



11
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA
DE UN EDIFICIO PARA OFICINAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

VICTOR MANUEL LOBATO CAMPOS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEX.

1001



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 está 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.

I N D I C E

INTRODUCCION	1
--------------	---

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1	Proyectos e instalaciones que no requieren aprobación de las autoridades (SECOFI) para su contratación.....	2
1.2	Tensiones de alimentación que se utilizan en la República Mexicana y Area Metropolitana.....	2
1.3	Solicitud de suministro de energía eléctrica.....	2
1.4	Requisitos de compañía suministradora para servicio de energía eléctrica en alta tensión.....	5
1.5	Relación de cargas.....	6
1.6	Tarifas eléctricas.....	7
1.7	Terminología.....	8
1.8	Simbología.....	9

CAPITULO II PROYECTO ELECTRICO

2.1	Introducción.....	12
2.2	Requerimientos para desarrollar el proyecto eléctrico.....	12
2.2.1	Croquis de localización.....	13
2.2.2	Plano planta de conjunto.....	13
2.2.3	Planos de nivel.....	13
2.2.4	Plano de cortes.....	13
2.3	Estructura del proyecto.....	13
2.4	Lista de materiales.....	14
2.5	Criterios para la elaboración de planos.....	14
2.6	Diagrama unifilar.....	15
2.7	Planos de contactos y alumbrado.....	15
2.8	Cuadros de carga de alumbrado y contactos.....	15
2.9	Cuadro de características de motores.....	16
2.10	Cuadro general de cargas.....	16
2.11	Memoria técnica.....	16
2.12	Normas y reglamentos.....	16
2.13	Selección del sistema de distribución.....	17
2.14	Elementos de la instalación.....	17
2.15	Representación esquemática de los sistemas de distribución comúnmente utilizados en edificios.....	18
2.15.1	Sistema trifásico a cuatro hilos.....	18
2.16	Conceptos básicos sobre conductores eléctricos.....	19
2.16.1	Definición.....	19

2.16.2	Materiales.....	19
2.16.3	Configuración física.....	19
2.16.4	Tamaño de los conductores.....	19
2.16.5	Uso de conductores desnudos.....	19
2.16.6	Aislamiento de los conductores.....	21
2.17	Cálculo de conductores por corriente y por caída de tensión.....	22
2.18	Selección del calibre del conductor.....	22
2.19	Número de conductores en un tubo conduit.....	27
2.20	Puesta a tierra.....	27
2.21	Cuadros de carga del proyecto.....	29
2.22	Cálculo de un alimentador principal.....	33

CAPITULO III SISTEMA DE FUERZA

3.1	Introducción.....	39
3.2	Motores.....	39
3.2.1	Motores de inducción jaula de ardilla.....	40
3.2.2	Clasificación de motores tipo jaula de ardilla.....	40
3.2.3	Motores de inducción de rotor devanado.....	41
3.3	Factor de servicio del motor.....	41
3.4	Par.....	42
3.5	Deslizamiento.....	42
3.6	Forma común de conectar un motor.....	42
3.7	Arrancadores magnéticos a tensión plena.....	43
3.8	Arrancadores magnéticos a tensión reducida.....	44
3.9	Diagrama de conexión de un motor trifásico, pro- tegido con un arrancador magnético a tensión ple- na.....	44
3.10	Diagrama de conexión de un motor trifásico, pro- tegido con un arrancador magnético a tensión re- ducida.....	44
3.11	Características eléctricas de motores utilizados.....	47
3.12	Carga debida a motores.....	48
3.13	Dispositivos de protección de motores.....	49
3.14	Conductores que alimentan un solo motor.....	49
3.15	Conductores que alimentan a varios motores.....	49
3.16	Inducción de cables en paralelo.....	50

CAPITULO IV SISTEMA DE ALUMBRADO

4.1	Introducción.....	51
4.2	Terminología en iluminación.....	51
4.3	Reflectancia.....	52
4.4	Eficiencia luminosa.....	52
4.5	Luminaria.....	53
4.6	Coefficiente de utilización.....	53

4.7	Factor de mantenimiento.....	53
4.8	Índice de local.....	53
4.9	Lámparas de filamento.....	53
4.9.1	Bombilla.....	53
4.9.2	Designación y tamaño de bombillas.....	53
4.9.3	Vidrio de las lámparas.....	55
4.9.4	Base o casquillo.....	55
4.9.5	Filamento.....	55
4.9.6	Ventajas.....	55
4.9.7	Desventajas.....	55
4.10	Lámparas fluorescentes.....	56
4.10.1	Clasificación de lámparas fluorescentes.....	59
4.10.2	Colores estandar.....	59
4.10.3	Algunas consideraciones sobre la utilización de lámparas fluorescentes.....	59
4.10.4	Balastos fluorescentes.....	60
4.10.5	Diagramas de conexiones de lámparas y balastos.....	61
4.11	Calibre de los conductores.....	62
4.12	Uso de los apagadores.....	62
4.13	Iluminación de interiores.....	62
4.14	Nivel de iluminación.....	62
4.15	Métodos de cálculo de iluminación.....	62
4.15.1	Método de los lúmenes.....	62
4.15.2	Método punto por punto.....	63
4.15.3	Método de cavidad zonal.....	63
4.15.4	Pasos a seguir para calcular un sistema de iluminación.....	64
4.15.5	Cálculo de iluminación.....	66

CAPITULO V SUBESTACIONES ELECTRICAS

5.1	Generalidades.....	75
5.2	Clasificación de las S.E.....	77
5.3	Descripción funcional de las secciones de las S.E.....	77
5.4	Diagrama unifilar típico de una S.E.....	80
5.5	Justificación para uso de S.E.....	81
5.6	Tableros eléctricos.....	81
5.7	El transformador.....	82
5.7.1	Cambiador de derivaciones.....	83
5.7.2	Cálculo del transformador.....	83
5.7.3	Cálculo del alimentador principal.....	84
5.8	Sistema de tierras.....	85
5.8.1	Cálculo del sistema de tierras.....	86
5.9	Cálculo de corto circuito.....	87
5.10	Apartarrays.....	95

CAPITULO VI ALIMENTACION A LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA

6.1	Introducción.....	97
6.2	Lugares donde se requiere planta de emergencia.....	97
6.3	Equipos electrógenos.....	98
6.4	Plantas eléctricas de emergencia.....	98
6.4.1	Clasificación de plantas eléctricas de emergencia....	98
6.5	Operación del sistema de control.....	101
6.6	Interruptores de transferencia.....	103
6.7	Capacidad de la planta de emergencia.....	103
	CONCLUSIONES.....	106
	APENDICES.....	107
	BIBLIOGRAFIA.....	129

INTRODUCCION

La demanda poblacional en las grandes ciudades crece a un ritmo acelerado y como consecuencia de este fenómeno se tienen que crear grandes edificios, donde la gente viva o desarrolle alguna actividad.

A dichas edificaciones se les debe de proveer de servicios que satisfagan las necesidades de los usuarios que hagan uso de ellos. Para cumplir este objetivo el proyectista general, el propietario y los constructores deben poner todo su empeño para lograr el éxito esperado.

Como consecuencia de la importancia dada a los servicios estos repercutirán en por lo menos un cincuenta por ciento la suana funcionalidad del inmueble.

La intención de este trabajo es mencionar a grandes rasgos las características que debe contemplar un proyecto eléctrico de esta índole. La complejidad de un proyecto aumenta en la medida que se requieran más servicios.

Para nuestro edificio no consideraremos instalaciones especiales tales como: sistema de alarmas, sistema contra incendio, comunicaciones, etc. por la razón antes expuesta.

Dado que esta tesis se refiere a un edificio de cuatro niveles no se instalará servicio de emergencia; únicamente mencionaremos algunas características adherentes a este.

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1 PROYECTOS E INSTALACIONES QUE NO REQUIEREN APROBACION DE LAS AUTORIDADES (SECOFI) PARA SU CONTRATACION

1. Industrias con carga instalada menor de 20 KW.
2. Casas habitación individuales.
3. Bares y cantinas de 1 y 2 Ø.
4. Edificios nuevos con carga instalada hasta 8 KW.
5. Solicitud individual en edificio ya electrificado y que no contrate todo el edificio.
6. Establecimientos comerciales de 1 y 2 Ø.
7. Galerías y salas de exposición de 1 y 2 Ø.
8. Gimnasios y centros deportivos de 1 y 2 Ø.
9. Restaurantes y cafes de 1 y 2 Ø.
10. Servicio temporal (30 días, tarifa 7).
11. Alumbrado público en B.T.
12. Bombeo de aguas potables o negras en B.T.
13. Riego agrícola en B.T.

1.2 TENSIONES DE ALIMENTACION QUE SE UTILIZAN EN LA REPUBLICA MEXICANA Y AREA METROPOLITANA.


- a) Para la República Mexicana las tensiones a las que nos pueden suministrar energía eléctrica en alta tensión son: 2.4, 4.16, 6.0, 13.2, 23.0, y 33.0 KV.
- b) Para el área Metropolitana se tienen normalizadas las siguientes tensiones de distribución: 23 y 6 KV (por desaparecer) para mediana tensión y 220/127 volts en baja tensión. La energía proviene de los anillos de 85 y 230 KV que rodean el área metropolitana y las subestaciones eléctricas conectadas directamente a dichos anillos.

1.3 SOLICITUD DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

Se puede solicitar energía eléctrica a la compañía suministradora en baja o alta tensión dependiendo esto de varios factores como por ejemplo de la cantidad de carga por servir, de la ubicación geográfica del inmueble, etc.

La contratación del servicio se debe apegar a las necesidades del cliente y a los requerimientos de la compañía que proporciona dicho servicio; a continuación presentamos las formas No. 320-1 y 320-2 de la Cía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. para solicitar el servicio de energía eléctrica en Edificios y en Alta Tensión. Estas nos dan un panorama de los requisitos que debemos cubrir para contratar dicho servicio.

FORMA 320-1



CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
(EN LIQUIDACION)

**SOLICITUD PARA SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA
EN EDIFICIOS**

FORMA 320-1

SOLICITUD No. _____
FECHA _____
CÓDIGO DEL SERVICIO _____
CALLE No. _____
C.P. _____

POR MEDIO DE LA PRESENTE SOLICITO SE REALICE EL ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA OBTENER EL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA EN ALTA TENSION, EN LA DIRECCION Y CON LOS DATOS QUE SE AGOTAN

TIPO DE SERVICIO SOLICITADO

SERVICIO NUEVO REFORMA POR AUMENTO DE CARGA

RESIDENCIAL COMERCIAL INDUSTRIAL

DEPARTAMENTAL OFICINAS TALLERES

OTRO _____

DATOS DEL SOLICITANTE

EMPRESA O RAZON SOCIAL _____
DIRECCION DEL SERVICIO SOLICITADO _____
CALLE _____ C.P. _____ TEL. _____
REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS _____
DIRECCION COMERCIAL _____ TEL. _____
DIRECCION DE SERVICIOS _____ TEL. _____

DATOS GENERALES DEL SERVICIO

No. TOTAL DE SERVICIOS EN EL EDIFICIO _____
SERVICIO NUEVO _____ REFORMA DE CONTRATO DE _____
No. DE NIVELES _____ SUPERFICIE POR NIVEL _____
No. DE BOTANOS _____ SUPERFICIE POR BOTANOS _____
No. DE NIVELES _____ Y No. DE BOTANOS _____ QUE SE EMPLEAN PARA ESTACIONAMIENTO
LUGAR DONDE SOLICITA LA CONCENTRACION DE MEDIDORES PLANTA BAJA PODER ESTAR
UBICACION DEL LOCAL PARA SUBESTACION PLANTA BAJA PODER ESTAR

DATOS TECNICOS DEL SERVICIO

TOTAL DE CARGA SOLICITADA _____
SERVICIO NUEVO _____ KW MODIFICACION DE SERVICIO, DE _____ A _____ KW
INCREMENTO _____ KW
LUGAR PARA LA INSTALACION DE LOCAL _____
LUGAR PARA LA INSTALACION DE LOCAL _____

DECLARO QUE LOS DATOS QUE SE AGOTAN SON VERDADEROS Y CORRECTOS Y QUE SI EN ALGUN MOMENTO DE MI VIDA FUERE NECESARIO, ME DIRIGIRIA A LA COMPAÑIA PARA OBTENER EL SERVICIO SOLICITADO.

FECHA _____

INSTRUCCIONES: ESTA SOLICITUD DEBE LLENARSE Y ENTREGARSE CON TODO EN LETRA DE MANO A LA COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. EN SU OFICINA CENTRAL, EN LA AV. DE LA UNIFICACION No. 1000, EN EL DISTRITO FEDERAL.

