



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

INSTALACION ELECTRICA DE NAVE INDUSTRIAL

TESIS

**QUE PARA OBTENER TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICO**

PRESENTA:

ADRIAN LEON RUELAS

ASESOR: M.A. DIANA FABIOLA ARCE ZARAGOZA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLÁN
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

DEPARTAMENTO DE
 EXÁMENES PROFESIONALES
ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

"Instalación Eléctrica de Nave Industrial"

Que presenta el pasante: **Adrián León Ruelas**
 Con número de cuenta: **30385095-1** para obtener el Título de: **Ingeniero Mecánico Electricista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
 Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Octubre de 2012.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Casildo Rodríguez Arciniega	
VOCAL	Dra. Celina Elena Urrutia Vargas	
SECRETARIO	M.A. Diana Fabiola Arce Zaragoza	
1er SUPLENTE	Ing. Gabriela López Sánchez	
2do SUPLENTE	Ing. Jorge Ramírez Rodríguez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).
 HHA/pm

Dedicatoria:

Dedico este alcance estudiantil a mis padres que siempre me han apoyado y con su ejemplo me han brindado un camino el cual seguir, a mi querida FESC que me ha enseñado más allá del conocimiento y me dio una de las lecciones más valiosas de mi vida, que con esfuerzo y dedicación puedes alcanzar cualquier objetivo que uno se proponga. A mis amigos que con los cuales nos hemos apoyado en este camino, a mis profesores que me han brindado su conocimiento y su paciencia durante este largo viaje, que es la carrera Universitaria.

A todos MIL GRACIAS!!!

Índice

1.-Introducción	4
1.1.-La industria en México	6
1.2.- México en el contexto internacional.....	12
1.3.- Necesidades en México.....	15
1.4.- Planteamiento del Problema.....	16
1.5.- Justificación	16
1.6.- Objetivo General	16
1.7 División de espacios.....	17
1.8.- Necesidades por Área.....	18
2.-Iluminación	19
2.1.-Beneficios de una buena iluminación	19
2.2.-Lux y lumen	20
2.3.-DiaLux.....	22
2.4.-Circuitos Iluminación.....	23
2.5.-Oficinas (1-5)	23
2.6.-Entrada	28
2.7.-Pasillo-Sala de Empleados.....	32
2.8.-Baños	36
2.9.-Área de Trabajo	38
2.10.-Bodega.....	41
2.11.-Centro de Carga de Iluminación.....	43
3.- Elementos Eléctricos	44

3.1.-Lámparas	45
3.2.-Tomas	59
3.3.-Alimentación	60
3.4.-Cajas	63
3.5.-Enchufes	64
3.6.-Conductores eléctricos.....	65
4.-Elementos de protección	66
4.1.-Fusibles	67
4.2.-Interruptores automáticos Termomagneticos.....	76
4.3.-Protección contra sobrecargas.....	77
4.4.- Conexión a tierra su importancia y teoría.....	78
4.5.-Puesta a tierra de las masas.....	78
4.6.-Interruptores o Relevadores diferenciales.....	79
4.7.-Interruptores diferenciales industriales.....	80
5.-Tipos de Canalizaciones.....	81
5.1.-Tubos conduit metálicos	81
5.2.-De pared gruesa (tipo rígido)	82
5.3.-Tubo conduit metálico Intermedio o semipesado	82
5.4.-Tubo ligero de pared delgada (rígido delgado).....	83
5.5.-Conduit Metálico Flexible.....	87
5.6.-Tubo Conduit no Metálico.....	89
5.7.- Tubo Conduit de polietileno.....	90
5.8.-Ductos metálicos con tapa	91
5.9.-Charolas para cables	93

5.10.-Charolas de paso	93
5.11.-Charolas tipo Escalera	94
5.12.-Charolas tipo Canal.....	95
5.13.-Canalizaciones usadas para la nave	95
6.-Contactos de uso general.....	96
6.1.-Centro de Carga de Contactos de uso general.....	98
6.2.-Diferencia entre watts y volts-amperes (VA)	99
6.3.-Factor de Potencia.....	100
7.-Motores	101
7.1.-Centro de Control de Motores (1).-	101
7.2.-Centro de Control de Motores (2).-	107
7.3.- Centro de Control de Motores (3).-.....	114
7.4.- Centro de Control de Motores (4).-.....	119
7.5.- Máquinas Eléctricas.....	124
7.6.-Transformador	125
8.-Conclusiones.....	126
9.- (Diagramas Unifilares)	127
9.-Anexo (Tablas)	130
Bibliografía.....	140

1.-Introducción

Desde que el hombre vio las tormentas, se empeñó en dominar aquellas luces que surcaban en el cielo.

Es por ello que con el paso del tiempo, grandes personajes como Issac Newton, Thomas Alba Edison, Nicholas Tesla, Benjamin Franklin, etc., dedicaron en gran parte de su vida a la investigación del gran fenómeno de la electricidad.

Sus grandes descubrimientos y progresos llevaron a que hoy en día se realicen grandes instalaciones que se puedan controlar y adapten a las necesidades actuales del hombre.

Tomemos en cuenta que las instalaciones eléctricas son redes de distribución montadas en edificios o estructuras que tiene un objetivo en particular, el servicio de energía eléctrica.

Esta tiene que ser confiable, segura, continua y económica. La instalación se debe adecuar para que entregue energía en los puntos donde los equipos estén dispuestos. La planeación de la disposición de los equipos eléctricos es crucial, a la hora de montar una instalación, ya que esta puede afectar en el costo.

En la República Mexicana la empresa que brinda el servicio eléctrico es la Comisión Federal de Electricidad, la cual en este proyecto brindara un servicio trifásico subterráneo para una nave industrial con dimensiones de 50m x 50m, en la cual se tendrá que montar en 3 etapas cada una independiente de la otra, que serán:

- Iluminación

El objetivo es que cada tarea que se realice tenga la iluminación adecuada. La iluminación se hará a 220 V

- Contactos de uso general

Su objetivo es tener una fuente eléctrica para usos múltiples, en este caso a 127V.

- Fuerza

EL objetivo es que cada elemento de fuerza tenga, disponibilidad a servicios, reparación o adecuación, y también tener una protección adecuada.

En el Capítulo 2 hablaremos de la iluminación, donde se verá la importancia de tener una buena iluminación en las áreas de trabajo, el modo en el que se realizaron los cálculos, con ayuda de un programa de computadora.

En el Capítulo 3 mostrare a grandes rasgos de los elementos más comunes con los cuales se compone una instalación eléctrica.

En el Capítulo 4 veremos los diferentes tipos de protecciones, para el equipo y para seguridad personal.

En el Capítulo 5 analizaremos las canalizaciones, típicas usadas en una instalación eléctrica, ya que estas tienen diferentes configuraciones y son diferentes tipos, y la norma actual la NOM-001-SEDE-2005, prohíbe el uso de algunas canalizaciones en sitios específicos.

En el Capítulo 6 está dedicado al cálculo de los contactos de uso general instalados en la empresa, una breve explicación de los tipos de potencias, y la importancia del factor de potencia en una empresa

En el Capítulo 7 está dedicado totalmente a los Centros de Control de Motores (CCM a partir de aquí) a los cálculos de posición, a las protecciones, y algunos métodos de arranque, una breve información de las maquinas eléctricas, y al cálculo final del transformador.

1.1.-La industria en México

Las actividades comerciales importantes durante la colonia en México, en especial las que se realizaban con el exterior, estaban controladas por los negociantes españoles y eran vigiladas por los funcionarios de la monarquía. La Colonia vendía principalmente plata, azúcar, cacao, pieles de ganado y maderas finas. En cambio compraba vinos, herramientas, telas finas y aceite de oliva.

La principal vía comercial era el camino que iba de Veracruz a México y de ahí a Acapulco.

El crecimiento del comercio era obstaculizado por un gran número de impuestos que cobraba el gobierno colonial y porque todos los negocios con el exterior tenían que hacerse con la intervención de España. Además, la monarquía se reservaba el derecho de vender ciertos artículos, como el mercurio que era indispensable para la extracción de la plata.

La industria que realmente se desarrolló en la Nueva España fue la textil. Se fabricaban telas de lana y de algodón en talleres llamados obrajes. Los talleres fueron establecidos en las ciudades de la región central. Para trabajar se empleaba a trabajadores cautivos, presos por algún delito o endeudados con sus patrones; de esa manera era difícil que escaparan.

La Revolución Industrial

Este periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, en el que el Reino Unido en primer lugar, y el resto de la Europa continental después, sufren el mayor conjunto de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales de la Historia de la humanidad.

La economía basada en el trabajo manual fue reemplazada por otra dominada por la industria y la manufactura. Antes de la Revolución Industrial las industrias estaban dispersadas en pequeñas aldeas y talleres. Había pocas fábricas y la producción era limitada. La mayoría de los capitales se encontraban en industrias de consumo, como las textiles. Esta revolución comienza el desarrollo del proceso del hierro. La expansión del comercio fue favorecido por la mejora de las rutas de transportes y posteriormente el nacimiento del ferrocarril y la máquina de vapor.

La producción y desarrollo de nuevos modelos de maquinaria facilitó la manufactura en las industrias, incrementó producciones, sustituyó la mano de obra y optimizó el tiempo.

La industria en el Porfiriato

Las potencias mundiales habían llegado a una nueva etapa del capitalismo: el imperialismo. La llamada segunda revolución industrial generó un aumento importante en la siderurgia, los transportes y la electrificación, haciendo más agudas las necesidades de materias primas industriales, alimentos, carbón y petróleo, mercados para los nuevos y numerosos productos, así como la salida para los fuertes capitales. Eso condujo a una nueva división internacional del trabajo. El desarrollo de las exportaciones mexicanas y el de un mercado interno mexicano estuvieron ligados estrechamente. Conforme crecían las exportaciones, aumentaba la demanda de los productos.

Con el progreso del sistema ferroviario se abarataban los costos del transporte, y esto fue positivo para el crecimiento de las transacciones interiores. Industria el desarrollo industrial durante el porfiriato se vio favorecido por varios factores: la construcción de las vías de ferrocarril, la creación de un mercado interno más amplio e integrado, el aumento de la población y la inversión extranjera. Hasta 1890 la presencia de grandes compañías extranjeras dotadas de maquinaria y técnicas de producción y administración modernas le dieron un vigoroso impulso a la industria. Crecieron en forma importante las industrias

textiles, de calzado, peletera, bebidas, papel, vitivinícola, productora de azúcar y alimenticia. Experimentaron también un avance importante las industrias fabricantes de cemento, siderurgia, y química. Debido al crecimiento industrial en ciudades como México, Puebla, Orizaba, Monterrey, Guadalajara, se inició consecuentemente la aparición del proletariado industrial; se integraba por peones cuya situación era mala: castigos, descuentos, largas jornadas, no tenían sindicatos, prestaciones ni derechos laborales; al igual que en las haciendas, existían tiendas de raya en las fábricas. La mayor parte del capital extranjero invertido en la industria era francés: 53.2% colocado sobre todo en textiles; le seguían Alemania, los Estados Unidos e Inglaterra; sin embargo, no puede hacerse a un lado la importancia del capital nacional en la industria.

Postporfiriato

Durante los años treinta, y muy particularmente desde 1933, en México hubo cambios en la organización política y social. Comienza a expropiar el petróleo y los ferrocarriles; se establece financiamiento para el desarrollo y comienza a construirse la mentalidad nacional hacia la conciencia plena de los derechos frente a los intereses extranjeros, así como a la importancia de adoptar reformas y medidas a la distribución de la riqueza.

Durante esta época había aún el resentimiento de la caída de la bolsa en Wall Street (1929) y la Gran Depresión, que tuvieron gran impacto frente a todas las economías latinoamericanas y el mundo.

La segunda guerra mundial

El 18 de marzo de 1938, el Presidente de la República, Lázaro Cárdenas implementa una nueva ley a las compañías petroleras, donde se nacionaliza el petróleo.

La política fue apoyada por PEMEX. Comienza desde que en 1935 se constituyó el Sindicato de Trabajadores Petroleros (solicitando una jornada de 40 horas). En 1937 se exige la firma del contrato y comienza una huelga.

Aquí, el 18 de marzo de 1938, las compañías extranjeras deciden ceder y se disponen a hacer el pago, pero Cárdenas había tomado una decisión. Decide la expropiación, donde la riqueza petrolera que explotaban compañías extranjeras, se vuelve propiedad Mexicana. Fueron momentos difíciles para el país ya que se agotaban las reservas de gasolina y no se tenía el conocimiento para sintetizar el tetraetilo de plomo, y convertir (graduar) la gasolina.

Después de esto se rompen relaciones diplomáticas con Inglaterra así también como el comercio en maquinaria, especialmente la militar. Gran Bretaña rompe relaciones diplomáticas con México y lo amenaza con un bloqueo a gran escala. Sin embargo, con la Segunda Guerra mundial en ciernes, el presidente Franklin Delano Roosevelt tiene más interés en la alianza estratégica con México como un bloque económico que en proteger las compañías privadas. En contraste, la Anglo-Persian Oil Company (Hoy BP) no era una compañía privada sino dependiente directo del almirantazgo (British Admiral) y parte del poder mismo del Imperio británico.

Durante la segunda Guerra Mundial configura una nueva distribución del poder, la cual, divide a México en dos bloques antagónicos.

En 1943, Vicente Lombardo de Toledano sugiere formar un proyecto que industrializaría a México. Argumentaba que era necesario enmendar fallas en materia agraria y formar un frente nacional con obreros, campesinos, ejército, clases medias y burguesía progresista.

El plan buscaba transformar las materias primas en productos manufacturados, mediante el concurso del capital, de los técnicos y los trabajadores mexicanos, así como el empleo de fuerza motriz, maquinaria y sustancias químicas de fabricación nacional, sin excluir la ayuda cooperativa técnica y capital de países que habían alcanzado un alto nivel de desenvolvimiento material.

Se impulsaron pues la industria eléctrica, química, siderúrgica, mecánica y petrolera del país. Comenzó a aprovecharse más la materia prima agrícola, para consumir los productos

internos y de esa manera evitar la salida de divisas que serían necesarias para la compra de equipos.

Así las utilidades fueron atractivas para el sector privado mexicano y la CONCAMIN (Confederación de Cámaras Industriales) apoyó este plan.

En 1940 Manuel Ávila Camacho arriba a la presidencia del país, y rompe con la política nacionalista. Se implementa la llamada "política de buen vecino" que influyó positivamente a México. La medida promovía la estrecha cooperación con Estados Unidos en materia comercial y militar. Esto dio a Camacho la oportunidad de fortalecer el programa de desarrollo industrial del país. Durante su gobierno utilizó el anticomunismo y promovió la industrialización de México destinando entre el 50 y el 60% de los gastos de gobierno para apoyar a la empresa privada.

La segunda guerra mundial creó condiciones favorables para México en la transformación industrial, sobre todo de aquellos productos de consumo masivo, que para su producción no requerían de grandes inversiones ni tecnología avanzada. Durante 1940 a 1946 que se creó el "Modelo de Sustitución de Importaciones". Para impulsar este proceso se crearon algunos organismos con este fin como: Sosa Texcoco, S.A. (1940); el IMSS (1942); Altos Hornos de México, S.A. (1942); etc., y se reorganizó NAFIN (Nacional Financiera) con el propósito de revitalizar el aparato productivo del Estado y beneficiar a la iniciativa privada del país.

Industrialización Posterior

Al crear la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la nacionalización de los ferrocarriles, a partir de 1940 se inicia en México un acelerado crecimiento económico que se prolonga hasta 1970. El PIB en dicho periodo fue del 6.5% en promedio anual.

De 1940 a 1985 se desarrolló la etapa conocida como "crecimiento con inflación"; de 1958 a 1970 "Desarrollo con estabilidad" y de 1970 a 1982 "Etapa de crisis y agotamiento".

Para lograr el ritmo de crecimiento en este periodo influyeron factores como: la intervención del estado como rector de la economía, la creación de condiciones favorables para el crecimiento de la producción interna y el proteccionismo estatal a las empresas que quedaron libres de toda competencia con el exterior.

Industria Actual

A causa de los elevados requisitos de componentes del continente norteamericano en la industria automotriz, según las estipulaciones del tratado de libre comercio, muchas industrias de autopartes y logística se han instalado en México. Tan sólo en Puebla, 70 compañías de autopartes operan en el corredor industrial cercano a Volkswagen.

Otras industrias importantes de México son Cemex, el tercer conglomerado de cemento más grande del mundo, las industrias de las bebidas, que incluyen al Grupo Modelo, y el conglomerado FEMSA, la segunda embotelladora de Coca-Cola más grande del mundo; la compañía Gruma, el productor de harina y tortilla más grande del mundo con operaciones en China; y otras como Bimbo, Telmex y Televisa. La industria maquiladora se ha convertido en el sector industrial más conocido del comercio de México. La industria maquiladora se ha beneficiado también del tratado de libre comercio, ya que el salario real del sector se incrementó 15.5% desde 1994, aunque el salario real del resto de las industrias no maquiladoras ha crecido con mayor rapidez. Esto no debería ser sorprendente ya que los productos de las maquiladoras fronterizas podían entrar a los Estados Unidos libres de impuestos desde el acuerdo industrial de 1960. Ahora, otros sectores se han beneficiado del libre comercio, y el porcentaje de exportaciones provenientes de estados no fronterizos se ha incrementado en los últimos 5 años, mientras que el porcentaje de exportaciones de la zona maquiladora fronteriza ha decrecido.

1.2.- México en el contexto internacional

México juega un papel cada vez más relevante en el panorama internacional. El incremento demográfico que paulatinamente vivió durante el siglo pasado, junto con la etapa de industrialización y las recientes mejoras de las comunicaciones e infraestructuras, se han reflejado en la economía nacional hasta el punto de que, a nivel global, México llegó a entrar en el exclusivo grupo de países más ricos del mundo por PIB. No obstante, los indicadores del Banco Mundial dejan entrever que todavía queda mucho margen para la mejora, especialmente en el terreno social (la tasa de Internet en México apenas llega al 25%), en lo relativo a riqueza per cápita (México ocupa el puesto 46º en las economías con mayor renta per cápita del mundo), y sobre todo, en lo referido a la competitividad global. Según el Foro Económico Mundial, México ocupa en 2011 el puesto 66º de los países más competitivos. En la siguiente tabla se puede analizar el contexto socio-económico de México a partir de datos del Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y el Foro Económico Mundial.

Indicador	Valor	Posición en el mundo	Incremento
Producto Interior Bruto (nominal)	1.574.902.000.000 \$ <i>Fuente: Banco Mundial (2009)</i>	Países más ricos del mundo por PIB Puesto 11º	581.426.413.568 \$ en 2000 (incr: 320,5%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
Superficie	1.972.550 km² <i>Fuente: Banco Mundial (2008)</i>	Países más extensos del mundo Puesto 14º	-
Población	107.431.224 personas <i>Fuente: Banco</i>	Países más poblados del mundo Puesto 11º	97.966.000 personas en 2000 (incr: 9,7%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco</i>

	Mundial (2009)		Mundial
Emisiones de CO2	4,5 toneladas <i>Fuente: Banco Mundial (2007)</i>	Países con mayores emisiones de CO2 Puesto 72º	4,273 toneladas en 2000 (incr: 5,3%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
Renta per cápita	8.144 \$ <i>Fuente: Banco Mundial (2009)</i>	Países con mayor Renta Per Cápita Puesto 46º	5.110 \$ en 2000 (incr: 59,4%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
Tasa de natalidad	2 personas <i>Fuente: Banco Mundial (2008)</i>	Países con mayor natalidad (niños por mujer) Puesto 111º	2,703 personas en 2000 (incr: -26%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
% usuarios Internet	22,2 % <i>Fuente: Banco Mundial (2008)</i>	Países con mayor tasa de usuarios de Internet Puesto 96º	5,16 % en 2000 (incr: 330,2%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
Promedio de días para crear una empresa	13 días <i>Fuente: Banco Mundial (2009)</i>	Países más rápidos para montar una empresa Puesto 52º	58 días en 2003 (incr: -77,6%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
Consumo de energía por habitante	1.750 kilogramos <i>Fuente: Banco Mundial (2007)</i>	Países con mayor consumo de energía por habitante Puesto 60º	1.534,44 kilogramos en 2000 (incr: 14%) <i>Fuente: Ficha de México en Banco</i>

<i>Mundial</i>			
Terreno dedicado a agricultura	54,9 % <i>Fuente: Banco Mundial (2007)</i>	Países con más terreno dedicado a la agricultura Puesto 55 ^º	55,3 % en 2000 (incr: -0,7%) <i>Fuente: Ficha de México en Banco Mundial</i>
Potencia eléctrica consumida	2.036 kilowatios-hora <i>Fuente: Banco Mundial (2007)</i>	Países con más potencia eléctrica consumida Puesto 69 ^º	1.794,61 kilowatios-hora en 2000 (incr: 13,5%) <i>Fuente: Ficha de México en Banco Mundial</i>
Superficie forestal	637.172 km² <i>Fuente: Banco Mundial (2007)</i>	Países con mayor superficie forestal Puesto 11 ^º	655.400 km ² en 2000 (incr: -2,8%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
Carreteras pavimentadas	38,2 % <i>Fuente: Banco Mundial (2007)</i>	Países con más carreteras pavimentadas Puesto 28 ^º	32,8 % en 2000 (incr: 16,5%) <i>Fuente: Ficha de México en el Banco Mundial</i>
Índice de Competitividad Global	4,192 unidades <i>Fuente: Foro Económico Mundial (2011)</i>	Países más competitivos Puesto 58 ^º	4,18 unidades en 2007 (incr: 0,3%) <i>Fuente: Índice de Competitividad Global en México</i>

1.3.- Necesidades en México

México es un país rico y basto en recursos y territorio, con una mezcla de culturas que le da un toque muy diferente a cada región del país, México es un país emergente que debe que debe pasar del “ya merito”, tiene que dejar de ser dependiente del petróleo, tiene que generar otras formas de conseguir ingresos, de generar empleos y de así cubrir las necesidades mínimas de la población.

Pero esta solución, no tiene que venir del gobierno federal, somos nosotros los que podemos cambiar la forma de este país, siendo emprendedores, debemos estar dispuestos a arriesgarnos.

Una industria es una fórmula que casi nunca falla , existen siempre necesidades , que no todo el tiempo están cubiertas, no solo en el país sino en todo el mundo, hoy en día los TLC permiten comerciar con muchos países, en este caso México tiene tratados con Colombia, Estados Unidos , Canadá , Costa Rica , Nicaragua , Israel ,Guatemala ,Salvador , Honduras, Islandia, Noruega, Liechtenstein, Suiza, Uruguay ,Japón ,Unión Europea y Chile.

Por eso la industria en México puede ser la clave de convertir a este gran país en una potencia mundial, y esta debe estar al nivel de competencia mundial, es por eso que una instalación defectuosa o mal calculada, puede ser fatal para una empresa.

Ya sea diseñando Instalaciones de naves industriales, como de locales comerciales, reparando maquinaria eléctrica, o en el mantenimiento de equipo eléctrico de esta manera los Ingenieros Mecánicos Eléctricos ponemos nuestro granito de arena en la gran industria mexicana.

1.4.- Planteamiento del Problema

La nave industrial requiere de la iluminación correcta para cada espacio, para el área de oficinas, tener sus contactos de uso general en la disposición correcta y finalmente que la fuerza sea continua y con la potencia necesaria para su uso en el área de trabajo.

1.5.- Justificación

La elaboración de este proyecto, es con el fin de desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos en las materias de electricidad y magnetismo, instalaciones eléctricas, motores de cd, iluminación, recursos y necesidades de México, protecciones eléctricas, las cuales fueron cursadas en la carrera de Ingeniería mecánica eléctrica para poder aterrizarlas en un proyecto real y así satisfacer las necesidades de una empresa.

1.6.- Objetivo General

Determinar por medio de cálculos, programas y tablas, todos los elementos que deben de utilizarse y considerarse para poder hacer una instalación eléctrica confiable y eficiente en una nave industrial.

1.7 División de espacios

Para llevar un control sobre la instalación se dividirá la nave en entrada, pasillo, sala empleados, 5 oficinas, baños, bodega y área de trabajo, como se puede ver en la figura 1, la nave.

La función de la división de se lleva a cabo por los usos que pueden tener cada área, porque la función de los pasillos no requiere una iluminación tan poderosa como en el área de trabajo.

En las oficinas se usara para todo lo administrativo, ya sea para captura o archivar datos.

La entrada tiene una recepción. La bodega será usada solo para captación y almacenamiento de materiales, los cuales serán usados en la fábrica. El área de trabajo diseñada será dispuesta para el uso de hasta 16 horas continuas, para 13 máquinas de diferentes potencias.

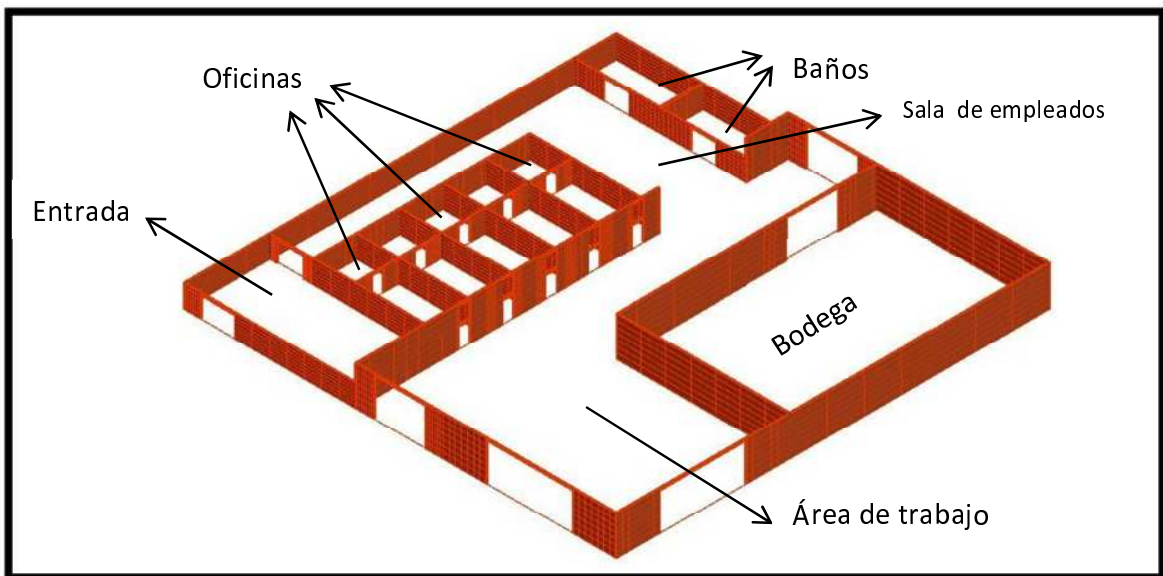


Figura 1

1.8.- Necesidades por Área

Debido a que en la empresa las necesidades son diferentes, en cuanto a suministro y diferentes voltajes, 220 Volts Bifásicos (Iluminación) ,127 Volts Monofásicos (Motores y Contactos de Uso General) ,230 Volts Monofásicos (Motores) ,230 Volts Trifásicos (Motores) ,460 Volts Trifásicos (Motores) ,208 Volts Trifásicos (Motores).

En las oficinas se usaran para lectura y transcripción de datos, por lo que requiere una iluminación buena requerirán de contactos de uso general, para el uso de equipo de cómputo.

En la entrada se usara para lectura y transcripción de datos como en las oficinas, y al igual que en las oficinas requerirá de contactos de uso general, para el uso de equipo de cómputo.

En el pasillo deberá tener la iluminación necesaria para tener una visión clara de lado norte a lado sur.

En la sala de empelados se deberá tener la iluminación suficiente para realizar entradas y salidas de personal, en esta zona no se usaran contactos de uso general. En esta zona abra mucho tránsito de personas ya que está de paso al baño y también está pensado para que se dispongan lockers para los empleados.

La bodega se diseñara la iluminación para un nivel de detalle para piezas de tamaño mediano, tampoco se usara contactos de uso general.

El área de trabajo el nivel de detalle será para piezas de tamaño mediano, la distribución de la iluminación tendrá una zona marginal de 2 metros, no se usaran contactos de uso general. En el área de trabajo es donde la maquinaria estará dispuesta por lo que se requieren una instalación en 127V, otra en 230V, 460V y 208V.La instalación estará montada en el techo en charolas de paso y se complementara con tubos conduit metálicos ligeros para llegar a la conexión del motor.

