexos “A” y “B” están integrados por un sótano, planta baja y tres pisos cada uno, respectivamente. Se hace énfasis que el proyecto que se realiza es del Anexo “1B” cuenta con un Área de 1726.17 m² y con una altura de piso terminado de 4.27 m.

Se alimenta de la línea aérea de 13,200 Voltios, con origen de la subestación norte ingresando por todo el Libramiento Norte (Blvd. Salomón González Blanco), y de una acometida de emergencia de 13,200 Voltios con origen de la subestación Sur ingresando por el Blvd. Andrés Serra Rojas, cuenta con una transición aérea-

subterránea dirigida hacia un transformador trifásico reductor de 13,200/480-277 Voltios ubicada en el sótano del Anexo de la Torre Chipas mediante este mismo transformador se energizará las luminarias.

Los contactos (receptáculos) normales y regulados se alimentarán por medio de un transformador de tipo seco en Δ/Y (Delta / Estrella) de 480/220-127 voltios, y haciendo uso de un regulador de voltaje electrónico.

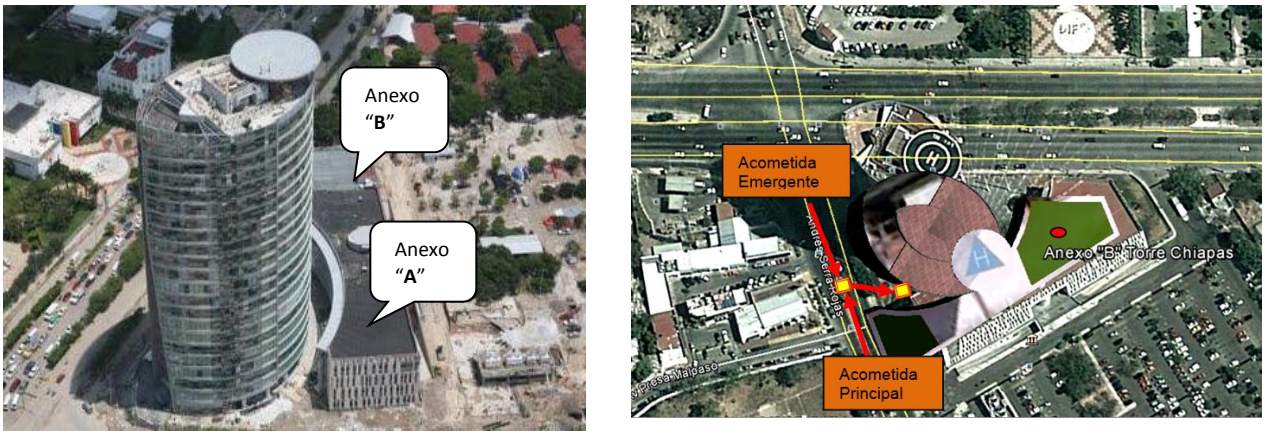


FIG 1.1 Localización del inmueble.
Fuente: Google Earth; 05 de Junio del 2015.

2. JUSTIFICACIÓN.

Es conveniente realizar el proyecto, es relevante porque se va a instalar dispositivos de distribución de carga como contactos dúplex, apagadores de botón, centro de cargas, cableado pues satisface la necesidad del usuario y, a la vez, reditúa un beneficio económico por realizar dicho proyecto.
Los resultados que se obtendrán será la instalación eléctrica física de dicho proyecto el cual brindará comodidad y seguridad al usuario.

El problema ha sido identificado como la falta de instalación eléctrica en las Oficinas de la Función Pública, el inmueble cuenta con una área de construcción de 1726.17 m² y con una altura de piso terminado de 4.27 m.

Hipótesis.

La explicación tentativa del fenómeno a investigar queda formulada por la proposición siguiente:

"La instalación eléctrica de las Oficinas de la Función Pública aplicando la **NOM-001-SEDE-2012**, garantizará el suministro de energía eléctrica a los usuarios, con calidad, seguridad y eficiencia"

3. OBJETIVO.

Realizar el diseño del proyecto ejecutivo de instalaciones eléctricas en media y baja tensión en los términos normativos vigentes. Oportunamente revisado por los asesores del Instituto Tecnológico y de la SEINFRA durante todo el proceso.

Presentar de manera simple y rápida la forma o los criterios de que se tomaron como base para la elaboración del proyecto, representando en esta memoria las características más importantes que pudieran verse afectada por alguna falla. Así también dar a conocer la existencia de normas de seguridad y las normas obligatorias que se sugieren y se exigen para las instalaciones eléctricas.

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ.

La Oficina de la Función Pública contará con 4 áreas abiertas multifuncionales y 16 oficinas especiales de trabajo así mismo con su respectivas áreas de baños, casa de máquinas, del SITE, centro de tableros de control, los cuales se describen a continuación

Áreas abiertas de trabajo:

- Unidad de Apoyo Administrativo.
- Recursos Materiales.
- Subsecretaria de Administración y Tecnología.

- Subsecretaría Jurídica y de Previsión.

Se opta una forma simple de resumir la información del análisis geométrico funcional del inmueble, de modo que en ella se especifique el nombre de las diferentes áreas de trabajo, tanto abiertas como las oficinas, la superficie total que ocupan, así también la cantidad de personas que en cada una de ellas se desarrollarán para sus actividades laborales correspondientes.

Muchas de las áreas antes mencionadas se encuentran ubicadas dentro de las zonas que a continuación se nombran en la tabla siguiente:

Tabla 4.1 Distribución de las áreas del inmueble.

Nombre de las áreas abiertas (zonas)	Área total (m^2)	Número de Personas
Zona-01	26.28	3
Zona-02	426.08	98
Zona-03	110.68	40
Zona-04	128.40	30
Zona-05	252.12	90
Pasillo	134.90	1
Totales:	**1078.46**	**262**

Para tener una apreciación clara y precisa de las ubicaciones de las áreas abiertas de trabajo, se atribuye un plano arquitectónico, donde se señala la localización de las zonas y las áreas que se encuentran en ella.

Cabe señalar que las áreas siguientes: las áreas de baños, la casa de máquinas, la del SITE y del centro de tableros de control; no se le realizaron análisis geométrico funcional por motivo que estas ya cuentan con ello, en tanto se precisa que ya se encuentran habilitadas.

En seguida se presenta también de forma concreta y resumida los datos preliminares de las diferentes áreas de trabajo cerrado; es decir, los cubículos u oficinas del cual se le realizaron los estudios de análisis geométrico funcional de cada uno de ellos.

Tabla 4.2 Nombres de las diferentes oficinas del inmueble.

Nombre de las Oficinas	Área total (m²)	Número de Personas
Sala de Juntas	108.02	40
Dirección de Desarrollo Administrativo	13.04	3
Dirección de Normatividad e Infraestructura Tecnológica	14.20	3
Subsecretaría de Desarrollo Administrativo y Tecnológico	25.19	9
Unidad de Apoyo Administrativo	23.35	7
Área de Recursos Materiales	15.12	3
Almacén	5.73	0
Dirección de Prevención y Registro Patrimonial	11.81	3
Dirección de Enlace de Auditoria	10.83	3
Dirección Jurídica	11.02	3
Subsecretaría Jurídica y de Previsión	32.05	5
Área de Recursos Financieros y Contabilidad	13.18	3
Recursos Financieros	41.89	9
Oficialía de Partes	6.68	1
Sala de Juntas	26.75	10
Dirección de Responsabilidades	18.12	3
Totales:	376.53	105

En virtud del tipo de inmueble y sus respectivas áreas de trabajo se enfatiza que dicho inmueble contará con falso plafón en toda su extensión superficial, la cual tomara una altura de 2.70 metros con respecto al nivel de piso terminado, y que en su interior también contará con muros bajos y altos, por lo que en su mayoría serán de tablaroca; sin embargo, es necesario saber que en algunos casos las mesas de trabajo también cuentan con una altura de 0.75 metros sobre el nivel de piso terminado.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES.

El alcance de este Proyecto, es el de explicar de forma general los criterios y propuestas de diseño para el suministro de energía eléctrica en media y baja tensión, tableros generales y centros de carga, protecciones eléctricas,

alimentadores eléctricos y alumbrado interior, de las Oficinas de la Función Pública, primer nivel Anexo “B” de la Torre Chiapas; lo anterior tomado en consideración las recomendaciones (indicativas mas no restrictivas) de los fabricantes de materiales y equipos que se describen en su catálogos de productos, mismos que están debidamente certificados y avalados por la Norma Oficial Mexicana (**NOM**).

Las limitaciones que pueden obstruir la investigación en la realización del trabajo son las que se deriven producto del financiamiento y falta de apoyo oficial.

6. FUNDAMENTO TEÓRICO.

6.1 Generalidades.

En las instalaciones eléctricas a que se refiere la **NOM-001-SEDE-2012** en el TITULO 4 “PRINCIPIOS FUNDAMENTALES” y especificada en el apartado 4.3 (selección del equipo eléctrico) nos hace mención que todos los materiales y equipos a instalarse en esta obra serán nuevos y de primera calidad, mismo que deben estar certificados bajo las siglas “NOM” (Norma Oficial Mexicana), para que de tal forma que se garantice la calidad, seguridad y vida útil de los mismos y, a falta de éstas, ostentar las especificaciones internacionales, las del país de origen o en su caso las del fabricante con las que cumplen.

Cuando en la presente memoria o en el proyecto se haga mención a determinados modelos de materiales y/o equipos de las distintas marcas comerciales, estas deberán respetarse ya que sus características técnicas sirvieron de base para el cálculo del proyecto y con los cuales se prenden alcanzar los parámetros proyectados.

Características.

Cada producto eléctrico que se selecciona debe tener características acordes con los valores y las condiciones para los cuales está previsto el diseño de la instalación eléctrica y debe cumplir con los requisitos que señalan a continuación:

Tensión.

Los equipos deben ser adecuados para el valor máximo de la tensión a la cual van a operar (valor eficaz en corriente alterna), así como también a las sobretensiones que pudiera ocurrir.

Corriente.

Todos los quipos eléctricos deben seleccionarse considerando el valor máximo de la intensidad de corriente (valor eficaz en corriente alterna), que conducen en servicio normal, y considerando la corriente que pueda conducir en condiciones anormales.

Frecuencia.

Si la frecuencia tiene una influencia sobre las características de los equipos eléctricos, la frecuencia nominal de los equipos debe corresponder a la frecuencia susceptible de producirse en el circuito.

Factor de carga.

Todos los equipos eléctricos, seleccionados, deben ser adecuados para el servicio previsto, tomando en cuenta las condiciones normales del servicio.

Canalizaciones.

Las canalizaciones son conductos cerrados o abiertos cuyo objetivo es alojar y proteger a los conductores en una instalación eléctrica de agentes externos como los golpes, la humedad, la corrosión, etc.; en tanto cabe mencionar que todo sistema portacable se realizara y se llevara a cabo con base a lo estipulado en la Sección 230-43 y 230-44 de la **NOM-001-SEDE-2012**.

- Toda la tubería de las instalaciones ocultas entre falso plafón o aparente serán galvanizada pared delgada con conector recto a la llegada de los registros, según se indique en plano.

- Las tuberías deberán estar soportadas de forma normativa y de manera adecuada por elementos de colgantería o de fijación.

- El espacio ocupado por los conductores no será mayor del 40% de la sección transversal interior del ducto.

- Las tuberías Conduit utilizados deberán estar secas, limpias y libres de rebabas y bordes cortantes que pudieran dañar el aislamiento de los conductores. Su diámetro mínimo interior será de 16 mm (1/2”).

- Por ningún motivo se permite alojar en las mismas canalizaciones conductores de instalaciones eléctricas con otras instalaciones: telefónicas, de voz, de datos, etc.

Nota. Las canalizaciones se instalaran entre plafón y la losa del nivel inferior, considerando los soportes a cada 1.5 metros de distancia cada uno (Ver anexo).