FORMA 320-2



COM. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
(Sociedad Anónima)
SOLICITUD PARA SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA
EN ALTA TENSION

NUMERO DE _____
 FECHA _____
 MONTE ESTIMADO _____
 1961 _____
ESTADO GUATEMALA

PROPONER EL SERVICIO EN UNO DE LOS TIPOS DE SERVICIO INDICADOS PARA DENTRO DE LA ZONA DE SERVICIO DEPENDIENTE DE LA REGION DE SERVICIO Y DEL TIPO DE SERVICIO

TIPO DE SERVICIO SOLICITADO

SERVICIO NUEVO REFORMA POR ALMENTO DE CARGA DE ALTA TENSION
 SERVICIO GENERAL PARA CONDOMINIOS RESIDENCIALES COMERCIAL AGRICOLA INDUSTRIAL O TALLERES
 PUBLICO OTRO INDICARLO EN EL SEÑALADO

DATOS DEL SOLICITANTE

NOMBRE Y RAZON SOCIAL _____
 DIRECCION DE SERVICIO SOLICITADO _____
 COLONIA _____ CODIGO POSTAL _____ TEL. _____
 REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS _____
 DIRECCION COMERCIAL _____ TEL. _____
ESTADO GUATEMALA

DATOS GENERALES DEL SERVICIO

VOLTAJE NOMINAL EN KV 138.07 85.07 52.57
 TENSORES RESISTIVOS 13.37 8.37
 POTENCIA (EN MW) CONEXION EN VOLTS CONEXION VOLTS CONEXION
 CARGA SOLICITADA KW TOTAL KW DEMANDA SOLICITADA KW TOTAL KW
 DEMANDA MENSUAL EN KW DEMANDA MENSUAL EN KW INCREMENTO KW INCREMENTO KW
 DEMANDA MENSUAL EN KW DEMANDA MENSUAL EN KW INCREMENTO KW INCREMENTO KW
 CAPACIDAD DE SUBSTACION EXISTENTE EN KV
 TIPO DE SUBSTACION EXISTENTE INTERMEDI POSTE OTRO
 METRO DE SERVICIO EN LINEA DE ALTA TENSION METER METER
 FECHA PROGRAMADA EN QUE SE DA EL SERVICIO _____
 PLANES FUTUROS DE EXPANSION EN KW A UN AÑO A CINCO A DIEZ AÑOS
 CONSUMO PROMEDIO MENSUAL EN KW ETAPA 1 ETAPA 2 ETAPA 3
 DEMANDA MENSUAL PROMEDIO EN KW ETAPA 1 ETAPA 2 ETAPA 3
 NOMINABILIDAD OPERACION _____

REVISAR SIEMPRE SI SE DA EL SERVICIO EN UNO DE LOS TIPOS DE SERVICIO INDICADOS PARA DENTRO DE LA ZONA DE SERVICIO DEPENDIENTE DE LA REGION DE SERVICIO Y DEL TIPO DE SERVICIO
 SEÑALAR SI SE DA EL SERVICIO EN UNO DE LOS TIPOS DE SERVICIO INDICADOS PARA DENTRO DE LA ZONA DE SERVICIO DEPENDIENTE DE LA REGION DE SERVICIO Y DEL TIPO DE SERVICIO
 MONTE ESTIMADO _____

INSTRUCCIONES: ESTA SOLICITUD DEBE LLENARSE A MANO Y CON TINTA EN LETRA DE MAYUSCULA Y ENTREGAR EN TRES COPIAS, UNA EN EL MONTE Y DOS EN EL MONTE Y EN EL MONTE

1.4 REQUISITOS DE COMPAÑIA SUMINISTRADORA PARA SERVICIO DE ENERGIA ELECTIRICA EN ALTA TENSION

1. En zona de red aérea

- a) La compañía suministradora definirá la acometida (aérea o subterránea), tomando en cuenta el tipo de subestación del usuario.
- b) Tensiones de servicio de 13,2 ó 6 KV están restringidas; son excepciones:
 - Imposibilidad de suministro en 23 KV.
 - Ubicación del servicio sea en área rural o suburbana.
 - Si la S.E. a instalar es del tipo blindado, la acometida será subterránea, y para su recepción se deben instalar cuatro ductos de asbesto cemento de 75 mm de diámetro.

2. En zona de red subterránea

- a) La acometida será subterránea
- b) El usuario proporcionará un espacio adecuado para elementos de derivación y protección de la compañía suministradora.
- c) Construcción de obra civil necesaria.

3. Del Equipo de Medición

- a) Ubicado a una distancia no mayor de 5 metros a la entrada del predio y accesible las 24 horas al personal de cía. suministradora.
- b) No debe existir concentraciones de otras instalaciones ejemplo; teléfono, agua, gas, etc.
- c) Para demandas hasta 200 KW, la medición se hará en baja tensión.

4. Cuando el servicio solicitado sea combinado (alta y baja tensión)

- a) Para suministro en baja tensión solicitud por separado.

5. Cumplir con las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas.

- 6. Anexar 2 copias heliográficas de planos mostrando características de subestación, ubicación de la misma, y los elementos necesarios, civiles o mecánicos, para la recepción de la acometida. O en su caso localización para S.E. de cía. suministradora.

7. Las tensiones de suministro consideradas serán hasta 23 KV.

1.5 RELACION DE CARGAS

Para el caso de nuestro edificio obtuvimos la siguiente relación de cargas que se presentó a la compañía de luz para contratar el servicio de energía.

1 Subestación tipo compacta de 300 KVA 20/23 KV o bien:

Baja TENSION

Alumbrado

75 lámparas fluorescentes de 4 x 20W c/u	=	7 800 W &
52 lámparas fluorescentes de 2 x 38W c/u	=	8 200 W &
198 lámparas fluorescentes de 1 x 38W c/u	=	9 900 W &&
8 reflectores intemperie de 250W c/u	=	2 000 W
14 focos incandescentes de 150W c/u	=	2 100 W
		<hr/>
		30 000 W

Contactos

6 contactos sencillos de pared de 150W c/u	=	900 W
90 contactos dobles de pared de 200W c/u	=	18 000 W
28 contactos dobles de piso de 200W c/u	=	5 600 W
		<hr/>
		24 500 W

Salidas especiales

1 salida para calentador	=	4 000 W
--------------------------	---	---------

Fuerza

2 motores monofásicos de 1/4 H.P.	=	586 W
5 motores monofásicos de 1/2 H.P.	=	2 635 W
8 motores trifásicos de 1/2 H.P.	=	4 056 W
2 motores trifásicos de 2 H.P.	=	3 688 W
1 motor trifásico de 20 H.P.	=	16 953 W
5 motores trifásicos de 25 H.P.	=	105 940 W
		<hr/>
		133 858 W

SUMA = 192 358 W

& Las consideramos de 100 Watts por operar con reactor.

&& Las consideramos de 50 Watts por operar con reactor.

1.6 TARIFAS ELECTRICAS

Los titulares de la Secretaría de Comercio hacen del conocimiento general a través del Diario Oficial, el acuerdo que rige las tarifas generales y disposiciones complementarias para la venta de la energía eléctrica. El mencionado acuerdo señala doce clases de tarifas, las cuales se aplican a los siguientes servicios:

Tarifa No. 1

Servicio doméstico.

Tarifa No. 1-A

Servicio doméstico para localidades con clima muy cálido.

Tarifa No. 2

Servicio general hasta 25 KW de demanda.

Tarifa No. 3

Servicio general para más de 25 KW de demanda.

Tarifa No. 4

Servicios para molinos de nixtamal y tortillerías.

Tarifa No. 5

Se aplica para el suministro de energía eléctrica para el servicio de semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas y jardines públicos.

Tarifa No. 6

Servicio para bombeo de aguas potables o negras de servicio público.

Tarifa No. 7

Servicio temporal. Esta se aplica a todos los servicios que destinan la energía temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando la capacidad de las instalaciones del suministrador lo permitan.

Tarifa No. 8

Servicio general en alta tensión. Esta se aplica a los servicios que destinan la energía en alta tensión a cualquier uso con una demanda inicial de 20 KW o más.

Tarifa No. 9

Servicio para bombeo de agua para riego agrícola.

Tarifa No. 10

Servicio en alta tensión para reventa.

Tarifa No. 12

Servicio general para tensiones de 66 KV o superiores. Esta se aplica a los servicios que destinen la energía a cualquier uso.

Para las tarifas 3, 8 y 12 la demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda medida en KW durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos, en el período de facturación.

El depósito de garantía será 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

1.7 TERMINOLOGIA

Ayándonos en las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas describiremos a continuación algunos términos utilizados en este trabajo.

Instalación eléctrica. Es cualquier combinación de equipo eléctrico que se encuentra interconectado, incluyendo los conductores y demás elementos de interconexión y accesorios, dentro de un espacio o localización determinados.

Acometida. Son los conductores que ligan la red de distribución, del sistema de suministro con el punto en que se conecta el servicio a la instalación de un usuario.

Circuito derivado. Es el conjunto de conductores y demás elementos de cada uno de los circuitos que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobrecorriente, hasta las salidas de las cargas.

Carga conectada. La suma de las potencias nominales de las máquinas y aparatos que consumen energía eléctrica, conectados a un circuito o a un sistema.

Interruptor. Es el dispositivo que puede abrir un circuito eléctrico, que se encuentra interconectado incluyendo los conductores y demás elementos de interconexión y accesorios, dentro de un espacio o localización determinados.

Luminario. Es un aparato que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una o varias lámparas, el cual incluye todos los accesorios necesarios para la fijación, protección y funcionamiento de dichas lámparas.

Controlador. Es el dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar en alguna forma predeterminada, la potencia eléctrica suministrada a los equipos, a los cuales están conectados.

Sobrecarga. Condición de operación en la que se demanda una potencia en exceso de la nominal, cuando dicha condición persiste durante suficiente tiempo para causar daños o sobrecalentamientos perjudiciales. Una sobrecarga no incluye condiciones de cortocircuito o fallas a tierra.

A continuación presentamos algunos símbolos eléctricos utilizados en este proyecto.

1.8

SIMBOLOGÍA



Lámpara fluorescente de empectar encendido rápido
4 x 20 W



Lámpara fluorescente slim-line 2 x 38 W



Lámpara fluorescente slim-line 1 x 38 W



Reflector incandescente de 250 W



Poco incandescente de 150 W



Contacto sencillo 150 W, 127 V, 1.20m S.N.P.T. en pared



Contacto doble de 200 W, 127 V en pared



Contacto doble de 200 #, en piso.



Contacto sencillo 150 #, 127 V, en piso



Apagador sencillo 15 Amp. 127 V. a 1.20m S.N.P.T.



Apagador de escalera 15 Amp. 127 V a 1.20m S.N.P.T.



Arrancador



arrancador a tensión completa



Arrancador a tensión reducida



Interruptor de navajas



Caja de conexiones



Centro de carga a 1.60m S.N.P.T.



Tablero de distribución




Salida para calentador 110 - 220V





Motor eléctrico




Interruptor termomagnético

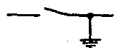
 Transformador de corriente

 Transformador de distribución


 Transformador de potencial


 Fusible


 Cuchilla seccionadora


 Cuchilla de puesta a tierra

 Apartarrayos

 Ampérmetro

 Vóltmetro

 Equipo de medición

 Generador

CAPITULO II

PROYECTO ELECTRICO

2.1 INTRODUCCION

El trabajo que se presenta se refiere a la instalación eléctrica de un edificio para oficinas que cuenta con sotano, planta baja, primer piso, segundo piso y azotea; tiene las siguientes características:

Tiene una superficie de 6242 m².

Cuenta con estacionamiento para los usuarios del edificio en sotano y planta baja.

Se tienen 2 casetas de vigilancia una a la entrada y otra a la salida del estacionamiento.

Cuenta con escaleras de emergencia en el lado sur y de servicio normal en la parte central del inmueble.

La instalación eléctrica comprende:

Una carga total instalada de 193 KW, una subestación eléctrica de 300 KVA en planta baja con su sistema de tierras; diversos tableros de distribución colocados en cada nivel, además dos tableros de distribución y clima en la planta baja.

Se tienen 360 salidas de alumbrado, 124 salidas para contactos, 156 HP distribuidos en diversos motores para sistema de aire acondicionado, bombas y equipo hidroneumático, funcionando a 127 y 220 volts.

La alimentación vertical hacia los pisos superiores esta distribuida en ductos que dan cabida a las instalaciones hidráulicas, sanitarias y ductos de aire acondicionado, así como de instalaciones telefónicas entre otras.

La instalación comprende también alumbrado exterior para servicio del estacionamiento.

Se cuenta a su vez con 5 bombas de achique de 1/2 HF para desfogue de aguas en sotano.

2.2 REQUERIMIENTOS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO ELECTRICO

Los requisitos que debemos cubrir para elaborar nuestro proyecto son en primera instancia el Croquis de Localización del edificio, el plano de Planta de Conjunto, los planos de cada uno de los niveles y el plano de Cortes; Otros requerimientos serían el conocimiento del material y equipo eléctrico existente en el mercado, así como el tomar en cuenta las Normas y Reglamentos que rigen a las instalaciones eléctricas actuales.

2.2.1 CROQUIS DE LOCALIZACION

Este comprende la manzana y calles que circundan la ubicación del predio dentro de la manzana, número de lote y número oficial, la orientación, colonia, población y otras referencias que faciliten su localización.

2.2.2 PLANO PLANTA DE CONJUNTO

Este muestra las dimensiones y la configuración del edificio desde una vista superior, para diseñar en forma óptima la instalación eléctrica requerida en el exterior.