2.-Iluminación

2.1.-Beneficios de una buena iluminación

La iluminación es uno de los factores ambientales de carácter microclimático que tiene como principal finalidad el facilitar la visualización de las cosas dentro de su contexto espacial, de modo que el trabajo se puede realizar en condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

Si se consiguen estos objetivos, las consecuencias no solo repercuten favorablemente sobre las personas, reduciendo la fatiga, la tasa de errores y de accidentes de trabajo, sino además contribuyen a aumentar la cantidad y calidad del trabajo, y consecuentemente, sobre las condiciones ambientales y sociales que repetidamente estudios ergonómicos han demostrado.

Estudios demuestran que la calidad de la iluminación afecta a las personas de diferentes maneras. Por ejemplo, la productividad y eficiencia de un empleado de oficina puede ser afectada positivamente por un buen diseño de iluminación.

Los dueños de edificios y gerentes tienen el potencial de añadir valor, reducir costos y aumentar el desempeño a través de la aplicación de buena iluminación. No es secreto para nadie que la gente es atraída a instalaciones públicas, centros comerciales y parques bien iluminados. Buena iluminación mejora el humor y el atractivo de estos espacios. Contribuye mucho al sentido de bienestar las personas.

El proyecto de iluminación se lleva acabo con un programa, DiaLux, en este genera el esquema de los luminarios que escojamos.

El lux (símbolo lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

2.2.-Lux y lumen

La diferencia entre el lux y el lumen consiste en que el lux toma en cuenta la superficie sobre la que el flujo luminoso se distribuye. 1000 lúmenes, concentrados sobre un metro cuadrado, iluminan esa superficie con 1000 lux. Los mismos mil lúmenes, distribuidos sobre 10 metros cuadrados, producen una iluminancia de sólo 100 lux. Una iluminancia de 500 lux es posible en una cocina con un simple tubo fluorescente. Pero para iluminar una fábrica al mismo nivel, se pueden requerir decenas de tubos. En otras palabras, iluminar un área mayor al mismo nivel de lux requiere un número mayor de lúmenes.

Para los cálculos mínimo de luxes nos basaremos en la norma NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Calculo de Luminarios

Datos de Reflectancias Para Área de Oficinas, Entrada y Pasillo

Techo Gris Claro	59%
Paredes Azul Pastel	29%
Suelo Madera Clara	52%

Se calculara todas las luminarias con estos parámetros.

Área de Trabajo 1 m con respecto al suelo.

Luminarias a 2.3m con respecto al suelo, con 20cm de suspensión, de lámparas flourecentes.

Las luminarias a usar son 2xTL5-45W, 3xTL5-80W y 2xTL5-80W de la marca Phillips se decidió usar estas luminarias por sus ventajas a la hora de operación como:

- A lo largo de la vida útil de la lámpara, los sistemas de TL5 mantienen hasta el 90% de sus lúmenes iniciales.
- Las lámparas fluorescentes TL5 contienen menos de 1.4 mg. por lámpara; los sistemas T12 contiene arriba de 6 mg. de mercurio por lámpara.
- Su sencillo remplazo de lámparas y su fácil refaccionamiento.
- Las lámparas de la familia TL pueden ser usadas con balastos electromagnéticos y electrónicos.
- La familia TL5 es un estándar de lámpara que se puede conseguir con cualquier distribuidor de luminarias.

2.3.-DiaLux

La aplicación DiaLux (figura 2) es un estándar de software destinado a efectuar cálculos de iluminación natural e iluminación artificial. Con DiaLux, es posible realizar cálculos de iluminación artificial, en interiores, de alumbrado de emergencia y en exteriores (iluminación ambiental e iluminación vial).

DiaLux ofrece la oportunidad de cargar catálogos Online para poder trabajar en cada momento con una determinada lámpara y luminaria. Según el fabricante, es posible seleccionar un tipo determinado de lámpara y luminaria sin necesidad de cargar completamente todo el catálogo. Existe un gran número de empresas que ponen a disposición sus catálogos digitales para cargarse online con DiaLux esto da mucha movilidad y muchas opciones cuando se está diseñando.

Entre sus características principales está la de poder modelar en 3D los locales que se estén diseñando así como ver una simulación de la iluminación en el local. La capacidad de movilidad de los luminarios y la fácil forma de trabajo permiten que DiaLux sea una de las herramientas por defecto en proyectos de iluminación.

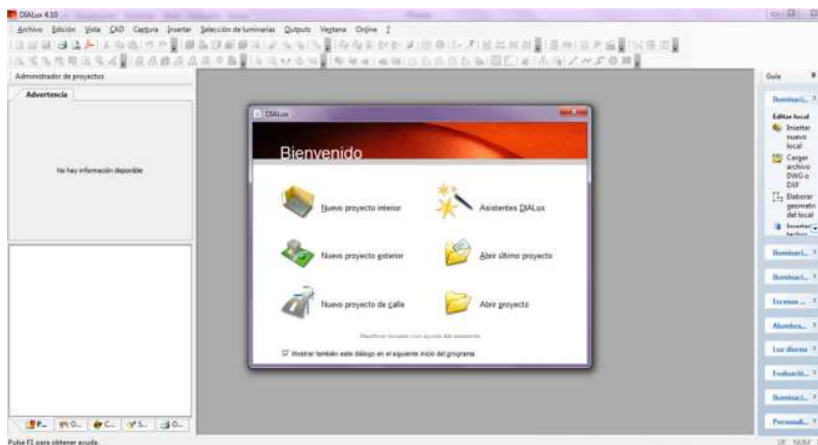


Figura 2

2.4.-Circuitos Iluminación

La norma que se usó para el diseño y cálculo de todas las áreas es la NOM-025-STPS-2008 la cual habla sobre la iluminación en las áreas de trabajo. Basándonos en la tabla de Niveles de iluminación (pág. 139), y también consultando la tabla de la IES (Illuminating Engineering Society) (pág. 140), la cual nos da valores más específicos para cada situación.

2.5.-Oficinas (1-5)

Cinco Circuitos Idénticos (Cof1-Cof2-Cof3-Cof4-Cof5)

Tomamos como base 700 lx mínimos para Oficinas con uso de lectura y transcripción.

Y en su archivero al ser una extensión de la oficina, tenemos 700 lx también.

Por lo que el diseño final arroja 800 lx para iluminación de área de oficinas y 750 para su Archivero

Son 9 luminarias en la oficina y 4 en el archivero

Se tienen un total de 13 luminarios de 90W de pero su consumo real es de 100 W, ya que los balastos para lámparas fluorescentes presentan niveles de consumo diferentes con iguales tipos de lámpara. El grado de eficiencia energética depende de la combinación de balastos y lámparas. En este caso tenemos perdidas por reactancias de 10W.

Alimentación Bifásica 220V

Obtenemos la corriente

$$I = \frac{1.25 \times 100 \times 13}{220} = 7.38Amp$$

Por TABLA 310-16 (pág. 132) de la NOM-001-SEDE-2005 vigente usaremos un THWN de 75° AWG de calibre 14.

Cálculos Por Caída de tensión (Iluminación) (Max 2.5% de caída)

Obtenemos la resistencia eléctrica de la tabla de valores normalizados AWG (pág. 141)

$$\text{Calibre\#14} = 8.17\Omega/\text{Km}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 8.17 \times .06463 \times 7.38}{220} \times 100 = 3.06\%$$

Cambiamos a Calibre 12 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 5.13 \times .06463 \times 12.79}{220} \times 100 = 1.92\%$$

Para la canalización tenemos para 3 conductores un porcentaje de ocupación de 40% de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005.

La sumatoria de las 3 áreas trasversales de conductores con aislamiento THWN (3.307mm^2) y un grosor de calibre 12 es 9.921mm^2

Como se utilizara un conduit tubo metálico ligero, utilizamos la tabla de la NOM C1A (pág. 134) y obtenemos el valor el diámetro para 3 conductores AWG calibre #12 ...16mm

La protección del circuito se calcula según la NOM-001-SEDE-2005 artículo 210-22 sección c, la máxima carga permitida se limita al 80% de la capacidad nominal del interruptor.

$$\text{Corriente} = .80 \times \text{Proteccion}$$

$$\text{Proteccion} = \frac{\text{Corriente}}{.80} = \frac{7.38}{.80} = 9.225 \approx 10\text{Amps}$$

Puesta a Tierra

El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95 (pág. 133)

Por lo tanto debería ser un conductor de calibre 14 AWG, pero es preferible usar uno del mismo calibre de la instalación. Por lo tanto será de calibre 12 AWG este cálculo es idéntico en todos los circuitos de iluminación, todos los calibres de tierras son idénticos a los de sus circuitos.

Concluyendo ya que calculamos la caída de tensión los circuitos de las Oficinas deberán tener las siguientes especificaciones

- **Linea A AWG THWN 75° #12**
- **Linea B AWG THWN 75° #12**
- **Tierra AWG THWN 75° #12**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 16mm**
- **Protección Termomagnética Bipolar de 10 Amps**

Modelado 3D DiaLux - En las figuras 3-6 podemos ver una simulación de la iluminación

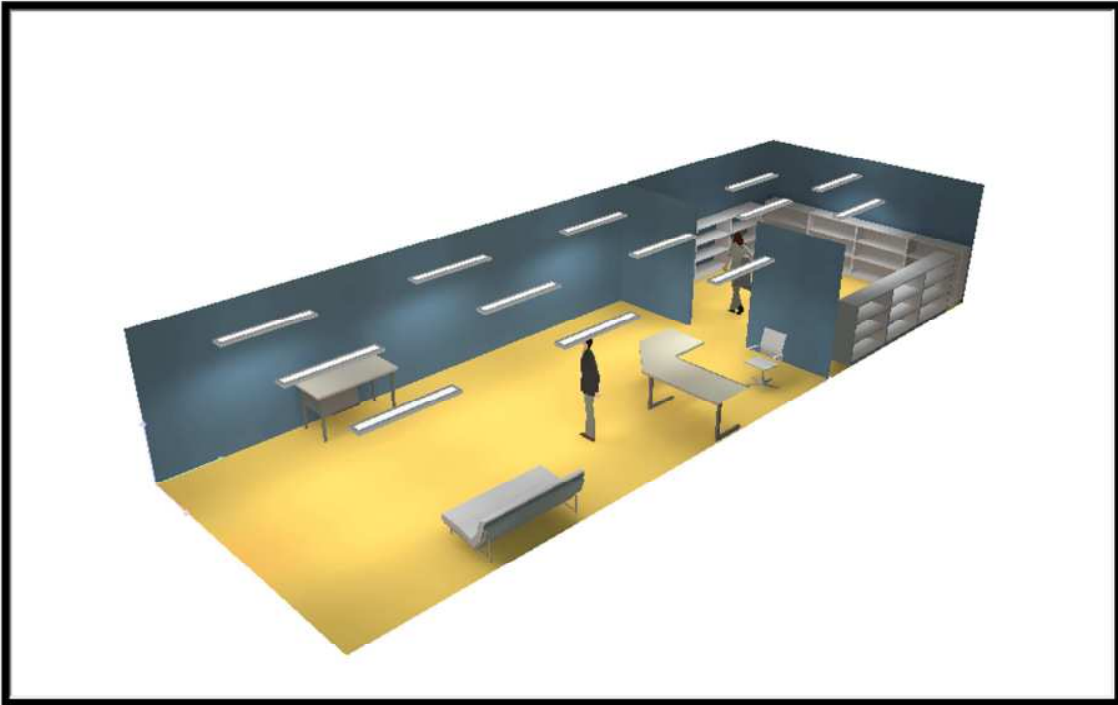


Figura 3

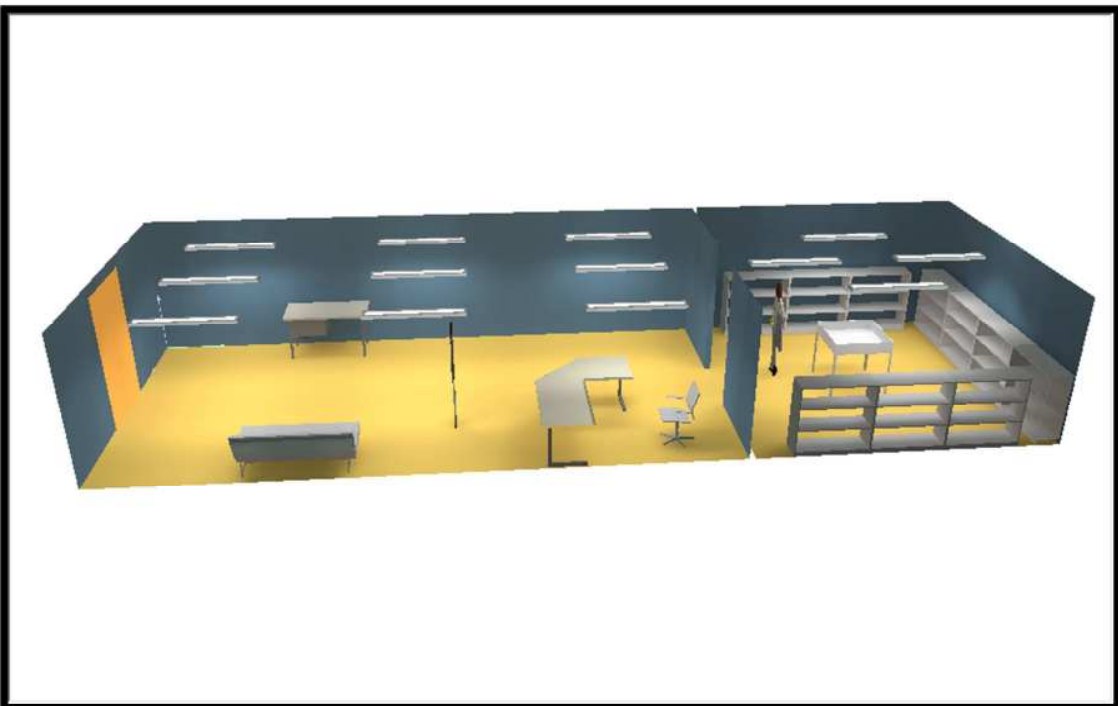


Figura 4

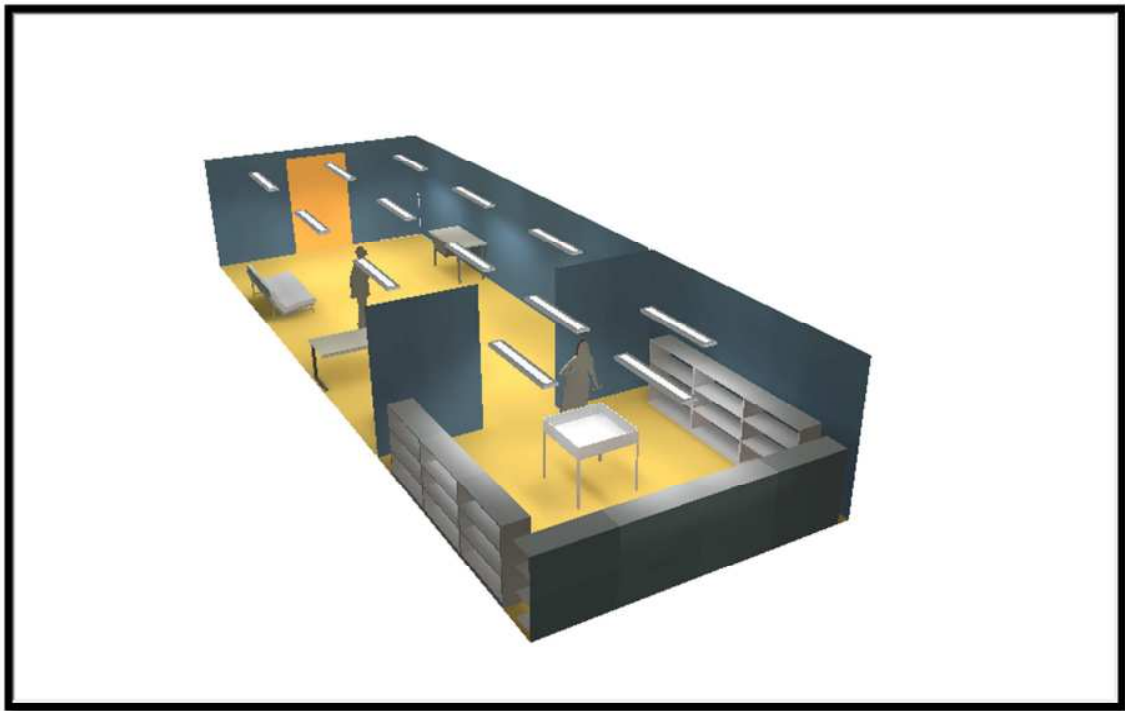


Figura 5



Figura 6

2.6.-Entrada

Usaremos 15 luminarias Philips TPS473 3xTL5-80W HFP AC-MLO de 250W de consumo real. Ya que en esta sección tenemos más área que alumbrar usaremos luminarias de mayor potencia.

Tomamos de la tabla de la IES (pág. 140) de 300 lx como sala de lecturas pero por diseño usaremos 400 lux de Iluminación.

$$I = \frac{1.25 \times 250 \times 15}{220} = 21.30 \text{ Amp}$$

Se dividirá en 2 circuitos de 7 y de 8 luminarias cada uno, para así tener dos circuitos de baja corriente y usar calibre más pequeño.

Ent1-Ent2

Ent1 7 luminarias

$$I = \frac{1.25 \times 250 \times 7}{220} = 9.94 \text{ Amp}$$

Usaríamos un cable calibre 12 AWG

Obtenemos su caída de tensión

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 5.13 \times .095 \times 9.94}{220} \times 100 = 3.81\%$$

Usando calibre 10 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 3.23 \times .095 \times 9.94}{220} \times 100 = 2.40\%$$

La sumatoria de las 3 áreas transversales de conductores (5.26m²) calibre 10 es 15.78mm²

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{9.94}{.80} = 12.42 \approx 15Amps$$

Datos de Circuito Ent-1

- **Linea A AWG THWN 75° #10**
- **Linea B AWG THWN 75° #10**
- **Tierra AWG THWN 75° #10**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 16mm**
- **Protección Termomagética Bipolar de 15 Amps**

Ent2 8 luminarias

$$I = \frac{1.25 \times 250 \times 8}{220} = 11.36Amp$$

Caída de tensión

Usando calibre 10 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 3.23 \times .085 \times 11.36}{220} \times 100 = 2.45\%$$

La sumatoria de las 3 áreas trasversales de conductores (5.26mm²) calibre 10 es 15.78mm²

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{11.36}{.80} = 14.2 \approx 15Amps$$

Datos de Circuito Ent-2

- **Linea A AWG THWN 75° #10**
- **Linea B AWG THWN 75° #10**
- **Tierra AWG THWN 75° #10**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 16mm**
- **Protección Termomagética de 15 Amps**

Modelado 3D DiaLux En las figuras 7-10 podemos ver una simulación de la iluminación

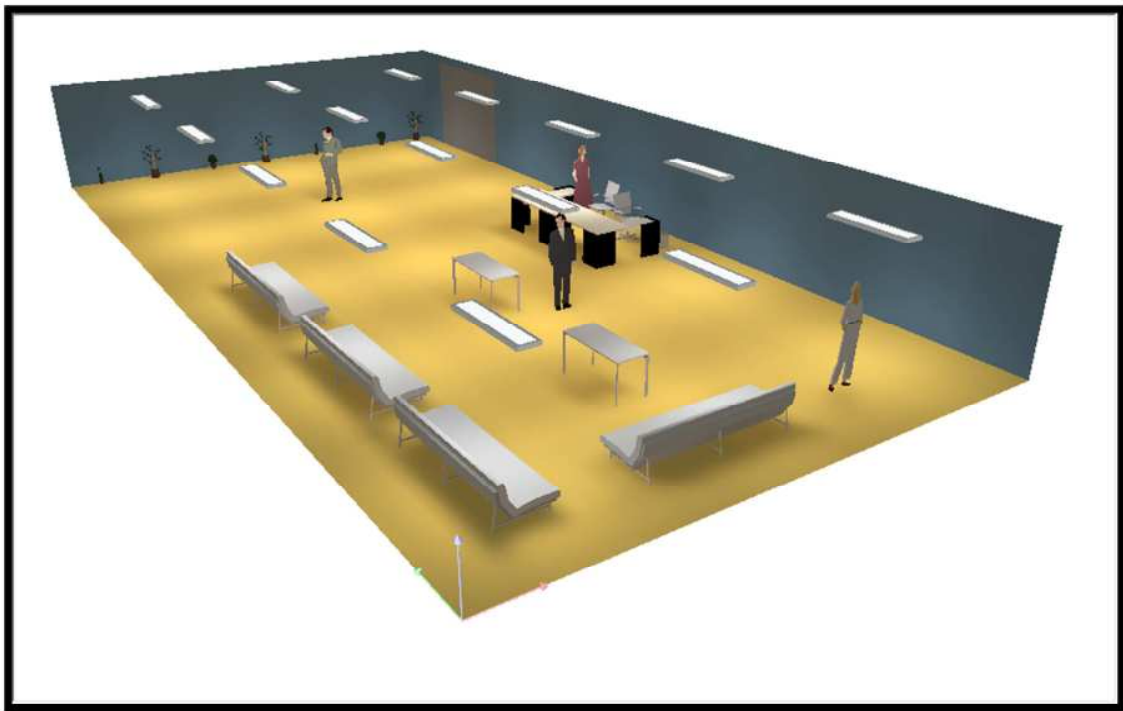


Figura 7

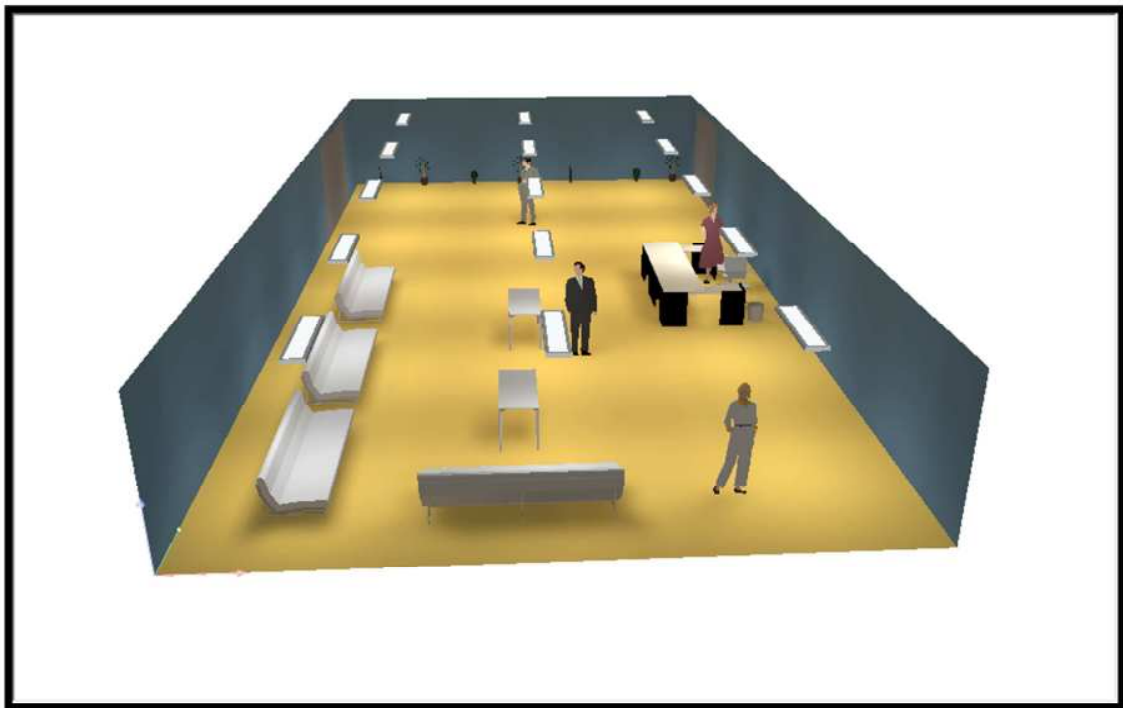


Figura 8



Figura 9

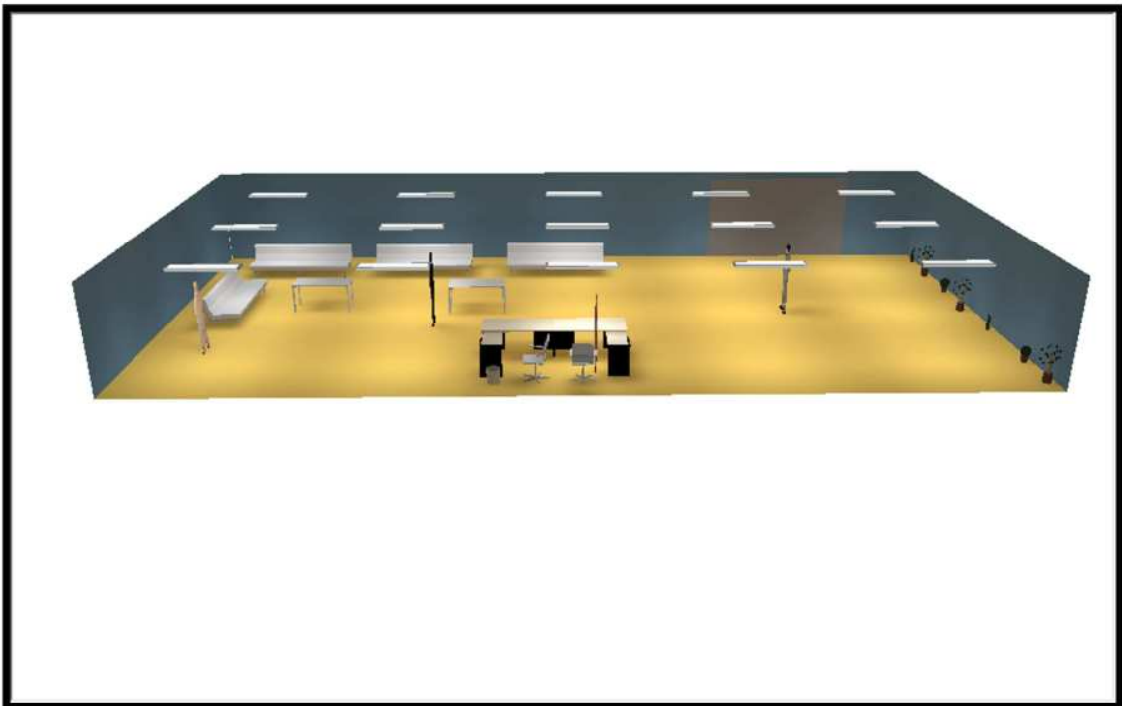


Figura 10

2.7.-Pasillo-Sala de Empleados

Para el pasillo se usaran 8 luminarias 2xTL5-45W de 100 watts

Y para la sala se usaran 24 luminarias 2xTL5-45W de 100 Watts

La corriente para el pasillo es de 4.54 Amps

Y para la sala de empelados sería de 10.90 Amps

Para el pasillo se calcularon 200 lx como indica la tabla de la IES (pág. 140)

Usando calibre 12 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 5.13 \times .065 \times 11.36}{220} \times 100 = 1.19\%$$

La sumatoria de las 3 áreas transversales de conductores (3.31mm²) calibre 12 es 9.93 mm²

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{4.54}{.80} = 5.675 \approx 10Amps$$

Datos de Circuito del pasillo

- **Linea A AWG THWN 75° #12**
- **Linea B AWG THWN 75° #12**
- **Tierra AWG THWN 75° #12**
- **Tubo Conduit Metálico Ligeroo. de 16mm**
- **Protección Termomagética Bipolar de 10 Amps**

Para la sala de empleados se destinaron 500 lx como ya que su función es de un vestíbulo, como indica la tabla de la IES (pág. 140)

Usando calibre 10 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 3.23 \times .081 \times 10.9}{220} \times 100 = 2.24\%$$

La sumatoria de las 3 áreas transversales de conductores (5.26mm²) calibre 10 es 15.78mm²

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{11.36}{.80} = 13.62 \approx 15Amps$$

Datos de Circuito Sala de empelados

- **Linea A AWG THWN 75° #10**
- **Linea B AWG THWN 75° #10**
- **Tierra AWG THWN 75° #10**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 16mm**
- **Protección Termomagética de 15 Amps**

Modelado 3D DiaLux En las figuras 11-14 podemos ver una simulación de la iluminación.