6.2 Cajas de registros.

Las cajas de conexiones eléctricas (registros eléctricos) de tipo industriales normalizadas que sean empotradas en falso plafón, muros o aparentes, deberán ser de lámina galvanizada calibre 10, adecuadas y acorde a las dimensiones de los tubos que vayan a recibir.

Se presentan a continuación los tipos y las características de los registros a utilizar:

- Registro eléctrico de lámina galvanizada de 10x10x5.7 centímetros, para alojar tuberías menores o iguales a 25mmø.

- Cajas de registros industriales normalizadas de 39x39x12.8 centímetros, modelo SL00960, marca HIMEL.

Apagadores.

En los lugres en donde se requiera el control de encendido y apagado de luminarias se utilizaran apagadores sencillo IP-IT de 125 Voltios y 10 Amperes, de la marca Bticino con doble contacto de plata y partes conectoras 100% latón, moldeado en polipropileno y policarbonato autoextinguible, con bordes protegidos, tornillos tipo Phillips y con capacidad de 2 conductores de 12 AWG; ocultos con tapa de PVC del número de ventanas según sea el caso.

Receptáculos o contactos.

Los contactos irán a una altura general de 0.40 metros sobre el nivel de piso terminado y de 1.20 metros en área de trabajo, y la salida para contactos de acuerdo al Artículo 220-14(i) de la **NOM-001-SEDE-2012**, se debe considerar cuando menos de 180 volt-amperes para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo yugo.

Todo los contactos a utilizar estarán apegados a la NEMA 5 - 15R que es la toma de corriente eléctrica estándar que se utiliza en México y muchos países; los dispositivos se hacen en corrientes nominales de 15 a 60 amperes y de 125 a 600 voltios.

Contactos normales:

Se utilizaran contactos monofásicos dúplex de 15A-127V, NEMA 5-15R, 1 polo - 3 hilos, de tipo puesta tierra en murete de tablaroca con una altura de 0.40 metros sobre el nivel de piso terminado; estarán alimentados por la corriente eléctrica que suministre el transformador trifásico con voltaje secundario de 220/127 voltios (C.A).

Contactos regulados:

Serán los receptáculos que contendrán un voltaje regulado para las áreas de computación y otros equipos eléctricos que necesiten de ello, con el fin de obtener una mejora de los equipos por las caídas de tensión por la longitud y la ubicación de ellos.

Contacto regulado monofásico dúplex de 15A-127V, NEMA 5-15R, de 1 polo - 4 hilos con conexión de tierra aislada en muretes de tablaroca con altura de 0.40 metros de sobre el nivel del piso terminado SEM a CAT 5262-1G y placa CAT 80703-W, de la marca LEVITON.

Contacto regulado monofásico dúplex de 15A-127V, NEMA 5-15R, de 1 polo - 4 hilos con conexión de tierra aislada, SEM a CAT 5262-1G y placa CAT 80703-W, de la marca LEVITON; en torreta en piso MODELO B2414 y placa con tapa SA3825 HUBBELL o Similar.

FIG 6.1. Representación de los contactos o receptáculos dúplex.

a) b) c)

Fuente: Catálogo de productos LEVITON. a) Contacto normal, b) Contacto regulado con tierra aislada), y, c) Contacto regulado en torreta

6.3 Carga de alumbrado.

Respecto a lo establecido del Artículo 220-12 de la **NOM-001-SEDE-2012**, la carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de la superficie del piso, deber ser mayor o igual que la superficie en la Tabla 220-12.

En cumplimiento al Artículo 220-18 b).- se calculará las cargas máximas de alumbrados inductivos, se debe basar en el valor nominal de corriente total de estas unidades, en amperios, y no en el total de watts de las lámparas.

Luminaria fluorescente de empotrar de 2x32W y lámpara FB032TB/TL80 U-bent 6”con arranque rápido, bulbo T8, base G13, de 2850 Lúmenes, gabinete de 0.61x0.61 metros, con refractor de acrílico A12 y balastro electrónico de 2x32W, 277 VCA, SEM, ACAT 2GT8U316MVOLGEBI1OISNOM-LPI, marca Lithonia Lighting.

Conductores.

Los conductores eléctricos son los elementos metálicos de cobre o aluminio, con o sin aislamiento, empleados para conducir energía eléctrica, que se dividen en alambres, (un solo hilo), y cables (varios hilos).

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 310-106 (b) de la **NOM-001-SEDE-2012**, los conductores normalmente utilizados para transportar la corriente eléctrica deben de ser de cobre por su eficiencia y costo; en tanto en este proyecto serán del tipo THW-LS-75 °C de la marca CONDUMEX, VIAKON o su equivalente.

Los conductores con forro deberán tener impresas o grabadas sus características, tales como: calibre, tipo de aislamiento, voltaje de operación, marca, registro de NOM.

Se deberá sujetar los cableados a los siguientes códigos de calores en el aislamiento de los mismos:

- Hilos de fase: Negro, Rojo, Anaranjado, Amarillo, Azul y Café.
- Hilos neutros: Blanco o Gris.

- Hilos de tierra: Desnudo para puesta a tierra de equipos, tuberías y partes metálicas de las instalaciones y Verde para puesta a tierra de contactos polarizados.

Nota: El calibre de los conductores a instalarse se indica en los cuadros de carga.

6.4 Alimentadores.

En cumplimiento al Artículo 215-1 a) de la **NOM-001-SEDE-2012**.- Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las Partes C, D y E del Artículo 220.

El tamaño mínimo del conductor del circuito alimentador antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección, debe tener una ampacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.

Y la carga calculada de un alimentador o de una acometida no debe ser menor a la suma de las cargas en los circuitos derivados alimentados.

6.5 Caída de tensión permisible.

En cumplimiento con la Sección 210-19 Nota 4, los conductores de circuitos derivados, dimensionados para evitar una caída de tensión ésta no deberán ser mayores que el 3% de la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída

máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados hasta el contacto más lejano no deberá ser mayor a 5%.

Empalmes.

Los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Para hacer el cumplimiento de lo establecido en el Articulo 110-14 b) de la **NOM-001-SEDE-2012**.

Respecto a lo establecido en el Artículo 110-14, queda estrictamente prohibido hacer conexiones eléctricas en el interior de los tubos Conduit, así como la unión de terminales y materiales distintos

Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben aislarse con cinta plástica de vinilo o Scotch 33 o su equivalente; en caso de la instalación exterior el aislamiento deberá hacerse de tal manera que evite la entrada de humedad a las partes portadoras de corriente.

Todas las conexiones de los conductores del calibre No. 6 AWG y menores deberán realizarse por medio de amarres, según se requiera, (western corto, western largo, cola de rata, etc.). Es de suma importancia que dichas conexiones se realicen con los amarres indicados, ya que de ello depende en parte, el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas. (Ver anexo).

Para efectuar conexiones entre conductores del calibre No. 8 AWG y menores deberán utilizarse conectores mecánicos. En cualquier tipo de conexión, se deberá usar cinta aislante plástica o vulcanizable, según se requiera.

6.6 Tableros.

Todos los tableros de control termomagnético, a instalar en el inmueble serán del tipo o marca SQUARE´D o equivalente del catálogo indicado en los cuadros de cargas respectivos en gabinete de uso generales a una altura de 1.7 metros sobre

el nivel del piso terminado a centro del mismo a menos se indique otra altura diferente.

Dentro de los tableros de control eléctricos, los conductores deberán quedar alineados (peinados) y marcados con el número de circuitos correspondientes. Es necesario que los tableros y los instrumentos que se soporte dentro de ellos sean conectados a tierra.

Se utilizaran tablero de control del tipo:

- Para los contactos (receptáculos) normales, se utilizará Tablero de 3 fases 4 hilos SEM A CAT SQUARE-D NQ424AB225-S, con un voltaje de operación de 220/127 V.C.A, NEMA 1.

- Y para los contactos (receptáculos) regulados se utilizará Tablero de 3 fases 4 hilos SEM A CAT SQUARE-D NQ424AB225-S, con un voltaje de operación de 220/127 V.C.A, NEMA 1.

- Para las luminarias, serán Tableros de 3 fases 4 hilos SEM A CAT SQUARE-D NF184AB12-S, con un voltaje de operación de 480 /277 V.C.A, NEMA 1.

Interruptores.

Serán todo los dispositivos no automáticos y automáticos de tipo cuchillas con fusibles, magnético, termomagnéticos, electrónicos y que servirán para interrumpir o restablecer la corriente eléctrica como medida de seguridad para los usuarios de las instalaciones eléctricas, a través de un circuito eléctrico.

Cabe mencionar y precisar que en este proyecto se utilizaran interruptores de tipo termomagnéticos los cuales se describen a continuación sus características:

Dentro de los tablero de control de los contactos normales y regulados, los interruptores termomagnéticos serán de 220/127 VCA, 10´000 ACI, NEMA 1; y

dentro entro de los tableros de control de los luminarios, los interruptores termomagnéticos serán de 480/277 VCA, 10´000 ACI, NEMA 1.

Para los contactos (receptáculos) normales, será tablero de control temomagnético, con interruptor principal de 3x100 Amperes, con un voltaje de operación de 220/127 VCA, NEMA 1.

Y para los contactos (receptáculos) regulados tablero de control temomagnético, con interruptor principal de 3x125 Amperes, con un voltaje de operación de 220/127 VCA, NEMA 1.

Para el Alumbrado normal, serán tableros de control termomagnético con interruptor principal de 3x50 Amperes, con un voltaje de uso de 480/277 VCA, NEMA 1.

6.7 Protección contra sobrecorriente.

En cumplimiento a la **NOM-001-SEDE-2012**, en la Sección 215-3.- los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según en la parte A del Artículo 240 se hace mención que “cuando el alimentador suministre energía a cargas continuas o a una combinación de cargas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que la carga no continua, más el 125 % de la carga continua”.

Y acorde a la Sección 240.- se cumplirá con lo establecido, en las protecciones contra sobrecorriente de los conductores y de equipos, se instalara de modo que abra el circuito, si la corriente eléctrica alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o de su aislamiento que den posibilidad de un incendio.

Se deberá colocar la protección contra sobrecorriente cuando algún tramo del electroducto tenga menor capacidad que el tramo del electroducto general. En

tramos mayores de 15 metros y con 1/3 de la capacidad de protección del ducto de mayor, puede omitirse dicha protección.

6.8 Puesta a tierra.

Todos los contactos, tableros y cualquier parte metálica expuesta y que pudiera transportar corrientes eléctricas no deseadas deberán ser Puesta a Tierra como lo establece el Artículo 250-6. De la **NOM-001-SEDE-2012.**

La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores del circuito, apartarrayos, dispositivos de protección contra sobretensión y partes metálicas conductivas del equipo que normalmente no transportan corriente, se deben instalar y disponer de manera que se impida una corriente indeseable.

Transformador tipo seco.

Los transformadores secos evitan los riesgos de incendios y contaminación presentes en los transformadores de aceite, por lo que su empleo es necesario en interiores de oficinas, hospitales, hoteles, centros comerciales, plantas con procesos industriales de la petroquímica, textiles o con máquinas controladas con electrónicas y siempre donde se instalen transformadores cerca de donde laboran o conviven las personas.

No contaminan el medio ambiente, no hay posibilidades de derrames de líquidos, no requieren drenaje de aceite, ni sistemas costosos contra incendio. Resistentes al fuego. Se fabrican con aislamientos clases "B" y "F" y "H" de tipo "Mylar" y "Nomex", materiales que pueden trabajar con temperaturas de 150 y 200º C respectivamente, que son auto extinguible, no propagan la flama y no son explosivos.

6.9 Transfer (Interruptor de transferencia eléctrica automático).

Un interruptor de transferencia eléctrica es un dispositivo que cambia la fuente de alimentación de una a otra. Típicamente se trata de transferir desde una fuente de alimentación principal, tal como la compañía local, a una fuente de alimentación secundaria, tal como un generador de emergencia. El interruptor de transferencia eléctrica también cambia el poder a la fuente de alimentación principal de energía de emergencia, cuando ya no es necesaria. El conmutador de transferencia mantiene las dos fuentes de energía aisladas, lo que permite la transferencia segura de una fuente de alimentación a la otra.