2.2.3 PLANOS DE NIVEL

En estos aparecen las áreas consideradas con sus dimensiones para la distribución de las unidades de iluminación, equipo eléctrico y trayectoria de tuberías que el proyecto eléctrico requiera.

2.2.4 PLANO DE CORTES

Este plano nos muestra secciones transversales y longitudinales para considerarlas en las trayectorias de ductos e instalación del equipo eléctrico requerido.

Nos marca además ejes para detectar fácilmente la localización de áreas.

2.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El proyecto está integrado por diferentes planos, una lista de materiales y la memoria técnica.

Los planos los tenemos identificados de la siguiente manera:

- Plano IE-01 Alumbrado exterior
- Plano IE-02 Diagrama unifilar
- Plano IE-03 Cuadro de carga y simbología
- Plano IE-04 Alumbrado sotano
- Plano IE-05 Contactos sotano
- Plano IE-06 Alumbrado planta baja
- Plano IE-07 Contactos planta baja
- Plano IE-08 Alumbrado primer piso
- Plano IE-09 Contactos primer piso
- Plano IE-10 Alumbrado segundo piso
- Plano IE-11 Contactos segundo piso
- Plano IE-12 Fuerza
- Plano IE-13 Alimentadores principales

2.4 LISTA DE MATERIALES

Los materiales propuestos para la instalación y que cuentan con autorización reglamentada son:

DESCRIPCION	MARCA	REG.
Tubo conduit pared gruesa	Omega	696
Condulets	Domex	2824
Conductores eléctricos TW, THW	Condumex	2824
Apagadores y contactos	Junziño	4043
Centro de carga	Square'd	4364
Arrancadores	Square'd	4364
Interruptor de seguridad	Square'd	4364
Tubos fluorescentes	Philips	3653
Escalera de aluminio	Inelec	5721
Focos	Philips	3653
Cajas galvanizadas	Omega	598
Interruptor termomagnético	Square'd	4364

2.5 CRITERIOS PARA LA ELABORACION DE PLANOS

Se hacen las siguientes apreciaciones para la presentación de planos que conforman este proyecto de acuerdo a las normas técnicas para instalaciones eléctricas.

- Los dibujos y detalles que integran los planos están dimensionados de tal forma que sea fácil su revisión (esto es en planos tamaño normal).
- Se utilizan las siguientes escalas de dibujo; 1:75, 1:100 y 1:200
- Se usa el Sistema Métrico Decimal y el Idioma español en todas las leyendas.
- Se da la descripción de los símbolos empleados.
- Se deja un cuadro en la esquina inferior derecha conteniendo información acerca del plano de referencia; y arriba de este cuadro se deja otro para sellos y firmas de S2COP1.
- Existe continuidad entre uno y otro plano numerandolos desde IE-01 hasta IE-13.

2.6 DIAGRAMA UNIPILAR

El diagrama unifilar reproduce el arreglo eléctrico de la distribución interna de las instalaciones del usuario desde la acometida de la compañía suministradora hasta cada uno de los equipos que constituyen dicha instalación.

El diagrama unifilar contiene a la subestación que muestra las características principales del equipo que la integra como son:

- a) Equipo de medición, de la compañía suministradora.
- b) Cuchillas desconectadoras, indicando características.
- c) Interruptor principal con sus principales características, incluyendo tensión de apartarreyos.
- d) Transformador indicando tensión primaria y secundaria, conexión primaria y secundaria, capacidad en KVA, tipo de enfriamiento, e impedancia.

Contiene además los siguientes datos, el diagrama unifilar:

- a) Localización de centros de carga, tableros de distribución y alimentadores.
- b) El valor de cada una de las protecciones de los alimentadores y subalimentadores.
- c) El calibre y aislamiento de los conductores activos y neutros de alimentadores y subalimentadores. Se menciona a su vez su longitud y caída de tensión en por ciento.

2.7 PLANOS DE CONTACTOS Y ALUMBRADO

Los planos de estas instalaciones muestran lo siguiente:

- a) Identificación de circuitos a que pertenecen cada uno de los contactos o luminarias.
- b) Número de hilos por canalización y diámetro de la misma.
- c) Tipo y capacidad de cada uno de los contactos, además de su instalación.
- d) Localización de los tableros de distribución.

2.8 CUADROS DE CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS

En un proyecto de esta índole deben dibujarse planos de cuadros de carga de los tableros indicando:

Nombre del tablero, tipo, marca, tensión, diagrama de conexiones, número de circuitos, capacidad de los interruptores de los circuitos.

tos, cargas por fase, ubicación de las cargas y porcentaje de desbalanceo entre otras características.

2.9 CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MOTORES

Se enlistan en este cuadro, todos aquellos motores que comprende la instalación. El cuadro contiene los siguientes datos para cada uno de los motores.

- a) Capacidad del motor.
- b) Corriente nominal a plena carga.
- c) Tensión nominal de trabajo.
- d) Número de fases.
- e) Tipo, capacidad y marca del interruptor.
- f) Características del arrancador tales como, clase, elemento térmico, tipo y marca.
- g) Longitud y calibre de los conductores derivados y el de tierra.

2.10 CUADRO GENERAL DE CARGAS

En este cuadro se muestra el resumen de cargas de todos los tableros utilizados en el proyecto. (ver plano IZ-03)

2.11 MEMORIA TÉCNICA

La memoria de cálculo que se presenta tiene como objetivo mostrar los criterios utilizados para la selección de conductores, canalizaciones y protecciones de los alimentadores y los circuitos derivados de los tableros de distribución del edificio en estudio, de acuerdo a las normas técnicas de instalaciones eléctricas.

Se consideran también los siguientes puntos:

- a) La elección del transformador de la subestación.
- b) El cálculo de corto circuito en dos puntos de la instalación.
- c) El cálculo del Sistema de Tierras.

2.12 NORMAS Y REGLAMENTOS

Este proyecto se apega a lo señalado en las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y en las disposiciones de la Cía. de Luz y Fuerza.

2.13 SELECCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Lucias son las consideraciones que hay que tomar en cuenta al elegir las características y los elementos más adecuados, para distribuir la energía eléctrica necesaria dentro de los edificios.

En su gran mayoría son condicionadas por las características constructivas del inmueble, del medio ambiente, el factor económico y sobre todo por el tipo de trabajo o actividad que se desarrolle en el edificio.

Para nuestro estudio podemos considerar como las más importantes:

- a) Análisis de la carga total de la instalación.
- b) Probables aumentos futuros de carga.
- c) Estudio económico de conductores y cables.
- d) Estudio de secciones y canalizaciones.
- e) Consideración de pérdidas por efecto Joule y por caída de tensión.
- f) Accesibilidad de la instalación para inspección y mantenimiento de la misma.
- g) Reglamentación por parte de las autoridades y compañía suministradora.

En nuestro caso tenemos que alimentar lámparas de 250, 150 y 100 watts, salidas para contactos de 200 y 150 watts a 127 volts, salidas especiales de 4 000 watts a 220 volts y motores desde 1/2 hasta 25 HP a 127 o 220 volts.

2.14 ELEMENTOS DE LA INSTALACION

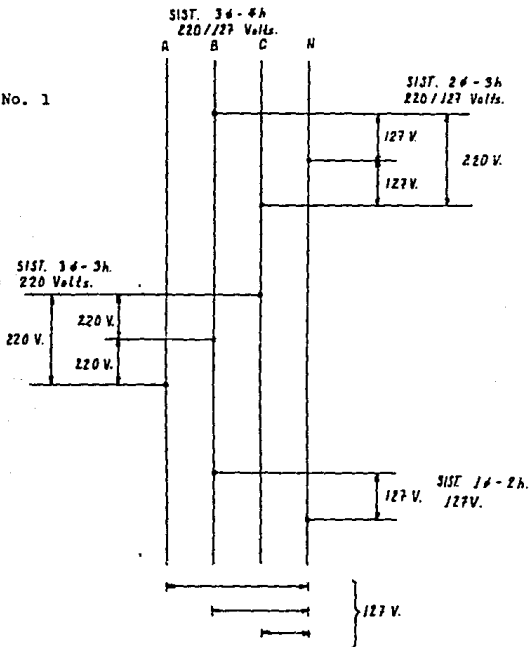
La mayoría de los sistemas eléctricos diseñados para distribuir la energía eléctrica dentro de los diferentes tipos de construcciones están formados por un número muy extenso de materiales y equipos eléctricos diseñados para una aplicación en especial.

En general y tomando en cuenta que existe una gran variedad de elementos que desarrollan una misma función ideados por los diferentes fabricantes en lo que respecta a su construcción, estos se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a) Conductores
- b) Canalizaciones
- c) Motores
- d) Equipo de control y protección
- e) Accesorios

2.15 REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION COMUNMENTE UTILIZADOS EN EDIFICIOS.

FIG. No. 1



2.15.1 SISTEMA TRIFASICO A CUATRO HILOS

Este presenta una operación flexible de cargas trifásicas y monofásicas. Es posible alimentar cargas trifásicas en tres hilos con tensión entre líneas, por ejemplo a 220 volts y alimentar cargas monofásicas (alumbrado) a una tensión entre línea y neutro ($220/\sqrt{3} = 127$ volts)

Hablando en términos físicos nuestro sistema de distribución está formado por una subestación, motores diversos, tableros de distribución para alumbrado y contactos, tableros de control para motores, controladores, centros de carga, dispositivos individuales de protección, diferentes tipos de conductores y canalizaciones, así como todos los accesorios necesarios para su instalación desde la acometida hasta cada uno de los puntos de utilización..

2.16 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

2.16.1 DEFINICION

Son conductores eléctricos aquellos materiales que permiten el paso continuo de la corriente eléctrica, a través de ellos con poca resistencia.

2.16.2 MATERIALES

Los materiales más usados para la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

2.16.3 CONFIGURACION FISICA

ALAMBRE Formado por un hilo sólido de sección circular.

CABLE Formado por varios hilos reunidos en formación geométrica.

GORDON Formado por varios hilos reunidos al azar.

SOLERA Formado por una barra sólida de sección rectangular.

Los conductores se fabrican desnudos o aislados. Los primeros se usan en líneas aéreas en el exterior de los edificios o enterrados para sistemas de tierras.

Los conductores aislados se usan, comúnmente en el interior de los edificios.

2.16.4 TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES

El tamaño de los conductores se define por el área de su sección transversal en milímetros cuadrados, véase la tabla No. 1.

También se definen como:

- a) Calibre AWG, nomenclatura de la American Wire Gauge.
- b) CM (circular mil), cuando el área transversal tiene un diámetro de una milésima de pulgada (1 MCM = 0.506 milímetros cuadrados)

2.16.5 USO DE CONDUCTORES DESNUDOS

- a) Como conductor de puesta a tierra, confinado con los conducto-

AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DE COBRE SUAVE
O RECOCIDO, CON AISLAMIENTO TIPO TV, THW y VINAMEL 900.

	CALIBRE A.W.G. o M.C.M.	AREA DEL COBRE EN mm ²	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIENTO mm ²	AREA TOTAL DE ACUERDO AL CALIBRE Y AL NUMERO DE CONDUCTORES ELECTRICOS, PARA SELECCIONAR EL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS SEGUN LA TABLA NO.4				
				2	3	4	5	6
ALAMBRES	14	2.06	8.30	16.60	24.90	33.20	41.50	49.80
	12	3.30	10.54	21.28	31.92	42.56	53.20	63.84
	10	5.27	13.99	27.98	41.97	55.96	69.95	83.94
	8	8.35	25.70	51.40	77.10	102.80	128.50	154.20
C A B L E S	14	2.66	9.51	19.02	28.53	38.04	47.55	57.06
	12	4.23	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92
	10	6.83	16.40	32.80	49.20	65.60	82.00	98.40
	8	10.81	29.70	59.40	89.10	118.80	148.50	178.20
	6	12.00	49.26	98.52	147.78	197.04	246.30	295.56
	4	27.24	65.61	131.22	196.83	262.40	328.05	393.66
	2	43.24	89.42	178.84	268.26	357.68	447.10	536.52
	0	70.43	143.99	287.98	431.97	575.96	719.95	863.94
	00	88.91	169.72	339.44	509.16	678.88	848.60	1018.32
	000	111.97	201.06	402.12	603.18	804.24	1005.30	1206.36
	0000	141.23	239.98	479.96	719.94	959.92	1199.90	1439.88
	250	167.65	298.65	597.30	895.95	1194.46	1493.25	1791.19
	300	201.06	343.07	686.14	1029.21	1372.28	1715.35	2058.42
	400	268.51	430.05	860.10	1290.15	1720.20	2150.25	2580.30
	500	334.91	514.72	1029.44	1544.16	2058.88	2573.36	3088.32

TABLA No. 1

res aislados del circuito o en forma independiente.

b) En líneas aéreas, en el exterior de edificios.

Los conductores se seleccionan a criterios de capacidad de conducción de corriente y máxima caída de tensión permisible. El mínimo calibre de conductor usado es el número 14 AWG, aún cuando para fines prácticos se recomienda el número 12 AWG.