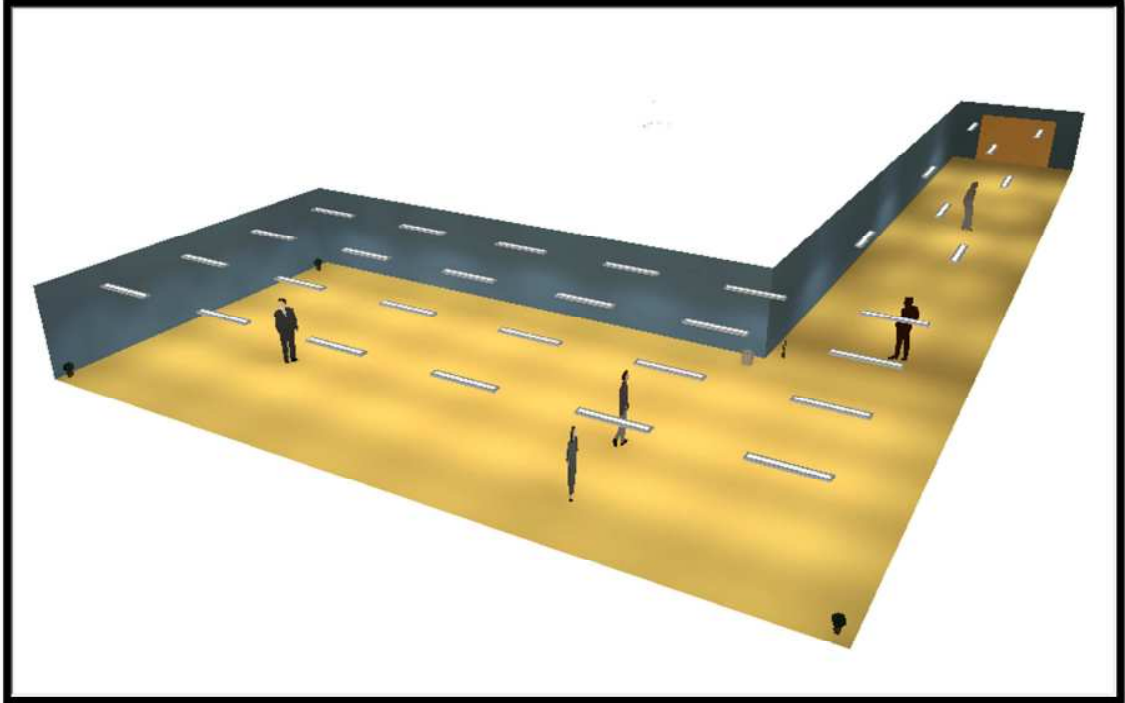


Figura 11



Figura 12



Figura 13

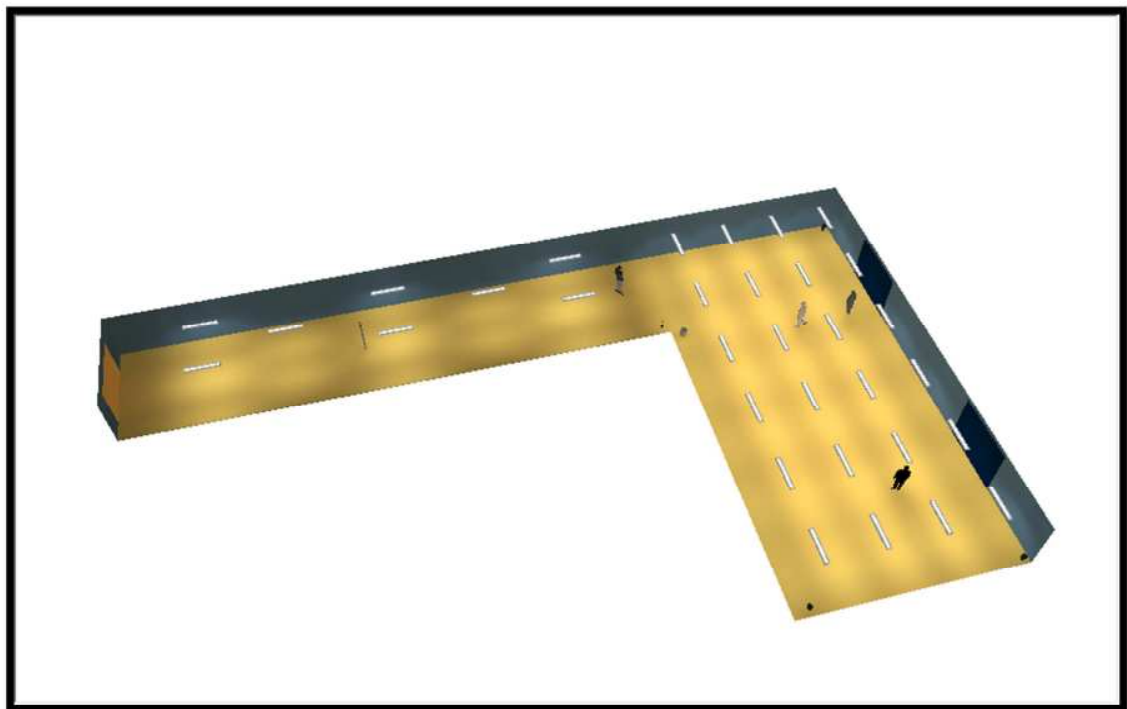


Figura 14

2.8.-Baños

Los Baños serán dos Circuitos de 8 Luminarias 2xTL5-45W de 100 Watts, el baño de Hombres y de Mujeres los cuales serán circuitos idénticos por lo que solo se realizara un cálculo. Para baños tenemos por la tabla 100 lx mínimos en la tabla de niveles de Iluminación de la NOM- 025-STPS-2008. Pero por diseño destinaremos 250lx.

La corriente es de 4.54 Amps por lo tanto usaremos Cable de calibre 12 AWG

Usando calibre 12 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 5.13 \times .045 \times 4.54}{220} \times 100 = .82\%$$

La sumatoria de las 3 áreas transversales de conductores (3.307mm^2) calibre 12 es 9.921mm^2

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{4.54}{.80} = 4.53 \approx 5\text{Amps}$$

Datos de Circuito del Baños Hombre y Mujeres

- Línea A AWG THWN 75° #12
- Línea B AWG THWN 75° #12
- Tierra AWG THWN 75° #12
- Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 16mm
- Protección Termomagéntica Bipolar de 5 Amps

Modelado DiaLux En las figuras 15-17 podemos ver una simulación de la iluminación



Figura 15

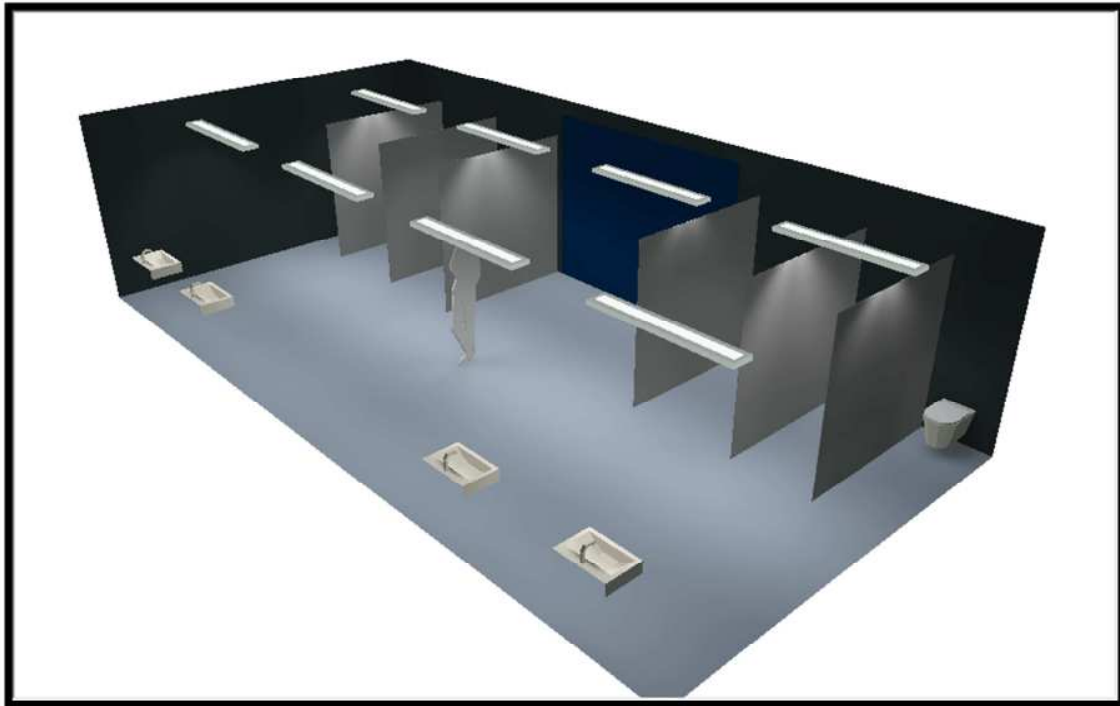


Figura 16

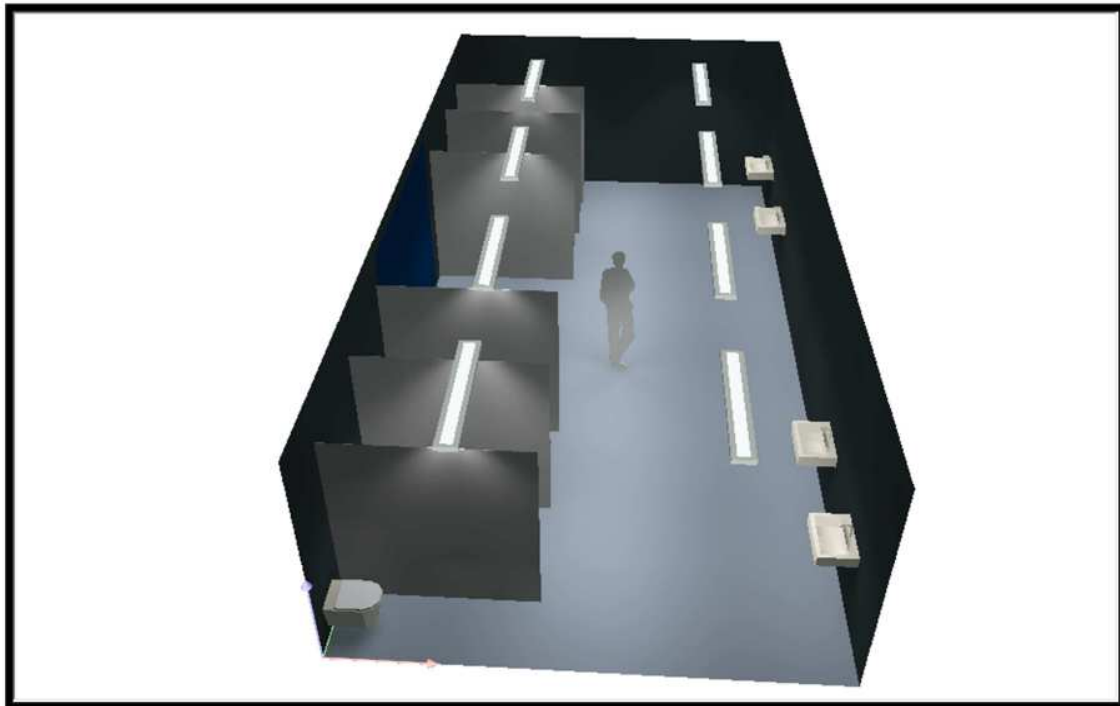


Figura 17

2.9.-Área de Trabajo

El área de trabajo será usada para distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas. Por lo que por la NOM-025-STPS-2008 nos indica el uso de 750 lx.

Se destina un total de 900 lx a un plano útil a partir de los 1.25 mts, con una zona marginal de 3 mts se utilizaran un total de 90 luminarios 2xTL5-80W de 175 Watts.

La corriente total es mucha por lo que se deberá partir el circuito en 6.

Su corriente es de 14.91 Amps

Usaríamos un calibre 12 pero debido a que es un circuito con mucha caída de tensión usaremos de un calibre 8 y para demostrar su caída de tensión usaremos la trayectoria más larga de un circuito así de esta manera si este circuito cumple con nuestro requerimiento de 2.5% podremos concluir que los demás también lo hacen.

Usando calibre 8 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 2.03 \times .095 \times 14.91}{220} \times 100 = 2.26\%$$

La sumatoria de las 3 áreas transversales de conductores (8.367mm²) calibre 8 es 25.101 mm²

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{14.91}{.80} = 18.63 \approx 20Amps$$

Datos de Circuito del Área de Trabajo

- **Linea A AWG THWN 75° #8**
- **Linea B AWG THWN 75° #8**
- **Tierra AWG THWN 75° #8**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 21mm**
- **Protección Termomagética Bipolar de 20 Amps**

Modelado DiaLux En las figuras 18-21 podemos ver una simulación de la iluminación

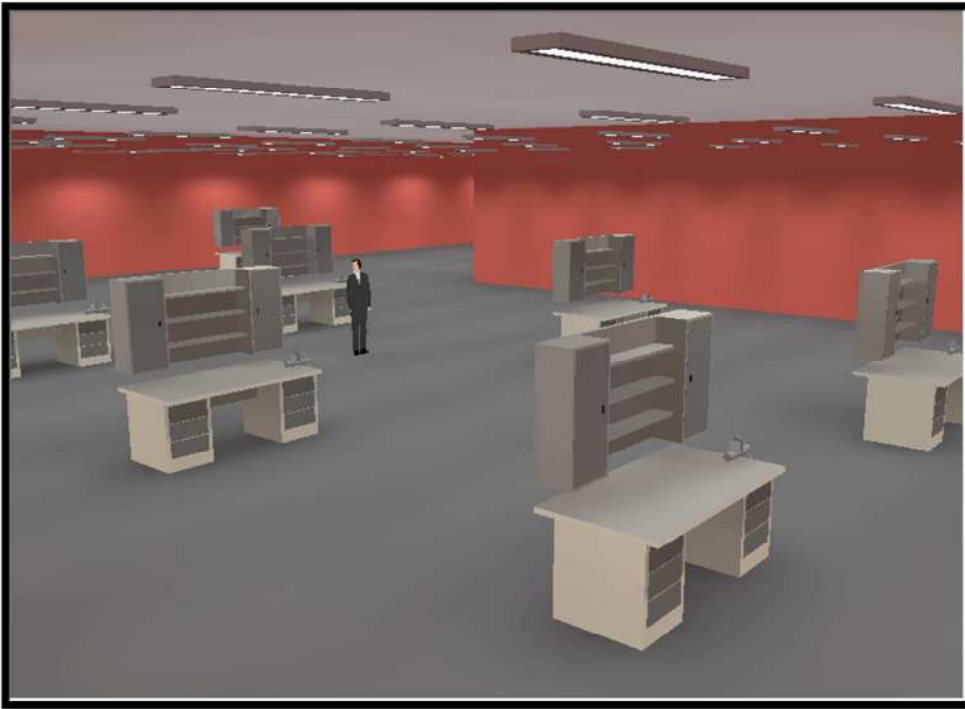


Figura 18

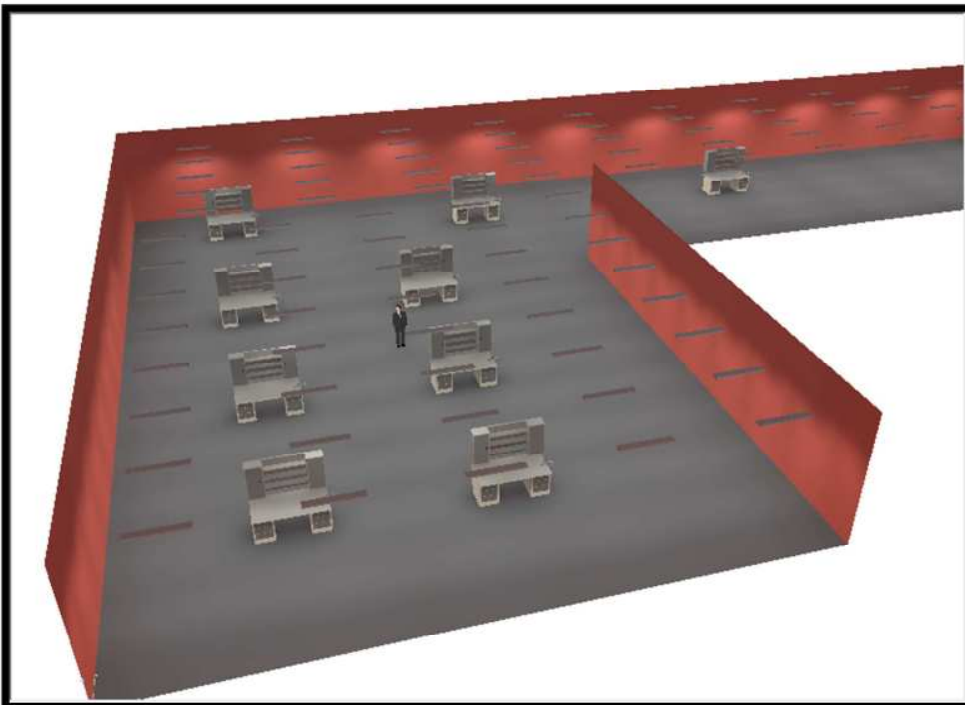


Figura 19

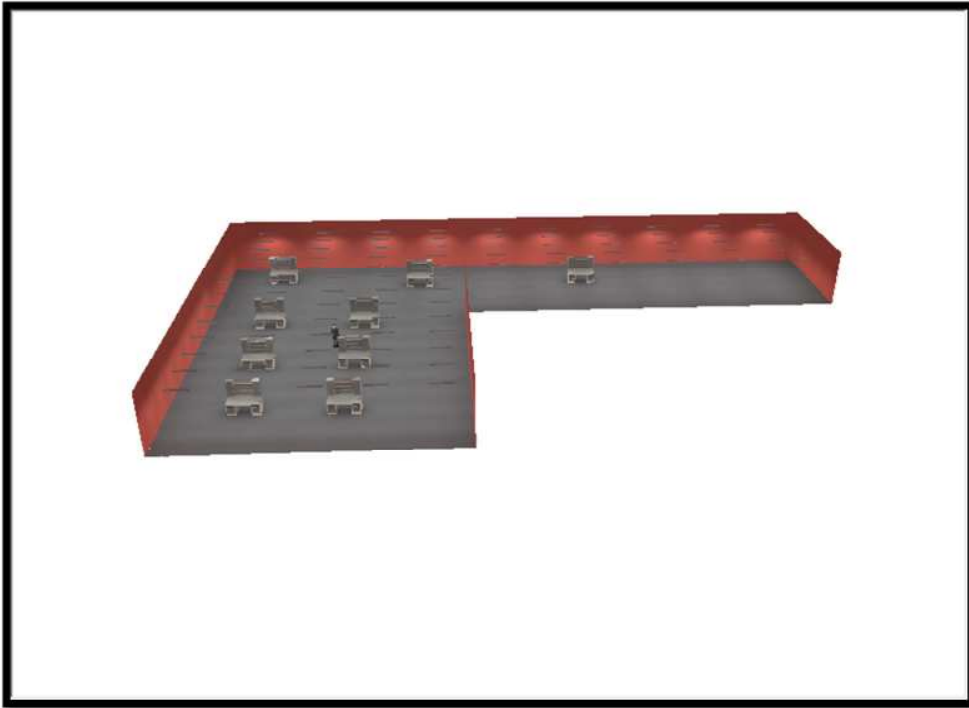


Figura 20



Figura 21

2.10.-Bodega

Para la bodega destinamos 500 lx ya que cuenta con piezas de tamaño pequeño, como indica la tabla de la IES (pág. 140)

Se usaran 64 luminarios 2xTL5-45W de 100 Watts

Su corriente total es de 36.36 Amps

Pero para mejor manejo y por caída de tensión lo dividiremos en 4 , con lo cual tendremos 4 circuitos de 16 luminarias.

Y su corriente total será de 9.09 Amps

Calculamos su caída de tensión con un cable #10 AWG

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 3.23 \times .0753 \times 9.09}{220} \times 100 = 1.73\%$$

La sumatoria de las 3 áreas transversales de conductores (5.26mm²) calibre 10 es 15.78 mm²

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{14.91}{.80} = 11.36 \approx 15Amps$$

Datos de los circuitos de Bodega

- **Linea A AWG THWN 75° #10**
- **Linea B AWG THWN 75° #10**
- **Tierra AWG THWN 75° #10**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 16mm**
- **Protección Termomagética Bipolar de 15Amps**

Modelado 3D DiaLux En las figuras 22-23 podemos ver una simulación de la iluminación

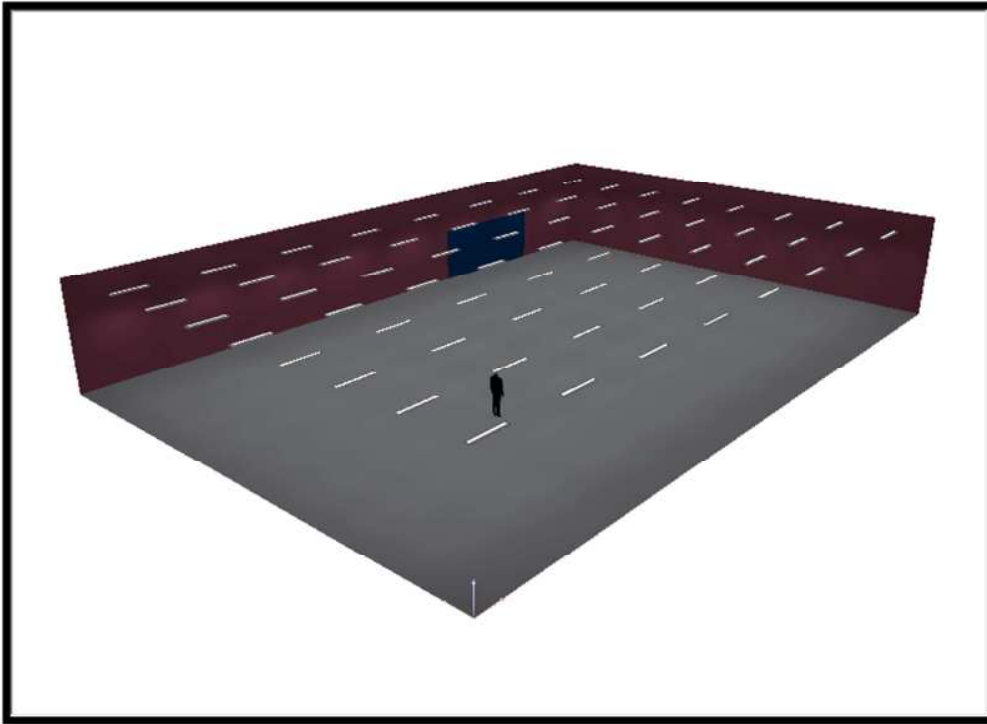


Figura 22

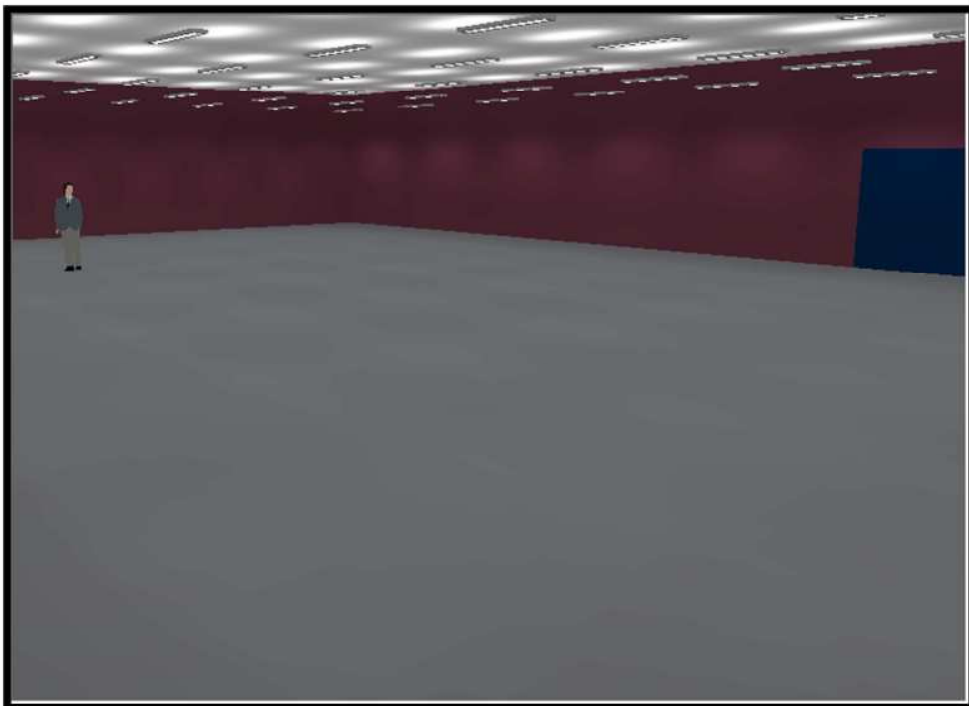


Figura 23

2.11.-Centro de Carga de Iluminación

Tenemos 6 Circuitos en el área de trabajo ,4 en bodegas ,2 en baños 1 en sala de empleados, 1 en pasillo, 2 en entrada y 5 en oficinas que nos da un total de 21 circuitos bifásicos derivados, y estos circuitos nos dan una carga total de 199.45 Amps.

Y por futuras ampliaciones lo tomaremos un tablero empotrado de 56 polos con una carga de 225 amps con 2 fases y 3 hilos.

El alimentador que va del transformador al Centro de carga de Iluminación tiene una distancia de 15.56 metros y una carga de 208.54 Amps.

Calculando el alimentador para una caída máxima de 1%

Calculando para calibre 3/0

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times .197 \times .01556 \times 208.54}{220} \times 100 = .5032\%$$

Protección de los Circuitos

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{208.54}{.80} = 260.675 \approx 300Amps$$

3.- Elementos Eléctricos

Para montar apropiadamente y con razonamiento el gran número de elementos eléctricos que existen para hacer instalaciones completas, hay que comprender los principios fundamentales referentes a estos elementos y a los circuitos eléctricos.

Si el objeto de la corriente eléctrica es lograr un fin no basta simplemente con que llegue al receptor que hay que activar; la corriente tiene que pasar a través de él; es decir, tiene que haber 2 hilos desde el punto de arranque hasta el receptor.

3.1.-Lámparas

Los parámetros fundamentales a la hora de elegir un tipo de luminaria u otro son los siguientes:

- Potencia eléctrica consumida (W).
- Eficacia luminosa: relación entre el flujo luminoso aportado por la luminaria (lúmenes) y la potencia eléctrica consumida (W).
- Vida útil en horas de uso.

Los tipos de lamparas existentes en el mercado son los siguientes:

LÁMPARAS DE DESCARGA

La iluminación se consigue por excitación de un gas sometido a descargas entre dos electrodos. Requieren de un equipo auxiliar (balasto, cebador) para su funcionamiento. Son más eficientes que las lámparas de incandescencia. Se clasifican según el tipo de gas empleado y su presión:

Lámparas fluorescentes tubulares

Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión, en la figura 24 se puede ver los elementos de la lámpara. Sus cualidades de color y de baja iluminancia las hace adecuadas para su empleo en salas de reducida altura. Son las más empleadas tras las incandescentes.

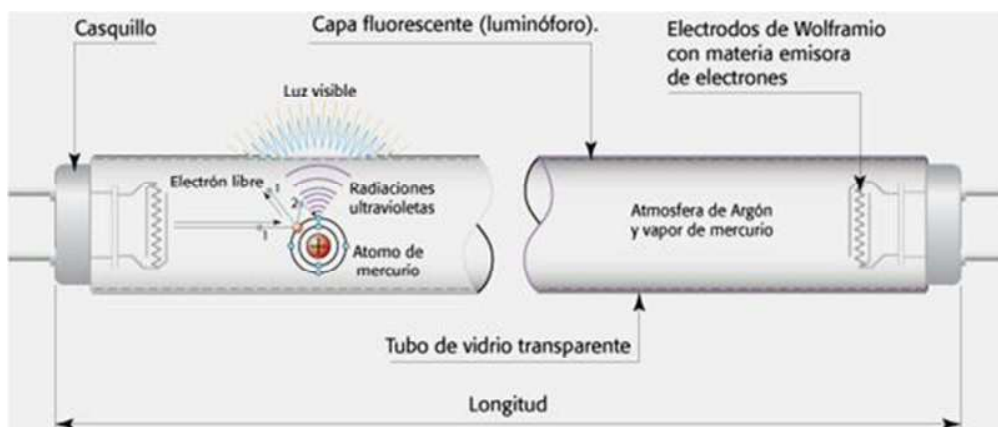


Figura 24

Lámparas fluorescentes compactas

Presentan el mismo funcionamiento que las tubulares. Están formadas por uno o más tubos fluorescentes doblados. Son la alternativa de mayor eficacia y vida útil a las lámparas incandescentes. En comparación con las lámparas incandescentes, las CFL tienen una vida útil mayor y consumen menos energía eléctrica para producir la misma iluminación. De hecho, las lámparas CFL ayudan a ahorrar costos en facturas de electricidad, en compensación a su alto precio dentro de las primeras 500 horas de uso

Presentadas mundialmente a principios de los años ochenta, las ventas de las lámparas CFL se han incrementado constantemente debido a las mejoras en su funcionamiento y la reducción de sus precios. El más importante avance en la tecnología de las lámparas fluorescentes (incluidas las CFL) ha sido el reemplazo de los balastos magnéticos o cebadores (transformadores usados para su encendido) por los del tipo electrónico. Este reemplazo ha permitido la eliminación del efecto de "parpadeo" y del lento encendido tradicionalmente asociados a la iluminación fluorescente, así como un ahorro de peso de la propia lámpara.