Los interruptores de transferencia eléctrica funcionan a menudo de forma automática, y el interruptor de alimentación se basa en los niveles de potencia del mismo modo que las tomas reales. Estos mantienen un nivel constante de vigilancia del circuito eléctrico. Los automáticos pueden transferir energía sin necesidad de intervención humana en el caso de cualquier tipo de problema de alimentación. En el caso de un cambio de voltaje, como una bajada de tensión, compresión, aumento o pico, el interruptor automático entrará en la acción.

Cuando el interruptor de transferencia automática detecta un problema en la fuente primaria de energía, iniciará el proceso de arranque del generador de emergencia. Una vez que dicho generador esté funcionando, y haya fijado el voltaje correcto, el interruptor de transferencia automática cambiará la potencia al generador. El interruptor seguirá vigilando la fuente de energía primaria, mientras que el generador suministra la energía. Una vez que la fuente primaria de energía haya sido restablecida, el interruptor cambiará la alimentación desde el generador a la fuente de alimentación principal.

7. ANÁLISIS Y DISEÑO DE ILUMINACIÓN FUNCIONAL Y PARA EVACUACIÓN.

7.1 Generalidades.

La luz es la velocidad de circulación de la energía radiante, evaluada con relación a la sensación visual; la cantidad de luz o flujo luminoso se mide en lúmenes, donde:

Lumen: es igual a la intensidad luminosa que difunde uniformemente en todas direcciones una bujía.

Lux o **Luxes:** es igual a la cantidad de lúmenes por metro cuadrado.

El flujo luminoso, es la cantidad de luz que fluye en un determinado tiempo, y es medido en lúmenes. Es una medida del total de la luz emitida por una fuente luminosa y es comúnmente usada para determinar la salida total del flujo luminoso de una lámpara.

Reflexión.

Es el fenómeno por el cual la luz al incidir sobre una superficie cambia de dirección de manera tal que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

Refracción.

Es el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos al pasar de un medio a otro con diferente densidad.

Iluminancia (E).

La iluminancia es la cantidad de luz que incide en la unidad de área y es medida en Footcandeles (pies candela) o luxes. Es definida por la intensidad (I) en candelas, dirigida hacia un punto P, dividida por el cuadrado de la distancia (D) de la fuente (luminario) a la superficie a iluminar.

$$\boldsymbol{E} = \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{D}^2} \qquad (7.1.1)$$

En la actualidad la iluminación se ha convertido en una actividad altamente especializada, en la que sus especialidades en dos sistemas de aplicación general, que son: iluminación de interiores e iluminación de exteriores.

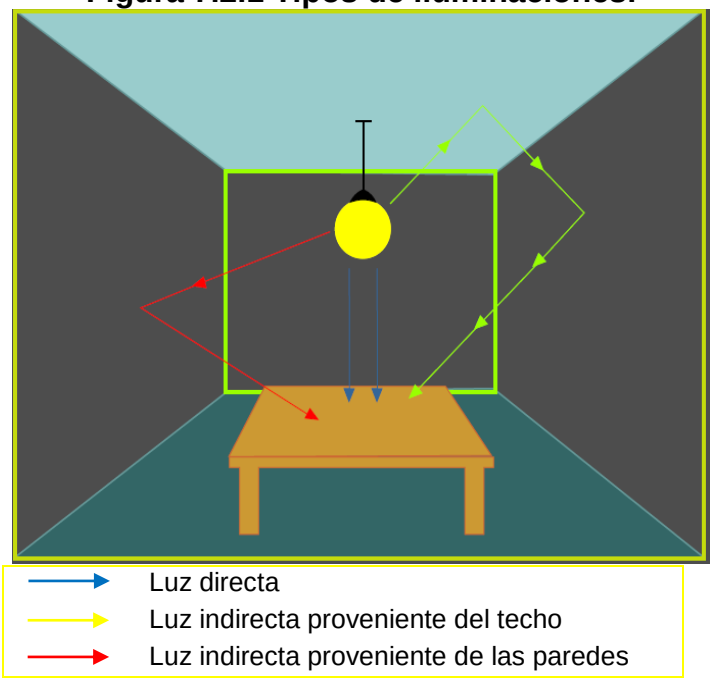
Se considera iluminación de interiores, aquella iluminación que se va efectuar en un local techado y las diferencias de iluminación, son propias exclusivamente del trabajo a desarrollar o funciones del local.

Se considera iluminación de exteriores, aquellos estudios efectuados para iluminar fachadas de edificios, monumentos, avenidas, jardines, estadios, arenas, pistas de aterrizaje, andenes, muelles, faros, estacionamiento, etc.

7.2 Tipos de iluminación generalmente son cuatro:

- Iluminación directa. Cuando la fuente luminosa está dirigida al plano de trabajo en un 90%.
- Iluminación semidirecta. Cuando la fuente luminosa a través de paneles ligeramente difusos emiten hacia el plan de trabajo del 60 al 90% y la restante hacia arriba.
- Iluminación indirecta. Cuando la fuente luminosa iluminación hacia arriba el 90%.
- Iluminación semiindirecta. Cuando la fuente luminosa ilumina hacia arriba del 70 al 90% y a través de paneles ligeramente difusos hacia abajo.

Figura 7.2.1 Tipos de iluminaciones.



Fuente: http://www.lumika.com.mx

Al efectuar un estudio de iluminación, debemos de considerar: distribución correcta, tipos de unidades que se van a emplear, disipación calorífica, absorción y reflexión de muros y techos, mantenimiento, economía y apariencia agradable.

Una de las principales decisiones en el diseño de un buen sistema de iluminación, es la elección de la fuente de luz a utilizar. Existen en el mercado diferentes fuentes de luz con características de operación únicas, para cada una de ellas. Algunas de las más importantes que el diseñador debe tomar en cuenta son: Color de la luz producida, reproducción de color bajo esa fuente de luz, vida, eficacia en lúmenes por watt (o dicho de otra forma, que tanta luz produce la fuente por unidad de potencia que consume), y depreciación luminosa a lo largo del tiempo (es decir, que tanta luz deja de emitir la lámpara conforme se va envejeciendo).

Las fuentes de luz pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: fuentes de luz convencionales y fuentes de luz de estado sólido (SSL). A su vez, las fuentes convencionales se dividen en tres subgrupos: Incandescentes, fluorescentes, y de alta intensidad de descarga (HID). Cualquiera de estos subgrupos se subdivide en familias dependiendo del tipo de aplicación, tipo de luz que generan, etc.

En el caso de las lámparas HID se subdividen en: Vapor de sodio alta presión, aditivos metálicos (normales, de arranque por pulso, o cerámicos), y vapor sodio de baja presión.

Las fuentes de luz de estado sólido son los diodos emisores de luz (LED por sus siglas en inglés).

A continuación se describen algunas características de cada uno de ellos:

Lámparas incandescentes.
Se producen de 15 a 2000 Watts, de 15-100 Watts la bombilla está construida en vacío y de 200-2000 Watts, la bombilla está llena de gas inerte y generalmente dan una luz con preponderancia del rojo y amarillo.

Lámparas fluorescentes.
Están construidas en un tubo longitudinal, emite un tipo de luz conforme al recubrimiento químico, que sobre sus paredes interiores está colocado.

Las características lumínicas de las lámparas fluorescentes son proporcionadas por los fabricantes y los colores más comunes son: luz blanca, blanca suave, luz de día, entre otras.

Dentro de las nuevas tecnologías en lámparas fluorescentes se tienen las Lámparas T8 que ofrecen un alto rendimiento luminoso, una mayor vida útil, buen índice de rendimiento de color, y excelente mantenimiento de lúmenes, alcanzando una vida útil superior a las 30,000 hrs. Representan una buena opción para el ahorro de energía.

Otra buena alternativa para ahorrar energía son las lámparas fluorescentes T5, T5HO y T5HO de amalgama. Éstas no solo son más delgadas que las lámparas T8, también son más cortas en longitud, y ofrecen características excelentes de flujo luminoso, reproducción cromática, vida útil y eficacia.

Lámparas de LEDs:

Las **lámparas e iluminación con LEDs,** un diodo emisor de luz (LED, por sus siglas en inglés), es un dispositivo semiconductor que emite luz monocromática cuando se energiza con una fuente de corriente directa. El color de la luz producida depende del material semiconductor empleado en la construcción del LED.

Las ventajas de los LEDs respecto a otras fuentes de luz es que proporcionan un elevado nivel de brillo e intensidad, elevada eficiencia y bajo consumo de energía (Ahorradoras) de 1 watt a 1.8 Watt con una vida útil de 5,000 horas para las lámparas de LEDs blancas y 50,000 a 100,000 horas para otros colores. Se puede obtener luz amarilla (cálida), blanca (fría) o de día (azulada) incluso se pueden obtener colores llamativos como verde, amarillo, rojo o multicolor y de alto control del flujo luminoso, son atenuables y de larga duración.

Otra de las ventajas de esta nueva tecnología es:

- Ahorran energía por lo que pagas menos luz. Ahorra hasta 90% en energía eléctrica.
- Su luz no emite calor.
- Son amigables con el medio ambiente.
- Su duración es de hasta 20 veces más que los focos comunes.
- Se instalan fácilmente y son compatibles con todo tipo de bases.
- Encendido instantáneo.
- No contaminan y No emiten ondas UV.

La principal desventaja que presentan los LEDs es su sensibilidad y deterioro con las altas temperaturas de operación, por consecuencia los luminarios que utilizan este tipo de tecnología deben de contar con un sistema de disipación de calor eficiente.

El color con que están pintados los techos se representan, como un coeficiente de absorción y de reflexión:

Tabla 7.2.2 Diversos colores de plafones o techos.

Colores de los plafones	Absorción (%)	Reflexión (%)
Blanco	15-20	80-85
Marfil	20-30	70-80
Crema	30-35	65-70
Amarillo pálido	35-40	60-65
Amarillo	40	60
Rosa	40	60
Verde claro	40	60
Gris claro	40-45	55-60
Gris	50-65	35-50
Anaranjado	55	45
Rojo pálido	60-65	35-40
Rojo ladrillo	65-70	30-35
Verde obscuro	70-80	20-30
Azul obscuro	80-85	15-20
Caoba	88-92	8-12
Negro	95-98	2-5

Fuente: Jiménez Blanca y colaboradores, Iluminación y color. Ed. UPV, Valencia, 1995.

En muros es:

Bastante	**50%**
Media	30%
Obscura	10%

Además el mantenimiento influye en las características de las fuentes luminosas.

El coeficiente de mantenimiento (fm) hace referencia a la influencia que tiene en el flujo que emite las lámparas el grado de limpieza de la luminaria; esto dependerá, por consiguiente, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

Tabla 7.2.3 Coeficiente de Mantenimiento.

Tipo de iluminación	ESTADO DE LIMPIEZA		
	Limpio	Medio	Sucio
Directa	75-80%	70-75%	60-65%
Semiindirecta	80%	70%	60%
Indirecta	75%	65%	….
Semiindirecta	70%	60%	….

Fuente: Jiménez Blanca y colaboradores, Iluminación y color. Ed. UPV, Valencia, 1995.

7.3 Procesos para el cálculo de iluminación funcional y de evacuación.

Cálculo del índice del local (k).

$$\boldsymbol{Relación\ de\ Local} = \frac{\mathrm{A} * \mathrm{B}}{H(A+B)} \qquad (7.3.1)$$

Donde:

A = Ancho = 9.44 m

B = Largo = 11.67 m

H = Altura de la fuente luminosa sobre el nivel de trabajo = 1.95 m

Debido a que la luz emitida por los luminarios disminuye con el tiempo, en los proyectos de iluminación, el diseño y selección deberá basarse en los niveles mínimos mantenidos de iluminación en lugar de los valores iniciales o promedio.

Para comparar la eficiencia de un sistema de iluminación bajo diferentes condiciones se desarrolló el concepto de Densidad de Potencia por Unidad de

Superficie, el cual indica la potencia total utilizada en sistemas de alumbrado por unidad de superficie. En nuestro país y la **NOM-001-SEDE-2012,** nos hace mención que esta unidad es medida en **W/m²**, el cual nos permite comparar que fuente de luz son más eficaces también permite determinar si el sistema de iluminación ha sido diseñado eficientemente.