Por lo general los calibres superiores al No. 1/0 AWG se construyen cableados, en vez de sólidos, esto debido a que resulta más fácil su manipulación, ya que si fueran sólidos se trataría prácticamente de barras.

2.16.6 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

El aislamiento sirve para confinar la corriente y el campo eléctrico en la masa del conductor.

La selección de los aislamientos se hace en función de los diferentes factores que puedan influir en su uso y aplicación, tales como: tensión, temperatura ambiente, temperatura de operación, condiciones mecánicas de instalación, medio ambiente (humedad, solventes, aceites, etc.).

En la tabla No. 2 se dan características de algunos tipos de aislamiento usados en los conductores eléctricos.

CLASIFICACION BASICA DE TIPOS DE AISLAMIENTO DE USO GENERAL

TIPO	MATERIALES Y CARACTERISTICAS	APLICACION (AMBIENTE)	TEMP. MAX. DE OPERACION (°C)
R	Hule	Seco	60
RH	Hule resistente al calor	Seco	75
RHH	Hule resistente a las altas temperaturas.	Seco	90
RHW	Hule resistente al calor y al medio agresivo.	Seco y húmedo	75
T	Termoplástico	Seco	60
TH	Termoplástico resistente al calor	Seco	75

Tabla No. 2

continúa...

continuación.

TIPO	MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS	APLICACION (AMBIENTE)	TEMP. MÁX. DE OPERACION (°C)
THW	Termoplástico resistente al calor y al medio agresivo.	Seco y húmedo	75
THWN	Termoplástico con cubierta de Nylon resistente al ambiente agresivo.	Seco y húmedo	75

TABLA No. 2

Los aislamientos de los conductores que utilizaremos en esta tesis son TH para los sistemas de alumbrado y contactos y THW para el sistema de fuerza.

2.17 CALCULO DE CONDUCTORES POR CORRIENTE Y POR CAIDA DE TENSION

Podemos calcular las corrientes y caídas de tensión de los conductores en los diferentes sistemas para el suministro de energía eléctrica según la tabla No. 3.

2.18 SELECCION DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR

La selección adecuada de un conductor que llevará corriente a un dispositivo específico se hace tomando en consideración dos factores:

- a) La capacidad de conducción de corriente (ampacidad).
- b) La caída de tensión.

Estos dos factores se considerarán por separado para un análisis, pero se considerarán simultáneamente en la selección de un conductor, como es posible que los resultados en la selección de un conductor difieran considerando estos factores, entonces se debe de tomar como bueno el que resulte de mayor sección, ya que de esta manera el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de tensión y cumplirá con los requerimientos de capacidad de corriente.

Para seleccionar el calibre y la tubería adecuados de los conductores nos auxiliaremos de las tablas 1, 3, 4, 5, 6, 7 y 8; en donde se mencionan capacidades de corriente de acuerdo al tipo de aislamiento; factores de corrección por agrupamiento y temperatura; sección transversal de los conductores, etc.

Utilizaremos las tablas 3 y 5 para calcular el calibre de los conductores por corriente y por caída de tensión (según tipo de sistema, alumbrado, fuerza, etc.)

Sist.	1φ-2h	1φ-3h	3φ-3h	3φ-4h
e%	① $\frac{4 L I}{S E_n}$	② $\frac{2 L I}{S E_n}$	③ $\frac{2 \sqrt{3} L I}{S E_L}$	④ $\frac{2 \sqrt{3} L I}{S E_L}$
I	⑤ $\frac{W}{E_n \cos \phi}$	⑥ $\frac{W}{2 E_n \cos \phi}$	⑦ $\frac{W}{\sqrt{3} E_L \cos \phi}$	⑧ $\frac{W}{\sqrt{3} E_L \cos \phi}$

TÁBLA No. 3

Donde:

h = Hilos del circuito

W = Potencia en watts

I = Corriente en amperes por conductor

E_n = Tensión de línea a neutro

E_L = Tensión entre líneas

$\cos \phi$ = factor de potencia

L = Longitud del conductor en metros

S = Sección del conductor en mm^2

e = Caída de tensión de fase a neutro en volts

$e\%$ = Caída de tensión en porcentaje

E_f = Tensión entre fases

Teniendo en cuenta que:

$$e\% = \frac{e \times 100}{E_n}$$

$$E_f = \sqrt{3} E_n$$

**DIAMETROS Y AREAS INTERIORES DE TUBOS
CONDUIT Y DUCTOS CUADRADOS.**

DIAMETROS NOMINALES		AREAS INTERIORES EN MM ²			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	MM.	40%	100%	40%	100%
1/2	13	78	196	96	240
3/4	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 1/4	32	390	980	422	1056
1 1/2	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 1/2	64	—	—	1376	3440
3	76	—	—	2116	5290
4	102	—	—	3575	8938
2 1/2 x 2 1/2	65 x 65			1638	4096
4 x 4	100 x 100			4000	10000
6 x 6	150 x 150			9000	22500

TABLA No. 4

CAIDAS DE TENSION MAXIMAS PERMITIDAS

SISTEMA	TENSIONES (volts)		
	127.5	220	440
ALUMBRADO 3%			
Alimentadores principales 1%	1.27	2.2	
Circuitos derivados 2%	2.54	4.4	
FUERZA 4%			
Alimentadores principales 3%		6.6	13.2
Circuitos derivados 1%		2.2	4.4

TABLA No. 5

Tabla No. 6

CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS

A m p e r e s

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHV (*)	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable(*)	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO

Número de conductores	Por ciento del valor indicado
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
Más de 42	50

TABLA No. 7

NOTAS:

- 1.-Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.
- 2.-En el caso de un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente equilibrados de tres o más conductores, no se debe afectar su capacidad de corriente con los factores indicados en esta tabla.

FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

Temperatura ambiente	Temperatura máxima permisible en el aislamiento					
	60°C	75°C	85°C	90°C	110°C	125°C
40	0.82	0.88	0.90	0.90	0.94	0.95
45	0.71	0.82	0.85	0.85	0.90	0.92
50	0.58	0.75	0.80	0.80	0.87	0.89
55	0.41	0.67	0.74	0.74	0.83	0.86
60	----	0.58	0.67	0.67	0.79	0.83
70	----	0.35	0.52	0.52	0.71	0.76
80	----	----	0.30	0.30	0.61	0.69

TABLA No. 8

2.19 NUMERO DE CONDUCTORES EN UN TUBO CONDUIT

Los conductores eléctricos están limitados en su capacidad de conducción de corriente por razones de calentamiento al existir limitaciones en la disipación de calor, el aislamiento impone limitaciones de tipo térmico.

Por esta razón el número de conductores dentro de un tubo conduit tiene que ser de tal forma que permita un arreglo físico de conductores de acuerdo a la sección del tubo conduit y permita alojar y manipular los conductores durante la instalación además de que se mantengan a temperaturas adecuadas.

Estas condiciones se logran estableciendo una relación entre las secciones del tubo y los conductores.

Si A es el área del tubo y a es el área total de los conductores, el factor de relleno es:

$$F = \frac{a}{A}$$

Este factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones:

$$F = \begin{cases} 53\% & \text{para un conductor} \\ 31\% & \text{para dos conductores} \\ 43\% & \text{para tres conductores} \\ 40\% & \text{para cuatro o más conductores} \end{cases}$$

La tabla No. 4 sirve para la selección del tamaño del tubo conduit con relación al área de conductores como van a ser alojados en él.

2.20 PUESTA A TIERRA

Conectaremos a tierra todos los equipos de medición, control, fuerza y protección; así como los conductores neutros de los alimentadores.

Para la selección del conductor a utilizar requeriremos de las tablas 9 y 10 de acuerdo a nuestras necesidades.

**CALIBRE DE LOS CONDUCTORES PARA PUESTA A TIERRA
DE EQUIPOS Y CANALIZACIONES INTERIORES**

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del equipo, conductor, etc.	Calibre del conductor de puesta a tierra (AWG o MCM)	
	Cobre	Aluminio
No mayor de (amperes)		
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1 000	2/0	4/0
1 200	3/0	250 MCM
1 600	4/0	350 "
2 000	250 MCM	400 "
2 500	350 "	500 "
3 000	400 "	600 "
4 000	500 "	800 "
5 000	700 "	1 000 "
6 000	800 "	1 200 "

TABLA No. 9

Los motores monofásicos no los conectaremos a tierra apoyandonos en el artículo 403.90 c) de las normas técnicas, que nos dice que se deben de conectar a tierra los motores que funcionan con cualquier terminal a más de 150 volts, a tierra.

**CALIBRE DE CONDUCTORES DE CONEXION A TIERRA
PARA SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA**

CALIBRE DEL CONDUCTOR DE ACOMETIDA MAS GRANDE, O SU EQUIVALENTE EN CONDUCTORES PARALELOS		CALIBRE DEL CONDUCTOR DE CONEXION A TIERRA	
COBRE AWG o MCM	ALUMINIO AWG o MCM	COBRE AWG o MCM	ALUMINIO AWG o MCM
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 o 1/0	2/0 o 3/0	6	4
2/0 o 3/0	4/0 o 250	4	2
De 3/0 hasta 350	De 250 hasta 500	2	1/0
De 350 hasta 600	De 500 hasta 900	1/0	3/0
De 600 hasta 1100	De 900 hasta 1750	2/0	4/0
Mayor de 1100	Mayor de 1750	3/0	250

TABLA No. 10

2.21 CUADROS DE CARGA DEL PROYECTO

En estos cuadros presentamos el resumen de todas las cargas consideradas para cada tablero (Tableros A, B y C) que a continuación se presentan; seleccionaremos centros de carga de 20 circuitos para alumbrado y contactos con interruptor principal.

Como protección de los circuitos derivados utilizamos interruptores termomagnéticos de la capacidad señalada en el circuito respectivo.

El porcentaje de desbalanceo de cargas para cada caso aparece en el plano de cuadros de carga (véase IB-03)

TABLERO "A"

TABLA No. II

CTO. No.	CAP. INT.	2x38W	4x20W	2 #	1x38W	∞	2 HP	⊙	⊙	0.5HP	TOTAL WATTS	F A S E S		
		100 W	100 W	250 W	50 W	200W	844 W	150W	150 W	527W		A	B	C
1	1 x 20	18									1 800	1 800		
2	1 x 20	18						1			1 650	1 650		
3	1 x 15	11									1 100		1 100	
4	1 x 20	19									1 900		1 900	
5	1 x 15		12								1 200			1 200
6	1 x 20	1				6		1			1 450			1 450
8	1 x 15				8						400	400		
10	1 x 30	18						1			1 950		1 950	
7												1229.33		
9	3 x 30						2				3 668		1229.33	
11														1229.33
12	1 x 15					4					600			600
14	1 x 15		2						7		1 250	1 250		
13	1 x 15		4								400	400		
15	1 x 20									3	1 581		1 581	
16	----										---			
17	1 x 30			8							2 000			2 000
18	1 x 15								2		1 054			1 054
19	1 x 15		2							7	1 250	1 250		
20	----										----			
TOTALES		82	20	8	8	10	2	3	14	5	23 473	7979.33	7780.33	7733.33

TABLERO "B"

TABLA No.12

CTO. No.	CAP. INT.	4x20W	1x38W	200W	200W	150W	TOTAL WATTS	F A S E S		
		100W	50W					A	B	C
1	1 x 20	18					1800	1800		
2	1 x 20		33				1650	1650		
3	1 x 20	2	31				1750		1750	
4	----						----			
5	1 x 20		28				1400			1400
6	----						----			
7	----						----			
8	1 x 15			4	2		1200	1200		
9	1 x 20				7		1400		1400	
10	1 x 30			10			2000		2000	
11	1 x 30				10		2000			2000
12	1 x 20			4	3		1400			1400
13	1 x 20			1	6		1400	1400		
14	----						----			
15	1 x 15	7				1	850		850	
16	----						----			
17	1 x 15		22				1100			1100
18	----						----			
19	----						----			
20	----						----			
TOTALES		25	114	19	28	1	17750	5850	6000	5900

TABLERO "C"

TABLA No.13

CTO. No.	CAP. INT.	4 x 20W	1 x 36W	200 W	150 W	2 #	TOTAL WATTS	F A S E S		
		100 W	50 W			4000 W		A	B	C
1	1 x 20	8		4	2		1 900	1 900		
----	----						----			
3	1 x 15		20				1 000		1 000	
----	----						----			
5	1 x 15	8	10				1 300			1 300
6	1 x 20	17					1 700			1 700
7	1 x 20			8			1 600	1 600		
8	1 x 20			8			1 600	1 600		
9	1 x 20			9			1 800		1 800	
10	1 x 30			12			2 400		2 400	
11	1 x 15			5			1 000			1 000
12	1 x 15			5			1 000			1 000
13	----						----			
14	2 x 30					1	4 000	2000	2000	
16										
15	----						----			
4	1 x 15		18				900			900
2	1 x 15		28				1 400			1 400
19	----						----			
20	----						----			
T O T A L E S		33	76	51	2	1	21 600	7 100	7 200	7 300

2.22 CALCULO DE UN ALIMENTADOR PRINCIPAL

Presentamos a continuación las consideraciones basadas en las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas y en las tablas dadas anteriormente para el cálculo de un alimentador de un tablero de distribución.