Las lámparas compactas fluorescentes utilizan un 80% menos de energía (debido principalmente a que producen mucho menos calor) y pueden durar hasta 12 veces más, ahorrando así dinero en la factura eléctrica. Este porcentaje mejora con cada nuevo modelo. El mercado de lámparas CFL ha sido ayudado por la producción de lámparas que pueden ser integradas o no. Las primeras contienen un tubo, un balasto electrónico y un borne atornillable en un portalámparas estándar, lo que permite que las sean sustituidas fácilmente. Las lámparas no integradas permiten el reemplazo del tubo y el uso prolongado del balasto; ya que el balasto electrónico tiene mayor duración que el tubo, puede ser más costoso y sofisticado al ofrecer la opción de graduar la intensidad de luz.

Cada vez que un particular instala una bombilla de bajo consumo se ahorra la emisión de 20 kg de CO₂ a la atmósfera al año (según el tipo de fuentes de generación eléctrica, que varía ampliamente de un país a otro y cambia en el tiempo).[cita requerida] La sustitución de las bombillas incandescentes en la Unión Europea ahorraría al menos 20 millones de toneladas de CO₂ al año, lo que equivaldría a cerrar varias centrales de producción de energía eléctrica que utilizan recursos energéticos contaminantes.

Las lámparas CFL se fabrican para uso con corriente alterna y con corriente continua. Estas últimas suelen usarse para la iluminación interna de las caravanas (casas rodantes) y en luminarias activadas por energía solar. En algunos países, suelen usarse estas últimas como reemplazo de las linternas a base de queroseno. En la figura 25 siguiente se ven diferentes tipos de lámparas Fluorescentes.



Figura 25

Las CFL tienen una duración media de unas 8000 horas de funcionamiento. La duración media de una lámpara incandescente está entre 500 y 2000 horas de funcionamiento dependiendo de su exposición a picos de tensión y a golpes y vibraciones mecánicas, además de la calidad de la propia lámpara. Esto mejora en los nuevos modelos.

Las CFL consumen aproximadamente una cuarta parte de la potencia de las incandescentes. Por ejemplo, una CFL de 15 W produce la misma luminosidad que una incandescente de 75 W, es decir, que el rendimiento luminoso de la CFL es de aproximadamente 56-60 lúmenes/W.

Lámparas fluorescentes sin electrodos

Las lámparas fluorescentes sin electrodos como la de la figura 27, emiten luz en presencia de un campo magnético junto con una descarga en gas. Presentan una elevada vida útil (60000 horas) sólo limitada por los componentes electrónicos. Se les denomina también lámparas de inducción.



Figura 27

Lámparas de vapor de mercurio de alta presión

Luminarias de mayor potencia que las de fluorescencia, emiten un mayor flujo luminoso aunque presentan una eficacia algo menor. Se suelen emplear en la iluminación de grandes áreas como calles, naves industriales. Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque.

La luz que emite es color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara, Aunque también están disponibles las bombillas completamente transparentes las cuales iluminan bien en zonas donde no se requiera estrictamente una exacta reproducción de los colores.

Para su operación las lámparas de vapor de mercurio requieren de un balastro. Una de las características de estas lámparas es que tienen una vida útil muy larga, ya que rinde las 25000 horas de vida aunque la depreciación lumínica es considerable. Existen casos en los que en este tipo de lámparas los polvos fluorescentes han desaparecido por el paso de muchos años y sin embargo la lámpara continúa encendida.

Estas lámparas han sido usadas principalmente para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, parques, naves industriales y lugares poco accesibles ya que el periodo de mantenimiento es muy largo. Las figura 28 podemos ver los componentes principales de una lámpara de vapor de mercurio a alta presión.

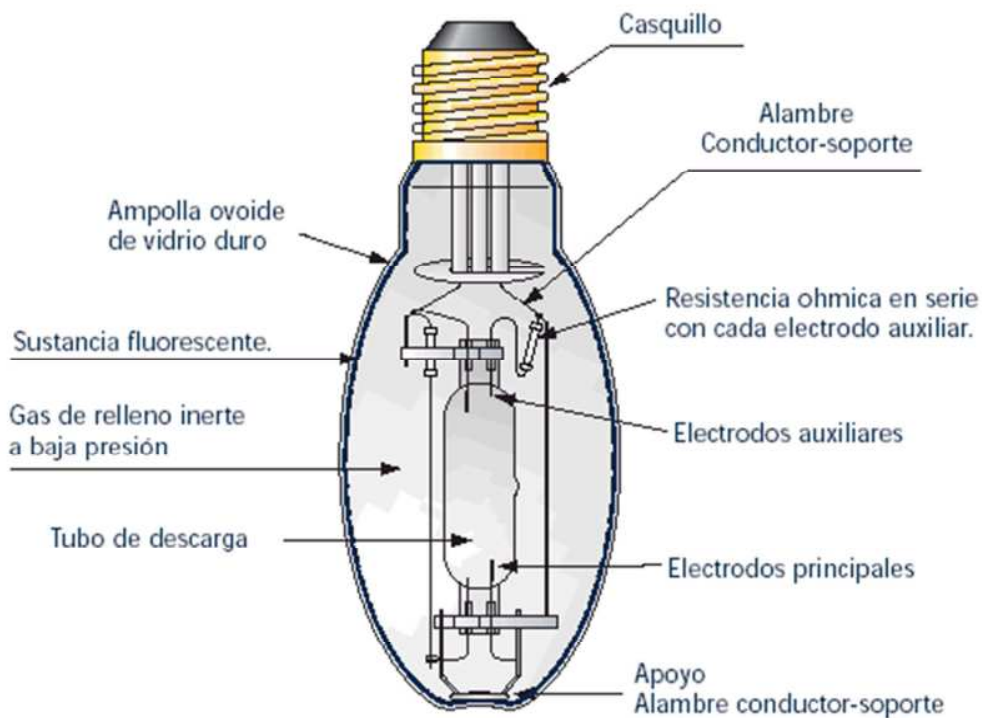


Figura 28

Lámparas de luz mezcla

Son una mezcla entre las luminarias de vapor de mercurio a alta presión y las de incandescencia. No requieren de balasto ya que el filamento actúa como estabilizador de corriente.

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K.

La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas, un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. La vida media se sitúa en torno a las 6000 horas. En la figura 29 vemos los elementos principales de la lámpara de luz de mezcla.

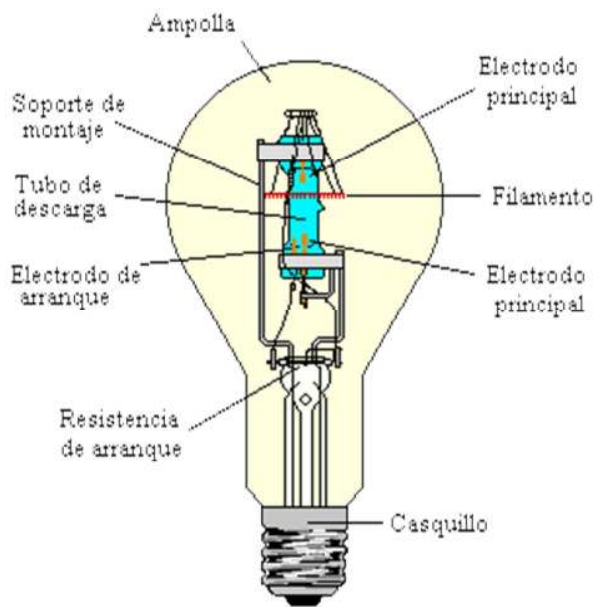


Figura 29

Lámparas de halógenos metálicos

Presentan halógenos metálicos junto al relleno de mercurio mejorando su capacidad para reproducir el color y su eficacia. Su uso está muy extendido en aplicaciones de alumbrado público, fachadas, monumentos.

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficacia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V). En la figura 30 vemos los elementos principales de la lámpara de halógenos no metálicos.

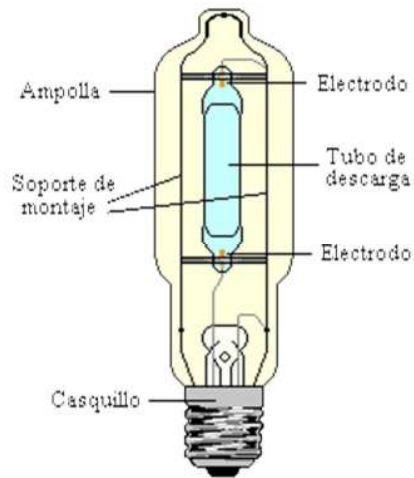


Figura 30

Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos

Nueva familia de luminarias que combinan la tecnología de las luminarias de halogenuros metálicos con las de sodio a alta presión. El tubo de descarga es de material cerámico lo que les permite operar a temperaturas más altas aumentando su vida útil (del orden de 15000 horas). Son muy adecuadas para su uso en el sector terciario (comercios, oficinas).

Lámparas de vapor de sodio a baja presión (SBP)

Se origina la descarga en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación prácticamente monocromática. Son las más eficaces del mercado, pero el color de su luz (amarillento) las hace adecuadas para usos como autopistas, túneles.

Las lámparas SBP se utilizan en aplicaciones muy específicas, en las cuales se privilegia el rendimiento de la conversión de energía eléctrica en lumínica y no resulta tan importante la reproducción cromática obtenida.

Por ello constituyen una solución eficaz y económica en alumbrado público de puentes, cruces ferroviarios, grandes áreas portuarias y similares. También son muy apropiadas para zonas peligrosas en las que se necesita resaltar cuerpos en movimiento, ya que su luz

monocromática amarilla (longitud de onda= 590 nano metros) coincide con el color al que se tiene la máxima sensibilidad del ojo humano y favorece el contraste, lo que permite la visibilidad aún en presencia de niebla. Asimismo, en algunos casos pueden utilizarse para la iluminación ornamental de parques y jardines.

En virtud de su elevado rendimiento, estas lámparas se fabrican en un rango de potencias relativamente bajas, comprendidas entre 18 y 180 W.

La descarga eléctrica en estas lámparas se produce en un tubo en forma de "U" que contiene una atmósfera de sodio a muy baja presión y algunos gases auxiliares para facilitar el encendido. Este tubo de descarga está rodeado por otro exterior de protección y en el espacio entre ambos tubos se ha hecho el vacío. Para la conexión al circuito externo disponen de casquillos a rosca para algunas potencias bajas, o a bayoneta, para lámparas mayores. En ambos casos, deben ser aptos para soportar la sobretensión de encendido.

El proceso de puesta en funcionamiento es más prolongado que en el caso anterior, ya que el máximo flujo luminoso se alcanza a los 15 minutos. Debido a que estas lámparas requieren para su encendido tensiones más elevadas que la nominal de la línea, que varían entre 400 y 680 V, se necesita un equipo auxiliar del tipo autotransformador de dispersión para su funcionamiento, cuyo diseño varía según la potencia de la lámpara. Sin embargo, también existen circuitos híbridos, compuestos por un balasto en serie con un capacitor y un ignitor.

Otras características son:

Vida útil elevada: 10.000 hrs.

Mantienen el flujo luminoso a lo largo de su vida.

Eficacia luminosa: es la fuente luminosa de mayor rendimiento, alcanzando valores de 180 lm/W.

Tienen una posición de funcionamiento restringida.

Reproducción cromática: nula. $R_a = 0$. Luz totalmente monocromática amarillo oro.

Su factor de potencia es bajo y puede corregirse con capacitores.

En la figura 31 podemos ver los elementos principales de la lámpara de vapor de sodio a baja presión

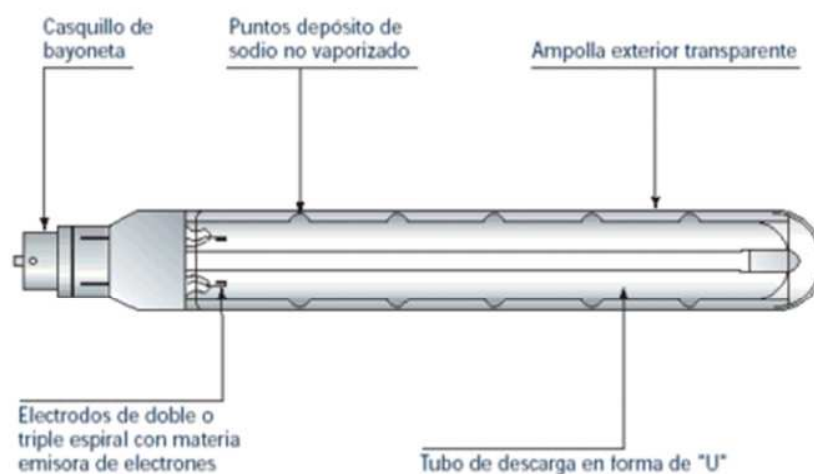


Figura 31

Lámparas de vapor de sodio a alta presión (SAP)

Las lámparas SAP comenzaron siendo utilizadas en aplicaciones muy específicas, en las cuales no era muy importante la reproducción cromática obtenida. Como consecuencia del progreso en su tecnología de fabricación, de la mejora de su espectro de emisión, y fundamentalmente por la economía que se obtiene en sus costos de explotación; se ha producido una masiva difusión de su empleo, reemplazado ventajosamente a las lámparas de vapor de mercurio a alta presión en aquellas aplicaciones en las que se necesita una luz abundante y económica.

En efecto, en comparación con las lámparas de mercurio a alta presión, tienen un mayor rendimiento lumínico (lm/W), lo que permite la utilización de lámparas de menor consumo a igualdad de flujo luminoso; y además no atraen a los insectos, pues carecen de un espectro con longitudes de onda dominantes en la banda del azul (como las de mercurio a alta presión), lo que permite disminuir los costos de mantenimiento por limpieza de las luminarias instaladas.

Si bien las lámparas SAP requieren un equipo auxiliar de mayor costo que el de las lámparas de mercurio a alta presión, esa mayor inversión inicial se amortiza rápidamente con los menores costos de funcionamiento que se obtienen.

Por otro lado, comparadas con las lámparas de sodio a baja presión (SBP), ofrecen una mayor capacidad para discriminar los colores, convirtiéndose en una fuente de luz de aspecto más aceptable, con una elevada eficacia luminosa (aunque menor que las SBP). En las lámparas SAP, la luz se obtiene por la emisión producida por el choque de los electrones libres contra los átomos del vapor contenido en el tubo de descarga. En este proceso, los choques producen la excitación de los electrones de los átomos del vapor, que pasan a ocupar orbitales de mayor energía. Cuando dichos electrones retornan a su órbita natural, se produce la emisión de fotones y en consecuencia ocurre una generación de radiación lumínica.

Una lámpara SAP típica está constituida por una ampolla externa de vidrio que puede ser transparente o con recubrimiento según el modelo. La forma de esta ampolla adopta diferentes variantes ovoideas y tubulares, con una geometría tal que puede instalarse en las mismas ópticas y luminarias diseñadas para las lámparas de mercurio a alta presión. Este recipiente de protección sirve para reducir la emisión de calor, estabilizar la temperatura de servicio y así evitar apreciables variaciones en el flujo luminoso; y en algunos casos tiene una capa de polvo de recubrimiento en la pared interior del bulbo, para mejorar la distribución de su espectro luminoso.

La descarga se produce en un elemento tubular recto interno, separado de la ampolla por un espacio en el que se ha realizado el vacío. El tubo de descarga está construido con óxido de aluminio sinterizado, para soportar la acción corrosiva del sodio a temperaturas elevadas, y contiene fundamentalmente vapor de sodio a una presión de servicio cercana a 0,98 bares, además de otros materiales como neón, xenón y mercurio, que actúa como corrector de color y control de tensión.

Al conectar la lámpara se produce una descarga inicial a través del gas auxiliar (neón), originándose una luz rojiza típica de ese gas, y la lámpara comienza a calentarse por acción del arco, lo que produce la evaporación del sodio metálico y la emisión de luz amarillenta, hasta que se completa el ciclo de encendido. Estas lámparas admiten cualquier posición de funcionamiento y en el encendido absorben hasta 1,5 veces la intensidad nominal, alcanzando su flujo luminoso máximo a los 5 - 6 minutos de producido el mismo, y requiriendo un tiempo de enfriamiento para efectuar el reencendido.

Su eficacia luminosa está comprendida entre los 90 y los 130 lm/W, no siendo prácticamente afectada por las variaciones en la temperatura ambiente, y alcanzando una vida útil superior a las 20,000 horas. Por otro lado, proveen una visión de alto contraste y su reproducción cromática es regular, con valores del índice de reproducción del color cercanos a $R_a = 30 / 50$ - luz predominantemente amarilla, aunque en los últimos años se ha mejorado mucho su espectro luminoso (color corregido). Además generan un efecto estroboscópico, pues se alimentan con corriente alterna.

En general, las lámparas de sodio a alta presión se aplican en alumbrado público, naves industriales, estacionamientos, grandes áreas, fachadas, parques, depósitos industriales, aeropuertos. La función del equipo auxiliar para una lámpara de sodio a alta presión es la misma que la de los demás tipos de lámparas de alta intensidad de descarga gaseosa, debiendo satisfacer todos los requerimientos básicos habituales de las mismas, para lograr un elevado rendimiento en condiciones confiables.

De esta manera, debe proveer la tensión de circuito abierto necesaria para el encendido, debe controlar la intensidad de manera que la potencia de la lámpara ni sobrepase el límite superior admitido, ni sea tan baja que el flujo luminoso quede por debajo del valor mínimo económicamente aceptable; y además debe proveer una corriente de trabajo con el menor contenido poli armónico posible y el factor de potencia adecuado.

Estas fuentes de luz tienen una característica de resistencia negativa, ya que la tensión de arco disminuye con el aumento de la corriente, y por lo tanto requieren una impedancia limitadora (balasto) para lograr una operación estable al alimentarse desde una fuente de tensión constante.

En la figura 32 podemos ver dos tipos de lámparas de vapor de sodio a alta presión y sus elementos principales

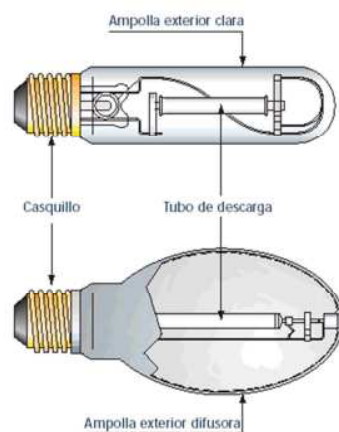


Figura 32

Además necesitan un ignitor que provea un pulso de alta tensión de encendido, y generalmente se les conecta un capacitor para corregir el factor de potencia en forma local.

Iluminación LED

Los diodos emisores de luz (LED) están basados en semiconductores que convierten la corriente eléctrica en luz sin necesidad de filamento. Su vida útil es elevada (del orden de 50000 horas) siendo un 80% más eficientes que las lámparas incandescentes. Se emplean en un gran número de aplicaciones como escaparates, señalización luminosa, iluminación decorativa.

Las lámparas e iluminación con LEDs son lámparas de bajo consumo de electricidad (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. Ideal para edificios con muchas lámparas y alta consumo de electricidad. Este tipo de tecnología no solo permite tener un bajo consumo de energía, al tener estas poco paso de corriente permiten un ahorro en instalación, y al ser los LEDs elementos electrónicos, estos pueden ser fácilmente controlados.

Su uso Industrial es reservado, pero en un futuro, la tecnología permitirá acercar la iluminación LED a las industrias.

En la figura 33 podemos ver una luminaria de led.



Figura 33

3.2.-Tomas

Cualquier punto de una línea eléctrica del que se tome corriente y se consuma, es una toma. Las placas de enchufe no consumen por si solas la corriente, pero puesto que se enchufan a ellas aparatos que la consumen, como televisores, lavadoras, refrigeradores, lámparas, son considerados como tomas. Un interruptor no consume energía por lo tanto no es considerado una toma.

A veces se emplea de modo incorrecto el termino toma para indicar un punto en que algún elemento se acopla a los hilos, como por ejemplo un interruptor. Esto suele ocurrir principalmente en presupuestos, que calculan el precio de la obra por el número de tomas.

Un elemento eléctrico es un componente que lleva corriente, pero no la consume como por ejemplo los interruptores, receptáculos, enchufes, pulsadores. Cualquier cosa que consuma fuerza es, un aparato de utilización y constituye la carga del circuito.

En la industria las tomas el mayor voltaje permitido por la norma IEC 60309-1 de la International Electrotechnical Commission, es 690 de Vcc o Vca; la corriente más alta, 250 A; y la mayor frecuencia, 500 Hz. El rango de temperaturas es de -25°C a 40°C .

La IEC 60309-1 especifica la funcionalidad general y los requerimientos de seguridad para todos los enchufes de elevada corriente para uso industrial, también especifica un rango de los principales enchufes con tomas circulares, y diferentes números y configuraciones de las clavijas para aplicaciones distintas.

Disposición de la espiga de protección en algunos tomacorrientes usuales está ilustrada en la figura 34, donde podemos ver a diferentes voltajes, que las tres columnas diferentes cambian las espigas de conexión en la primera tenemos 2 polos 1 tierra, en la segunda tenemos 3 polos 1 tierra y en la tercera tenemos 3 polos 1 tierra y un neutro.

También podemos ver la espiga del contacto de protección de la clavija y el alvéolo del contacto de protección de la base adoptan una determinada posición respecto a la guía pitón según la tensión de los tomacorrientes

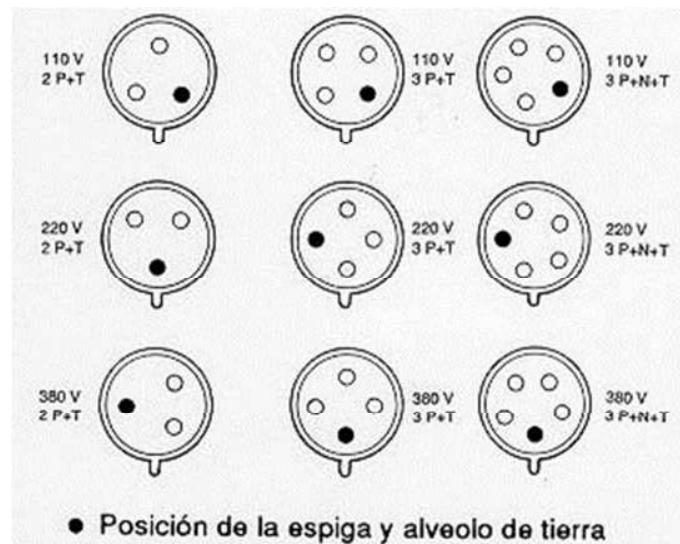


Figura 34

3.3.-Alimentación

Es el lugar por donde se obtiene la corriente, ya sea este un generador, una batería, o una fuente de suministro. También puede ser el punto por donde entra la línea en un edificio o aquel en que empieza un circuito en cuestión

En la figura 35 podemos ver el diagrama de una acometida área monofásica en baja tensión. En la figura 36 podemos ver el material y equipo usado.

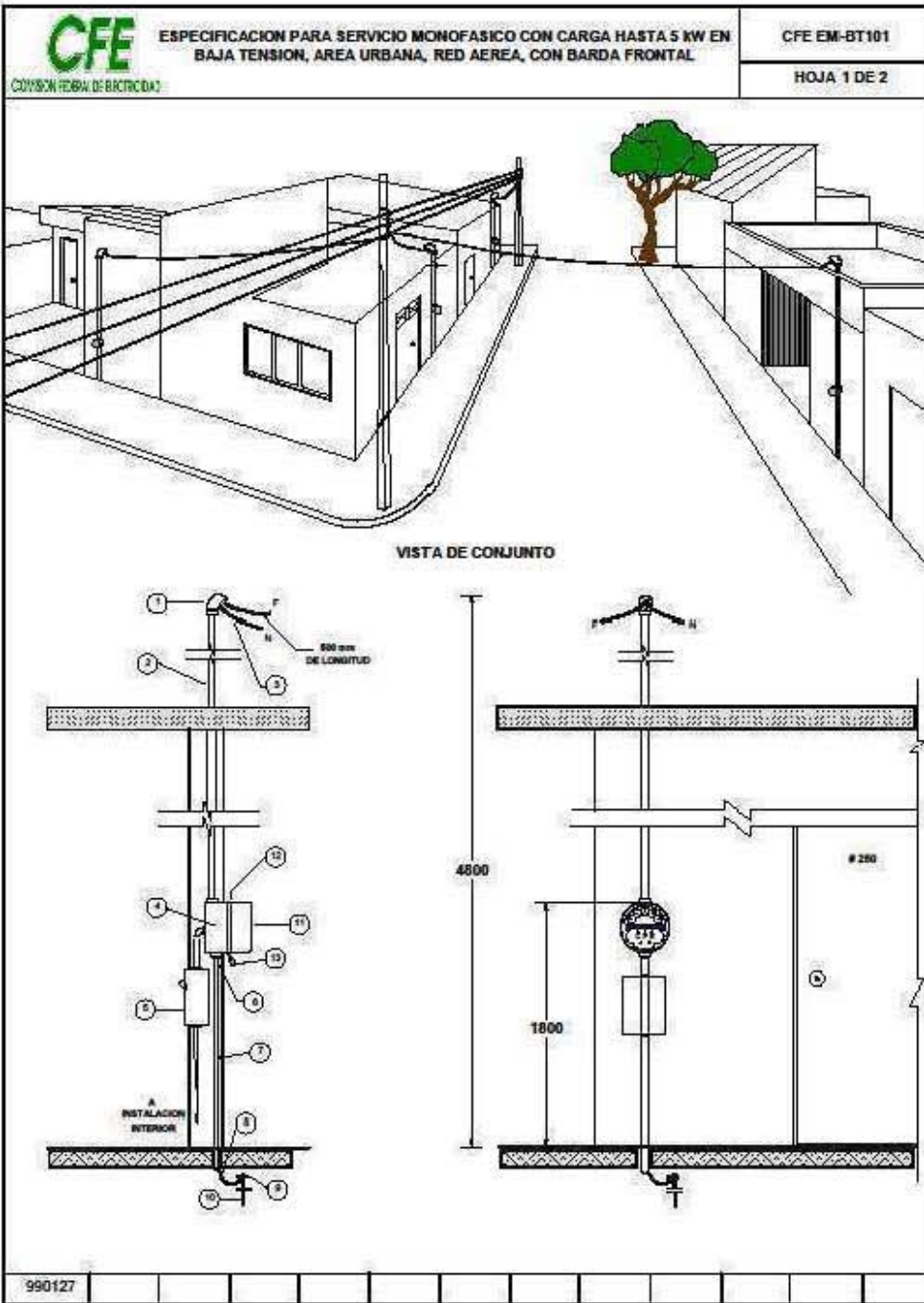
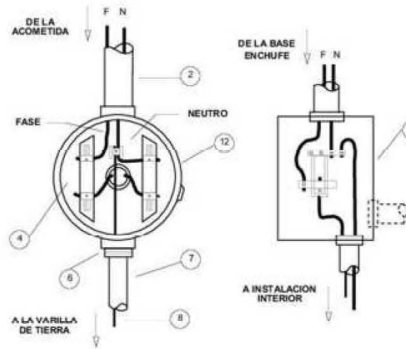
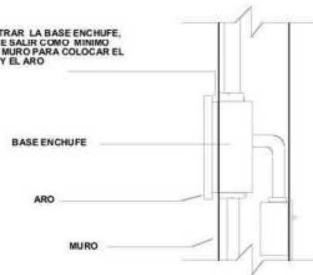


Figura 35

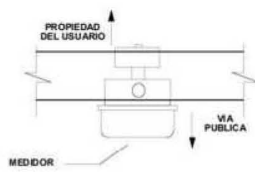


DETALLE DE ALAMBRADO DE LA BASE E INTERRUPTOR

AL EMPOTRAR LA BASE ENCHUFE, ESTA DEBE SALIR COMO MINIMO 5 mm DEL MURO PARA COLOCAR EL MEDIDOR Y EL ARO



DETALLE DE EMPOTRADO DE LA BASE



VISTA DE PLANTA

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPO

A CARGO DEL USUARIO

- 1 MUFA INTEMPERIE DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO
- 2 TUBO CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO Y CON 3000 mm DE LONGITUD
- 3 CABLE DE COBRE THW CALIBRE 8.367 mm² (8 AWG) DESDE LA MUFA HASTA EL INTERRUPTOR, EL FORRO DEL CONDUCTOR NEUTRO DE COLOR BLANCO Y EL DE LA FASE DIFERENTE AL BLANCO
- 4 BASE ENCHUFE DE 4 TERMINALES, 100 AMPERES
- 5 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (PREFERENTEMENTE) O DE CARTUCHO FUSIBLE DE 2 POLOS, 1 TIRO, 250 VOLTS, 30 AMPERES, A PRUEBA DE AGUA CUANDO QUEDE A LA INTEMPERIE
- 6 REDUCCION DE 32 mm (1 1/4") A 12.7 mm (1/2")
- 7 TUBO CONDUIT PARED DELGADA DE 12.7 mm (1/2") DE DIAMETRO
- 8 ALAMBRE O CABLE DE COBRE CALIBRE 8.367 mm² (8 AWG) MINIMO
- 9 CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA
- 10 VARILLA DE TIERRA PARA UNA RESISTENCIA MAXIMA DE 25 OHMS

INSTALADO POR C.F.E.