El método de cavidad zonal es el método aceptado en la actualidad para calcular los niveles de iluminancia promedio para áreas interiores a menos que la distribución de luz sea radicalmente asimétrica. Es un método aproximado porque toma en consideración el efecto que tiene la interreflectancia sobre el nivel de iluminancia. A pesar que toma en consideración muchas variables, la premisa básica de que los luxes son iguales al flujo sobre un área.

La base del método de cavidad zonal, es que el cuarto se compone de tres espacios o cavidades:

- El espacio entre el techo y los luminarios, si están suspendidos, se define como “cavidad de techo”.
- El espacio entre el plano de trabajo y el piso se denomina “cavidad de piso”.
- El espacio entre los luminarios y el plano de trabajo, la “cavidad de cuarto”.

Relación de cavidad de cuarto (RCC).

$$\boldsymbol{RCC} = 5h\frac{L + A}{L\ x\ A} \qquad (7.3.2)$$

RCC = Relación de cavidad del cuarto

A = Ancho del cuarto

L = Largo del cuarto

h = Altura de la cavidad del cuarto (la distancia del plano de trabajo hasta los luminarios)

Para poder llevar a cabo este método, bebemos tener en cuenta como base de partida los siguientes datos:

Área total a iluminar, el nivel de iluminación recomendados para el área a iluminar en Luxes, la densidad de potencia eléctrica en alumbrado en **W/m²**, las reflectancias tanto de techo, pared y piso, la distancia del luminario hacia el plano de trabajo o cavidad del piso, la distancia del luminario hacia el plano de trabajo o cavidad del piso y la cavidad del cuarto, la distancia entre el luminario y el techo o cavidad de techo, así como también la distancia entre luminarias.

Relación de cavidad de piso (FCP).

$$\boldsymbol{RCP} = 5hfc\frac{L + A}{L\ x\ A} \qquad (7.3.3)$$

RCP = Relación de cavidad de piso
A = Ancho del cuarto
L = Largo del cuarto
hfc = distancia en pies o metros del plano de trabajo al piso

Cálculo del DPEA.

La Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA), es el índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en **W/m²**.

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la Norma Oficial Mexicana, no deben exceder los valores indicados en la Tabla 1 del capítulo 6 de la **NOM-007-ENER-2004.**

La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo o ampliación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana, serán calculadas a partir de la carga total

conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a la metodología indicada a continuación:

La expresión para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica en Alumbrado es:

$$\boldsymbol{DPEA} = \frac{\text{carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}} \qquad (7.3.4)$$

Donde:

DPEA = W/m².

Carga total conectada = Watts

Área total = m².

Se considerará que la instalación cumple con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana sí y sólo sí, las DPEA calculadas son iguales o menores que los valores límites establecidos para cada uso del edificio analizado, tomando en cuenta las excepciones aplicables y los ajustes por bonificaciones de potencia permitidos.

Cálculo de iluminación promedio.

$$\boldsymbol{Ilum\ prom} = \frac{\text{Núm. de luminarios x Lúmenes por luminarios x C. U x FPL}}{\text{ÁREA}} \qquad (7.3.5)$$

C.U = Coeficiente de Utilización
FPL = Factor de Perdida de Luz

El coeficiente de utilización (C.U) se refiere al número de lúmenes que finalmente alcanzan el plano de trabajo en relación a los lúmenes totales generados por la lámpara; es decir, el comportamiento que tendrá una luminaria en un local dado y su valor estará íntimamente relacionado con el índice del local.

También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños.

El factor de pérdida de luz (FPL) abarca el factor del balastro y del envejecimiento de la lámpara, limpieza en los luminarios, las variaciones de temperatura y tensión, acumulación de suciedad en las superficies del cuarto y en el luminario, procedimiento de mantenimiento y condiciones atmosféricas estos factores son los que reducirán la emisión de la lámpara.

Este factor de pérdida de luz se multiplica por los lúmenes iniciales de la lámpara para esos factores los siguientes valores de FPL son típicos: 0.75-0.80 para luminarios con rejilla y 0.70-0.75 para luminarios con difusor.

Cálculo del número de luminarios por el método de cavidad zonal.

$$\boldsymbol{N}\text{úm.}\boldsymbol{de\ Lumi} = \frac{\text{Luxes requeridos x Área del local}}{\text{Lamps por luminario x Lúmenes por lamps x C. U x f. m}} \qquad (7.3.6)$$

Distribución de las luminarias.

En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las formulas:

- ✓ Número de filas de luminarias a lo ancho (a) del local:

$$\boldsymbol{N}a = \sqrt{\frac{N\ totales}{largo} x\ ancho} \qquad (7.3.7)$$

Donde **N**a es el número de luminarias.

- Distancia entre luminarios dy = largo / núm. de luminarios.

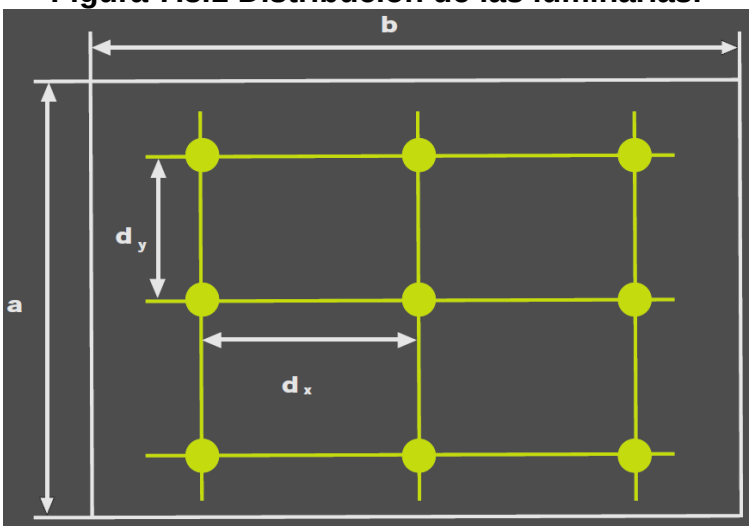
- ✓ Número de columnas de luminarias a lo largo (b) del local:

$$\boldsymbol{N}b = \boldsymbol{N}a\ x\ (\frac{largo}{ancho}) \qquad (7.3.8)$$

Donde **N***b* es el número de luminarias.

- Distancia entre luminarios dx = ancho / núm. de luminarios.

Figura 7.3.1 Distribución de las luminarias.



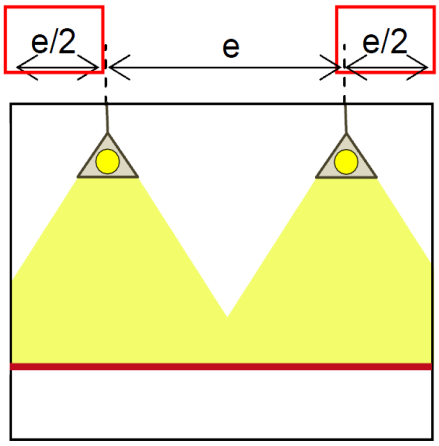
Fuente: http://www.lumika.com.mx

a = ancho del local en metros.

b = largo del local en metros.

Es importante saber que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminar (normalmente la mitad de la distancia a la que coloques el resto).

Figura 7.3.2 Separación de luminarias a las paredes.



Distancia de pared-luminaria = $e/2$

Fuente: Jiménez Blanca y colaboradores, Iluminación y color. Ed. UPV, Valencia, 1995.

Iluminación para Evacuación.

Es la iluminación diseñada para proporcionar iluminación de seguridad y salvaguardar en caso de fallas el suministro normal de energía y sirva para poder evacuar el inmueble.

Se aplica en lugares donde se concentra una gran cantidad de personas, ya sea para diversión, compras o trabajo. Dichos lugares pueden ser auditorios, cines, teatros, estadios de fútbol, de béisbol, centros comerciales, hospitales, escuelas, etc.

El objeto de esta iluminación es romper la oscuridad para evitar el pánico y posibles accidentes principalmente entre menores.

Los luminarios para este sistema, deberán estar localizados de tal forma que guíen a las personas hacia las salidas del local y permitan la pronta evacuación en caso de ser necesario.

El nivel de iluminación para evacuación no deberá ser menor al 1% del nivel promedio de iluminación o a 5 luxes promedio a nivel de piso.

La uniformidad de iluminación (Emax / Emín) a lo largo de la línea central de la ruta de escape, podrá ser comprendida entre 20:1 y 40:1.

El nivel de iluminación para evacuación será igual al nivel de iluminación normal en aquellos casos en que dependa la vida de un ser humano, como en quirófanos,

salas de parto, etc. O en lugares como cuartos de control, torre de control en los aeropuertos, etc.

8. ANÁLISIS Y DISEÑO DE CONTACTOS NORMALES Y CONTACTOS REGULADOS:

En términos de normativa, de uso del inmueble y del proyecto, se contara con contactos normales y regulados, a continuación se explica cada uno de ellos.

Los contactos irán a una altura general de 0.40 metros sobre el nivel de piso terminado y de 1.20 metros en área de trabajo, y la salida para contactos de acuerdo al Artículo 220-14(i) de la **NOM-001-SEDE-2012,** se debe considera cuando menos de 180 volt-amperes para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo yugo.

Todo los contactos a utilizar estarán apegados a la NEMA 5 - 15R que es la toma de corriente eléctrica estándar que se utiliza en México y muchos países; los dispositivos se hacen en corrientes nominales de 15 a 60 Amperes y de 125 a 600 Voltios.

Contactos normales.

Se utilizaran contactos monofásicos dúplex de 15A-127V, NEMA 5-15R, 1 polo - 3 hilos, de tipo puesta tierra en murete de tabla roca con una altura de 0.40 metros sobre el nivel de piso terminado; estarán alimentados por la corriente eléctrica que suministre el transformador trifásico con voltaje secundario de 220/127 Voltios (C.A).

Contactos regulados.

Serán los receptáculos que contendrán un voltaje regulado para las áreas de computación y otros equipos eléctricos que necesiten de ello, con el fin de obtener una mejora de los equipos por las caídas de tensión por la longitud y la ubicación de ellos.

Contacto regulado monofásico dúplex de 15A-127V, NEMA 5-15R, de 1 polo - 4 hilos con conexión de tierra aislada en muretes de tablaroca con altura de 0.40 metros de sobre el nivel del piso terminado SEM a CAT 5262-1G y placa CAT 80703-W, de la marca LEVITON.

Contacto regulado monofásico dúplex de 15A-127V, NEMA 5-15R, de 1 polo - 4 hilos con conexión de tierra aislada, SEM a CAT 5262-1G y placa CAT 80703-W, de la marca LEVITON; en torreta en piso MODELO B2414 y placa con tapa SA3825 HUBBELL o Similar.

9. PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

Generalidades:

En relación al tipo de actividad que se desarrollará en las inmediaciones del inmueble se diseñó una luminaria con lámpara fluorescente de empotrar CURVALUME OCTRON T-8 de 2x32W, a continuación se describen las siguientes características de luminario:

- Arranque rápido.
- Color blanco frio.
- Lámpara FB032TB/TL80 U-BET 6”.
- Bulbo T8, base G13.
- Longitud de 572 mm.
- Eficacia de 2,850 lúmenes / 32W = 89.06 lúmenes/W.
- Vida útil de 20,000 horas.

- Diámetro del tubo es de 25mm.
- Refractor de acrílico A12.
- Balastro electrónico de 2x32W, 277 VCA.
- Marca Lithonia Lighting.
- Gabinete de 0.61x0.61 metros.

Nota: Datos característicos del luminario fueron obtenidos del catálogo general de luz 2011, de OSRAM.