El criterio que se utilizó en este alimentador es el mismo que se aplicó en los demás alimentadores de los tableros de alumbrado.

Calcular para tablero "A" alimentador principal, canalización y protección.

Datos

$$L = 4h; \quad E_L = 220V; \quad T_B \leq 40^{\circ}C; \quad \epsilon \leq 1$$

$$I = 44A; \quad W = 23,473 \text{ watts; aislamiento utilizado TW (60}^{\circ}C)$$

Resolviendo:

Calculando por corriente (de la tabla No. 3)

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times E_L \times f.p.} = \frac{23,473}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85} = 72.5 \text{ Amp.}$$

De la tabla No. 6 vemos que el calibre No. 2 AWG soporta 95 amperes; aplicando los factores de corrección a este conductor tenemos, de la tabla No. 8.

$$F_u = 1; \quad F_T = 0.82; \quad I_R = \frac{I_{\text{cond.}}}{F_u \times F_T}$$

$$I_R = \frac{72.5}{1 \times 0.82} = 88.41 \text{ Amp.}$$

De la tabla No. 6 elegimos un conductor tipo TW, calibre 2 AWG el cual soporta hasta 95 amp. en condiciones normales de operación.

Calculando por caída de tensión (de la tabla No. 3)

$$S = \frac{2\sqrt{3} \times L \times I}{e\% \times E_L} = \frac{2\sqrt{3} \times 44 \times 72.5}{1 \times 220} = 50.2 \text{ mm}^2$$

De la tabla No. 1 (área del cobre en mm^2) le corresponde un calibre No. "un cero". AWG por fase.

Por lo tanto elegimos calibre "un cero" AWG ya que cumple con las condiciones de capacidad de corriente y caída de tensión.

El calibre 1/0 soporta hasta 125 amperes (TW) en condiciones normales de operación.

Calculando la caída de tensión que tendríamos tenemos:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} \times 44 \times 72.5}{70.43 \times 220} = 0.71$$

Lo que nos indica que la caída de tensión es menor del 1% como lo señala la tabla No. 5.

Ahora calcularemos el conductor neutro para este alimentador:

El conductor neutro debe soportar la corriente máxima de desbalanceo igual a la corriente de fase más cargada y no se le aplican factores de corrección ya que así lo marcan las NTIE. Art. 204.9

La fase mayor en el tablero "A" es la A = 7979.33 watts (del cuadro general de cargas); aplicando fórmulas para sistemas monofásico tenemos:

$$I = \frac{W}{E_n \times f.p.} = \frac{7979.33}{127 \times 0.65} = 73.9 \text{ Amp.}$$

Le corresponde un calibre No. 2 AWG (de tabla No. 6)

Por caída de tensión

$$S = \frac{2 \times L \times I}{E_n \times e\%} = \frac{2 \times 44 \times 73.9}{127 \times 1} = 51.2 \text{ mm}^2$$

De la tabla No. 1 seleccionamos calibre 1/0; por lo tanto como este calibre cumple con ambos criterios es el que seleccionamos como conductor neutro.

Las cargas resultantes en nuestro proyecto eléctrico están consideradas en el siguiente cuadro.

Concepto	Total Watts	F A S E S		
		A	B	C
Tablero "A"	23 473	7 979.33	7 760.33	7 733.33
Tablero "B"	17 750	5 850	6 000	5 900
Tablero "C"	21 600	7 100	7 200	7 300
Tablero "Ca"	2 000			2 000
T.D. II	61 650	20 550	20 550	20 550
T.D. III	65 885	21 961.66	21 961.66	21 961.66
Totales	192 358	63 440.99	63 471.99	55 444.99

Tabla No. 14
CUADRO GENERAL
DE CARGAS

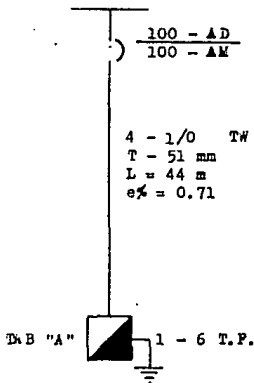
$$\text{DESB.} = \frac{65\,444.99 - 63\,440.99}{65\,444.99} \times 100 = 3.06\%$$

De lo anterior concluimos que nuestro alimentador serán 4 conductores de 1/0 de aislamiento TW; estos ocupan un área total de 575.96 milímetros cuadrados y se alojarán en tubo de pared gruesa de 51 mm. de acuerdo a la tabla No. 4.

Para la protección del alimentador contra sobrecorriente nos basaremos en el artículo 205.4 de las normas técnicas que nos dice que los dispositivos que protegen conductores contra sobrecorriente, deben estar de acuerdo con el valor de corriente que admiten los conductores y la capacidad del dispositivo de protección no deberá exceder del 125% de la corriente permisible. Por lo que tendremos:

Capacidad del interruptor $1.25 \times 72.5 = 90.62$ amp. Por lo tanto se selecciona un interruptor de 3 polos, 100 amperes, tipo FA.

Resumiendo en forma esquemática tenemos:



Donde:

A. D. = corriente de disparo del interruptor.

A. M. = corriente de marca del interruptor.

T. F. = tierra física.

Para la puesta a tierra de equipos nos referiremos a las tablas 9 y 10 según sea el caso.

Presentamos a continuación el Diagrama Unifilar del edificio en estudio. La subestación eléctrica la consideraremos en el capítulo de subestaciones.

DIAGRAMA UNIFILAR

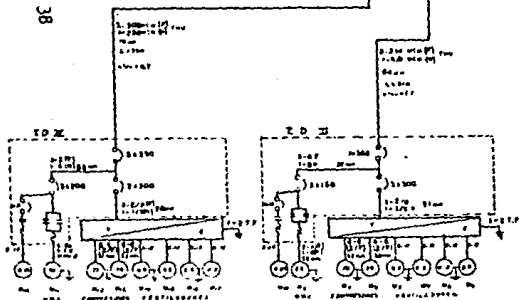
ALIMENTACION PRINCIPAL

6-250 MCM (2/F)
 1-200 MCM (N)
 CN. 30 cm.
 L. 8 m

DB FROM OSTRALCOV Y CLIMA

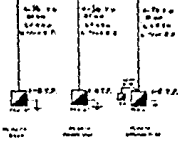
3x1000

3B



CLIFF 2
 250000 1000

CLIFF 1
 250000 1000



UNAM ENEP ARAGON
 TESIS PROFESIONAL
 VICTOR M. LOBATO

3.1 INTRODUCCION

En este edificio con el sistema de fuerza se pretende tener servicio de aire acondicionado, servicio hidroneumático y bombeo de aguas en el sotano.

El aire acondicionado es para mantener una temperatura agradable y un ambiente limpio para bienestar de todo el personal como para el público que acude a las oficinas a requerir algún servicio.

Con el equipo hidroneumático se desea abastecer de agua fría a todos los baños (cuatro en primer piso y cuatro en el segundo piso). Para esto consideramos una dotación de agua de 70 litros/empleada-día; está incluye la cantidad necesaria para su aseo personal, alimentos y demás necesidades.

Para suministrar agua fría a presión existen varias alternativas:

- Por equipo hidroneumático
- Por equipo de bombeo programado
- Por equipo hidrocél

El sistema elegido depende de las características de las edificaciones, tipo de servicio, volumen de agua requerido, presiones, simultaneidad de servicios, número de niveles, número de muebles, características de estos últimos etc.

Para nuestro edificio utilizaremos el sistema de equipo hidroneumático.

3.2 MOTORES

Los motores eléctricos transforman energía eléctrica en energía mecánica y por lo tanto su aplicación está definida por las características que imponen los requerimientos de la carga mecánica. Por esto el problema de aplicación de motores se basa principalmente en cálculos mecánicos que utilizan las leyes fundamentales de esta ciencia.

En el proyecto de cualquier sistema eléctrico de fuerza es muy importante la selección de motores.

En la era moderna, el tipo de motor más empleado es el de inducción, cuya clasificación se ha hecho atendiendo a la construcción de su rotor, de la manera siguiente:

- a) Motores de inducción tipo jaula de ardilla.
- b) Motores de inducción de rotor devanado.

3.2.1 MOTORES DE INDUCCION JAULA DE ARDILLA

El motor jaula de ardilla lleva este nombre debido a su construcción del rotor, que hace recordar una jaula de ardilla, sin tener devanado de alambre.

De acuerdo a los estandar de NEMA, los motores de C.A. deberán llevar anotado en su placa de datos una letra de código como clave para mostrar los kilovolt-amperes por HP que demanda el motor cuando el rotor está bloqueado.

TABLA No. 15

LETRA DE CODIGO	KVA/HP A ROTOR BLOQUEADO	LETRA DE CODIGO	KVA/HP A ROTOR BLOQUEADO
A	Hasta 3.14	L	9.0 a 9.99
B	3.15 a 3.54	M	10.0 a 11.19
C	3.55 a 3.99	N	11.2 a 12.49
D	4.0 a 4.49	P	12.5 a 13.99
E	4.5 a 4.99	R	14.0 a 15.99
F	5.0 a 5.59	S	16.0 a 17.99
G	5.6 a 6.29	T	18.0 a 19.99
H	6.3 a 7.09	U	20.0 a 22.39
J	7.1 a 7.99	V	22.4 y Superior
K	8.0 a 8.99		

LETRAS DE CODIGO DE ROTOR BLOQUEADO

3.2.2 CLASIFICACION DE MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA

La Asociación de Manufactureros Eléctricos "NEMA" clasifica los motores de inducción jaula de ardilla como se indica en la tabla No. 16

CLASE	PAR DE ARRANQUE	CTE. EN EL ARRANQUE	DESLIZAMIENTO A PLENA CARGA	APLICACION
A	Normal	Normal	Bajo menor del 5%	Máquinas herramientas, ventiladores, bombas, compresores.
B	Normal	Baja	Bajo menor del 5%	Igual que la Clase "A" con menor corriente de arranque.
C	Alto 200% de p.c.	Baja	Bajo menor del 5%	Bombas de émbolo, transportadores arrancados con carga.
D	Alto 275% de p.c.	Baja	Alto 5 a 8% 8 a 13%	Elevadores, prensas
F	Bajo	Muy Baja	Bajo menor del 5%	Motores de alta velocidad para ventiladores.

TABLA No. 16

3.2.3 MOTORES DE INDUCCION DE ROTOR DEVANADO

Los motores de rotor devanado tienen dos ventajas sobre los del tipo jaula de ardilla;

- a) En ellos se puede desarrollar un alto par de arranque con corriente de arranque baja y además pueden operar a plena carga con pequeño deslizamiento y con eficiencia.
- b) Se puede cambiar el deslizamiento, cambiando la resistencia del rotor.

3.3 FACTOR DE SERVICIO DEL MOTOR

Si el fabricante ha dado al motor un factor de servicio quiere decir que se le puede permitir desarrollar más de los HP de placa, sin causar un deterioro indebido al material aislante.

El factor de servicio es un margen de seguridad. Si, por ejemplo un motor de 10 HP tiene un factor de servicio de 1.15 se le puede permitir al motor desarrollar 11.5 HP. El factor de servicio depende del diseño del motor.

3.4 PAR

Par es la fuerza "giratoria" o de "contorsión" del motor usualmente medida en lbs-pie. Excepto cuando el motor es acelerado a alcanzar su velocidad, el par es relacionado a la potencia del motor, por la fórmula siguiente:

$$\text{PAR EN LBS-PIE} = \frac{\text{HP} \times 5252}{\text{RPM}}$$

El par de un motor de 25 HP a 1725 RPM sería calculado como sigue:

$$\text{Par} = \frac{25 \times 5252}{1725} = 76.1 \text{ Lbs-Pie}$$

Si se requirieran 90 lbs-pie para mover una carga en particular, el motor arriba mencionado sufriría una sobrecarga y demandaría mayor corriente que la corriente de carga plena.

3.5 DESLIZAMIENTO

El deslizamiento está definido como la diferencia entre el número de RPM del rotor y el campo magnético rotatorio de un motor de corriente alterna.

3.6 FORMA COMÚN DE CONECTAR UN MOTOR

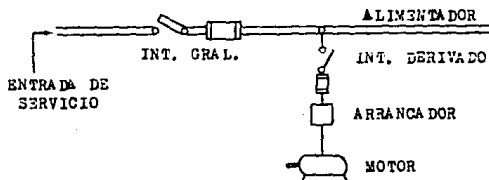


FIG. No. 2

El interruptor derivado sirve para desconectar y proteger el arrancador y la línea al motor, contra cortos circuitos.

Función de un arrancador:

- 1.- Arrancar y parar el motor.
- 2.- Proteger el motor contra sobrecargas.
- 3.- Proteger el motor y operador contra bajo voltaje.
- 4.- Proteger el motor contra pérdidas de una fase.

Componentes principales de un arrancador:

- 1.- Contactos.
- 2.- Cámara de arqueo.
- 3.- Armadura.
- 4.- Núcleo.
- 5.- Bobina.
- 6.- Relevadores de sobrecarga.