- 11 MEDIDOR TIPO ENCHUFE DE 15 AMPERES, 1 FASE, 2 HILOS, 120 VOLTS (F121)
- 12 ARO PARA BASE ENCHUFE DE ACERO INOXIDABLE
- 13 SELLO DE PLASTICO

NOTAS :

- A LA PREPARACION PARA RECIBIR LA ACOMETIDA DEBE ESTAR COMO MAXIMO A 35 METROS DEL POSTE DESDE EL CUAL SE DARA EL SERVICIO
- B EL CONDUCTOR DEL NEUTRO DEBE CONECTARSE DIRECTO A LA CARGA SIN PASAR POR ALGUN MEDIO DE PROTECCION (FUSIBLE O TERMOMAGNETICO)
- C LA PREPARACION PARA RECIBIR LA ACOMETIDA DEBE ESTAR AL LIMITE DE PROPIEDAD, EMPOTRADA O SOBREPUESTA
- D EVITAR QUE LA ACOMETIDA CRUCE OTRO TERRENO O CONSTRUCCION
- E LA ALTURA DE LA MUFA PARA RECIBIR LA ACOMETIDA ES DE 4800mm
- F EL INTERRUPTOR ESTARA A UNA DISTANCIA NO MAYOR A 5000 mm DEL MEDIDOR
- G MARCAR EL NUMERO OFICIAL DEL DOMICILIO EN FORMA PERMANENTE

990127

Figura 36

3.4.-Cajas

En las primeras épocas de las conducciones eléctricas, la costumbre general consistía en tender los hilos por la parte exterior de las paredes o por dentro de ellas hasta los diversos elementos a conectar, sin ninguna protección. Actualmente todo esto ha cambiado en interés de la seguridad , para evitar incendios y para evitar descargas eléctricas con seres humanos, por eso ahora en todos los lugares donde deban hacerse empalmes deben emplearse cajas de empalme o substitutos equivalentes.

Las cajas de empalme sirven para alojar los extremos de los cables o las uniones de los mismos en todos los puntos donde se ha eliminado el aislamiento original .En un hilo continuo no hay mucho peligro, pero un empalme mal hecho puede dar a lugar un cortocircuito, contactos en tierra o calentamientos en aquel punto.

Las cajas (figura 37) se apoyan en paredes y techos de acuerdo con normas determinadas que proporcionan resistencia mecánica para aguantar los aparatos, interruptores y otros elementos, eliminando el peligro de roturas mecánicas



Figura 37

3.5.-Enchufes

Muchos aparatos eléctricos son portátiles, y para conectarlos donde convenga, existen los enchufes o cajas de contacto. El enchufe se compone de 2 partes la clavija y el contacto, existen varios tipos, como se puede ver en el mapa de la figura 38, los diferentes tipos de enchufes y los países donde se usan.

Tanto los enchufes machos como los enchufes hembra se han estandarizado para favorecer la seguridad, garantía y capacidad de sustitución de los dispositivos. Cada país tiene sus propias normas de estandarización. A nivel internacional las normas ISO, en Europa las EN, y en España UNE recogen una serie de reglamentaciones. Sin embargo, existen diferencias de criterio, y aún el Reino Unido continúa teniendo diferentes tipos de enchufes que el resto de Europa. También hay problemas de estandarización a este respecto en algunos países del Este, aunque son menores.

En Europa, existen principalmente dos tipos de enchufes: el "tipo C", de patilla fina y sin toma de tierra, y el "tipo F", inventado en Alemania, con dos patillas que pueden ser finas o gruesas y toma de tierra lateral por contacto y superior por recepción.

También existen diferencias de estandarización en el tamaño de las cajas empotrables y sus dispositivos; la caja tradicional rectangular, originaria de Estados Unidos, ha sido sustituida por un estándar europeo cuadrado.

Existen numerosos tipos de enchufes regidos por normas estándar a nivel geográfico, que dependen de numerosos factores, como la tensión, amperaje (intensidad), seguridad, etc, y que afectan al tamaño, formas y materiales empleados para su fabricación.

En la Unión Europea los enchufes domésticos funcionan con corriente alterna a 230 voltios y 50 hercios. Además, en todos los países de la Unión excepto Chipre, Irlanda, Malta y Reino Unido se utilizan enchufes de tres contactos (partes metálicas), dos a los costados y un tercero en la parte superior o inferior del enchufe. Las dos varillas conectan una fase y el neutro, y el tercer contacto el cable de tierra que conecta todas las piezas metálicas de los aparatos eléctricos con tierra para evitar posibles descargas al usuario.

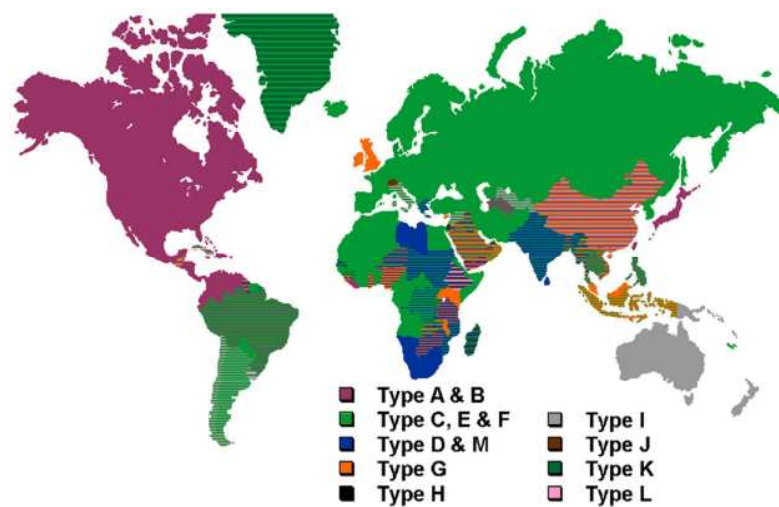


Figura 38

3.6.-Conductores eléctricos

Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar) o cualquier material en estado de plasma.

La mayor parte de los conductores en instalaciones son de cobre o de aluminio, debido a su buena conductividad y que comercialmente no tiene un alto costo.

Comparativamente el aluminio es 16% menos conductor que el cobre por ser mucho más liviano que este, resulta más económico cuando se hacen estudio comparativos, ya que en igualdad de precio se tiene hasta 4 veces más cantidad de aluminio que cobre.

Los conductores se fabrican de sección circular de material olido o como cables dependiendo de la corriente a conducir y su utilización , aunque en algunos casos se fabriquen de formas tubulares o rectangulares para corrientes altas , el sistema americano de designación American Wire Gauge (AWG) siendo el más grueso 4/0 siendo en orden descendente del área conductor los números 3-0, 2-0, 1-0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 , 12, 14, 16, 18, 20, que es el más delgado usado en instalaciones eléctricas. Para conductores con área

mayor a del designado 4/0 , se hace una designación que está en función de su área en pulgadas , para lo cual se emplea una unidad denominada del kcmil.

Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), o el aluminio; metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre, es sin embargo un material tres veces más ligero, por lo que su empleo está más indicado en líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. A diferencia de lo que mucha gente cree, el oro es levemente peor conductor que el cobre, sin embargo, se utiliza en bornes de baterías y conectores eléctricos debido a su durabilidad y “resistencia” a la corrosión.

El calor no perjudica al cobre de un conductor pero si a su aislamiento. Si este se recalienta se perjudica de varios modos que dependen del grado de temperatura y de la clase de aislamiento. Algunos tipos se funden, otros se endurecen y otros arden, pero en todos casos cuando al aislamiento se recalienta pierde su utilidad y lleva a averías y a incendios.

Los amperajes especificados en varias tablas para toda clase particular y tamaño de hilo, son las intensidades las que pueden conducir sin que aumente la temperatura de su aislamiento más allá de un punto peligroso. El aislamiento de los tipo T y TW es el que soporta menos calor; por tanto, son los tipos que tiene el amperaje más bajo de todos los cables.

4.-Elementos de protección

Es imposible que circule una corriente eléctrica por un hilo sin que lo caliente .A medida que aumenta el número de amperios, también aumenta la temperatura del conductor. Para un tamaño dado de hilo, el calor generado es proporcional al cuadrado del amperaje.

Al aumentar la temperatura de los hilos, se puede perjudicar su aislamiento llegando fácilmente a fallar y si el amperaje es lo suficientemente grande, el propio conductor puede llegar a calentarse hasta el punto de producir fuego por sí solo.

Es por eso que se necesita limitar exactamente el amperaje a un valor máximo, que sea seguro para una sección y tipo de conductor dado. El número máximo de amperios que pueden soportar con seguridad un hilo se denomina intensidad máxima de cada clase y tamaño de hilo bajo distintas condiciones.

Además de emplearse como protección de hilos contra amperajes demasiado grandes, los elementos de protección también se emplean para proteger equipos eléctricos. Por ejemplo un motor eléctrico puede necesitar 15 amperios para dar potencia que para dar la potencia que indica su placa de características, pero si es un buen motor, puede con toda seguridad, durante pequeños intervalos, desarrollar bastante más caballos, pero consumiendo un amperaje mayor. Si se deja que ese amperaje mayor circule durante un tiempo mayor, entonces seguramente se quema el motor por sobrecarga por tanto el aparato contra la intensidad anormal protege también al motor.

4.1.-Fusibles

El elemento de protección más común es el fusible consta de simplemente una pequeña cinta o hilo metálico, a base de una aleación con bajo punto de fusión y de sección tal que soporte indefinidamente un amperaje dado, pero que se funde cuando sea mayor. Cuando el hilo del fusible se funde, se dice que ha saltado el fusible, o que se ha fundido. Cuando esto ocurre, se abre el circuito igual como si se hubiera cortado el hilo o abierto el interruptor en el punto en que se encuentra el fusible.

Actualmente los hilos o pletinas de los fusibles están contruidos con cobre o aleación de plata (o por ejemplo Cu, Mn12, Ni) encerrados en un cartucho cilíndrico cerámico relleno de arena de cuarzo (aunque pueden constituir varios hilos o pletinas en paralelo), se construyen así porque al fundir el hilo del fusible se crea un arco que es absorbido por la arena de cuarzo y además evita la dispersión del hilo fundido al exterior, a este tipo de fusibles se les llama cartuchos fusibles.

Existen muchos tipos de fusibles sus características variarán en función de qué protejan; cables, motores, semiconductores, etc.

Sus características básicas son:

Tensión nominal: tensión para la que ha sido previsto su funcionamiento, los valores más habituales son: 250, 400, 500 y 600 v en baja tensión, también existen fusibles para alta tensión, aunque en el rango de la media tensión.

Intensidad nominal: es la intensidad que puede soportar indefinidamente, sin sufrir ningún deterioro los componentes de dicho elemento. Los valores habituales son: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 A.

Intensidad de fusión y de no fusión del fusible: la intensidad de fusión es la intensidad a la cual el fabricante asegura su fusión. La intensidad de no fusión es la máxima intensidad del fusible que el fusible es capaz de soportar con la seguridad de no fundir, entre la diferencia de estos valores se crea un banda de dispersión en la cual no puede asegurarse la fusión del fusible.

Curva de fusión: indican el tiempo de desconexión en función de la corriente para un fusible concreto.

El poder de corte: es la máxima corriente en valor eficaz que puede interrumpir un fusible.

TIPOS DE FUSIBLES.

Se pueden clasificar según su **tamaño** y en función de su **clase de servicio**.

Según su **tamaño** tenemos:

Cartuchos cilíndricos:

Tipo CI00, de 8,5 x 31,5 mm, para fusibles de 1 a 25 A.

Tipo CI0, de 10 x 38 mm, para fusibles de 2 a 32 A.

Tipo CI1, de 14 x 51 mm, para fusibles de 4 a 40 A.

Tipo CI2, de 22 x 58 mm, para fusibles de 10 a 100 A.

Fusibles tipo D:

Tamaño de 25 A, para fusibles de 2 a 25 A.

Tamaño de 63 A, para fusibles de 35 y 50 A.

Tamaño de 100 A, para fusibles de 80 y 100 A.

Fusibles tipo D0:

Tipo D01, para fusibles de 2 a 16 A.

Tipo D02, para fusibles de 2 a 63 A.

Tipo D03, para fusibles de 80 y 100 A.

Fusibles tipo de cuchillas o también llamados NH de alto poder de ruptura (APR):

Tipo CU0, para fusibles desde 50 hasta 1250 A.

Tipo CU1, para fusibles desde 160 hasta 250 A.

Tipo CU2, para fusibles desde 250 hasta 400 A.

Tipo CU3, para fusibles desde 500 y 630 A.

Tipo CU4, para fusibles desde 800 hasta 1250 A.

Otra denominación de los fusibles de cuchillas o NH:

Tamaño 00 (000), 35 a 100 A

Tamaño 0 (00), 35 a 160 A

Tamaño 1, 80 a 250 A

Tamaño 2, 125 a 400 A

Tamaño 3, 315 a 630 A

Tamaño 4, 500 a 1000 A

Tamaño 4a, 500 a 1250 A



Figura 39

En la figura 39 podemos ver un fusible NH tipo lamina, estos fusibles usan arena de cuarzo como dieléctrico.

En cuanto a la clase de servicio los fusibles vienen designados mediante dos letras; la primera nos indica la función que va a desempeñar, la segunda el objeto a proteger:

Primera letra. Función.

Categoría “g” (general purpose fuses) fusibles de uso general.

Categoría “a” (accompanied fuses) fusibles de acompañamiento.

Segunda letra. Objeto a proteger.

Objeto “I”: Cables y conductores.

Objeto “M”: Aparatos de conexión.

Objeto “R”: Semiconductores.

Objeto “B”: Instalaciones de minería.

Objeto “Tr”: Transformadores.

La combinación de ambas letras nos da múltiples tipos de fusibles, pero tan solo pondré los más habituales o utilizados:

Tipo gF: Fusible de fusión rápida. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos.

Tipo gT: Fusible de fusión lenta. Protege contra sobrecargas sostenidas y cortocircuitos.

Tipo gB: Fusibles para la protección de líneas muy largas.

Tipo aD: Fusibles de acompañamiento de disyuntor.

Tipo gG/gL: Es un cartucho limitador de la corriente empleado fundamentalmente en la protección de circuitos sin puntas de corriente importantes, tales como circuitos de alumbrado, calefacción, etc.

Tipo gI: Fusible de uso general. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos, suele utilizarse para la protección de líneas aunque se podría utilizar en la protección de motores.

Tipo gR: Semiconductores.

Tipo gII: Fusible de uso general con tiempo de fusión retardado.

Tipo aM: Fusibles de acompañamiento de motor, es decir, para protección de motores contra cortocircuitos y por tanto deberán ser protegido el motor contra sobrecargas con un dispositivo como podría ser el relé térmico.

En general todos los fusibles cuando se funde uno por la causa que sea el resto de los fusibles que no han fundido muy posiblemente hayan perdido las características de fábrica al ser atravesados por corrientes y tensiones que no son las nominales, es por eso que en un sistema trifásico cuando funde un fusible lo correcto es cambiar los tres así como en un sistema monofásico lo correcto es cambiar ambos fusibles cuando uno de ellos ha fundido.

Los fusibles de cuchillas o los de cartucho pueden llevar percutor y/o indicador de fusión, el percutor es un dispositivo mecánico que funciona cuando funde el fusible que hace moverse un percutor que generalmente acciona un contacto que señala la fusión del fusible y/o actuar una alarma.

El **indicador de fusión** es una especie de círculo que salta cuando el fusible ha fundido, el color indica el amperaje según la siguiente tabla:

Rosa = 2 A	Amarillo = 25 A
Marrón = 4 A	Negro = 32, 35 ó 40 A
Verde = 6 A	Blanco = 50 A
Rojo = 10 A	Cobre = 63 A
Negro = 13 A	Plata = 80 A
Gris = 16 A	Rojo = 100 A
Azul = 20 A	



Figura 40

En la figura 40 podemos ver dos tipos de fusibles de lado izquierdo tenemos el fusible para semiconductores y al derecho el fusible de expulsión para alta tensión.

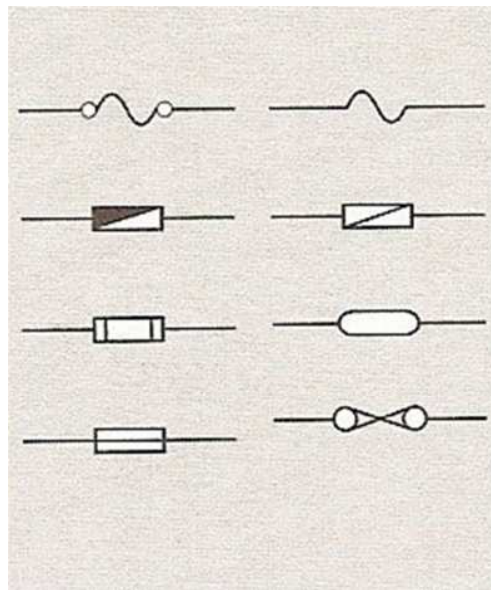


Figura 41

En la figura 41 podemos ver las diferentes formas de representación de los fusibles.



Figura 42

En la figura 42 podemos ver un fusible tipo HH con alto poder de ruptura para alta tensión.

4.2.-Interruptores automáticos Termomagneticos

Estos dispositivos se emplean para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas, en sustitución de los fusibles, ya que tienen la ventaja de que no hay que reponerlos; cuando desconectan debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se rearmen de nuevo y siguen funcionando.

Según el número de polos, se clasifican éstos en: unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Estos últimos se utilizan para redes trifásicas con neutro.

Estos aparatos constan de un disparador o desconectador magnético, formado por una bobina, que actúa sobre un contacto móvil, cuando la intensidad que la atraviesa su valor nominal (I_n). Éste es el elemento que protege la instalación contra cortocircuitos, por ser muy rápido su funcionamiento, y cada vez que desconecta por este motivo debe de rearmarse (cerrar de nuevo el contacto superior), bien sea manual o eléctricamente.

También poseen un desconectador térmico, formado por una lámina bimetálica, que se dobla al ser calentada por un exceso de intensidad, y aunque más lentamente que el dispositivo anterior, desconecta el contacto inferior del dibujo. Esta es la protección contra sobrecargas y su velocidad de desconexión es inversamente proporcional a la sobrecarga. Cuando la desconexión es por efecto de una sobrecarga, debe de esperarse a que enfríe la bilamina y cierre su contacto, para que la corriente pase de nuevo a los circuitos protegidos.

Los interruptores automáticos termomagneticos, se emplean mucho domésticamente y para instalaciones de Baja Tensión en general y suelen fabricarse para intensidades entre 5 y 125 amperios, de forma modular y calibración fija, sin posibilidad de regulación. Para intensidades mayores, en instalaciones industriales, de hasta 1.000 A o más, suelen estar provistos de una regulación externa, al menos para el elemento magnético, de protección contra cortocircuitos.

4.3.-Protección contra sobrecargas

Entendemos por sobrecarga al exceso de intensidad en un circuito, debido a un defecto de aislamiento o bien, a una avería o demanda excesiva de carga de la máquina conectada a un motor eléctrico.

Las sobrecargas deben de protegerse, ya que pueden dar lugar a la destrucción total de los aislamientos, de una red o de un motor conectado a ella. Una sobrecarga no protegida degenera siempre en un cortocircuito.

Según los reglamentos electrotécnicos "Si el conductor neutro tiene la misma sección que las fases, la protección contra sobrecargas se hará con un dispositivo que proteja solamente las fases, por el contrario si la sección del conductor neutro es inferior a la de las fases, el dispositivo de protección habrá de controlar también la corriente del neutro". Además debe de colocarse una protección para cada circuito derivado de otro principal.

Los dispositivos más empleados para la protección contra sobrecargas son:

Fusibles calibrados, tipo gT o gF (nunca aM)

Interruptores automáticos termomagnéticos

Relés térmicos

Para los circuitos domésticos, de alumbrado y para pequeños motores, se suelen emplear los dos primeros, al igual que para los cortocircuitos, siempre y cuando se utilice el tipo y la calibración apropiada al circuito a proteger. Por el contrario para los motores trifásicos se suelen emplear los llamados relés térmicos.

4.4.- Conexión a tierra su importancia y teoría

En todo lo que se refiere a las instalaciones eléctricas se puede ver con frecuencia los términos tierra, puesto a tierra, todo se refiere a partes de la instalación deliberadamente conectadas a tierra , generalmente a una tubería soterrada del sistema de conducción de agua o, cuando no se pueda , a una varilla empotrada al suelo.

La conexión a tierra se clasifica en 2 categorías:

- Sistema de conectar a tierra uno de los hilos de la instalación que conduce electricidad
- Equipo de masa o tierra en partes de la instalación que no conducen la corriente, como por ejemplo, el tablero de interruptores.

El objeto de la tierra es la seguridad, si una instalación no está debidamente puesta a tierra puede resultar excesivamente peligrosa para las demás descargas e incendios y averiguar los aparatos y motores. La puesta a tierra bien hecha reduce los peligros y también el de los rayos .La tierra es un asunto primordial en la instalación

4.5.-Puesta a tierra de las masas

Se denomina puesta a tierra a la unión eléctrica, entre todas las masas metálicas de una instalación y un electrodo como se aprecia en la figura 43, que suele ser generalmente una placa o una jabalina de cobre o hierro galvanizado (o un conjunto de ellos), enterrados en el suelo, con el fin de conseguir una perfecta unión eléctrica entre masas y tierra, con la menor resistencia eléctrica posible, Con esto se consigue que en el conjunto de la instalación no puedan existir tensiones peligrosas entre masas y tierra.

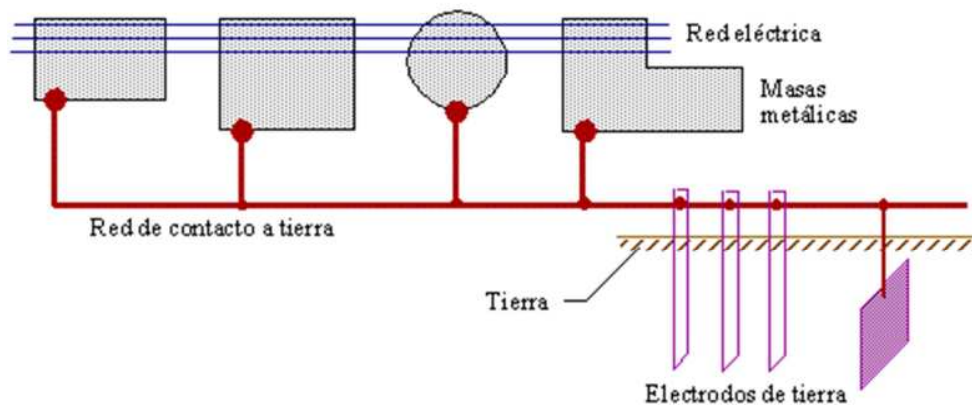


Figura 43

4.6.-Interruptores o Relevadores diferenciales

El interruptor diferencial es un aparato cuya misión es desconectar una red de distribución eléctrica, cuando alguna de sus fases se pone a tierra, bien sea directamente o a través de humedades generalmente. El interruptor diferencial se activa al detectar una corriente de defecto I_d , que sea superior a su umbral de sensibilidad I_s .

La protección diferencial está basada en la 1ª Ley de Kirchoff, que como ya sabemos dice: "En todo nudo de conductores, la suma de las intensidades que a él llegan, es igual a la suma de las intensidades que de él salen". Esto hace que cuando se produce la derivación a tierra de una fase, exista un desequilibrio entre la suma geométrica de las intensidades de la red; este desequilibrio, que es precisamente la corriente de defecto I_d , es lo que detecta el interruptor diferencial, provocando a continuación la desconexión de la red defectuosa.

El arrollamiento secundario (S) se conecta luego a un relé que actúa sobre el mecanismo de desconexión del interruptor (B). Todo ello se halla contenido en una caja aislante, con bornes de entrada y salida de red, y pueden ser: Monopolares, Bipolares, Tripolares y Tetrapolares, estos últimos para redes trifásicas con neutro distribuido.

Mientras no exista ninguna derivación a tierra en la instalación, la suma geométrica de las intensidades que circulan por los conductores, será igual a cero ($I_d = 0$), permaneciendo el interruptor cerrado. Por el contrario cuando exista una derivación a tierra de una fase, aparece una corriente de defecto o fuga I_d , que induce una corriente en el secundario del transformador toroidal; cuando la corriente de defecto I_d sea igual o mayor que la sensibilidad del interruptor I_s , el mecanismo de desconexión abre el interruptor. Una vez reparada la avería, el interruptor diferencial debe de cerrarse manualmente.

4.7.-Interruptores diferenciales industriales

Estos interruptores suelen tener la sensibilidad ajustable, suelen fabricarse en dos partes: Por un lado se monta el transformador toroidal, que suele ser de gran tamaño, sobre la red a proteger y aparte se monta el relevador diferencial, que incluye todos los elementos de desconexión y verificación de funcionamiento, en la figura 44 podemos ver sus componentes.

Dependiendo de la potencia del interruptor, el bloque que contiene los elementos de desconexión, puede contener también el interruptor propiamente dicho, o bien actuar sobre el interruptor automático de la red, al igual que el resto de las protecciones.

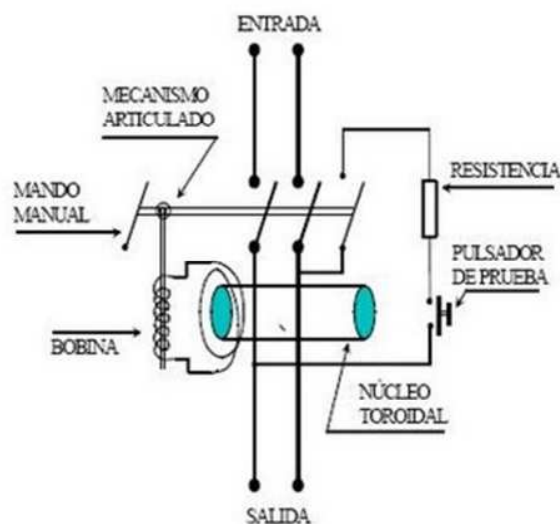


Figura 44

5.-Tipos de Canalizaciones

Una canalización es un conducto cerrado diseñado para contener cables o buses-ducto, pueden ser metálicos o no metálicos. Estos sirven para que queden protegidos contra el deterioro mecánico y contaminación, y que además protejan a las instalaciones contra incendios por arcos eléctricos que se presentan en condiciones de corto circuito

Los medio de canalización más comunes en las instalaciones eléctricas son:

- Tubos Conduit
- Ductos
- Charolas

5.1.-Tubos conduit metálicos

Dependiendo del tipo usado; se pueden instalar en exteriores e interiores; en áreas secas o húmedas, dan una excelente protección a los conductores .Los tubos conduit rígidos (figura 45) constituyen de hecho el sistema de canalización más comúnmente usado ya que prácticamente se pueden usar en todo tipo de atmosferas y para todas aplicaciones.

En los ambientes corrosivos adicionalmente se deben tener el cuidado de proteger los tubos con pintura anticorrosiva, ya que la presentación de los tubos , es galvanizada .