- El Área total de las oficinas a iluminar es de 376.53 m².
- El Área total de las áreas abiertas incluyendo pasillos a iluminar es de 1123.22 m².
- El nivel de iluminación para oficinas recomendados es de 400 luxes.
- La densidad máxima de potencia eléctrica en alumbrado es de **14 W/m²** para áreas de alumbrado interior.
- La altura de las luminarias con relación al piso es de 2.70 metros.
- La altura de las luminarias con relación al área te trabajo es de 1.95 metros.
- La altura del área de trabajo es de 0.75 metros sobre el nivel de piso terminado.

Las reluctancias para áreas generales son:

- Reflexión de paredes = 50%
- Reflexión de techo = 80%
- Reflexión de piso = 20%

- Cavidad del techo = 0
- Cavidad del piso = 0.70
- Cavidad del cuarto = 2.0

9.1 OFICINA DE SALA DE JUNTAS PARA 40 PERSONAS.

Esta es una de las oficinas que integra el proyecto, en tanto se hace la representación del desarrollo de los cálculos y los resultados obtenidos para el alumbrado de dicho espacio y con ello guiar las demás áreas y/o espacios de trabajo.

9.1.1 Cálculo del número de luminarios por el método de cavidad zonal:

Se necesita calcular el número de luminarias de la oficina de juntas para 40 personas en tanto haremos uso de las formulas mostradas en el Capítulo 7:

$$\boldsymbol{N}\text{ú}\boldsymbol{m.de\ Lumi} = \frac{\text{Luxes requeridos x Área del local}}{\text{Lamps por luminario x Lúmenes por lamps x C. U x f. m}} \qquad (7.3.6)$$

Datos:

Luminarios de dos lámparas.
Lámparas de 2x32 Watts y 2850 lúmenes.
Luxes requeridos = 400 luxes.
El Coeficiente de Utilización (C.U) será de 0.80
El factor de mantenimiento (f.m) será de 0.75

$$\boldsymbol{Núm.\,de\ Lumi} = \frac{400 \text{ luxes x } 108.02 \text{ m}^2}{2\ (2850 \text{ lúmenes}) \text{x } 0.80 \text{ x } 0.75}$$

$$\boldsymbol{Núm.\,de\ Lumi} = \frac{43208}{3420}$$

$$\boldsymbol{Núm.\,de\ Lumi} = \mathbf{12.6\ piezas}$$

En relación al cálculo y el resultado obtenido con anterioridad, por conveniencia y forma del local se utilizará 12 luminarios en el local.

9.1.2 Cálculo del índice del local (k).

$$\boldsymbol{Relación\ de\ Local} = \frac{\text{A} * \text{B}}{H(A+B)} \qquad (7.3.1)$$

Donde:

A = Ancho
B = Largo
H = Altura de la fuente luminosa sobre el nivel de trabajo.

Datos:

El ancho del local es de 9.44 m.

El largo del local es de 11.67 m.

La altura de la fuente luminosa sobre el nivel de trabajo es de 1.95 m.

$$\boldsymbol{Relación\ de\ Local} = \frac{9.44 \text{ x } 11.67}{1.95(9.44 + 11.67)}$$

$$\boldsymbol{Relación\ de\ Local} = \frac{110.16}{41.16}$$

$$\boldsymbol{Relación\ de\ Local} = \mathbf{2.67}$$

9.1.3 Relación de cavidad de cuarto.

$$\boldsymbol{RCC} = 5h\frac{L + A}{L\ x\ A} \qquad (7.3.2)$$

Donde:

RCC = Relación de cavidad del cuarto

A = Ancho del cuarto (m).

L = Largo del cuarto (m).

h = Altura de la cavidad del cuarto (la distancia del plano de trabajo hasta los luminarios) (m).

Datos:

El ancho del cuarto es de 9.44 m.

El largo del cuarto es de 11.67 m.

La altura de la cavidad del cuarto (la distancia del plano de trabajo hasta los luminarios) es de 1.95 m.

$$\boldsymbol{RCC} = 5(1.95)\frac{11.67 + 9.44}{11.67\ x\ 9.44}$$

$$\boldsymbol{RCC} = (9.75)\frac{21.11}{110.16}$$

$$\boldsymbol{RCC} = \mathbf{1.868}$$

9.1.4 Distribución de las luminarias.

Número de filas de luminarias a lo ancho (a) del local:

$$\boldsymbol{Na} = \sqrt{\frac{N\ totales}{largo}\ x\ ancho} \qquad (7.3.7)$$

Donde **N** es el número de luminarias.

$$\boldsymbol{Na} = \sqrt{\frac{12}{11.67}\ x\ 9.44}$$

$$\boldsymbol{Na} = \mathbf{3.11}\ \boldsymbol{filas}$$

En relación del cálculo y el resultado obtenido con anterioridad, por conveniencia y forma del local se utilizará 3 filas de luminarias a lo ancho del local.

- Distancia entre luminarios $= 9.44/3$

Distancia entre luminarios $= \mathbf{3.14\ m}$

- Distancia de pared-luminaria $= e/2$

Distancia de pared-luminaria $= 3.14/2$

Distancia de pared-luminaria $= \mathbf{1.57\ m}$

Número de columnas de luminarias a lo largo (b) del local:

$$\boldsymbol{N}b = \boldsymbol{N}a\ x\ (\frac{largo}{ancho}) \qquad (7.3.8)$$

Donde **N** es el número de luminarias.

$$\boldsymbol{N}b = 3.11\ x\ (\frac{11.67}{9.44})$$

$$\boldsymbol{N}b = \mathbf{3.8\ columnas}$$

En relación del cálculo y el resultado obtenido con anterioridad, por conveniencia y forma del local se utilizará 4 columnas de luminarias a lo largo del local.

- Distancia entre luminarios $= 11.67/4$

Distancia entre luminarios $= \mathbf{2.91\ m}$

- Distancia de pared-luminaria $= e/2$

Distancia de pared-luminaria $= 2.91/2$

Distancia de pared-luminaria = $\mathbf{1.45\ m}$

9.1.5 Cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado es:

$$\boldsymbol{DPEA} = \frac{\text{carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}} \qquad (7.3.4)$$

En el ejercicio demostrado con anterioridad se utilizará por conveniencia y forma del local, 12 luminarios de 2x32 W con una carga total de alumbrado de 66 W, en consecuencia de la perdida de 1W por lámpara por medio del balastro electrónico que se utilizará.

Datos.

La carga total para el alumbrado es de 792 Watts.

El área total a iluminar es de 108.02 metros cuadrados (m²).

$$\boldsymbol{DPEA} = \frac{792\ \text{W}}{108.02\ \mathbf{m^2}}$$

$$\boldsymbol{DPEA} = \mathbf{7.33\ W/m^2}$$

En tanto se demuestra que estamos en el rango permitido de la Densidad máxima de Potencia Eléctrica de Alumbrado que es de **14 W/m²**, rango permitido y recomendado por la **NOM-007-ENER-2004.**

9.1.6 Cálculo de iluminación promedio.

$$\boldsymbol{Ilum\ prom} = \frac{\text{Núm. de luminarios x Lúmenes por luminarios x C. U x FPL}}{\text{ÁREA}} \qquad (7.3.5)$$

C.U = Coeficiente de Utilización

FPL = Factor de Pérdida de Luz

Datos.

Número de luminarios: 12

Lúmenes por luminarios: 5700

El Coeficiente de Utilización (C.U) es de 0.80

El Factor de Perdida de Luz (F.P.L) es de 0.70

El área a iluminar es de 108.02 metros cuadrados (m²).

$$\boldsymbol{Ilum\ prom} = \frac{12 \text{ x } 5700 \text{ x } 0.80 \text{ x } 0.70}{108.02}$$

$$\boldsymbol{Ilum\ prom} = \frac{38304}{108.02}$$

$$\boldsymbol{Ilum\ prom} = \mathbf{354.60\ Luxes}$$

10. CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

El tamaño de cada uno de los circuitos derivados se designó en cumplimiento a lo establecido en la **NOM-001-SEDE-2012** y la designación de las cargas instaladas se determinó tomando como referencia la información técnica de los fabricantes de equipos y productos eléctricos.

Cálculo de circuitos derivados.

El cálculo de los conductores y protecciones eléctricas de cada uno de los circuitos derivados se realizaron tomando en cuenta lo descrito en la **NOM-001-SEDE-2012** y que se describe a continuación.

Tamaño de conductor y capacidad de conducción de corriente.

Sección 210-19. Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga máxima que alimentan.

Sección 220-3 a).- el tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

Protección contra sobrecorriente.

Sección 210-20 los conductores de los circuitos derivados y equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal o ajuste que no exceda la especificada para los conductores.

Caída de tensión permisible.

En cumplimiento con la Sección 210-19 nota 4: *"los conductores de circuitos derivados, dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la salida más lejana que alimente cargas de calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos alimentadores y derivados hasta el receptáculo más lejano no supere 5% proporcionarán una razonable eficacia de funcionamiento".*

Las formulas usadas para la determinación de las caídas de tensión en % son los siguientes:

$$\boldsymbol{e}\% = \frac{4\ x\ L\ x\ I}{Vn\ x\ S}$$ **Para circuitos monofásicos** (10.1)

$$\boldsymbol{e}\% = \frac{4\ x\ L\ x\ I}{Vf\ x\ S}$$ **Para circuitos bifásicos** (10.2)

$$\boldsymbol{e}\% = \frac{2\ x\ L\ x\ I}{Vn\ x\ S}$$ **Para circuitos trifásicos** (10.3)

Donde:

L = Longitud del circuito en metros.

I = Corriente nominal en Amperes.

Vf = Voltaje entre fases.

Vn = Voltaje de fase a neutro.

S = Sección transversales del conductor en mm^2.

10.1 Cálculo de potencia total del circuito 1 del tablero "AN".

Salida de alumbrado interior: 1,914 Watts

Número de salidas: 1

Watts totales del circuito = 1914 x 1 = 1914 Watts.

Se carga a las fases "A y B", ya que los equipos que contiene el circuito son bifásicos y para convención del balanceo del mismo.

10.2 Cálculo de la corriente nominal del circuito 1 del tablero "AN".

$$\boldsymbol{In} = \frac{Wt}{Vf\ x\ f.p} \qquad (10.2.1)$$

Donde:

Wt = Carga total de alumbrado expresada en Watts.

Vf = Voltaje entre fases.

F.p = factor de potencia.

Datos:

Carga total del alumbrado es de 1914 Watts.

El voltaje entre fases es de 277 Voltios.

El factor de potencia es de 0.90

$$In = \frac{1914\ W}{277\ V\ x\ 0.9}$$

$$In = \frac{1914}{249.3}$$

$$In = 7.67\ \text{Amperes}$$

Cálculo de protección termomagnética.

En cumplimiento con las secciones 210-20 “Los conductores de los circuitos derivados y equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal o ajuste que no exceda la especificada para los conductores”. 210-22 c) “La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimenten a cargas continuas, tales como el alumbrado y cargas similares, no debe ser inferior a la carga no continua más 125% de la carga continua”.

Y en la Sección 210-23 a) y b), “la capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cordón y clavija no debe exceder 80% de la capacidad nominal del circuito derivado (circuitos de 15,20 y 30 Amperes)”.

Dato:

El circuito 1 tiene una **In** de 7.67 Amperes;

$$\boldsymbol{Ic = In \text{ x } 1.25}$$

$$\boldsymbol{Ic = 7.67 \text{ x } 1.25}$$

$$\boldsymbol{Ic = 8.92 \text{ Amperes}}$$

Por lo que seleccionamos un interruptor termomagnético tipo QO de 1 polo de 20 Amperes.

10.3 Cálculo de la caída de tensión del circuito 1 del tablero "AN".

La fórmula algebraica usada para la determinación de las caídas de tensión para circuitos monofásico en % es:

$$\boldsymbol{e}\% = \frac{4\ x\ L\ x\ I}{Vn\ x\ S} \qquad \textbf{Para circuitos monofásicos} \qquad (10.1)$$

Donde:

L = Longitud del circuito en metros.

I = Corriente nominal en amperes.

Vn = Voltaje nominal.

S = Sección transversales del conductor en mm².

Datos:

Longitud del circuito es de 65 metros.