Mantenimiento de un arrancador:

Para mantener en buenas condiciones un arrancador es necesario revisar periódicamente (mínimo 2 veces al año) las siguientes partes:

- 1.- Contactos.
- 2.- Pantallas de arqueo.
- 3.- Bobinas.
- 4.- Contacto del núcleo magnético.
- 5.- Limpieza general.
- 6.- Apriete de conexiones.

Partes de repuesto de un arrancador:

- 1.- Contactos.
- 2.- Resortes.
- 3.- Bobinas.
- 4.- Elementos térmicos.

3.7 ARRANCADORES MAGNETICOS A TENSION PLENA

Los arrancadores magnéticos a tensión plena son los aparatos de control más sencillos para arrancar motores, cuando el par de arranque en estas condiciones no causa daño en la máquina impulsada y la corriente tomada a la línea no es excesiva para la línea de alimentación.

Principalmente estos arrancadores pueden emplearse con motores de

inducción tipo jaula de ardilla o de rotor devanado.

Las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE) recomiendan un interruptor desconectador para cada motor.

Existen en el mercado combinaciones arrancador magnético a tensión plena-interruptor desconectador termomagnético y/o magnético alojados en un mismo gabinete.

3.8 ARRANCADORES MAGNETICOS A TENSION REDUCIDA

Los motores tipo jaula de ardilla provocan altas corrientes y altos pares cuando son arrancados a tensión plena. El valor de la corriente y par de arranque varía de acuerdo con el diseño del motor, en algunos casos la corriente de arranque será aproximadamente del 600% del valor a plena carga, y el respectivo par de arranque llegará aproximadamente al 150% del valor a plena carga. Estos altos valores de corriente y par de arranque pueden causar problemas en el sistema eléctrico, en la máquina controlada, etc.

Cuando los motores son arrancados a tensión reducida, la corriente en las terminales del motor se reduce en proporción directa a la reducción en la tensión, mientras que el par disminuye proporcionalmente con relación al cuadrado del porcentaje de reducción en la tensión.

3.9 DIAGRAMA DE CONEXION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

Ver la figura No. 3

Secuencia de operación:

Si apretamos el botón de Arrancar (A), instantáneamente se cierra el contacto de sello (C.S.), se energiza la bobina (B), se cierran los contactos de la bobina (C.B.) quedando el motor conectado a la línea.

El motor quedará protegido por los elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga (OVER LOAD) (OL).

3.10 DIAGRAMA DE CONEXION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION REDUCIDA.

Ver la figura No. 4

Secuencia de operación:

Al oprimir el botón de arranque (A), se energiza la bobina (TR) en el eje 1, la cuál cierra los contactos instantáneos (TR) en los ejes 2 y 3. El contacto en 3 energiza la bobina (M), la que cierra sus contactos en 5, 7 y 9 quedando el motor alimentado a través de las resistencias, las que provocan una caída de tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión reducida.

El mismo contacto (TR) en el eje 4 que es contacto de tiempo retardado del relevador de tiempo, al cerrar energiza a la bobina (A) la que a su vez cierra sus contactos (A) en los ejes 6, 8 y 10 quedando así el motor alimentado a la tensión de la línea.

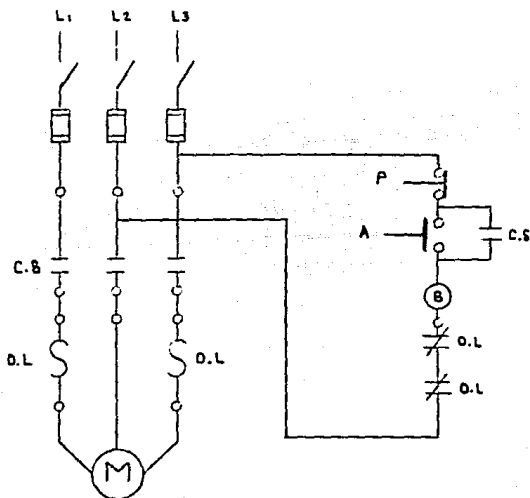


FIG. No.3 ARRANADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

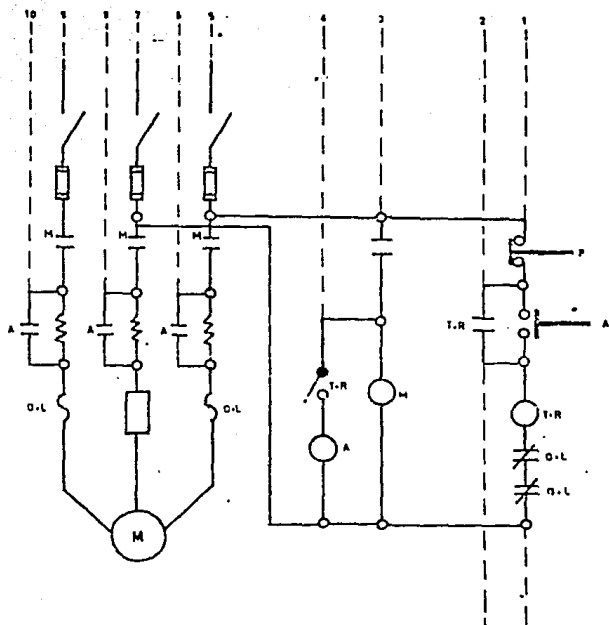


FIG. No. 4 ARRANADOR MAGNETICO A TENSION REDUCIDA

3.11 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE MOTORES UTILIZADOS

Para nuestro proyecto eléctrico se utilizan los siguientes motores:

	MOTOR	HP	FASES	AMP	VOLTS
EQUIPO HIDRONEUMÁTICO	1	2	3	7.1	220
	2	2	3	7.1	220
AIRE CONDICIONADO I	3	20	3	56	220
	4	25	3	71	220
	5	25	3	71	220
	6	0.5	3	2.1	220
	7	0.5	3	2.1	220
	8	0.5	3	2.1	220
	9	0.5	3	2.1	220
	10	0.25	1	5.3	127
AIRE CONDICIONADO II	11	25	3	71	220
	12	25	3	71	220
	13	25	3	71	220
	14	0.5	3	2.1	220
	15	0.5	3	2.1	220
	16	0.5	3	2.1	220
	17	0.5	3	2.1	220
	18	0.25	1	5.3	127
BOMBAS	19	0.5	1	8.9	127
	20	0.5	1	8.9	127
	21	0.5	1	8.9	127
	22	0.5	1	8.9	127
	23	0.5	1	8.9	127

TABLA No. 17

3.12 CARGA DERIVADA A MOTORES

Para considerar la carga total originada por los motores del sistema de aire acondicionado, emplearemos la tabla de equivalencias del apéndice "A". Las equivalencias consideran las pérdidas originadas en los motores.

Para T.D. II

Motor	HP	Equivalencia en watts
3	20	16 953
4	25	21 188
5	25	21 188
6	0.5	507
7	0.5	507
8	0.5	507
9	0.5	507
10	0.25	293

Carga Total = 61 650 watts

Para T.D. III

Motor	HP	Equivalencia en watts
11	25	21 188
12	25	21 188
13	25	21 188
14	0.5	507
15	0.5	507
16	0.5	507
17	0.5	507
18	0.25	293

Carga Total = 65 885 watts

3.13 DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE MOTORES

Cuando se usen dispositivos que no sean fusibles para la protección contra sobrecarga de un motor, tales como bobinas de disparo, relevadores o dispositivos de tipo térmico, el número mínimo de unidades y su colocación deben estar de acuerdo con la siguiente tabla.

UNIDADES DE PROTECCION DE MOTORES CONTRA SOBRECARGA

Clase de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de unidades de sobrecarga que no sean fusibles
C.A. monofásico o de C.D.	2 hilos no puestos a tierra, C.A. monofásica o C.D.	Una en cualquiera de los conductores.
C.A. monofásico o de C.D.	2 hilos, C.A. monofásica o C.D., uno de los hilos puesto a tierra.	Una en el conductor no puesto a tierra.
C.A. monofásico o de C.D.	3 hilos, C.A. monofásica o C.D., neutro a tierra.	Una en cada conductor no puesto a tierra.
C.A. trifásico	Cualquier trifásico	2, en dos conductores cualesquiera, excepto el neutro.

Tabla No. 18

3.14 CONDUCTORES QUE ALIMENTAN UN SOLO MOTOR

Los conductores de un circuito derivado que alimente un solo motor deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que el 125% de la corriente a plena carga del motor. (NTIE 403.14)

3.15 CONDUCTORES QUE ALIMENTAN A VARIOS MOTORES

Como mínimo, los conductores que alimentan a dos o más motores deben tener una capacidad igual a la suma del valor nominal de la corriente a plena carga de todos los motores, más el 25% de la corriente del motor más grande del grupo. (NTIE 403.16)

3.16 INDUCCION DE CABLES EN PARALELO

En ocasiones, las conexiones de los sistemas deben de realizarse a través de más de un cable por fase, dando lugar a sistemas con dos o más cables en paralelo.

La inducción y consecuentemente, la reactancia inductiva de cables en paralelo de una misma fase debe ser igual para todos, puesto que de ello depende la distribución de la corriente en ellos; por ejemplo: en un sistema con dos cables en paralelo es de esperarse que cada uno conduzca la mitad de la carga; si el sistema no tiene una reactancia inductiva uniforme esto ocasionará que uno de los cables conduzca una carga mayor que la proyectada, ocasionando envejecimiento prematuro de los aislamientos y, como consecuencia, fallas.

ⒶⒶⒶ ⒷⒷⒷ ⒸⒸⒸ

a) Posición incorrecta; cables de la misma fase contiguos.

ⒶⒷⒸⒸⒷⒶⒷⒸ

b) Posición correcta; cables de distintas fases formando sistemas.

ⒶⒷⒸ ⒶⒷⒸ ⒶⒷⒸ

c) Posición incorrecta; cables con una mala secuencia de fases.

AGRUPOACION DE CABLES MONOPOLARES EN PARALELO

FIG. No. 5

4.1 INTRODUCCION

Para conocer la iluminación necesaria o el número de luminarias que requiere un local, existen diferentes métodos a emplear como son: De los lúmenes, de punto por punto y de cavidad zonal.

La aplicación del método empleado depende del grado de complejidad y exactitud que se pretenda; para este proyecto haremos uso del método de Cavidad Zonal. A manera de ejemplo calcularemos para varios locales (zonas) el número de luminarias que se deben instalar, de acuerdo a parámetros establecidos.

En los planos de alumbrado de sótano, planta baja, primer y segundo piso aparecerá la distribución por circuito de las luminarias, sus controles, canalizaciones, alumbrado y el tablero de distribución a que están referidos.

Para la azotea no consideramos iluminación.

La simbología empleada así como las cargas por alumbrado las veremos reflejadas en el plano (E-C).

Como antecedente a este tema trataremos aspectos importantes para nuestro análisis, como sigue a continuación

4.2 TERMINOLOGIA EN ILUMINACION

MAGNITUD	SIMBOLO	UNIDAD	DEFINICION
Flujo luminoso	ϕ	Lumen (lm)	El lumen es el flujo luminoso recibido durante un segundo por una superficie de 1 metro cuadrado, limitada dentro de una esfera de 1 m. de radio, en cuyo centro está la fuente luminosa. (Fig. 6)
Iluminación	E	Lux (lx)	Iluminación es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie, es decir $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$

TABLA No. 19

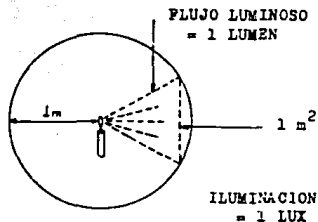


FIG. No. 6

4.3 REFLECTANCIA

El ingeniero en iluminación se interesa mucho en la luz reflejada total, de manera que define la reflectancia como:

$$\rho = \frac{\text{Luz total reflejada}}{\text{Luz total incidente}}$$

4.4 EFICIENCIA LUMINOSA (Eficacia)

Se define como eficiencia de una fuente luminosa a la relación entre el flujo (ϕ) expresado en lúmenes emitidos por una fuente luminosa y la potencia absorbida por una lámpara. Se expresa en Lúmen/Watt.

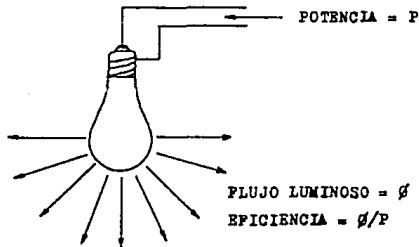


FIG. No. 7

4.5 LUMINARIA

Una luminaria es una unidad completa de iluminación que incluye la lámpara, los receptáculos y el equipo para controlar la luz.

4.6 COEFICIENTE DE UTILIZACION

En un local algunos de los lúmenes emitidos por una lámpara serán absorbidos por los materiales reflectores, refractores y transmisores de la luminaria; y otros serán absorbidos por el techo y las paredes. Para tomar en consideración todas estas pérdidas, se usa un factor llamado coeficiente de utilización (c.u.)