Los tipos más usados

- De pared gruesa (tipo rígido)
- De pared delgada
- Tipo metálico flexible



Figura 45

5.2.-De pared gruesa (tipo rígido)

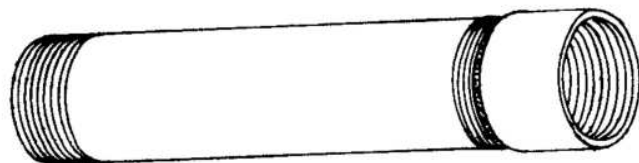
Este tipo de conduit se suministra en tramos de 3.05 de longitud en acero o aluminio y se encuentra disponible en diámetros de 13mm hasta 15.4mm (figura 46), cada extremo de tubo se proporciona con rosca y uno de ellos tiene cople. El tubo de acero es normalmente galvanizado.



Figura 46

5.3.-Tubo conduit metálico Intermedio o semipesado

Se fabrica en diámetros de hasta 102mm su constitución es similar al tubo conduit rígido de pared gruesa, pero tiene las paredes más delgadas, por lo que tiene mayor espacio interior disponible. Se debe tener más cuidado con el doblado de estos tubos ya que tiende a deformarse, tiene roscados los extremos (figura 47) y sus aplicaciones son similares a las del de pared gruesa.



TUBO CONDUIT INTERMEDIO O SEMI PESADO

Figura 47

5.4.-Tubo ligero de pared delgada (rígido delgado)

Estos tubos son similares a los de pared gruesa, pero tiene su pared interna mucho más delgada, se fabrican en diámetros de hasta 102mm, se puede usar en instalaciones visibles u ocultas, embebido en concreto o embutido en mampostería, pero en lugares secos no expuestos a humedad o ambientes corrosivos. Estos tubos no tienen extremos roscados (figura 48) y tampoco usan los mismos conectores que los tubos metálicos de pared gruesa, por que usan sus propios conectores de tipo atornillado.

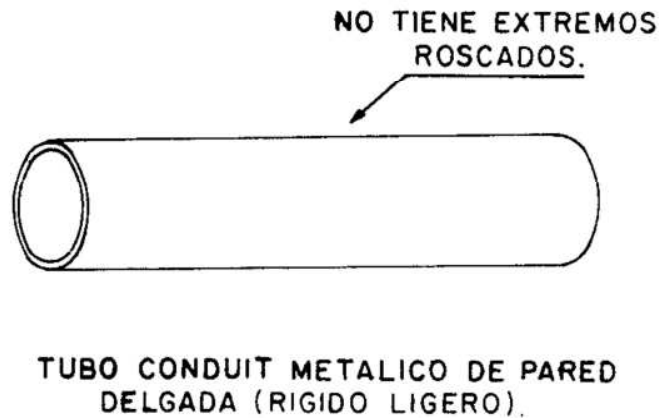


Figura 48

Recomendaciones

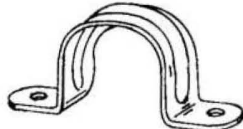
- El número de dobleces en la trayectoria total de un conduit, no debe exceder a 360°.
- Siempre que sea posible, y para evitar el efecto de acción galvánica; las cajas y los conectores usados con los tubos metálicos, deben ser del mismo material.
- Los tubos se deben soportar cada 3.05m y dentro de 90cm entre cada salida



ABRAZADERA TIPO UÑA DE UN AGUJERO.



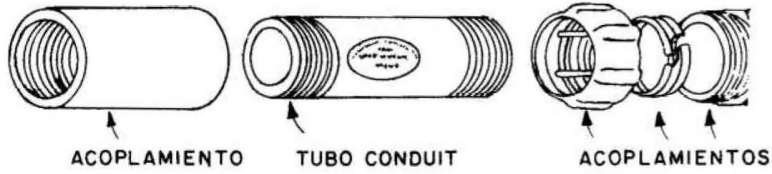
ABRAZADERA TIPO UÑA DE HIERRO MALEABLE.



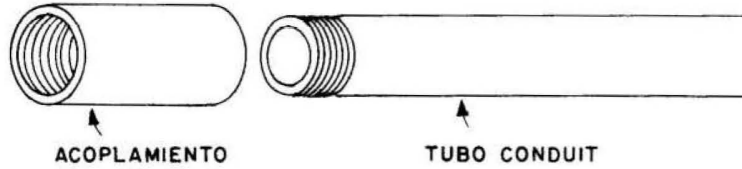
ABRAZADERA TIPO OMEGA O DE DOS AGUJEROS.

ABRAZADERAS PARA TUBO CONDUIT.

TUBO CONDUIT RIGIDO O INTERMEDIO



TUBO CONDUIT INTERMEDIO



TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA

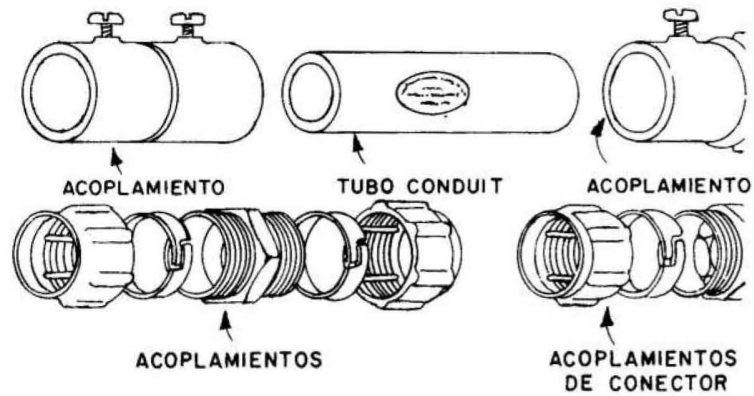


Figura 49

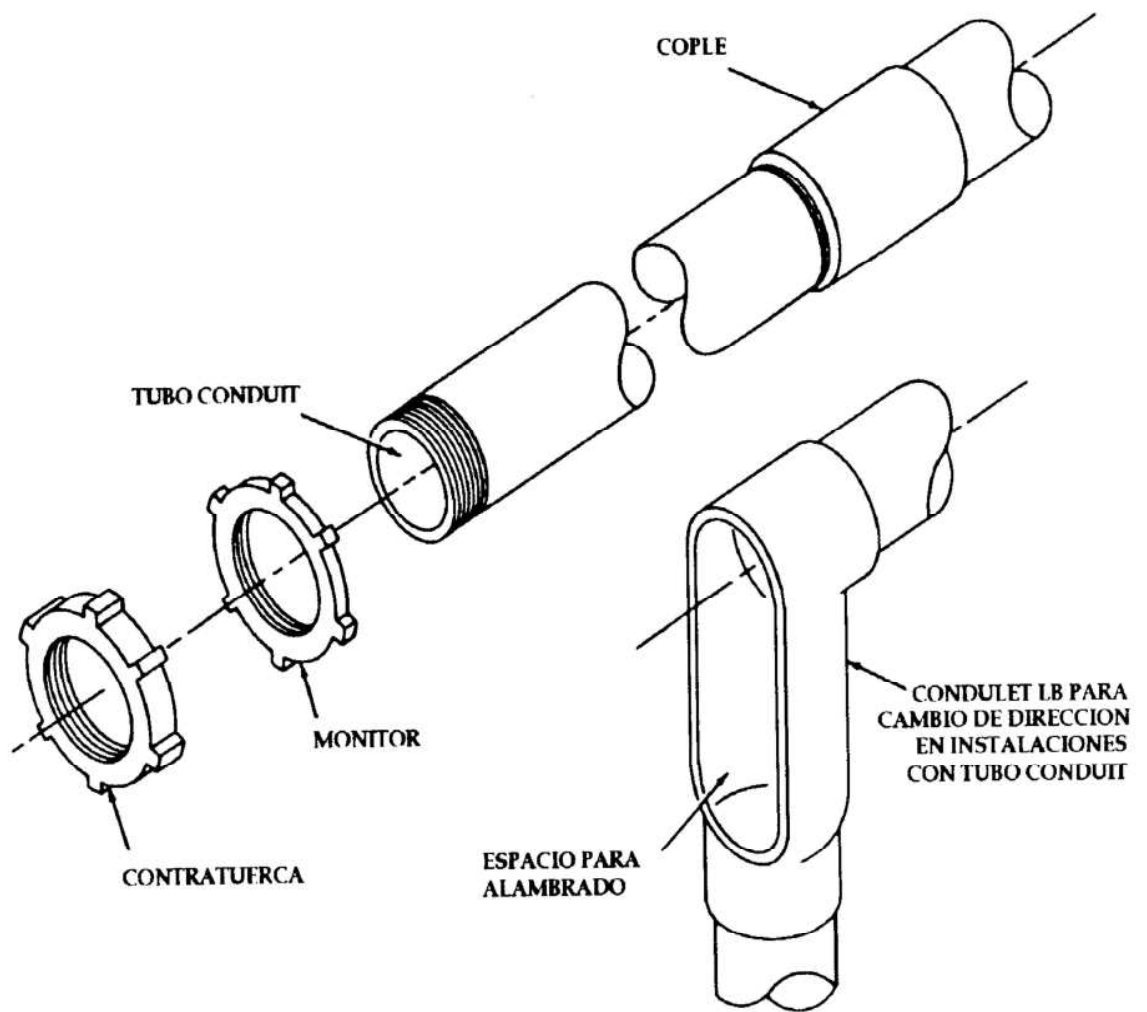


Figura 11

Figura 51 Tubo Conduit de pared Gruesa con Conductores

5.5.-Conduit Metálico Flexible

En Esta designación se conoce al tubo flexible común fabricado con cinta engargolada (en forma helicoidal) (figura 52), sin ningún tipo de recubrimiento .A este tipo de tubo también se le conoce como Greenfield. Se recomienda su uso en lugares secos donde no se encuentre expuesto a corrosión o daño mecánico .Puede instalarse embutido en muro o ladrillo así como en ranuras.

No se recomienda su uso en lugares se encuentre enterrado o embebido en concreto .Tampoco se debe utilizar en lugares expuestos a ambientes corrosivos, en caso de tratarse de tubo metálico: Su uso se acentúa en las instalaciones de tipo industrial como último tramo para conexión de motores eléctricos.

En el uso del tubo flexible el acoplamiento a cajas, ductos y gabinetes se debe hacer utilizando los accesorios apropiados para tal objeto. Asimismo, cuando este tubo se utilice como canalización fija e un muro o estructura, deberá sujetarse con abrazaderas que no dañen al tubo, debiendo colocarse a intervalos no mayores a 1.50 metros.

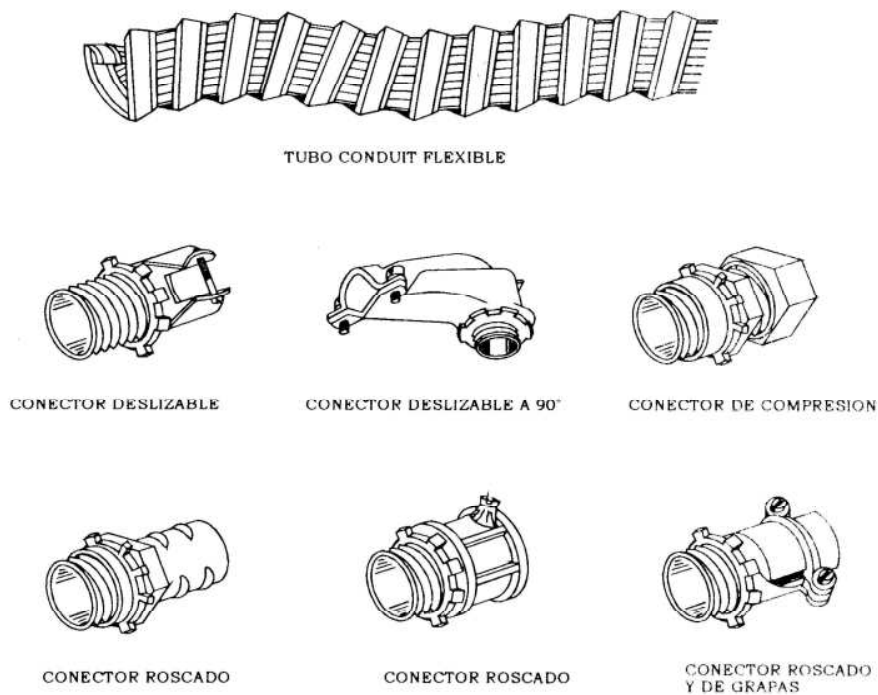


Figura 52

Figura 53 Tubo Conduit Flexible y sus Accesorios

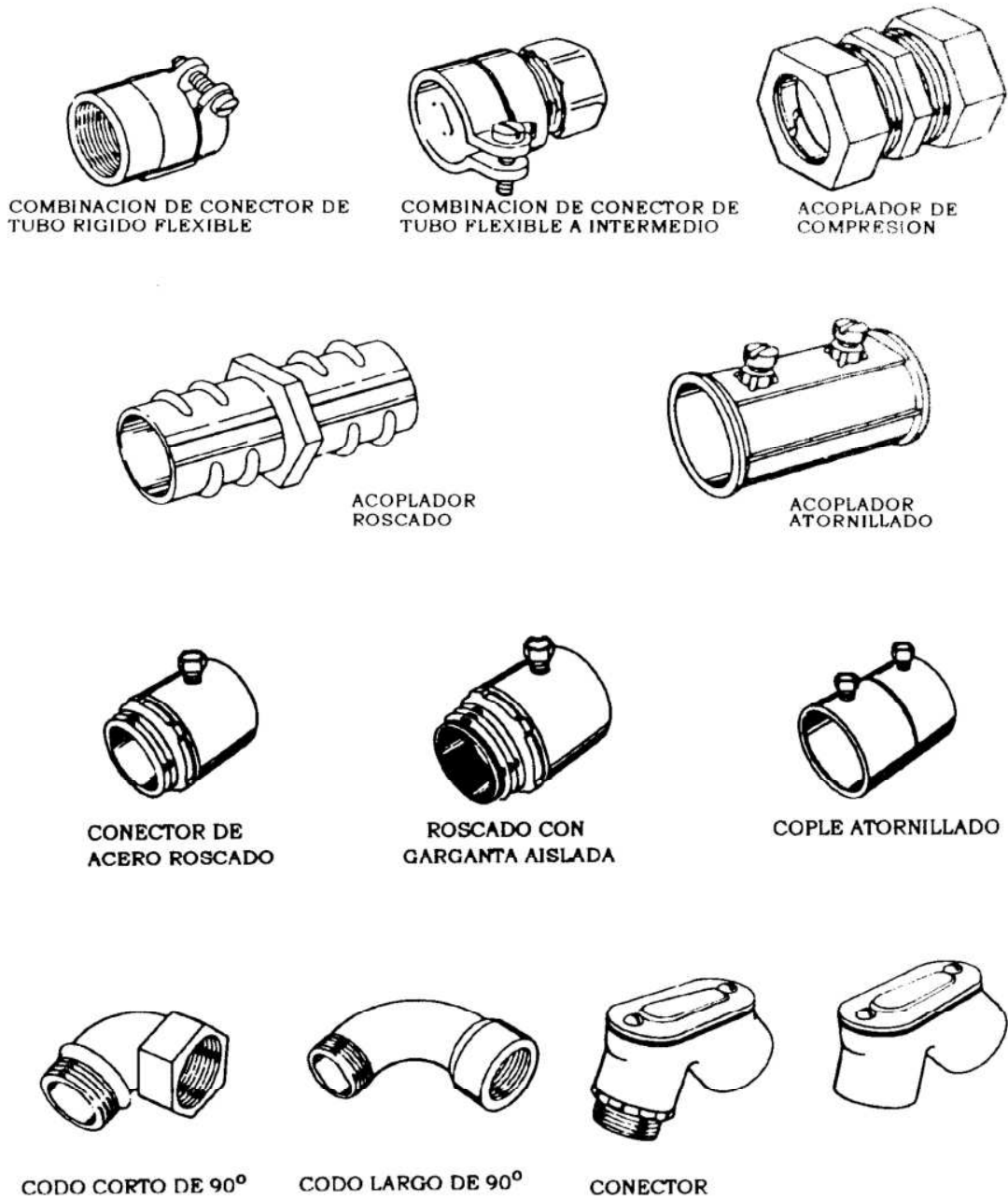


Figura 53

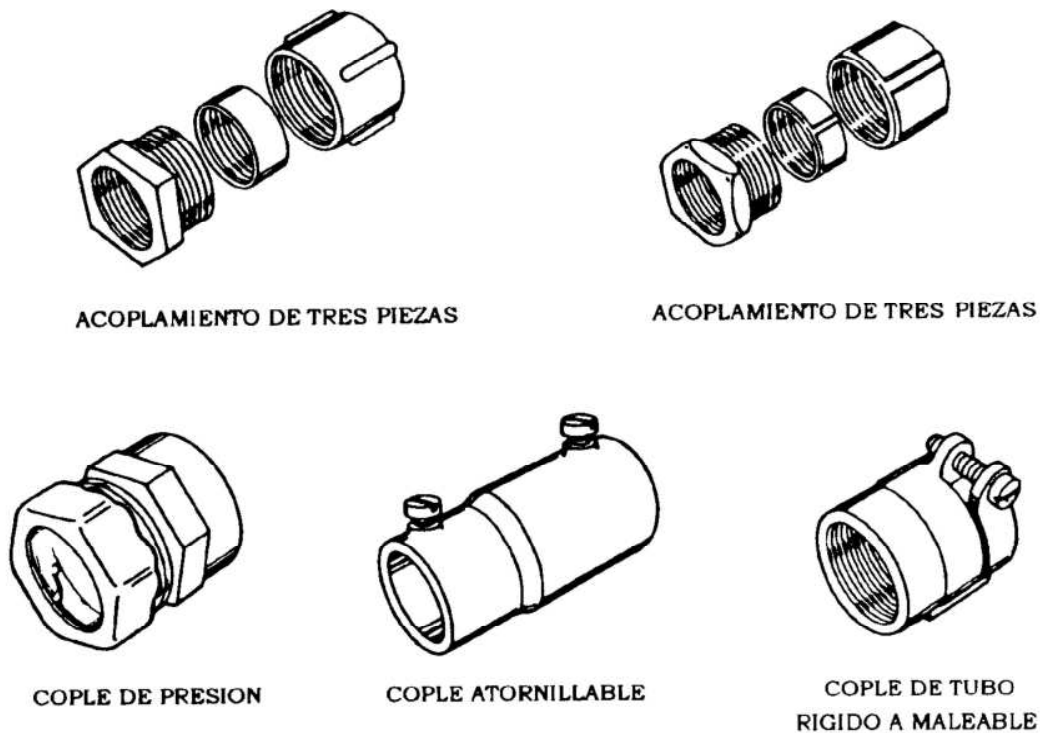


Figura 54

Figura 54 Tipos de conductores usados para tubos conduit

5.6.-Tubo Conduit no Metálico

En la actualidad hay muchos tipos de conduit no metálicos que tienen gran variedad de aplicaciones y están contruidos de fibra de carbono, polietileno, etc. El más usado en instalaciones residenciales es el PVC, que es un gran material auto extingible, resistente al colapso, a la humedad y a los agentes químicos específicos.

Se puede usar en

- Instalaciones ocultas
- Instalaciones visibles cuando no se expone el tubo a daño mecánico
- En lugares expuestos a los agentes químicos específicos , en donde el material es resistente

Donde no se debe usar

- Como soporte para luminarios o equipos
- Con temperaturas mayores a 70°

Estos tubos se pueden doblar con la aplicación de aire caliente o liquido caliente.

Las instalaciones de Tubo Rígido PVC, se deben soportar a los intervalos no mayores indicados.

Tubo de 13 y 19 mm..... 1.20m

Tubo de 25 a 51 mm..... 1.50m

Tubo de 63 y 76 mm..... 1.80m

Tubo de 89 y 102 mm..... 2.10m

5.7.- Tubo Conduit de polietileno

El tubo Conduit de polietileno debe ser resistente a la humedad y a ciertos agentes químicos específicos, su resistencia mecánica, debe ser adecuada, para proporcionar la protección a los conductores y soportar trato rudo que se ve sometido durante la instalación, por lo general se le indica con su color anaranjado. Puede operar con los voltajes de hasta 150V a tierra embebido en concreto o embutido en muros o pisos o techos. También se puede entrar a un a profundidad, no menor de .5m, no se recomienda su utilización en techos y plafones, en cubos de edificios o instalaciones visibles.



Figura 55

Figura 55 Tubo Conduit de Polietileno de Alta densidad

5.8.-Ductos metálicos con tapa

Este tipo de conductores puede tener la tapa abisagrada o de tipo desmontable, sirve para contener y a la vez proteger a los conductores que se colocan o alojan en el ducto cuando este ha sido totalmente instalado.

Se usan como canalizaciones visibles en lugares secos, cuando se instalan a la intemperie, se deben especificar a prueba de agua, estos ductos no deben aplicar en los siguientes casos:

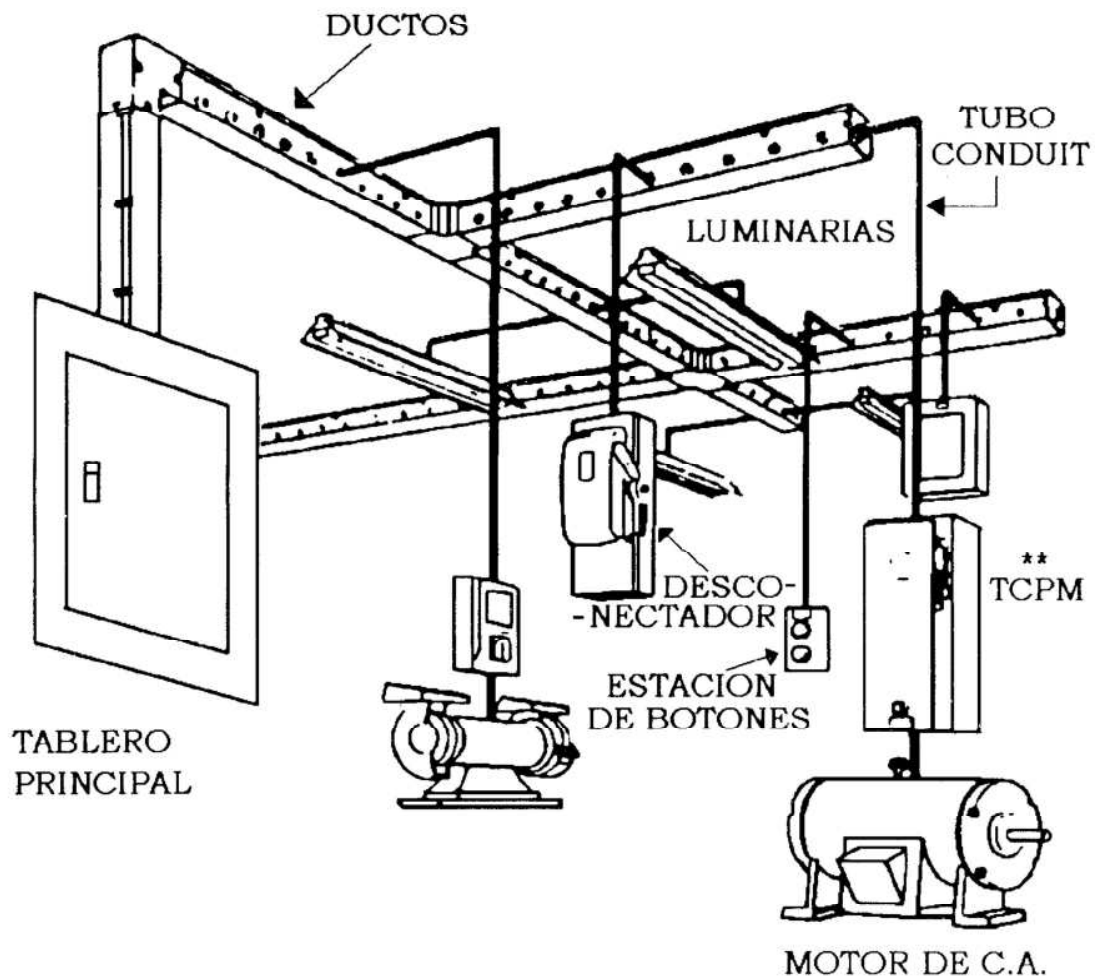
- Cuando puedan estar sujetos a daño mecánico severo
- Cuando estén expuestos a vapores o gases corrosivos
- Cuando se instalen en lugares clasificados como peligrosos

Para los fines de ventilación, todos los conductores del ducto, lleven o no corriente, no deben ocupar más del 40% de la sección transversal del ducto y no deben alojar más de 30 conductores de corriente.



Figura 56

Figura 56 Ducto metálico con tapa



** TCPM = TABLERO DE CONTROL Y PROTECCION DEL MOTOR DE C.A.

Figura 57

Figura 57 sistemas de distribución a cargas de tipo industrial por medio de ductos y principales elementos que intervienen

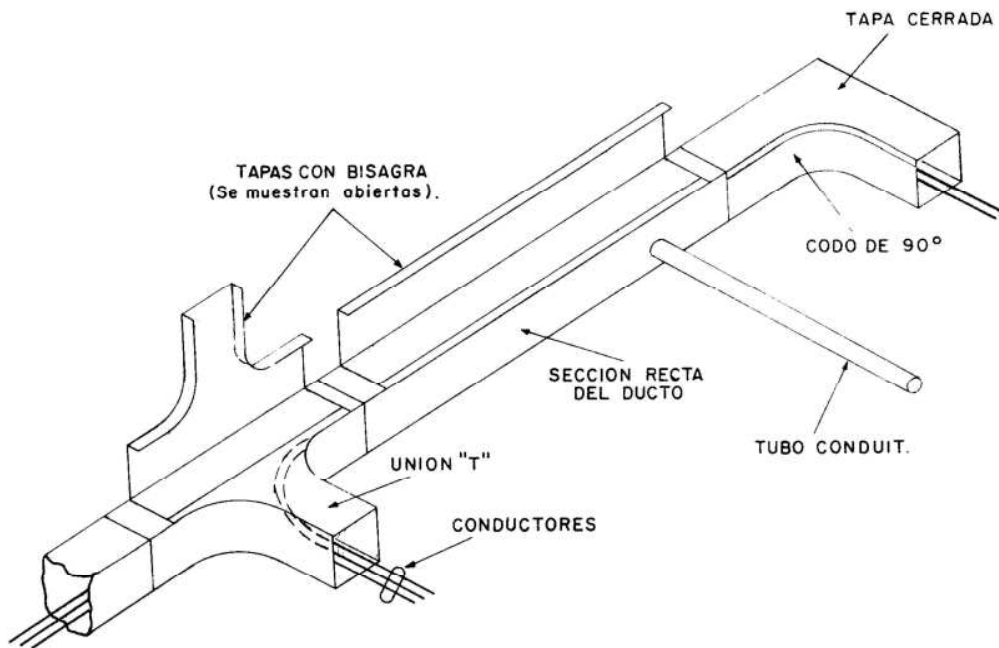


Figura 58

Figura 58 Elementos de ductos metálicos con bisagras

5.9.-Charolas para cables

Las charolas para cables son conjuntos prefabricados en secciones rectas con herrajes que se pueden unir para formar sistemas de canalización, en general existen 3 tipos de charolas.

5.10.-Charolas de paso

Tiene un fondo continuo ya sea ventilado o con un ancho estándar de (15,22 ,30 o 60 cm) este tipo de charola se usa con conductores pequeños que requieran soporte completo.

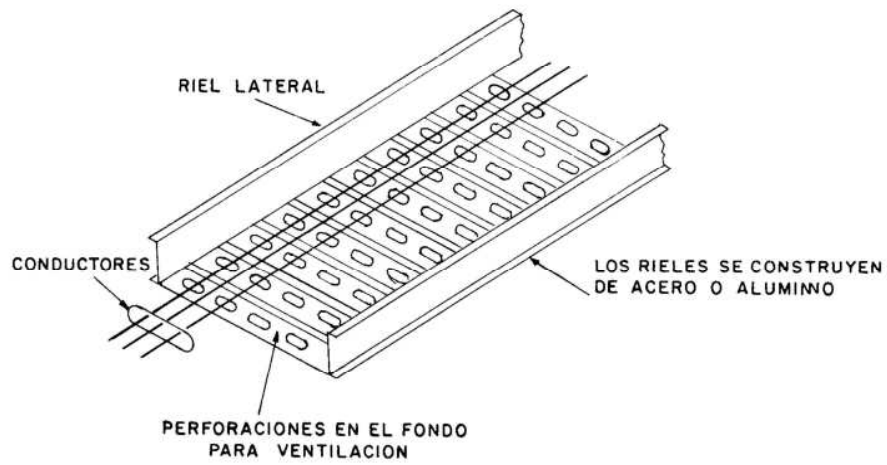


Figura 12

Figura 59 Charola de paso tipo ventilación

5.11.-Charolas tipo Escalera

Estas son construidas de manera muy sencilla consiste en dos rieles laterales unidos o conectados por barrotes individuales, por lo general se usan con cables de potencia, tamaño de 15, 22, 30, 46, 60, 75 cm, se fabrican de acero o aluminio.