La corriente nominal es de 7.6 Amperes.

El voltaje nominal es de 277 Voltios.

La sección transversal del conductor “12 AWG” es de 3.307 mm².

$$e\% = \frac{\mathbf{4\ x\ 65\ x\ 7.6}}{\mathbf{277\ x\ 3.307}}$$

$$e\% = \frac{\mathbf{1976}}{\mathbf{916.04}}$$

$$e\% = \mathbf{2.1}$$

Por lo tanto la caída de tensión del circuito 1 del tablero “**AN**” es menor al requerido por la norma **NOM-001-SEDE-2012.**

10.4 Protección general eléctrica para el tablero “AN”

La protección eléctrica principal se selecciona en función de la carga por servir.

Cálculo de la corriente nominal.

$$In = \frac{\mathrm{P}}{(\sqrt{3}\ \mathrm{x\ Vf\ x\ f.p})} \qquad (10.4.1)$$

Donde:

In = Corriente Nominal (Amperes)

P = Carga Instalada (Watts)

Vf = Voltaje entre fases

f.p = Factor de Potencia

$$In = \frac{11418\ \mathrm{W}}{(\sqrt{3}\ \mathrm{x}\ 480\mathrm{V}\ \mathrm{x}\ 0.90)}$$

$$In = \frac{11418}{748.24}$$

$$In = \mathbf{15.25\ Amperes}$$

10.5 Selección de la protección contra sobrecorriente del tablero “AN”

El tablero “**AN**”, tiene una **In** de 15.25 Amperes;

$$\boldsymbol{Ic = In \text{ x } 1.25}$$

$$\boldsymbol{Ic = 15.25 \text{ x } 1.25}$$

$$\boldsymbol{Ic = 19.07 \text{ Amperes}}$$

Por lo que seleccionamos un interruptor termomagnético tipo QO de 3 polos de 20 Amperes.

11. DISEÑO Y CÁLCULO DE CONTACTOS NORMALES.

11.1 Cálculo de potencia total del circuito 1 del tablero “CN”.

Salida de alumbrado interior: 720 Watts

Número de salidas: 1

Watts totales del circuito = 720 x 1 = 720 Watts.

Se carga a las fases “A”, ya que los equipos que contiene el circuito son monofásicos y para conveniencia del balanceo del mismo.

11.2 Cálculo de la corriente nominal del circuito 1 del tablero “CN”.

$$\boldsymbol{In} = \frac{\text{Wt}}{\text{Vn x f. p}} \qquad (10.2.1)$$

Donde:

Wt = Carga total de alumbrado expresada en Watts.
Vn = Voltaje nominal.
F.p = factor de potencia.

Datos:

Carga total del alumbrado es de 720 Watts.

El voltaje nominal es de 127 Voltios.

El factor de potencia es de 0.90

$$\boldsymbol{In = \frac{720\ W}{127\ V\ x\ 0.9}}$$

$$\boldsymbol{In = \frac{720}{114.3}}$$

$$\boldsymbol{In = 6.30\ \ Amperes}$$

11.3 Cálculo de la caída de tensión del circuito 1 del tablero "CN".

La fórmula algebraica usada para la determinación de las caídas de tensión para circuitos monofásico en % es:

$$\boldsymbol{e}\% = \frac{4\ x\ L\ x\ I}{Vn\ x\ S} \qquad \textbf{Para circuitos monofásicos} \qquad (10.1)$$

Donde:

L = Longitud del circuito en metros.

I = Corriente nominal en Amperes.

Vn = Voltaje nominal.

S = Sección transversales del conductor en mm².

Datos:

Longitud del circuito es de 58 m.

La corriente nominal es de 6.3 Amperes.

El voltaje entre fases es de 127 Voltios.

La sección transversal del conductor "10 AWG" es de 5.260 mm².

$$e\% = \frac{\mathbf{4\ x\ 58\ x\ 6.3}}{\mathbf{127\ x\ 5.260}}$$

$$e\% = \frac{\mathbf{1461.6}}{\mathbf{668.02}}$$

$$e\% = \mathbf{2.18}$$

Por lo tanto la caída de tensión del circuito 1 del tablero "**CN**" es menor al requerido por la norma **NOM-001-SEDE-2012.**

11.4 Protección general eléctrica para el tablero "CN"

La protección eléctrica principal se selecciona en función de la carga por servir.

Cálculo de la corriente nominal.

$$In = \frac{\mathrm{P}}{(\sqrt{3}\ \mathrm{x\ Vf\ x\ f.p}} \qquad (10.4.1)$$

Donde:

In = Corriente Nominal (Amperes)

P = Carga Instalada (Watts)

Vf = Voltaje entre fases

f.p = Factor de Potencia

$$In = \frac{25955\ \mathrm{W}}{(\sqrt{3}\ \mathrm{x}\ 220\ \mathrm{V}\ \mathrm{x}\ 0.90)}$$

$$In = \frac{25955}{342.94}$$

$$In = \mathbf{75.68\ Amperes}$$

11.5 Selección de la protección contra sobrecorriente del tablero “CN”.

El tablero “**CN**”, tiene una **In** de 75.68 Amperes;

$$\boldsymbol{Ic = In \text{ x } 1.25}$$

$$\boldsymbol{Ic = 75.68 \text{ x } 1.25}$$

$$\boldsymbol{Ic = 94.60 \text{ Amperes}}$$

Por lo que seleccionamos un interruptor termomagnético tipo H100SMX SQUARE-D de 3 polos de 100 Amperes.

12. DISEÑO Y CÁLCULO DE CONTACTOS REGULADOS.

Por lo consiguiente se realizó las mismas operaciones con el uso de las formulas del Capítulo 10, para el cálculo de caída de tensión, corriente nominal y de las protecciones para los contactos (receptáculos) regulados; a continuación se hace referencia únicamente de los cálculos de la protección general y la selección de la protección sobre contracorriente de los tableros **“R** y **R1”.**

12.1 Protección general eléctrica para el tablero “R”

La protección eléctrica principal se selecciona en función de la carga por servir.

Cálculo de la corriente nominal.

$$\boldsymbol{In} = \frac{\mathrm{P}}{(\sqrt{3}\ \mathrm{x\ Vf\ x\ f.p})} \qquad (10.4.1)$$

Donde:

In = Corriente Nominal (Amperes)

P = Carga Instalada (Watts) = 28800 W

Vf = Voltaje entre fases = 220 Voltios

f.p = Factor de Potencia = 0.90

$$In = \frac{28800\ \text{W}}{(\sqrt{3}\ \text{x}\ 220\ \text{V x}\ 0.90)}$$

$$In = \frac{28800}{342.94} = \mathbf{83.97\ Amperes}$$

12.2 Selección de la protección contra sobrecorriente del tablero "R".

El tablero "**R**", tiene una **In** de 75.68 Amperes;

$$Ic = \mathbf{In\ x\ 1.25}$$

$$Ic = \mathbf{83.97\ x\ 1.25} = \mathbf{104.97\ Amperes}$$

Por lo que seleccionamos un interruptor termomagnético tipo H125SMX SQUARE-D de 3 polos de 125 Amperes.

12.3 Protección general eléctrica para el tablero "R1"

La protección eléctrica principal se selecciona en función de la carga por servir.

Cálculo de la corriente nominal.

$$In = \frac{\text{P}}{(\sqrt{3}\ \text{x Vf x f.p}} \qquad (10.4.1)$$

Donde:

In = Corriente Nominal (Amperes)

P = Carga Instalada (Watts)

Vf = Voltaje entre fases

f.p = Factor de Potencia

$$In = \frac{34200\ \text{W}}{(\sqrt{3}\ \text{x}\ 220\ \text{V x}\ 0.90)}$$

$$In = \frac{34200}{342.94}$$

$$\mathbf{In} = \mathbf{99.72\ Amperes}$$

12.4 Selección de la protección contra sobrecorriente del tablero “R1”

El tablero “**R1**”, tiene una In de 75.68 Amperes;

$$Ic = \mathbf{In\ x\ 1.25}$$

$$Ic = \mathbf{99.72\ x\ 1.25}$$

$$Ic = \mathbf{124.65\ Amperes}$$

Por lo que seleccionamos un interruptor termomagnético tipo H125SMX SQUARE-D de 3 polos de 125 Amperes.

13. CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL POR CORRIENTE Y CAÍDA DE TENSIÓN.

En cumplimiento al Artículo 215-1 a) de la **NOM-001-SEDE-2012.**- “los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para suministrar energía a las cargas conectadas”.

Y a la Artículo 220-10 b).- “El tamaño nominal mínimo de los conductores del alimentador, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no continua más el 125% de la carga continua”.

A continuación, se describe el cálculo paso a paso para la selección del alimentador eléctrico principal desarrollando el cálculo por corriente.

13.1 Cálculo del conductor por corriente.

Para obtener el valor de la corriente calculada para la selección del conductor, es necesario aplicar los factores decrementales siguientes a la formula descrita:

$$\boldsymbol{Ic} = \frac{\text{In}}{\text{F. T x F. A}} \qquad (10.3.1)$$

Donde:

Ic = Corriente calculada

In = Corriente nominal, **15.25** Amperes.

FA = Factor decremental por agrupamiento.

FT = Factor decremental por temperatura.

Considerando Artículo 110-14c **NOM-001-SEDE-2012** que para circuitos menores a 100 amperes la temperatura de operación del conductor es de 75 °c (tabla 310-16 de 36 a 40°c temperatura ambiente promedio del municipio de Tuxtla Gutiérrez): **0.88**

F.A = Factor de agrupamiento.

De acuerdo a la tabla 310-15 (g) mostrada en la **NOM-001-SEDE-2012** el factor de agrupamiento decremental de 4 a 6 conductores activos en una canalización es: **0.8**

Donde:

Ic = Corriente calculada, **19.06 Amperes.**

In = Corriente nominal, **15.25 Amperes.**

FT = Factor decremental por temperatura, **0.88.**

FA = Factor decremental por agrupamiento, **0.8.**

$$Ic = \frac{15.25}{0.88 \text{ x } 0.8}$$

$$Ic = \mathbf{21.66\ Amperes}$$

13.2 Cálculo de la Sección transversal del conductor por caída de tensión.

De acuerdo con la fórmula a continuación descrita para sistemas trifásicos a 4 hilos el cálculo de la Sección transversal de un conductor por el método de la caída de tensión, es el siguiente:

$$S = \frac{2\text{xLxI}}{\text{Vn x e\%}} \qquad (13.2.1)$$

Datos:

S = Sección transversal del conductor en mm2

L = Longitud del alimentador, **120 m**.

In = Corriente nominal, **15.25 Amperes.**

Vn = Voltaje entre fase y neutro, **277 Voltios.**

e% = Caída de tensión permisible, **0.99**

$$S = \frac{\mathbf{2x120mx15.25\ A}}{\mathbf{277\ V\ x\ 0.99\%}}$$

$$S = \frac{\mathbf{3660}}{\mathbf{274.23}}$$

$$S = \mathbf{13.34\ mm^2}$$

Como puede observarse en el cálculo la sección transversal del conductor por caída de tensión es mínima, por ellos se propone sea colocado conductores alimentadores **calibre 6 AWG**, considerando el cálculo por corriente el cual nos da el valor más exacto.

El conductor calibre **6 AWG** tiene una sección transversal de 13.30 mm² según tabla 310-16 **NOM-001-SEDE-2012.**

- ✓ por lo tanto el alimentador deberá ser:

1 conductor cal. 6 AWG por fase, 1 conductor cal. 6 AWG del hilo neutro, 1 conductor cal. 8 AWG de puesta a tierra.

14. CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR TIPO SECO.

La carga total instalada es de 88,955 Watts. Considerando un factor de potencia de 0.90% y considerando el tipo de instalación y procesos, se aplica un factor de demanda del 80%, obteniéndose la carga máxima demanda de 71,164 Watts.