4.7 FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.)

Considera que a medida que las lámparas son usadas, su salida luminosa disminuye, por lo tanto no se mantiene en un mismo nivel. También contempla las pérdidas de luz debidas al polvo y la suciedad que se acumulan en las lámparas y luminarias.

4.8 INDICE DE LOCAL (IC)

Durante un número de años se usaron letras del alfabeto para designar el efecto de las dimensiones del local en la determinación del coeficiente de utilización. Estas letras son llamadas índice de local.

Cada letra (de la "A" a la "J") corresponde a una gama de valores numéricos de la relación del local.

4.9 LÁMPARAS DE FILAMENTO

Partes principales

Las tres partes principales de una lámpara de filamento son: la bombilla, la base y el filamento. (Fig. 8)

4.9.1 BOMBILLA

Se llama así a la envoltura de cristal de la lámpara, que se utiliza para contener el vacío o la atmósfera de gas inerte en la que opera el filamento.

4.9.2 DESIGNACION Y DISEÑO DE BOMBILLAS

Forma. Las formas de las bombillas se designan por una o varias letras. Ver Fig. 9

A- Forma normal
 F- Filamento
 G- Globo
 R- Reflector

T- Tubular
 F- Forma de Fera
 PS- Forma de pera, cuello recto
 PAR- Reflector parabólico aluminizado
 S- Costados rectos

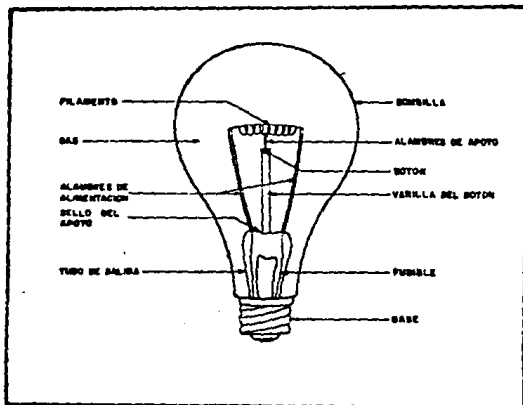


FIG. 8 LAMPARA DE FILAMENTO INCANDESCENTE

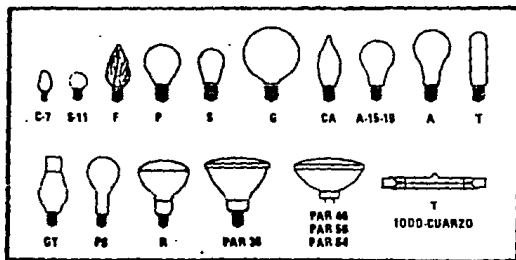


FIG. 9 LAMPARAS INCANDESCENTES

Además de la letra para designar la forma de la bombilla, se utiliza un número que indica el mayor diámetro. Ejemplo 15CA23 indica que se trata de una lámpara de 150 watts, con bombilla forma "A" y cuyo diámetro mayor es de 23 octavos de pulgada o sea 23/8 pulgada.

4.9.3 VIDRIO DE LAS LÁMPARAS

Las bombillas se hacen con materiales que incluyen más de 21 tipos diferentes de vidrio. El vidrio con óxido de calcio se utiliza mucho como material para las bombillas de la mayoría de las lámparas incandescentes; donde se requieran mayores wattajes, bombillas más pequeñas y aplicaciones en exteriores, se requiere de vidrios de baja expansión y resistentes al calor.

4.9.4 BASE O CASQUILLO

El casquillo tiene por misión conectar la bombilla con el porta-lámparas. Para fines de alumbrado general, el tipo de casquillo más usado es el de rosca. La mayoría de las lámparas de alumbrado general (300 watts o menos) llevan casquillos de rosca media. Los de más altas potencias (por encima de 300 watts) tienen casquillos de rosca mogul. Algunas lámparas de menor potencia, están provistas de casquillo de rosca de candelabro o intermedia. (Fig. 10)

4.9.5 FILAMENTO

En una lámpara, el filamento es el elemento productor de luz. Cuando más alta es la temperatura de trabajo del filamento más grande es la energía emitida que cae dentro de la región visible del espectro de radiación.

A mayor diámetro del hilo del filamento, más alta es la temperatura a la cual puede trabajar sin peligro de excesiva evaporación, las lámparas de potencias altas son más eficaces que las de bajas potencias de la misma tensión y vida estimada. Fig. 11

4.9.6 VENTAJAS

- a) Bajo costo inicial
- b) Circuitos sencillos que no necesitan equipo auxiliar, y que operan con un factor de potencia unitario.
- c) Operación en una amplia gama de temperaturas ambiente.
- d) Su operación no es función de las horas de encendido por cada arranque.

4.9.7 DESVENTAJAS

- a) Eficiencia luminosa baja

- b) Operan a alta temperatura
- c) Las variaciones de voltaje las afectan en forma crítica.
- d) Normalmente son de corta duración.
- e) Están sujetas a fallas por golpes.

4.10 LAMPARAS FLUORESCENTES

Generalidades

Una lámpara fluorescente consiste básicamente de un tubo recubierto en su parte interna con un material fluorescente llamado fósforo; el tubo está relleno con mezcla de gases argón y neón, o argón solamente y contiene también una pequeña cantidad de mercurio.

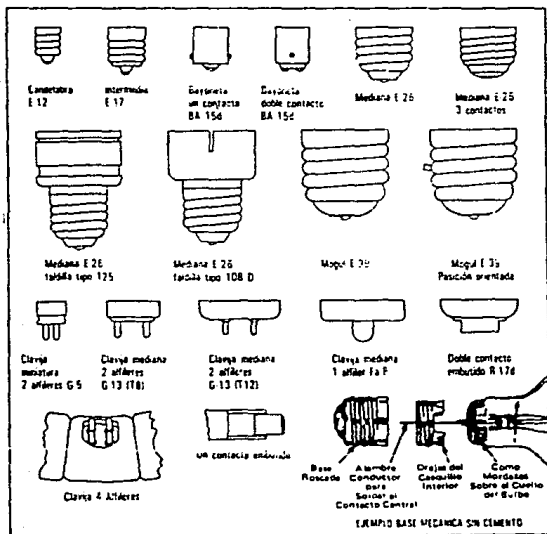


FIG. 10 CASQUILLOS

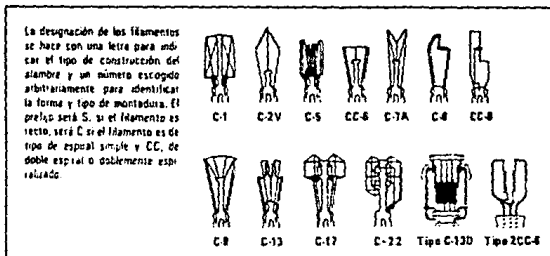


FIG. 11 FILAMENTOS

El arco de vapor de mercurio operando a baja presión, produce energía ultravioleta a 253.7 nm. Esta energía se cambia a luz visible por la acción del fósforo. (Fig. 12)

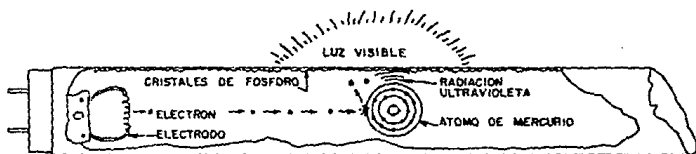


FIG. 12 LAMPARA FLUORESCENTE

Las partes esenciales de una lámpara fluorescente son:

Tubo. Este actúa como una envoltura hermética para la mezcla de gas y mercurio, sirviendo también de soporte a la cubierta interna de fósforo. La forma del tubo puede ser recta, en "U" o circular de diversos diámetros. (ver Fig. 13)

Base. La base conecta la lámpara al circuito eléctrico y le sirve

también de apoyo.

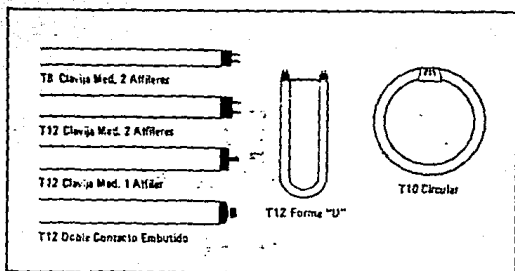


FIG. 13 LAMPARAS FLUORESCENTES

Electrodos. Estos proporcionan tanto las terminales para establecer el arco como la fuente de electrones; funcionan alternadamente como cátodos y ánodos, y se utilizan comúnmente dos tipos de electrodos:

- Cátodo Caliente. Consiste de una bobina arrollada o de una triple bobina de filamento de tungsteno cubierto con un material emisor de electrones. Al calentarse el filamento a unos 1000°C se desprenden electrones que producen o mantienen el arco.
- Cátodo Frío. El cátodo frío es un tubo de níquel o de hierro puro su superficie interna está recubierta con un material emisor de electrones. Los electrones se sujetan a voltajes mayores, dejando escapar electrones a temperaturas de alrededor de 150°C .

Relleño Gaseoso. La lámpara fluorescente contiene gotitas de mercurio líquido que durante la operación se vaporiza a presión muy baja, también contiene una pequeña cantidad de argón y neón. Este gas se ioniza fácilmente al aplicar un voltaje a través del tubo, ayudando así al encendido.

Fósforos. Este recubrimiento transforma la energía a 253.7 nm en luz. La lámpara fluorescente deriva su nombre del hecho de que éste fósforo fluoresce; la composición química del fósforo determina el color de la luz producida.

4.10.1 CLASIFICACION DE LAMPARAS FLUORESCENTES

Lámparas Precalentadas. Esta lámpara fluorescente utiliza un circuito de arranque a fin de precalentar los electrodos; el sistema requiere de un reactor y un arrancador o botón manual de arranque.

Arranque Instantáneo. La lámpara de arranque instantáneo se desarrolló para eliminar el inconveniente de utilizar un arrancador y reducir el largo tiempo de arranque del sistema de precalentamiento.

El circuito de arranque se elimina al utilizarse un reactor que proporciona un mayor voltaje de arranque que permite arrancar en frío.

Como no requieren precalentamiento tienen un solo contacto en cada extremo de la lámpara. Las lámparas de cátodo caliente que tienen base de un solo contacto se llaman "cinline".

Arranque Rápido. Este tipo de lámpara combina precalentamiento con arranque instantáneo. Este tipo de lámparas son las más populares e importantes en los sistemas de iluminación fluorescente.

4.10.2 COLORES ESTANDAR

Los colores estandar son los siguientes:

- | | |
|----------------------------|----------------|
| a) Luz de día | f) Blanco frío |
| b) Blanco normal | g) Perla |
| c) Blanco caliente | h) Claro |
| d) Blanco de lujo | |
| e) Blanco caliente de lujo | |

Para iluminaciones débiles serán más adecuados los tonos calientes y para elevadas iluminaciones, los tonos fríos.

4.10.3 ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA UTILIZACION DE LAMPARAS FLUORESCENTES

Ventajas:

- Buen rendimiento luminoso, que puede llegar hasta los 70 lúmenes por watt es decir 4 o 5 veces mayor que las lámparas incandescentes de igual potencia, por lo cual se consideran entre las más eficaces de las fuentes luminosas disponibles hoy en día.
- Variedad de los tonos de luz, sobre todo en la luz blanca.
- Cualidad en ciertos tonos de luz de tener una distribución espectral muy parecida a la luz natural.

d) Débil luminancia (brillo)

Desventajas:

Presentan la desventaja de que requieren de elementos auxiliares para el encendido (alimentador o reactor y arrancador), requieren de mayor espacio para su instalación por lo que a igualdad de potencia con una lámpara incandescente su costo puede ser de 10 a 15 veces mayor.

El campo de empleo de las lámparas fluorescentes se encuentra principalmente en la iluminación de oficinas, negocios e industrias, así como algunas aplicaciones especiales en hoteles, centros comerciales grandes, etc.

4.10.4 BALASTROS FLUORESCENTES

Generalidades

Un balastro es un dispositivo magnético regulador de corriente que controla los parámetros eléctricos que hacen posible la operación correcta de una lámpara fluorescente.

Las principales funciones que realiza un balastro son:

- 1.- Transforma el voltaje de línea al valor de voltaje de encendido y de operación necesario para cada tipo de lámpara, según sus especificaciones.
- 2.- Proporciona una cantidad específica de energía para calentar los cátodos de la lámpara.
- 3.- Controla la corriente de la lámpara manteniéndola dentro de los límites indicados en las especificaciones de la lámpara.
- 4.- En los balastros clasificados como de Alto Factor de Potencia, el conjunto balastro-lámpara debe operar con un factor de potencia mayor de 0.9 para su operación más económica.

La calidad de la luz, la eficiencia de la lámpara fluorescente y la vida del conjunto balastro-lámpara dependen en gran medida de la calidad del balastro.

La gran variedad de aplicaciones de la lámpara fluorescente, hacen de esta una de las lámparas más versátiles. Dependiendo del problema específico de iluminación se escoge la lámpara adecuada y el tipo idóneo para esa aplicación.