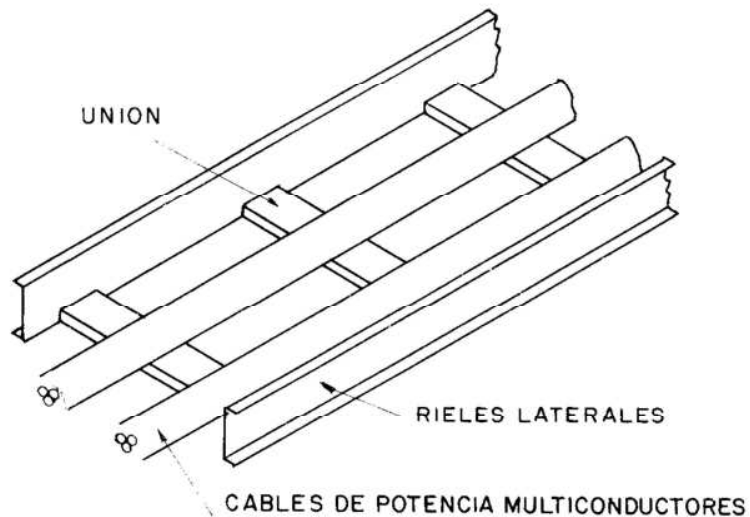


Figura 60

Figura 60 charola tipo escalera

5.12.-Charolas tipo Canal

Están Constituidas de una sección de canal ventilada. Se usan por lo general para soportar cables de potencia sencillos, múltiples o bien varios cables de control (multiconductores), se fabrican de acero o aluminio con anchos estándar de 7.5 o 10 cm.

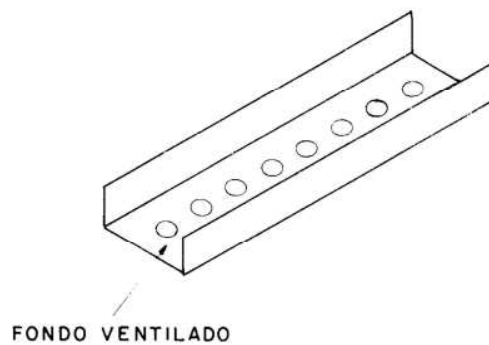


Figura 61

Figura 61 Charola tipo canal

5.13.-Canalizaciones usadas para la nave

Las canalizaciones a usar para la instalación de luminarios serán tubos conduit metálicos, de la misma manera para los contactos de uso general, en donde cambia es en los CCM ya que hay realizaremos una mezcla entre tubos conduit rígidos y charolas de paso así no tendremos los conductores encerrados y los tendremos al aire.

6.-Contactos de uso general

Los contactos de uso general están destinados a la entrada y las oficinas, el servirá para energizar impresoras, computadoras, faxes, entre otros, no debemos sobrecargar de contactos, para que estos no sean usados para fines personales, que pueden distraer de los labores en la empresa, y aparte estos pueden representar gastos en nuestros recibos.

Los contactos a usar serán de 180 VA. Para tener baja corriente en nuestros circuitos se dividirán en 6 circuitos ,5 de 5- 1 de 4.

Todos serán considerados como continuos

$$I_t = \frac{1.25 \times 180 \times 29}{127} = 51.37Amp$$

Las corrientes quedarían de esta manera

$$I = \frac{1.25 \times 180 \times 5}{127} = 8.85Amp$$

5 contactos de 8.85 Amps y 1 de 7.08 Amps

Calculamos su caída de tensión con un cable #8 AWG (Max 2.5%)

Cto 1 #8 AWG

$$\Delta V = \frac{2 \times 2.03 \times .077 \times 8.85}{127} \times 100 = 2.17\%$$

Cto2 #8 AWG

$$\Delta V = \frac{2 \times 2.03 \times .067 \times 8.85}{127} \times 100 = 1.89\%$$

Cto3 #8 AWG

$$\Delta V = \frac{2 \times 2.03 \times .057 \times 8.85}{127} \times 100 = 1.61\%$$

Cto4 #10 AWG

$$\Delta V = \frac{2 \times 3.23 \times .047 \times 8.85}{127} \times 100 = 2.11\%$$

Cto5 #10 AWG

$$\Delta V = \frac{2 \times 3.23 \times .037 \times 8.85}{127} \times 100 = 1.66\%$$

Cto6 #8 AWG

$$\Delta V = \frac{2 \times 2.03 \times .088 \times 7.08}{127} \times 100 = 1.99\%$$

La sumatoria de las 3 áreas trasversales de conductores (8.367mm²) calibre 8 es 25.101 mm²

La sumatoria de las 3 áreas trasversales de conductores (5.26mm²) calibre 10 es 15.78 mm²

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{8.85}{.80} = 11.06 \approx 15Amps$$

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{7.08}{.80} = 8.85 \approx 10Amps$$

Cto 1,2,3

- **Linea A AWG THWN 75° #8**
- **Neutro AWG THWN 75° #8**
- **Tierra AWG THWN 75° #8**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 21mm**
- **Protección Termomagética Monopolar de 15Amps**

Cto 4,5

- **Linea A AWG THWN 75° #10**
- **Neutro AWG THWN 75° #10**
- **Tierra AWG THWN 75° #10**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 16mm**
- **Protección Termomagética Monopolar de 15Amps**

Cto 6

- **Linea A AWG THWN 75° #8**
- **Neutro AWG THWN 75° #8**
- **Tierra AWG THWN 75° #8**
- **Tubo Conduit Metálico Ligero.. de 21mm**
- **Protección Termomagética Monopolar de 10Amps**

6.1.-Centro de Carga de Contactos de uso general

Tenemos una corriente total de 51.37

Y por futuras ampliaciones lo tomaremos un tablero empotrado de 18 polos con una carga de 100 Amps con 1 fases y 3 hilos.

El alimentador que va del transformador al Centro de carga de contactos de uso general tiene una distancia de 16.75 metros y una carga de 51.37

Calculando el alimentador para una caída máxima de 1%

Calculando para calibre 6 AWG

$$\Delta V = \frac{2 \times .127 \times .01675 \times 51.37}{127} \times 100 = .17\%$$

Por lo tanto usaremos un alimentador calibre 6 AWG que va del tablero al transformador.

Protección de Circuitos

$$Proteccion = \frac{Corriente}{.80} = \frac{51.37}{.80} = 64.21 \approx 65Amps$$

6.2.-Diferencia entre watts y volts-amperes (VA)

La potencia consumida por un equipo de computación es expresada en Watts (W) ó Volts-Amperes (VA). La potencia en Watts es la potencia real consumida por el equipo. Se denomina Volts-Amperes a la " potencia aparente" del equipo, y es el producto de la tensión aplicada y la corriente que por él circula.

Ambas valores tienen un uso y un propósito. Los Watts determinan la potencia real consumida desde la compañía de energía eléctrica y la carga térmica generada por el equipo. El valor en VA es utilizado para dimensionar correctamente los cables y los circuitos de protección.

En algunos tipos de artefactos eléctricos, como las lámparas incandescentes, los valores en Watts y en VA son idénticos. Sin embargo, en equipos informáticos, los Watts y los VA pueden llegar a diferir significativamente, siendo el valor en VA siempre igual o mayor que

el valor en Watts. La relación entre los Watts y los VA es denominada "Factor de Potencia" y es expresada por un número (ejemplo: 0,7) ó por un porcentaje (ejemplo: 70%).

Así, tomando como ejemplo un ordenador, su valor de consumo en Watts, sería del 60 al 70% de su valor en VA.

6.3.-Factor de Potencia

Es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica.

También podemos decir, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

Como el factor de potencia cambia de acuerdo al consumo y tipo de carga, repasaremos algunos conceptos para expresar matemáticamente el factor de potencia.

La medición de potencia en corriente alterna es más complicada que la de corriente continua debido al efecto de los inductores y capacitores. Por lo que en cualquier circuito de corriente alterna existen estos tres parámetros de inductancia, capacitancia y resistencia en una variedad de combinaciones.

En circuitos puramente resistivos la tensión (V) está en fase con la corriente (i), siendo algunos de estos artefactos como lámparas incandescentes, planchas, estufas eléctricas etc. Toda la energía la transforma en energía lumínica o energía calorífica.

Mientras que en un circuito inductivo o capacitivo la tensión y la corriente están desfasadas 90° una respecto a la otra. En un circuito puramente inductivo la corriente está atrasada 90° respecto de la tensión. Y en un circuito puramente capacitivo la corriente va adelantada 90° respecto de la tensión.

7.-Motores

7.1.-Centro de Control de Motores (1).-

El primer CCM está compuesto por

Motor No	HPs	Fases	Voltaje	Letra Código	Continuidad	KVA a rotor Bloqueado
1	7.5	1	127	A	NC	0,00 -- 3,14
2	7.5	1	127	A	NC	0,00 -- 3,14
3	7.5	1	127	B	NC	3,15 -- 3,54
4	7.5	1	127	B	NC	3,15 -- 3,54

Para la colocación del CCM se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones, que desde el CCM se tenga la visión de todos los motores que de este integran.

Calculando el lugar ideal para la colocación de CCM por coordenadas

Motor	Coordenada en X	Coordenada en Y	HPs
1	6.5	10	7.5
2	8.5	10	7.5
3	6.5	12	7.5
4	8.5	12	7.5
Coordenada de CCM1	7.5	11	

Intentando respetar las coordenadas obtenidas, movemos el CCM hasta tener una visión clara de nuestros motores.

Alimentador

Calculamos para este CCM el alimentador el cual se calcula con la siguiente formula.-

$$I = 1.25I_{pc}(\text{Motor Mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

Obtenemos los valores de corriente de la tabla 430-148.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores monofásicos de corriente alterna (c.a.).

Para un motor de 7.5HP.....72 Amps

$$I = 1.25(72) + 72 + 72 + 72 = 306 \text{ Amps}$$

Por la tabla 310.16 buscamos el calibre adecuado para el circuito.

- THW 75° 350 Kcmil

Este conductor será usado en la fase y el neutro

Para el cálculo de protección a tierra por la tabla 250.95.

- THW 75° AWG # 2

La tubería a usar según la tabla C1A para 3 conductores calibre 350Kcmil es de 63mm

Protección de Alimentador

$$I = I_{arranque}(\text{Motor Mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

$$KVA = 3.14 \frac{KVA}{HP} \times 7.5HP = 23.55KVA$$

Calculando corriente de un circuito monofásico

$$I_t = \frac{P}{V_L} = \frac{23.55KVA}{127V} = 185 \text{ Amps}$$

$$I = 185 + 72 + 72 + 72 = 401 \text{ Amps}$$

Por lo tanto usaremos una protección de 450 Amps.

Circuitos derivados

Los conductores que alimentan a cada motor del CCM reciben el nombre de Circuito derivado, estos conductores se calculan con una sobre corriente de 25%

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 1

$$I = 72 \times 1.25 = 90 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #2 para la fase y el neutro.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #8 para la fase y el neutro.

La tubería a usar según la tabla C1A para 3 conductores calibre AWG #2 es de 27mm

Para el motor 2

$$I = 72 \times 1.25 = 90 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #2 para la fase y el neutro.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #8 para la fase y el neutro.

La tubería a usar según la tabla C1A para 3 conductores calibre AWG #2 es de 27mm

Para el motor 3

$$I = 72 \times 1.25 = 90 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #2 para la fase y el neutro.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #8 para la fase y el neutro.

La tubería a usar según la tabla C1A para 3 conductores calibre AWG #2 es de 27mm

Para el motor 4

$$I = 72 \times 1.25 = 90 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #2 para la fase y el neutro.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #8 para la fase y el neutro.

La tubería a usar según la tabla C1A para 3 conductores calibre AWG #2 es de 27mm

Protección de Circuito Derivado

Según la tabla 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor, para un motor 1 fase CA o CC 2 hilos, 1 fase CA o CC un conductor puesto a tierra. Uno en el conductor no puesto a tierra.

Colocaremos el interruptor en el conductor que no este puesto a tierra.

Este se selecciona por las tablas proporcionadas por el fabricante.

Desconector

El Desconectar tiene por objetivo aislar el motor del circuito derivado con el fin de poder hacer ajustes o reparaciones en el motor sin peligro alguno, este Desconector consiste en un interruptor de navajas que debe soportar una corriente mínima.

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.15 \times I_{pc}$$

Para el motor 1

$$I = 1.15 \times 72 = 82.2 \text{ Amps}$$

Para el motor 2

$$I = 1.15 \times 72 = 82.2Amps$$

Para el motor 3

$$I = 1.15 \times 72 = 82.2Amps$$

Para el motor 4

$$I = 1.15 \times 72 = 82.2Amps$$

4 Interruptores de 90 Amps

Protección del motor

La protección tiene por objeto proteger al motor contra sobrecargas para evitar que el motor se sobrecaliente permitiéndose al motor una sobrecarga del 25%.

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 1

$$I = 1.25 \times 72 = 90Amps$$

Para el motor 2

$$I = 1.25 \times 72 = 90Amps$$

Para el motor 3

$$I = 1.25 \times 72 = 90Amps$$

Para el motor 4

$$I = 1.25 \times 72 = 90Amps$$

4 Interruptores de 95 Amps

Control de Motor

Se denomina control de motor al apartado que sirve para arrancar, controlar la operación del motor.

En este caso tenemos 4 Motores de 1 fase de 127V, dos clase A y dos Clase B, los 4 son no continuos.

Para este caso usaremos un arrancador manual clase 2510 tipo M de 1 fase a 127 V.

El arrancador manual tipo M proporciona una operación adecuada para la conexión y desconexión de motores eléctricos de 1y 3 fases por medio de botones pulsadores de arranque y paro para los tipo M, Estos Arrancadores incluyen protección contra sobrecarga por medio de un relevador de sobrecarga para elementos térmicos.

Control secundario del motor

Con este control se logra que el motor arranque a una corriente más baja que su corriente de arranque normal.

Se puede utilizar para el arranque de un motor a tensión reducida,

- **Estrella – triángulo.**- El motor se arranca en dos fases reduciendo la tensión de los bobinados. La corriente de arranque se reduce a 2 veces I_n
- **Estrella – Triángulo/Resistencias – Triángulo.**-Añade al arranque estrella-triángulo un paso intermedio haciendo una conexión en triángulo, con una resistencia en serie con los bobinados de cada fase.
- **Mediante autotransformador.**-El motor arranca en dos o más etapas o de manera continua a través de un autotransformador.
- **Mediante resistencias estáticas.**- Similar al arranque con autotransformador, el motor se conecta en dos o más etapas conectando una resistencia en serie con cada bobinado del estátor.
- **Mediante resistencias rotóricas.**- Requiere un motor de rotor bobinado (más caro). Intercalando resistencias con el rotor, se puede desplazar el par máximo a velocidades bajas.
- **Arrancadores estáticos (electrónicos).**- La tensión aplicada al motor se controla variando el ángulo de disparo de unos SCR conectados en serie con cada bobinado del estator.

7.2.-Centro de Control de Motores (2).-

El segundo CCM está compuesto por

Motor No	HPs	Fases	Voltaje	Letra Código	Continuidad	KVA a rotor Bloqueado
5	10	1	230	D	NC	4,00 -- 4,49
6	10	1	230	D	NC	4,00 -- 4,49
7	10	3	230	D	NC	4,00 -- 4,49
8	10	3	230	D	NC	4,00 -- 4,49
9	10	3	230	D	NC	4,00 -- 4,49

Para la colocación del CCM se debe tener en cuenta la siguiente consideración, que desde el CCM se tenga la visión de todos los motores que de este integran.

Calculando el lugar ideal para la colocación de CCM por coordenadas

Motor	Coordenada en X	Coordenada en Y	HPs
5	6.5	23	10
6	8.5	23	10
7	6.5	25.5	10
8	8.5	25	10
9	7.5	27	10
Coordenada de CCM1	7.5	24.6	

Intentando respetar las coordenadas obtenidas, movemos el CCM hasta tener una visión clara de nuestros motores.

Alimentador

Calculamos para este CCM el alimentador

Para un motor monofásico de 10HP50 Amps

Para un motor trifásico de 10HP.....28 Amps

$$I = 1.25(50) + 50 + 28 + 28 + 28 = 196.5 \text{ Amps}$$

Por la tabla 310.16 buscamos el calibre adecuado para el circuito.

- THW 75° AWG # 3/0

Este conductor será usado en la 3 fases y el neutro

Para el cálculo de protección a tierra por la tabla 250.95.

- THW 75° AWG # 6

La tubería a usar según la tabla C1A para 5 conductores calibre 3/0 AWG es de 53mm

Protección de Alimentador

$$I = 1.25I_{\text{arranque}}(\text{Motor Mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

$$KVA = 4.49 \frac{KVA}{HP} \times 10HP = 44.9KVA$$

Calculando corriente de un circuito monofásico

$$I_l = \frac{P}{V_L} = \frac{44.9KVA}{230V} = 195.21 \text{ Amps}$$

$$I = 195.21 + 50 + 28 + 28 + 28 = 329.21 \text{ Amps}$$

Por lo tanto usaremos una protección de 350Amps.

Circuitos derivados

Los conductores que alimentan a cada motor del CCM reciben el nombre de Circuito derivado, estos conductores se calculan con una sobre corriente de 25%

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 5

$$I = 50 \times 1.25 = 62.5 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #6 para la fase y el neutro.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #8 para la fase y el neutro.

La tubería a usar según la tabla C1A para 3 conductores calibre AWG #6 es de 21mm

Para el motor 6

$$I = 50 \times 1.25 = 62.5 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #6 para la fase y el neutro.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #8 para la fase y el neutro.

La tubería a usar según la tabla C1A para 3 conductores calibre AWG #6 es de 21mm

Para el motor 7

$$I = 28 \times 1.25 = 35 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #8 para las 3 fases.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #10 a tierra.

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG #8 es de 21mm

Para el motor 8

$$I = 28 \times 1.25 = 35 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #8 para las 3 fases.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #10 a tierra.

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG #8 es de 21mm

Para el motor 9

$$I = 28 \times 1.25 = 35 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #8 para las 3 fases.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #10 a tierra.

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG #8 es de 21mm

Protección de Circuito Derivado

Para los 2 motores monofásicos

Según la tabla 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor, para un motor 1 fase CA o CC 2 hilos, 1 fase CA o CC un conductor puesto a tierra. Uno en el conductor no puesto a tierra.

Colocaremos el interruptor en el conductor que no este puesto a tierra.

Este se selecciona por las tablas proporcionadas por el fabricante.

Para los 3 motores trifásicos

Interruptor

Colocaremos el interruptor cada fase.

Este se selecciona por las tablas proporcionadas por el fabricante.

Desconector

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.15 \times I_{pc}$$

Para el motor 5

$$I = 1.15 \times 50 = 57.5Amps$$

Para el motor 6

$$I = 1.15 \times 50 = 57.5Amps$$

Para el motor 7

$$I = 1.15 \times 28 = 32.2Amps$$

Para el motor 8

$$I = 1.15 \times 28 = 32.2Amps$$

Para el motor 9

$$I = 1.15 \times 28 = 32.2Amps$$

2 Interruptores de 60 Amps y 3 de 35 Amps

Protección del motor

La protección tiene por objeto proteger al motor contra sobrecargas para evitar que el motor se sobrecaliente permitiéndose al motor una sobrecarga del 25%.

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 5

$$I = 1.25 \times 72 = 62.5Amps$$

Para el motor 6

$$I = 1.25 \times 72 = 62.5Amps$$

Para el motor 7

$$I = 1.25 \times 72 = 35Amps$$

Para el motor 8

$$I = 1.25 \times 72 = 35Amps$$

Para el motor 9

$$I = 1.25 \times 72 = 35Amps$$

2 Interruptores de 65 Amps y 3 interruptores de 40 Amps

Control de Motor

Se denomina control de motor al apartado que sirve para arrancar, controlar la operación del motor.

En este caso tenemos 2 Motores de 1 fase de 230V, clase D, los 2 son no continuos.

Para este caso usaremos un arrancador manual clase 2510 tipo M de 1 fase a 127 V.

El arrancador manual tipo M proporciona una operación adecuada para la conexión y desconexión de motores eléctricos de 1y 3 fases por medio de botones pulsadores de arranque y paro para los tipo M, Estos Arrancadores incluyen protección contra sobrecarga por medio de un relevador de sobrecarga para elementos térmicos.

También 3 motores trifásicos

En este caso tenemos 3 Motores de 3 fases de 230V, clase D, los 3 son no continuos.

Para este caso usaremos un arrancador magnetico reversible de 10HP y 230 V.

Control secundario del motor

Con este control se logra que el motor arranque a una corriente más baja que su corriente de arranque normal.

Podemos usar un arrancador a tensión reducida autotransformador clase 8606 tipo S, para 230 V de 10 HP

7.3.- Centro de Control de Motores (3).-

El tercer CCM está compuesto por

Motor No	HPs	Fases	Voltaje	Letra Código	Continuidad	KVA a rotor Bloqueado
10	30	3	460	E	C	4,50 -- 4,99
11	30	3	460	E	NC	4,50 -- 4,99

Para la colocación del CCM se debe tener en cuenta la siguiente consideración, que desde el CCM se tenga la visión de todos los motores que de este integran.

Calculando el lugar ideal para la colocación de CCM por coordenadas

Motor	Coordenada en X	Coordenada en Y	HPs
10	15	25	30
11	17	25	30
Coordenada de CCM1	16	25	

Intentando respetar las coordenadas obtenidas, movemos el CCM hasta tener una visión clara de nuestros motores.

Alimentador

Calculamos para este CCM el alimentador el cual se calcula con la siguiente formula.-

$$I = 1.25I_{pc}(\text{Motor Mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

Obtenemos los valores de corriente de la tabla 430-148.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores monofásicos de corriente alterna (c.a.) y la Tabla 430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Para un motor trifásico de 30HP.....40 Amps

Para un motor trifásico continuo de 30HP.....50 Amps

$$I = 1.25(50) + 40 = 102.5 \text{ Amps}$$

Por la tabla 310.16 buscamos el calibre adecuado para el circuito.

- THW 75° # 2 AWG

Este conductor será usado en la 3 fases y el neutro

Para el cálculo de protección a tierra por la tabla 250.95.

- THW 75° AWG # 6

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG#2 es de 35mm

Protección de Alimentador

$$I = I_{arranque}(Motor Mayor) + \sum I_{pc}(otros motores)$$

$$KVA = 4.99 \frac{KVA}{HP} \times 30HP = 149.7KVA$$

Calculando corriente de un circuito trifasico

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3}V_L} = \frac{149.7KVA}{\sqrt{3} \times 460V} = 187.88Amps$$

$$I = 187.88 + 40 = 227.88Amps$$

Por lo tanto usaremos una protección de 250 Amps.

Circuitos derivados

Los conductores que alimentan a cada motor del CCM reciben el nombre de Circuito derivado, estos conductores se calculan con una sobre corriente de 25%

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 10

$$I = 50 \times 1.25 = 62.5 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #6 para 3 fases .

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #8 para tierra

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG #6 es de 27mm

Para el motor 11

$$I = 40 \times 1.25 = 50 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #8 para 3 fases .

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #10 para tierra

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG #8 es de 21mm

Protección de Circuito Derivado

Para los 2 motores trifásicos

Según la tabla 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor, para un motor 3 fase CA o CC 3 fase CA . Se colocaran 3 uno en cada fase.

Colocaremos el interruptor cada fase.

Este se selecciona por las tablas proporcionadas por el fabricante.

Desconector

El Desconector tiene por objetivo aislar el motor del circuito derivado con el fin de poder hacer ajustes o reparaciones en el motor sin peligro alguno, este Desconector consiste en un interruptor de navajas que debe soportar una corriente mínima.

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.15 \times I_{pc}$$

Para el motor 10

$$I = 1.15 \times 50 = 57.5Amps$$

Para el motor 11

$$I = 1.15 \times 40 = 46Amps$$

2 Interruptores, 1 de 60 Amps y 1 de 50 Amps

Protección del motor

La protección tiene por objeto proteger al motor contra sobrecargas para evitar que el motor se sobrecaliente permitiéndose al motor una sobrecarga del 25%.

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 10

$$I = 1.25 \times 50 = 62.5Amps$$

Para el motor 11

$$I = 1.25 \times 40 = 50Amps$$

2 Interruptores, 1 de 55 Amps y 1 de 65 Amps

Control de Motor

En este caso tenemos 3 Motores de 3 fases de 230V, clase D, los 3 son no continuos.

Para este caso usaremos un Arrancador magnético reversible de 30HP y 460 V.

Control secundario del motor

Podemos usar un arrancador a tensión reducida autotransformador clase 8606 tipo S, para 460 V de 30 HP

7.4.- Centro de Control de Motores (4).-

El cuarto CCM está compuesto por

Motor No	HPs	Fases	Voltaje	Letra Código	Continuidad	KVA a rotor Bloqueado
12	40	3	208	A	C	0,00 -- 3,14
13	40	3	208	D	NC	4,50 -- 4,99

Para la colocación del CCM se debe tener en cuenta la siguiente consideración, que desde el CCM se tenga la visión de todos los motores que de este integran.

Calculando el lugar ideal para la colocación de CCM por coordenadas

Motor	Coordenada en X	Coordenada en Y	HPs
12	15	10	40
13	17	10	40
Coordenada de CCM1	16	10	

Intentando respetar las coordenadas obtenidas, movemos el CCM hasta tener una visión clara de nuestros motores.

Alimentador

Calculamos para este CCM el alimentador el cual se calcula con la siguiente formula.-

$$I = 1.25I_{pc}(Motor Mayor) + \sum I_{pc}(otros motores)$$

Obtenemos los valores de corriente de la tabla 430-148.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores monofásicos de corriente alterna (c.a.) y la Tabla 430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Para un motor trifásico de 40HP.....114 Amps

Para un motor trifásico continuo de 40HP.....142.5 Amps

$$I = 1.25(142.5) + 114 = 292.125 \text{ Amps}$$

Por la tabla 310.16 buscamos el calibre adecuado para el circuito.

- THW 75° # 350 Kcmil

Este conductor será usado en la 3 fases y el neutro

Para el cálculo de protección a tierra por la tabla 250.95.

- THW 75° AWG # 4

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre Kcmil #350 es de 63mm

Protección de Alimentador

$$I = I_{\text{arranque}}(\text{Motor Mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

$$KVA = 4.99 \frac{KVA}{HP} \times 40HP = 199.6KVA$$

Calculando corriente de un circuito trifasico

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3}V_L} = \frac{199.6KVA}{\sqrt{3} \times 208V} = 554.034Amps$$

$$I = 554.034 + 114 = 668.034Amps$$

Por lo tanto usaremos una protección de 750 Amps.(Valor comercial)

Circuitos derivados

Los conductores que alimentan a cada motor del CCM reciben el nombre de Circuito derivado, estos conductores se calculan con una sobre corriente de 25%

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 12

$$I = 142.5 \times 1.25 = 178.125Amps$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #3/0 para 3 fases .

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #6 para tierra

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG #3/0 es de 53mm

Para el motor 13

$$I = 114 \times 1.25 = 142.5 \text{ Amps}$$

El conductor a usar según las tablas 310.16

- THW 75° AWG #1/0 para 3 fases.

El conductor a tierra según las tabla 250.95

- THW 75° AWG #6 para tierra

La tubería a usar según la tabla C1A para 4 conductores calibre AWG #1/0 es de 41mm

Protección de Circuito Derivado

Para los 2 motores trifásicos

Según la tabla 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor, para un motor 3 fase CA o CC 3 fase CA . Se colocaran 3 uno en cada fase.

Colocaremos el interruptor cada fase.

Este se selecciona por las tablas proporcionadas por el fabricante.

Desconector

El Desconector tiene por objetivo aislar el motor del circuito derivado con el fin de poder hacer ajustes o reparaciones en el motor sin peligro alguno, este Desconector consiste en un interruptor de navajas que debe soportar una corriente mínima.

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.15 \times I_{pc}$$

Para el motor 12

$$I = 1.15 \times 142.5 = 163.875Amps$$

Para el motor 13

$$I = 1.15 \times 114 = 131.1Amps$$

2 Interruptores, 1 de 150 Amps y 1 de 200 Amps

Protección del motor

La protección tiene por objeto proteger al motor contra sobrecargas para evitar que el motor se sobrecaliente permitiéndose al motor una sobrecarga del 25%.