14.1 Cálculo de la capacidad del transformador.

$$\boldsymbol{KVA}t = \frac{C.I\ x\ F.D\ x\ F.C}{F.P} \qquad (14.1.1)$$

Datos:

C.I = Carga instalada; **88,955 Watts.**

F.D = Factor de demanda; **0.8%.**

F.C = Factor de crecimiento; **1.25 %.**

F.P = Factor de potencia; **0.9 %**

$$\boldsymbol{KVA}t = \frac{88{,}955\ W\ x\ 0.8\ x\ 1.25}{0.9}$$

$$\boldsymbol{KVA}t = \mathbf{98{,}838.88}$$

Seleccionamos un transformador de 112.5 KVA Trifásico con voltaje de 480/220-127 Voltios, 60 Hz, conexión delta-estrella a tierra y 2.8% de impedancia.

14.2 Protección general eléctrica del transformador en el primario.

La protección eléctrica principal se selecciona en función de la carga por servir en el secundario.

Cálculo de la corriente nominal.

$$In = \frac{\text{KVA}}{(\sqrt{3}\ \text{x Vf})} \qquad (14.2.1)$$

Donde:

In = Corriente Nominal (Amperes)

KVA = Capacidad del transformador.

Vf = Voltaje entre fases.

$$In = \frac{112.5\ \text{KVA}}{(\sqrt{3}\ \text{x } 13.2\text{KV})}$$

$$In = \frac{112.5\ \text{KVA}}{22.8624\ \text{KV}} = \mathbf{4.97\ Amperes}$$

Considerando un factor de 25% de la corriente nominal como protección para sobrecorriente se tiene:

$$\mathbf{In} = 4.97\ \text{x}\ 1.25\% = \mathbf{6.15\ Amperes}$$

Por lo tanto seleccionamos fusible de 3P-100 Amperes nominales

Listón fusible de 10 Amperes

Capacidad interruptora de 10 KA a 13.2 KV

Conductores:

3 -2/0 AWG y 1-4 AWG desnudo

14.3 Protección general eléctrica del transformador en el secundario.

Cálculo de la corriente nominal.

$$In = \frac{\text{KVA}}{(\sqrt{3}\ \text{x Vf})} \qquad (14.2.1)$$

Donde:

In = Corriente Nominal (amperes)

KVA = Capacidad del transformador.

Vf = Voltaje entre fases.

$$\boldsymbol{In} = \frac{112.5 \text{ KVA}}{(\sqrt{3} \text{ x } 0.22 \text{ KV})}$$

$$\boldsymbol{In} = \frac{112.5 \text{ KVA}}{0.38104 \text{ KV}} = \mathbf{295.24 \text{ Amperes}}$$

Por lo que seleccionamos un interruptor termomagnético tipo LA36300 SQUARE-D de 3 polos de 300 Amperes. **Conductores:** 4 -1/0 AWG; 1-4 AWG desnudo.

15. CÁLCULO DEL REGULADOR DE VOLTAJE.

Regulador electrónico de voltaje grado computadora 3f-4 hilos, conexión estrella-estrella, voltaje 120/208±15% a la entrada, 120/208±3% a la salida, accesorios adicionales a los normales: filtro de supresión de picos, filtro de ruido eléctrico, desconexión automática por voltaje fuera de rango, selector de reconexión automática.

La carga total instalada es de 63,000 Watts, se considera un factor de potencia de 0.90% y considerando el tipo de instalación y procesos, se aplica un factor de demanda del 80%, obteniéndose la carga máxima demanda de 50,400 Watts.

Cálculo de la capacidad del regulador de voltaje.

$$\boldsymbol{KVAt} = \frac{C.I \; x \; F.D \; x \; F.C}{F.P} \qquad (14.1.1)$$

Datos:

C.I = Carga instalada; **63,000 Watts.**

F.D = Factor de demanda; **0.8%.**

F.C = Factor de crecimiento; **1.25 %.**

F.P = Factor de potencia; **0.9 %.**

$$\boldsymbol{KVAt} = \frac{63{,}000\ W\ x\ 0.8\ x\ 1.25}{0.9}$$

$$\boldsymbol{KVAt} = \mathbf{70{,}000}$$

El cual requerimos de un regulador de 75 KVA Trifásico con voltaje de 480 Voltios en el primario. Y tensión de 220/127 Voltios en el secundario.

16. RESULTADOS, TABLAS DE RESUMEN, PLANOS Y/O PROTOTIPOS.

A continuación se presenta una tabla de valores, el cual resume el cálculo de las oficinas y zonas de alumbrado:

Tabla 9.1 Resumen de los cálculos de luminarias.

Nombre de oficinas y/o zonas.	Áreas (m^2)	Núm. de luminarios (piezas)	DPEA (w/ m^2)	Watts totales	Voltaje de alimentación
Sala de Juntas	108.02	12*	7.33	792	277
Dirección de Desarrollo Administrativo	13.04	1	5.06	66	277
Dirección de Normatividad e Infraestructura Tecnológica	14.20	1*	5.06	66	277
Subsecretaría de Desarrollo Administrativo y Tecnológico	25.19	3	7.86	198	277
Unidad de Apoyo Administrativo	23.35	3	8.48	198	277
Área de Recursos Materiales	15.12	1*	8.73	132	277
Almacén	5.73	1	11.52	66	277
Dirección de Prevención y Registro Patrimonial	11.81	1	5.59	66	277
Dirección de Enlace de Auditoria	10.83	1	6.09	66	277
Dirección Jurídica	11.02	1	5.99	66	277
Subsecretaría Jurídica y de Previsión	32.05	4	8.24	264	277
Área de Recursos Financieros y Contabilidad	13.18	1	5.00	66	277
Recursos Financieros	41.89	5	7.87	330	277
Oficialía de Partes	6.68	1	9.88	66	277
Sala de Juntas	26.75	3	7.40	198	277
Dirección de Responsabilidades	18.12	2	7.28	132	277
Zona-01	26.28	3	7.53	198	277

Zona-02	426.08	50	7.74	3300	277
Zona-03	110.68	13	7.75	858	277
Zona-04	128.40	15	7.71	990	277
Zona-05	252.12	29	7.59	1914	277
Pasillo	134.90	15	7.3	990	277
Totales:	**1455.4**	**166**		**11088**	
***Por conveniencia y forma del local se redujo el número de luminarios.					

En la siguiente tabla se resume los resultados de los cálculos obtenidos de los circuitos derivados con relación a las formulas aplicadas anteriormente:

Tabla 10.0 Tablero de control "AN", de alumbrado normal.

Localización y/o funcionalidad	Núm. de circuitos	Watts	Voltaje	In	Long (m)	e%	Protección termomagnética
Alumbrado (1)	1	1914	277	7.6	65	2.1	1 x 15
Alumbrado (3)	2	1914	277	7.6	45	1.5	1 x 15
Alumbrado (5)	3	1914	277	7.6	51	1.7	1 x 15
Alumbrado (7)	4	1914	277	7.6	52	1.7	1 x 15
Alumbrado (9)	5	1914	277	7.6	50	1.6	1 x 15
Alumbrado (11)	6	1848	277	7.4	58	1.9	1 x 15
Totales:	**6**	**11,418**		**45.4**			

Tabla 10.1 Tablero de control "AE", de alumbrado para evacuación.

Localización y/o funcionalidad	Núm. de circuitos	Watts	Voltaje	In	Long (m)	e%	Protección termomagnética
Alumbrado (1)	1	660	277	2.6	61	0.7	1 x 15
Alumbrado (3)	2	330	277	1.3	51	0.3	1 x 15
Alumbrado (5)	3	660	277	2.6	46	0.5	1 x 15
Alumbrado (7)	4	396	277	1.6	49	0.3	1 x 15
Alumbrado (9)	5	660	277	2.6	55	0.6	1 x 15
Alumbrado (11)	6	396	277	1.6	54	0.4	1 x 15
Totales:	**6**	**3,102**		**12.3**			

Se resume en la siguiente tabla los resultados obtenidos de los circuitos derivados del tablero “CN” con relación a las formulas aplicadas en el Capítulo 11.

Tabla 11.0 Tablero de control “CN”, de contactos normales.

Localización y/o funcionalidad	Núm. de circuitos	Watts	Voltaje	In	Long (m)	e%	Protección termomagnética
Contactos normales	1	720	127	6.3	58	2.2	1 X 20
Contactos normales	2	720	127	6.3	51	1.9	1 X 20
Contactos normales	3	720	127	6.3	46	1.8	1 X 20
Contactos normales	4	720	127	6.3	50	1.9	1 X 20
Contactos normales	5	720	127	6.3	56	2.1	1 X 20
Contactos normales	6	720	127	6.3	54	2.0	1 X 20
Contactos normales	7	720	127	6.3	40	1.5	1 X 20
Contactos normales	8	720	127	6.3	33	1.2	1 X 20
Contactos normales	9	720	127	6.3	29	1.1	1 X 20
Contactos normales	10	720	127	6.3	23	0.9	1 X 20
Contactos normales	11	720	127	6.3	30	1.1	1 X 20
Contactos normales	12	720	127	6.3	32	1.2	1 X 20
Contactos normales	13	720	127	6.3	36	1.4	1 X 20
Contactos normales	14	720	127	6.3	38	1.4	1 X 20
Contactos normales	15	720	127	6.3	41	1.5	1 X 20
Contactos normales	16	720	127	6.3	50	1.9	1 X 20
Contactos normales	17	720	127	6.3	52	2.0	1 X 20
Contactos normales	18	720	127	6.3	45	1.7	1 X 20
Contactos normales	19	720	127	6.3	41	1.5	1 X 20
Contactos normales	20	720	127	6.3	47	1.8	1 X 20
Contactos normales	21	720	127	6.3	50	1.8	1 X 20
Contactos normales	22	720	127	6.3	36	1.4	1 X 20
Contactos normales	23	720	127	6.3	41	1.5	1 X 20
Contactos normales	24	720	127	6.3	37	1.4	1 X 20
Contactos normales	25	720	127	6.3	38	1.4	1 X 20
Contactos normales	26	720	127	6.3	37	1.4	1 X 20
Contactos normales	27	720	127	6.3	34	1.3	1 X 20
Contactos normales	28	720	127	6.3	43	1.6	1 X 20
Contactos normales	29	720	127	6.3	44	1.7	1 X 20
Contactos normales	30	720	127	6.3	35	1.3	1 X 20

Contactos normales	31	720	127	6.3	30	1.1	1 X 20
Contactos normales	32	720	127	6.3	7	0.3	1 X 20
Contactos normales	33	720	127	6.3	17	0.6	1 X 20
Contactos normales	34	720	127	6.3	23	0.9	1 X 20
Contactos normales	35	720	127	6.3	16	0.6	1 X 20
Contactos normales	36	720	127	6.3	32	1.2	1 X 20
Contactos normales	37	35	127	0.3	4	0.2	1 X 20
Totales:	**37**	**25,955**		**227.1**			

Prosiguiendo con el uso de las formulas del Capítulo 11. Se obtuvo los siguientes resultados por lo que de manera simple y significativa se representa mediante las tablas 12.0 y 12.1:

Tabla 12.0 Tablero de control "R", de contactos regulados.