La fórmula para calcular el interruptor es.

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Para el motor 12

$$I = 1.25 \times 142.5 = 178.125Amps$$

Para el motor 13

$$I = 1.25 \times 114 = 142.5Amps$$

2 Interruptores, 1 de 150 Amps y 1 de 200 Amps

Control de Motor

En este caso tenemos 3 Motores de 3 fases de 230V, clase D, los 3 son no continuos.

Para este caso usaremos un Arrancador magnético reversible de 30HP y 460 V.

Control secundario del motor

Podemos usar un arrancador a tensión reducida autotransformador clase 8606 tipo S, para 208 V de 40 HP

7.5.- Máquinas Eléctricas

Una máquina eléctrica es un dispositivo que puede convertir la energía mecánica en energía eléctrica o energía eléctrica en mecánica. Cuando este dispositivo es utilizado para convertir energía mecánica en energía eléctrica, se denomina generador, cuando convierte energía eléctrica en mecánica se llama motor.

Puesto que puede convertir energía eléctrica en mecánica o viceversa una máquina eléctrica puede usarse como generador o motor. Casi todos los motores y generadores útiles convierten energía de una u otra forma a través de la acción de los campos magnéticos. El otro aparato relacionado con los motores y generadores es el transformador. Un transformador es un dispositivo que convierte energía eléctrica de corriente alterna de cierto nivel de voltaje en energía eléctrica de corriente alterna de otro nivel de voltaje: puesto que los transformadores operan bajo los mismos principios de los motores y los generadores, dependiendo del campo de acción de un campo magnético para llevar a cabo el cambio de nivel de voltaje.

Estos tres tipos de dispositivos eléctricos se encuentran en cualquier campo de la vida cotidiana moderna. En el hogar, los motores eléctricos hacen funcionar enfriadores, congeladores, aspiradoras, ventiladores, equipos de aire acondicionado, licuadoras y otros muchos aparatos similares. En talleres, los motores suministran la fuerza motriz para casi todas las herramientas. En consecuencia, los generadores, son necesarios para suministrar la energía en todos estos motores.

¿Por qué son tan comunes los motores y generadores eléctricos? La respuesta es muy simple: la energía eléctrica es una fuente de energía limpia y eficiente, fácil de controlar y transmitir a grandes distancias. Además, la energía calorífica o la energía mecánica pueden ser convertidas en energía eléctrica en sitios lejanos y esta puede ser transmitida a largas distancias hasta cualquier hogar, oficinas o fábrica donde requiera. Los transformadores ayudan en el proceso reduciendo las pérdidas de energía entre el sitio de generación de energía eléctrica y el de utilización de esta

7.6.-Transformador

La carga total de la nave industrial es la suma de toda la potencia consumida, un mismo transformador puede brindar varios tipos de voltajes, y en diferentes servicios (monofásico, bifásico, trifásico), es el que transforma la energía de la acometida trifásica.

El transformador debe contar con las siguientes salidas

- 220 Volts Bifásicos (Iluminación)
- 127 Volts Monofásicos (Motores y Contactos de Uso General)
- 230 Volts Monofásicos (Motores)
- 230 Volts Trifásicos (Motores)
- 460 Volts Trifásicos (Motores)
- 208 Volts Trifásicos (Motores)

Tenemos una carga Total de 216522Watts, consideramos un FP de .91 para evitar multas de CFE.

$$VA = \frac{216522}{.91} = 237937.13 VA$$

Pero por futuras expansiones

$$VA_{Futuro} = 1.25 \times 237.937KVA = 297.421KVA \approx 300KVA$$

Usaremos un Transformador de 300KVA ya que la empresa puede necesitar adecuaciones eléctricas y el transformador debe soportar las nuevas cargas. La conexión del transformador será delta-estrella por lo que solo tendremos 3 hilos de entrada

Para calcular el calibre del cable tenemos en cuenta un voltaje de alimentación de 4.16KV.

$$I = \frac{300KVA}{\sqrt{3} \times 4.16KV} = 41.6358 \text{ Amperes}$$

Al ser una longitud muy pequeña la que recorre el alimentador principal desechamos los cálculos de caída de tensión. Y por la tabla 310-67 de la NOM-001-2005 usaremos un calibre AWG #8 para los 3 hilos.

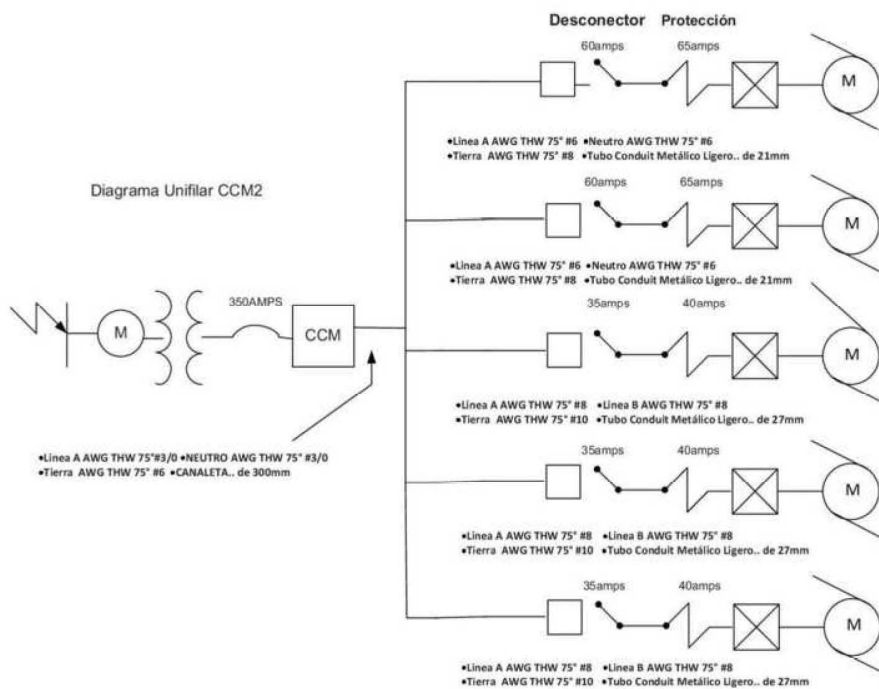
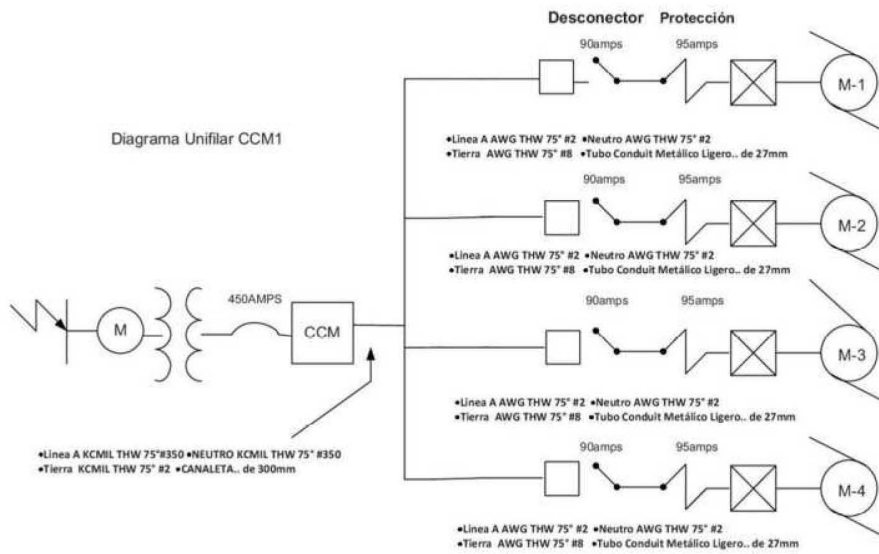
8.-Conclusiones

A través de este proyecto pude constatar que los conocimientos que adquirí durante el tiempo que curse la carrera Ingeniera Mecánica Eléctrica, son los adecuados para lograr llevar a cabo una instalación de una nave industrial, las necesidades del mundo laboral actual son cambiantes y debemos estar en constante capacitación, durante este proyecto los conocimientos usados no solo se enfocan en una sola materia, sino en un conjunto de ellas ya que estas me permitieron tener un enfoque más claro sobre los problemas, con esto me queda claro que las materias que se imparten en la carrera de ingeniería mecánica eléctrica , tienen utilidad directa en la vida diaria y no se limitan a solo la teoría, ya que los conocimientos adquiridos , pueden ser llevados a la práctica sin ningún tipo de problema.

Los problemas que afronte durante el proyecto , pudieron ser resueltos gracias a la bibliografía que me fue transmitida durante el curso de las materias, también durante el proyecto tuve que aprender a usar programas afines al diseño eléctrico , y DiaLux, los cuales resultan ser herramientas que permiten realizar los proyectos de manera más simple y más organizada.

Mi conclusión final es que las materias de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica son útiles en el día a día, pero siempre debemos contar con una capacitación constante , ya que nuestro sector de trabajo es cambiante, pues todos los días existen tecnologías nuevas.

9.- (Diagramas Unifilares)



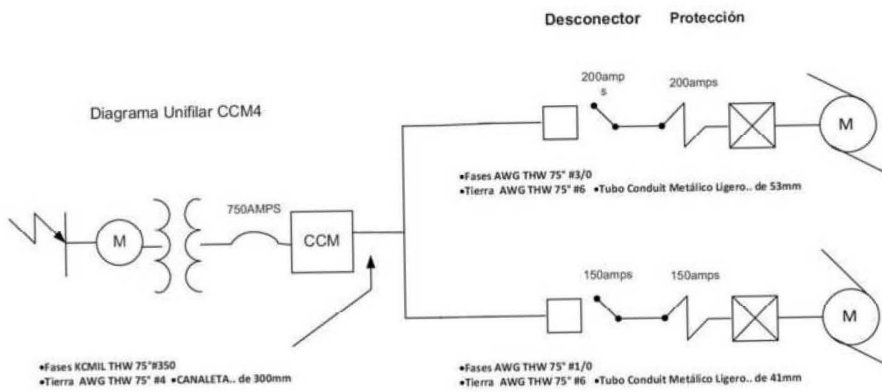
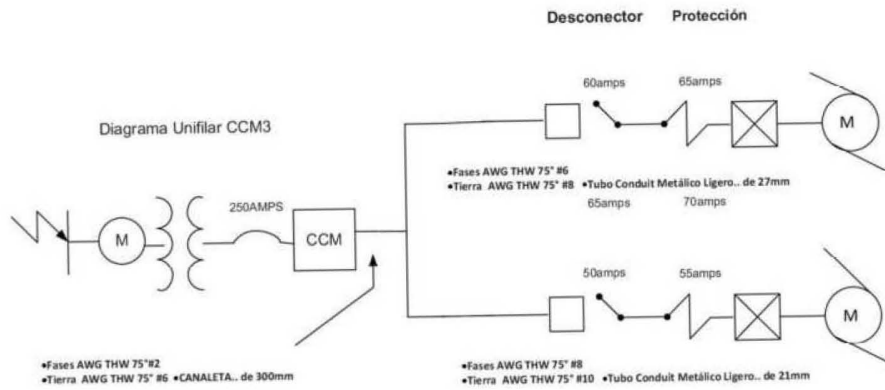


Diagrama Unifilar Luminarios

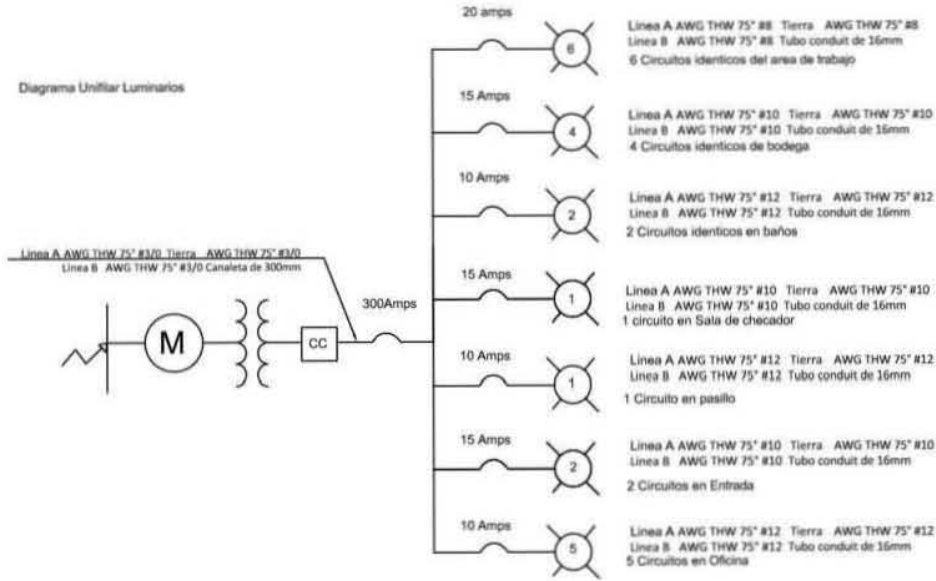
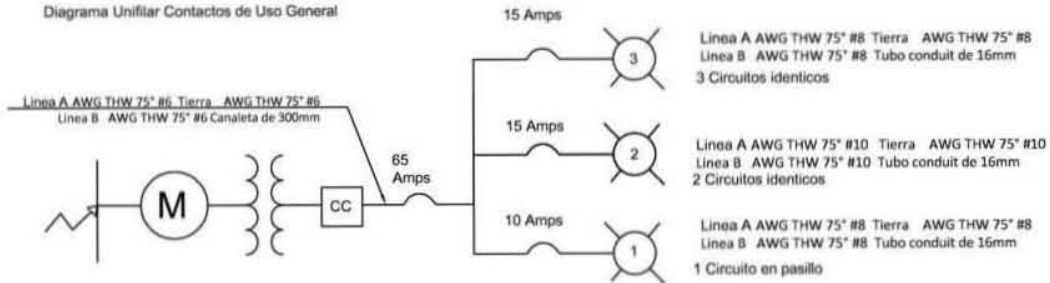


Diagrama Unifilar Contactos de Uso General



9.-Anexo (Tablas)

TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
Cobre				Aluminio			
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,26	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	110	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	190	230	255
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	355	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	310	375	420
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	450
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1 000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	520	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1010	2000	560	665	750	470	560	630
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	

TABLA 250-95.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)
500	33,6 (2)	53,5 (1/0)
600	42,4 (1)	67,4 (2/0)
800	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
1 000	67,4 (2/0)	107 (4/0)
1 200	85,0 (3/0)	127 (250)
1 600	107 (4/0)	177 (350)
2 000	127 (250)	203 (400)
2 500	177 (350)	304 (600)
3 000	203 (400)	304 (600)
4 000	253 (500)	405 (800)
5 000	354,7 (700)	608 (1 200)
6 000	405 (800)	608 (1 200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

M. Tablas

TABLA 430-147.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores de corriente continua (c.c.)

kW	CP	Tensión eléctrica nominal de armadura		
		120 V	240 V	500 V
0,19	1/4	3,1	1,6	---
0,25	1/3	4,1	2,0	---
0,37	1/2	5,4	2,7	---
0,56	3/4	7,6	3,8	---
0,75	1	9,5	4,7	---
1,12	1-½	13,2	6,6	---
1,50	2	17	8,5	---
2,25	3	25	12,2	---
3,75	5	40	20	---
5,60	7-½	58	29	13,6
7,50	10	76	38	18
11,2	15	---	55	27
14,9	20	---	72	34
18,7	25	---	89	43
22,4	30	---	106	51
29,8	40	---	140	67
37,3	50	---	173	83
44,8	60	---	206	99
56,0	75	---	255	123
75,0	100	---	341	164
93,0	125	---	425	205
120	150	---	506	246
149	200	---	675	330

* son valores promedio en c.c.

TABLA 430-148.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores monofásicos de corriente alterna (c.a.)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes eléctricas listadas deben utilizarse para tensiones eléctricas de sistemas en los intervalos de 110 V hasta 120 V y 220 V hasta 240 V.

KW	CP	115 V	127 V	208 V	230 V
0,12	1/6	4,4	4,0	2,4	2,2
0,19	1/4	5,8	5,3	3,2	2,9
0,25	1/3	7,2	6,5	4	3,6
0,37	1/2	9,8	8,9	5,4	4,9
0,56	3/4	13,8	11,5	7,6	6,9
0,75	1	16	14,0	8,8	8
1,12	1-½	20	18,0	11	10
1,50	2	24	22,0	13,2	12
2,25	3	34	31,0	18,7	17
3,75	5	56	51,0	30,8	28
5,60	7-½	80	72,0	44	40
7,50	10	100	91,0	55	50

Tabla 430-149.- Corriente a plena carga, en amperes (A), de motores a dos fases de corriente alterna (c.a.) (cuatro hilos)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de varias velocidades tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes eléctricas nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor común de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las permitidas para instalaciones a 110 V - 120 V, 220 V - 240 V, 440 V - 480 V y 550 V - 600 V y 2 200 V - 2 400 V.

KW	CP	MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO, EN AMPERE (A)				
		115 V	230 V	460 V	575 V	2 300 V
0,37	½	4	2	1	0,8	---
		4.8	2.4	1.2	1.0	---
		6.4	3.2	1.6	1.3	---
1,12	1 ½	9	4,5	2,3	1,8	---
		11.8	5.9	3	2.4	---
		---	8.3	4.2	3.3	---
3,75	5	---	13,2	6,6	5,3	---
		---	19	9	8	---
		---	24	12	10	---
11,2	15	---	36	18	14	---
		---	47	23	19	---
		---	59	29	24	---
22,4	30	---	69	35	28	---
		---	90	45	36	---
		---	113	56	45	---
44,8	60	---	133	67	53	14
		---	166	83	66	18
		---	218	109	87	23
93,0	125	---	270	135	108	28
		---	312	156	125	32
		---	416	208	167	43

Tabla 430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones eléctricas nominales de 110 V hasta 120 V, 220 V hasta 240 V, 440 V hasta 480 V y 550 V hasta 600 V.

kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado, en amperes (A)						Motor sincrónico, con factor de potencia unitario, en amperes (A)				
		V										
		115	200	208	230	460	575	2 300	230	460	575	2 300
0,37	1/2	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,56	3/4	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
0,75	1	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1,12	1-½	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,50	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,25	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
3,75	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,60	7-½		25,3	24,2	22	11	9					
7,46	10		32,2	30,8	28	14	11					
11,2	15		48,3	46,2	42	21	17					
14,9	20		62,1	59,4	54	27	22		53	26	21	
18,7	25		78,2	74,8	68	34	27					
22,4	30		92	88	80	40	32		63	32	26	
29,8	40		120	114	104	52	41		83	41	33	
37,3	50		150	143	130	65	52		104	52	42	
44,8	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56,0	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75,0	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93,0	125		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
111,9	150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
149	200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250					302	242	60				
224	300					361	289	72				
261	350					414	336	83				
298	400					477	382	95				
336	450					515	412	103				
373	500					590	472	118				

Para factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1,1 y 1,25, respectivamente.

Tabla 430-151 A.- Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores monofásicos para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW

(Para ser utilizada solamente con las Secciones 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c))

kW	CP	Corriente máxima a rotor bloqueado (1 fase)		
		A		
		115 V	208 V	230 V
0,37	1/2	58,8	32,5	29,4
0,56	3/4	82,8	45,8	41,4
0,75	1	96	53	48
1,12	1-½	120	66	60
1,50	2	144	80	72
2,25	3	204	113	102
3,75	5	336	186	168
5,60	7-½	480	265	240
7,50	10	600	332	300

Tabla 430-151 B. Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores polifásicos, diseños B, C, D y E para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW.

(Para ser utilizada solamente con las secciones 430-110, 440-12, 440-41, y 455-8(c))

kW	CP	Corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado (2 y 3 fases y diseños B, C, D y E)											
		115 V		200 V		208 V		230 V		460 V		575 V	
		B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E
0,37	1/2	40	40	23	23	22,1	22,1	20	20	10	10	8	8
0,56	3/4	50	50	28,8	28,8	27,6	27,6	25	25	12,5	12,5	10	10
0,75	1	60	60	34,5	34,5	33	33	30	30	15	15	12	12
1,12	1-½	80	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16
1,50	2	100	100	57,5	57,5	55	55	50	50	25	25	20	20
2,25	3			73,6	84	71	81	64	73	32	36,6	25,6	29,2
3,75	5			105,8	140	102	135	92	122	46	61	36,8	48,8
5,60	7-½			146	210	140	202	127	183	63,5	91,5	50,8	73,2
7,50	10			186,3	259	179	249	162	225	81	113	64,8	90
11,2	15			267	388	257	373	232	337	116	169	93	135
14,92	20			334	516	321	497	290	449	145	225	116	180
18,65	25			420	646	404	621	365	562	183	281	146	225
22,4	30			500	775	481	745	435	674	218	337	174	270
29,84	40			667	948	641	911	580	824	290	412	232	330
37,3	50			834	1 185	802	1 139	725	1 030	363	515	290	412
44,8	60			1 001	1 421	962	1 367	870	1 236	435	618	348	494
55,95	75			1 248	1 777	1 200	1 708	1 085	1 545	543	773	434	618
74,60	100			1 668	2 154	1 603	2 071	1 450	1 873	725	937	580	749
93,0	120			2 087	2 692	2 007	2 589	1 815	2 341	908	1 171	726	936
119,9	150			2 496	3 230	2 400	3 106	2 170	2 809	1 085	1 405	868	1 124
150	200			3 335	4 307	3 207	4 141	2 900	3 745	1 450	1 873	1 160	1 498
187	250									1 825	2 344	1 460	1 875
224	300									2 200	2 809	1 760	2 247
261	350									2 550	3 277	2 040	2 622
298	400									2 900	3 745	2 320	2 996
336	450									3 250	4 214	2 600	3 371
373	500									3 625	4 682	2 900	3 746

TABLA C1A.- Número máximo de conductores compactos en tubo (conduit) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm ²	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
THW, THW-2 THHW	8,37	8	3	5	8	15	20	34	59	90	117	149
	13,3	6	1	3	5	9	12	20	35	53	70	89
	21,2	4	1	2	4	6	9	15	26	40	52	67
	33,6	2	1	1	3	5	7	11	19	29	38	49
	42,4	1	1	1	1	3	4	8	13	21	27	34
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	18	23	30
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5	10	15	20	25
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	THHN THWN THWN-2	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
507		1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
8,37		8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13,3		6	2	4	7	13	18	29	52	78	102	130
21,2		4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
33,6		2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
42,4		1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
53,5		1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
67,4		2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	30
85,0		3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
107		4/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
127		250	0	1	1	1	1	4	6	10	13	16
152		300	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
177		350	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
203		400	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
253		500	0	0	0	1	1	1	4	5	7	9
304		600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	
380	750	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	
507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4	
XHHW XHHW-2	8,37	8	3	5	8	15	20	34	59	90	117	149
	13,3	6	1	4	6	11	15	25	44	66	87	111
	21,2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	127	250	0	1	1	1	2	4	7	10	13	17
	152	300	0	0	1	1	1	3	6	9	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	6	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	

NOTA: Se define el cableado compacto como un proceso de fabricación en el que un conductor normal se comprime hasta que prácticamente desaparecen los intersticios o huecos entre los hilos que forman el conductor.

Niveles de Iluminación

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA INTERIORES
TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

Los niveles de iluminación que se recomiendan en esta tabla, fueron tomados del manual publicado por la IES (Illuminating Engineering Society) y representan el promedio mínimo que deberá mantenerse en cualquier momento.

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

Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes	Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes
Almacenes		Bibliotecas	
Poco movimiento	50	Salas de Lectura	300
Mucho movimiento		Reparación y encuadernado de libros	500
Materiales voluminosos	100	Zonas para estudio, notas, archivos, recepción	700
Materiales medianos	200		
Materiales pequeños	500		
Auditorios		Carne, Preparación y empaque de	
Actividades sociales	50	Mataadero	300
Asambleas	150	Limpieza y empaçado	1000
Exposiciones	300		
Automóviles, Fabricación de		Conservas, Fabricación de	
Montaje final, acabado, inspección	2000	Corte, deshuese, clasificación final, enlatado en banda continua	1000
Montaje de carrocería y chasis	1000	Empacado a mano	500
Fabricación de partes	700	Etiquetado y empaquetado	300
Ajuste de bastidor	500		
Aviones, Fabricación de		Correos, Oficinas de Vestibulos, mesas de trabajo	300
Hangares, montaje e inspección	1000	Clasificación, envío	1000
Taladrado, remachado, fijación de tornillos	700	Equipo Eléctrico,	
Soldadura	500	Fabricación de Impregnado	500
Bancos		Embobinado, aistamientos, pruebas	1000
Vestibulos, general	500		
Zonas de escritura	700	Estaciones, Terminales	
Cajas, registros, claves, perforación de tarjetas	1500	Naves	100
Basquetbol		Andenes	200
Reglamento	500	Salas de espera y baños	300
Recreativo	300	Zonas de entrega de equipaje	500
		Zonas para venta de boletos	1000

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA INTERIORES
TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes	Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes
Fundiciones		manguera, moldeado	500
Hornos de recocido	300	Terminado, enrollado, curado	700
Limpieza	300		
Fabricación de corazones	1000	Imprentas	
Inspección precisa	5000	Grabado de fotografías, grabado de agua fuerte	500
Inspección media	1000	Inspección de colores	2000
Moldeo	1000	Prensas	700
Colado, desmoldeo	500	Corrección de pruebas	1500
Garajes para vehículos de motor		Salas de composición, máquinas de composición	1000
Almacén	50		
Pasillos de tráfico		Lámina de acero, trabajos en general	
Zonas para estacionamiento	100	General	500
Zonas para servicio	200	Inspección de estañado, galvanizado	2000
Entradas	500		
Zonas para reparación	1000	Gimnasios	
Gimnasios		Instalaciones	100
Ejercicio general y recreativo	300	Competencias, concursos	500
Hierro y Acero,		Fabricación de	
Pisos de descarga, pozos calientes, calcinadores y rotura a fondo de cuchara	100	Edificios, fosos de escoria	200
Plataformas de control, pasarelas de inspección, mezcladores, zona de reparación	300	Trenes de laminación	300
Cizallas	500	Estañado	500
Cuartos de Máquinas	300	Inspección	1000
Hockey sobre hielo		Profesional	1000 a 2000
Amateur	500	Recreativo	200
Hule, llantas y productos de		Plastificado, mollienda	300
Corte, enlonado para			
		Basto de visión fácil	300
		Basto de visión difícil	500
		Medio	1000
		Ajuste fino	5000 (a)
		Ajuste muy fino	10000 (a)
		Oficinas	
		Pasillos y escaleras	200 (b)
		Lectura y transcripción	700
		Oficinas de trabajo regular	1000
		Contabilidad, Auditoría,	

Valores normalizados cables A.W.G (American Wire Gauge Standard)

Los conductores en buen estado deben presentar una resistencia muy baja. Los valores dependen del largo y del grosor de los hilos. Para hilos comunes hasta 20 m. de largo la resistencia debe ser siempre inferior a 1 Ohm.

Para hilos esmaltados la resistencia varia bastante en función del espesor. En la siguiente tabla de hilos se da información de resistencia por unidad de longitud para los diversos tipos.

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ohm/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6

Bibliografía

- Manual de instalaciones eléctricas, Gilberto Henríquez Harper, Segunda Edición, 2007
- Puesta a tierra en edificio y en Instalaciones eléctricas, José C. Toledano Gasca, Juan José Martínez Requena, Primera edición ,1997
- Tecnología del Instalador Electricista, José Roldan Vilorio, Primera Edición, 2005
- Instalaciones Eléctricas Industriales, Pedro Camarena M. ,Primera Edición ,1984
- Mantenimiento Eléctrico Industrial, Pedro Camarena M. , Segunda Edición ,1989
- El ABC de las instalaciones Eléctricas Industriales, Gilberto Henríquez Harper, Primera Edición,2009
- Reglamento de Instalaciones Eléctricas, Gilberto Henríquez Harper, Segunda Edición, 2003
- Elementos de Diseño de las instalaciones Eléctricas Industriales, Gilberto Henríquez Harper, Segunda Edición, 2008
- Instalaciones Eléctricas , Alberto Guerrero Fernández, Primera Edición , 2004
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005
- Maquinas eléctricas ,Stephen Chapman, Tercera Edición, 2000
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística
- Máquinas Eléctricas , Jesús Fraile Mora, Quinta Edición 2003
- Manual de Electricista ,Viakon ,2005