Localización y/o funcionalidad	Núm. de circuitos	Watts	Voltaje	In	Long (m)	e%	Protección termomagnética
Contactos regulados	1	720	127	6.3	40	1.5	1 X 20
Contactos regulados	2	720	127	6.3	49	1.8	1 X 20
Contactos regulado	3	720	127	6.3	44	1.6	1 X 20
Contactos regulados	4	720	127	6.3	49	1.8	1 X 20
Contactos regulados	5	720	127	6.3	48	1.8	1 X 20
Contactos regulados	6	720	127	6.3	52	1.9	1 X 20
Contactos regulados	7	720	127	6.3	57	2.1	1 X 20
Contactos regulados	8	540	127	4.7	55	2.0	1 X 20
Contactos regulados	9	540	127	4.7	36	1.3	1 X 20
Contactos regulados	10	540	127	4.7	36	1.3	1 X 20
Contactos regulados	11	720	127	6.3	48	1.8	1 X 20
Contactos regulados	12	720	127	6.3	48	1.8	1 X 20
Contactos regulados	13	720	127	6.3	53	1.9	1 X 20
Contactos regulados	14	720	127	6.3	28	1.0	1 X 20
Contactos regulados	15	720	127	6.3	26	0.9	1 X 20
Contactos regulados	16	720	127	6.3	25	0.9	1 X 20
Contactos regulados	17	720	127	6.3	24	0.8	1 X 20
Contactos regulados	18	720	127	6.3	26	0.9	1 X 20
Contactos regulados	19	720	127	6.3	29	1.0	1 X 20
Contactos regulados	20	720	127	6.3	32	1.2	1 X 20
Contactos regulados	21	720	127	6.3	37	1.3	1 X 20
Contactos regulados	22	720	127	6.3	34	1.2	1 X 20
Contactos regulados	23	720	127	6.3	30	1.0	1 X 20
Contactos regulados	24	720	127	6.3	32	1.2	1 X 20
Contactos regulados	25	720	127	6.3	35	1.2	1 X 20
Contactos regulados	26	720	127	6.3	38	1.3	1 X 20
Contactos regulados	27	720	127	6.3	41	1.5	1 X 20
Contactos regulados	28	900	127	7.8	33	1.5	1 X 20
Contactos regulados	29	900	127	7.8	37	1.3	1 X 20
Contactos regulados	30	720	127	6.3	39	1.5	1 X 20

Contactos regulados	31	900	127	7.8	43	1.9	1 X 20
Contactos regulados	32	540	127	4.7	46	1.7	1 X 20
Contactos regulados	33	540	127	4.7	46	1.7	1 X 20
Contactos regulados	34	540	127	4.7	45	1.7	1 X 20
Contactos regulados	35	720	127	6.3	35	1.3	1 X 20
Contactos regulados	36	720	127	6.3	48	1.8	1 X 20
Contactos regulados	37	540	127	4.7	48	1.8	1 X 20
Contactos regulados	38	720	127	6.3	49	1.6	1 X 20
Contactos regulados	39	720	127	6.3	51	1.9	1 X 20
Contactos regulados	40	720	127	6.3	51	1.9	1 X 20
Contactos regulados	41	720	127	0.3	44	1.6	1 X 20
Totales:	**41**	**28,800**		**251.9**			

Tabla 12.1 Tablero de control “R1”, de contacto regulado.

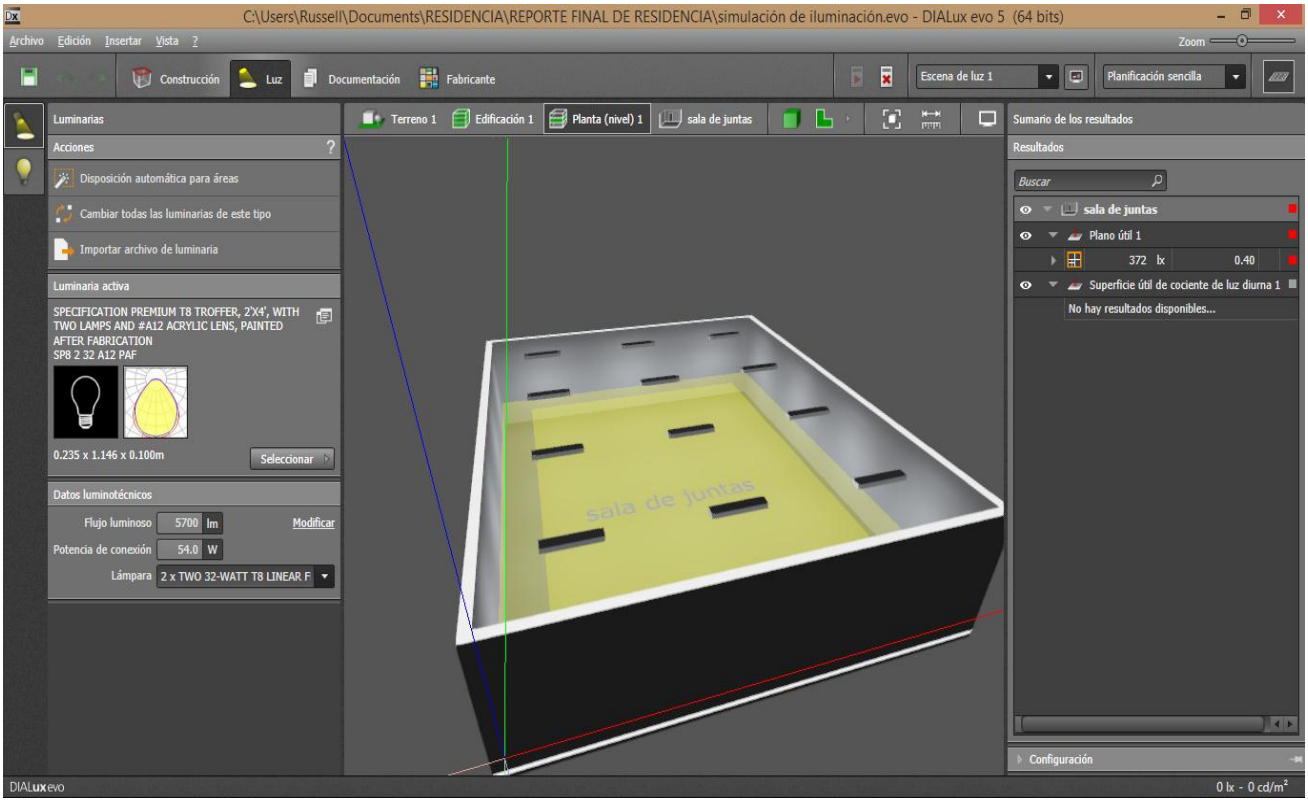
Localización y/o funcionalidad	Núm. de circuitos	Watts	Voltaje	In	Long (m)	e%	Protección termo-magnética
Contactos regulados	1	720	127	6.3	40	1.5	1 X 20
Contactos regulados	2	540	127	4.7	49	1.8	1 X 20
Contactos regulado	3	540	127	4.7	44	1.6	1 X 20
Contactos regulados	4	540	127	4.7	49	1.8	1 X 20
Contactos regulados	5	720	127	6.3	17	0.6	1 X 20
Contactos regulados	6	720	127	6.3	21	0.7	1 X 20
Contactos regulados	7	720	127	6.3	24	0.9	1 X 20
Contactos regulados	8	900	127	7.8	29	1.0	1 X 20
Contactos regulados	9	540	127	4.7	22	0.8	1 X 20
Contactos regulados	10	720	127	4.7	21	0.7	1 X 20
Contactos regulados	11	720	127	6.3	23	0.8	1 X 20
Contactos regulados	12	720	127	6.3	20	0.7	1 X 20
Contactos regulados	13	540	127	4.7	16	0.6	1 X 20
Contactos regulados	14	720	127	6.3	20	0.7	1 X 20
Contactos regulados	15	720	127	6.3	26	1.0	1 X 20
Contactos regulados	16	540	127	4.7	32	1.3	1 X 20
Contactos regulados	17	540	127	4.7	30	1.1	1 X 20
Contactos regulados	18	720	127	6.3	35	1.3	1 X 20
Contactos regulados	19	720	127	6.3	27	1.0	1 X 20
Contactos regulados	20	540	127	4.7	30	1.1	1 X 20
Contactos regulados	21	720	127	6.3	27	1.0	1 X 20
Contactos regulados	22	540	127	4.7	30	1.1	1 X 20
Contactos regulados	23	540	127	4.7	39	1.4	1 X 20
Contactos regulados	24	720	127	6.3	39	1.4	1 X 20
Contactos regulados	25	2700	127	23.6	2	0.08	1 X 30
Contactos regulados	26	2700	127	23.6	3	0.11	1 X 30
Contactos regulados	27	2700	127	23.6	3	0.11	1 X 30
Contactos regulados	28	2700	127	23.6	4	0.15	1 X 30
Contactos regulados	29	2700	127	23.6	4	0.15	1 X 30
Contactos regulados	30	2700	127	23.6	4	0.15	1 X 30
Contactos regulados	31	540	127	4.7	1	0.04	1 X 20
Contactos regulados	33	720	127	6.3	27	1.0	1 X 20
Contactos regulados	35	540	127	4.7	22	0.8	1 X 20

Contactos regulados	36	180	127	1.5	10	0.38	1 X 20
Totales:	**41**	**34,200**		**299.2**			

Tabla 13.0 Datos de cada alimentador del inmueble.

Nombre del alimentador	Longitud (m)	Tubería (mm^2)	Conductor		Corriente (In)	e%	Corriente (Ic)
			Núm.	Calibre			
Tablero “AN”	120	1T-35	4	6 AWG	15.25	0.9	19.08
Tablero “AE”	120	1T-35	4	6 AWG	4.14	0.9	5.18
Tablero “CN”	5	1T-53	4	1/0 AWG	75.69	0.1	94.61
Tablero “R”	5	1T-53	4	1/0 AWG	83.99	0.1	104.98
Tablero “R1”	5	1T-53	4	1/0 AWG	99.72	0.1	124.65

Fig.13.1 Simulación del cálculo de luminaria con el software DIALUX EVO:



En conclusión, con el programa se obtuvo 372 luxes, mientras que al realizar el cálculo manual por medio de fórmulas se obtuvo 354.60 luxes y la **NOM-001-SEDE-2012** nos recomienda 400 luxes para áreas de oficinas**.**

CONCLUSIÓN.

Muchos de los problemas visuales que tienen las personas en la actualidad están relacionados en un alto porcentaje con la iluminación. La falta de iluminación crea fatiga por esfuerzo en los ojos y mucha iluminación crea deslumbramiento. Por eso es importante hacer diseños de luminotecnia tal como la **NOM-007-ENER-2004,** logrando así lugares cómodos y saludables visualmente para las personas.

Lo que se busca al tener una información gráfica (planos, cálculos, fotos, etc.) es tener una constancia de que las cosas están bien hechas, siguiendo la

normatividad requerida. Además de esto, la información permite en el momento que ocurra una falla, dar a ésta una solución rápida.

El uso de los contactos normales y regulados son de suma importancia para toda edificación constructiva; todo los contactos a utilizar estarán apegados a la NEMA 5 - 15R, que es la toma de corriente eléctrica estándar que se utiliza en México y muchos países ya que todos los dispositivos cuenta con un rango de corrientes nominales de 15 a 60 Amperes y de 125 a 600 Voltios.

En tanto los contactos regulados serán los que contendrán un voltaje regulado para las áreas de computación y otros equipos eléctricos que necesiten de ello, con el fin de obtener una mejora de los equipos por las caídas de tensión por la longitud y la ubicación de ellos.

Aunado a todo esto y bajo mi experiencia laboral es de vital importancia seguir las recomendaciones y reglas de operación que nos rige la **NOM-001-SEDE-2012** así como muchas otras normas las cuales hacemos uso como profesionistas del área de la ingeniería eléctrica; hoy en día los accidentes de incendio en inmuebles son a causa de corto circuitos, calentamiento de los conductores, de los interruptores o bien por falta de mantenimientos preventivo. He ahí la importancia de saber los términos normativos vigentes de seguridad al construir las instalaciones eléctricas para garantizar el suministro de energía eléctrica a los usuarios, con calidad, seguridad y eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Catálogo de Lithonia 2012 Segunda Edición

Catálogo de Osram 2011.

Catálogo SQUARE-D compendiado No. 32---- Productos de Distribución y Control 2012.

Harper, G. E. (2000). El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión. Editorial Limusa.

Jiménez Blanca, Vicente, Aguilar Rico, Mariano. Iluminación y color. Ed. UPV, Valencia, 1995.

NOM-001-SEDE-2012

NOM-007-ENER-2004

Saenz, F., Marco, A. (1999). Memoria Técnico Económica de un Proyecto Eléctrico de un Edificio Oficial (Escuela). Tesis

Westinghouse, (1995). Manual de Alumbrado. Ed. Dossat, S.A.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS PROYECTOS CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES.
http://www.inifed.gob.mx

Cálculos de iluminación de interiores.
http://www.lumika.com.mx