4.10.5 DIAGRAMAS DE CONEXIONES DE LAMPARAS Y BALASTROS.

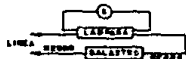


DIAGRAMA No. 1

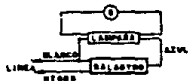


DIAGRAMA No. 2

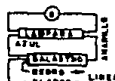


DIAGRAMA No. 3



DIAGRAMA No. 4

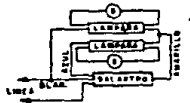


DIAGRAMA No. 5



DIAGRAMA No. 6

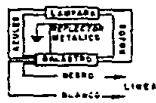


DIAGRAMA No. 7

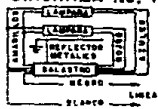


DIAGRAMA No. 8

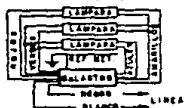


DIAGRAMA No. 9



DIAGRAMA No. 10

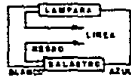


DIAGRAMA No. 11

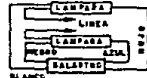


DIAGRAMA No. 12



DIAGRAMA No. 13

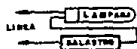


DIAGRAMA No. 14

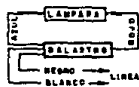


DIAGRAMA No. 15

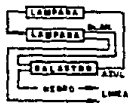


DIAGRAMA No. 16

4.11 CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

Los conductores para luminarias deben ser adecuados a la corriente de operación de los mismos, pero en ningún caso deben ser menores del calibre No. 18 AWG (0.82 mm); de las normas NITE-101.22

4.12 USO DE LOS APAGADORES

Debe tenerse especial cuidado de no usar los apagadores para interrumpir corrientes que excedan su capacidad nominal, a su tensión nominal; de las normas NITE-104.8

4.13 ILUMINACION DE INTERIORES

Calcular en forma exacta el alumbrado de una zona o área por iluminar es difícil, en virtud de que intervienen muchos factores, algunos de estos factores no tienen relación con el método de cálculo usado, ya que están relacionados con el cambio en las condiciones físicas, el tiempo de operación de las lámparas y la temperatura. Otros factores son el polvo en las luminarias, en las paredes, etc.

4.14 NIVEL DE ILUMINACION

El nivel de iluminación que se toma en consideración es el disponible sobre el plano de trabajo, es decir sobre el lugar donde se encuentran los objetos por observar. Normalmente el plano de trabajo se encuentra en un plano horizontal localizado entre 0.72 y 0.9 m, sobre el nivel del suelo.

Para la selección del nivel de iluminación, existen tablas que dan los llamados niveles de iluminación recomendados en función del tipo de ambiente por iluminar. (Véase apéndice "B")

4.15 METODOS DE CALCULO DE ILUMINACION

4.15.1 METODO DE LOS LUMENES

Es un método práctico y efectivo que determina en interiores los lúmenes necesarios para proporcionar una intensidad de iluminación promedio. Considera la superficie del local, la altura de montaje, las reflectancias de paredes, techo y piso y el flujo luminoso de la fuente aprovechable sobre el área de trabajo.

Este método está basado en la definición del lux, que es igual a un lumen por metro cuadrado y por lo tanto:

$$\text{Número de lux} = \frac{\text{Lúmenes incidentes sobre una superficie}}{\text{Área en metros cuadrados}}$$

4.15.2 METODO PUNTO POR PUNTO

Es un método que permite calcular con más exactitud la intensidad de iluminación sobre puntos determinados; toma en cuenta la iluminación que incide directamente de la fuente y no la reflejada, por lo que es recomendable en lugares abiertos donde no hay reflexión de techo, ni de paredes ni pisos como: campos deportivos, calles, etc.; en interiores también se recomienda para lugares donde sea muy importante contar con la seguridad de tener precisamente el nivel de iluminación recomendado y no en promedio, como pizarrones, tableros o también en aquellos lugares de grandes alturas de montaje que pueden hacer dudoso el resultado obtenido con el Método de los Lúmenes como: gimnasios, fábricas de altos techos, etc.

4.15.3 METODO DE CAVIDAD ZONAL

La Sociedad de Ingeniería de Iluminación IES, recomienda el uso del método de cavidad zonal, para cálculos de iluminación interior uniformemente distribuido sobre superficies horizontales.

Este sistema divide el local en tres cavidades separadas. Estas son:

- 1) Cavidad del techo
 - 2) Cavidad del local (cuarto)
 - 3) Cavidad del piso (véase Fig. 14)
- 1) Cavidad de techo. Es el área medida desde el plano del luminario al techo. Para luminarios colgantes existirá una cavidad de techo; para luminarios colocados directamente en el techo o empotrados en el mismo no existirá cavidad de techo.
- 2) Cavidad de local. Es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior del luminario; el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel del piso. En algunos casos, donde el plano de trabajo es considerado a nivel del piso, el espacio desde el luminario al piso se considera como cavidad de local.
- 3) Cavidad de piso. Se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo, o bien, el nivel donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina esta distancia es aproximadamente de 76 cms.

La teoría básica considerada en este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara o luminaria es reflejada por todas las superficies del área.

NOMENCLATURA DE CAVIDAD POR ZONAS

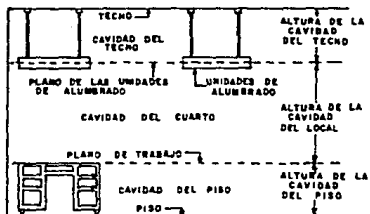


FIG. No. 14

Las reflexiones múltiples de la luz desde el luminario y desde las superficies del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Debido a este hecho es muy importante determinar:

- 1) Las dimensiones del local
- 2) Las reflectancias del local referente a:
 - 2.1) techo
 - 2.2) paredes y
 - 2.3) piso
- 3) Características de la lámpara
- 4) Características del luminario
- 5) Efectos ambientales
 - 5.1) polvo y suciedad
 - 5.2) temperatura
- 6) Mantenimiento planeado del sistema de iluminación

Es muy importante recordar que los colores de las superficies del local tienen un gran efecto en el nivel de iluminación producido por un sistema. Usar colores claros en las paredes, techos y pisos, dará como resultado un nivel mayor de iluminación que si se usan colores oscuros. Lo anterior se aplica a muebles dentro del local, materiales colgantes y alfombras.

4.15.4 PASOS A SEGUIR PARA CALCULAR UN SISTEMA DE ILUMINACION

- 1) Determinar el tipo de trabajo que se desarrollará en el local. Esto servirá para determinar la calidad y cantidad de luz que se necesita.

La Illuminating Engineering Society of North America indica los niveles de iluminación recomendados para trabajos específicos.

- 2) Determinar qué fuente luminosa deberá usarse.
- 3) Determinar qué condiciones ambientales prevalecerán en el área. Esto nos ayudará a determinar los efectos de polvo, suciedad y las condiciones ambientales que se deberán tomar en cuenta.
- 4) Determinar las condiciones físicas y operaciones del área y como se usará. Esto incluye dimensiones del local, valores de reflectancias, localización del plano de trabajo, etc.
- 5) Seleccionar el luminario que se usará. Algunos de los factores que ayudan a determinar el luminario que deberá usarse son:
 - a) Altura de montaje
 - b) Tipo de lámpara seleccionada
 - c) Características de depreciación del luminario
 - d) Restricciones físicas del montaje (colgante, empotrado, abierto, cerrado, etc.)
 - e) Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y el reemplazo de las lámparas)
 - f) Costo, tamaño y peso
 - g) Aspecto estético.
- 6) Determinar los factores de depreciación de luz para el área.
- 7) Cálculo de las relaciones de cavidad
 - a) Cavidad de local
 - b) Cavidad de techo
 - c) Cavidad de piso

La fórmula para el cálculo de la relación de cavidad es:

$$\text{Relación de Cavidad} = \frac{5 \times \text{altura} \times (\text{longitud} + \text{ancho})}{\text{área del piso}}$$

Donde:

Altura = Altura de cavidad de local, piso o techo

- 8) Determinar las reflectancias efectivas correspondientes a las cavidades de techo y piso
- 9) Determinar el coeficiente de utilización (c.u.)
- 10) Cálculo del número de luminarias requeridas

Con los datos anteriores se debe aplicar la fórmula siguiente:

$$\text{No. de luminarias} = \frac{\text{Area del piso x Luxes requeridos}}{\text{No. de lámparas/luminaria x Lúmenes/ Lámpara x C.U. x F.M.}}$$

4.15.5 CALCULO DE ILUMINACION

Para los niveles de este edificio calcularemos su iluminación dividiendo por zonas la superficie del nivel de referencia; para esto llenamos las hojas de cálculo que se presentan a continuación.

Para completar el método de cavidad zonal nos auxiliaremos de las tablas 20, 21 y 22 que aparecen enseguida.

Realizaremos solo algunos ejemplos para diferentes niveles y áreas de este edificio, ya que el procedimiento es semejante para las demás áreas.

NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDADOS PARA AREAS TIPICAS.

AREAS	LUXES	AREAS	LUXES
1.- Archivos activos	600	15.- Industrias:	
2.- Archivos inactivos	300	Áreas de circulación,	
3.- Áreas interiores:		Tareas manuales,	
Estacionamientos	10	Burdas,	
Jardines	5	Cuidado de máquinas sin detalle	100
Pisos	5	Tareas visuales intermitentes	
Parques	5	sin discriminación de detalle	200
Vigilancia	10	Tareas visuales prolongadas,	
4.- Auditorios:		moderadamente críticas	300
Exhibiciones	200	Tareas visuales prolongadas y	
5.- Auditorios:		críticas	600
Asambleas	100	Tareas visuales prolongadas y	
6.- Aulas de clase	400	precisas	1000
7.- Bibliotecas	400	16.- Laboratorios	600
8.- Bodegas:		17.- Lavado y planchado	200
Artículos grandes	60	18.- Oficinas:	
Artículos medianos	100	Privados	300
Artículos pequeños	300	Conferencias	200
9.- Cocinas	200	Ordinarias	600
10.- Comedores	100	Contabilidad	900
11.- Corredores y escaleras	100	Dibujo	1100
12.- Gimnasios	300	19.- Pasos a desnivel	100
13.- Hospitales:		20.- Peluquerías y salones de belleza	600
Consultorios	300	21.- Residencias:	
Cuartos enfermos	60	Habitaciones en general	60
Comas enfermos	200	22.- Restaurantes: Comedor	
Quirófanos-General	200	Tipo comercial	100
14.- Hoteles: Cuartos		Tipo privado	30
Iluminación general	60	23.- Salas de espera	200
Comas-lectura	200	24.- Sanitarios:	
		General	60
		Taxador	200
		25.- Vestíbulos	200

TABLA No. 20

Porcentaje de las reflectancias efectivas de techo o piso para varias combinaciones de reflectancias

% de reflectancia Base*	90										80										70										60										50										
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
Relación de paredes																																																			
0,7	86	88	88	87	86	85	83	84	84	82	75	78	75	77	77	76	75	74	74	72	70	69	68	67	67	66	66	65	64	60	59	58	58	57	56	56	55	53	50	50	49	47	45	45	44	43	42	41			
0,8	88	87	86	85	84	83	81	80	79	76	75	77	75	74	73	72	71	70	68	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	55	54	53	52	50	50	49	48	47	45	45	44	43	42	41				
0,9	87	85	82	80	79	77	74	74	73	74	76	75	73	71	70	68	65	63	66	67	65	64	63	61	59	58	57	60	58	57	56	55	53	51	50	48	50	48	47	45	44	43	42	41	40	38					
1,0	86	82	80	77	75	73	71	69	67	74	74	72	68	67	65	62	60	57	66	66	64	62	60	58	56	55	53	60	57	55	53	51	49	47	45	44	50	48	44	41	41	38	37	35	34	31					
1,2	85	80	78	75	72	69	66	63	60	57	73	73	70	67	64	61	58	55	53	61	61	59	57	54	50	48	45	44	59	56	54	51	49	45	42	40	38	50	47	45	43	41	39	36	35	34	31				
1,4	85	80	77	73	69	65	62	58	55	52	72	72	68	65	62	58	55	52	50	61	61	60	58	55	51	47	45	44	59	56	53	49	47	44	41	39	38	50	47	45	42	40	38	35	34	32	27				
1,6	84	79	75	71	67	63	59	56	53	50	71	71	67	63	60	57	53	50	47	61	61	59	56	53	49	45	43	41	59	55	52	48	45	42	39	37	35	50	47	44	41	39	36	34	32	30	26				
1,8	83	78	73	69	64	60	56	53	50	47	70	70	66	62	58	54	51	47	61	61	58	54	51	47	43	40	38	58	55	51	47	44	42	37	35	33	50	47	42	40	36	33	31	29	28	25					
2,0	83	77	72	67	62	58	53	50	47	43	70	69	64	60	56	52	48	45	41	60	60	56	52	48	45	40	38	35	56	54	50	46	43	39	35	33	31	50	46	43	40	37	34	30	28	26	23				
2,2	82	76	70	65	60	56	52	47	44	40	71	68	63	58	54	49	45	42	38	60	60	57	53	48	45	40	38	34	58	53	49	45	42	37	34	31	29	50	46	42	38	35	30	27	25	23	20				
2,4	82	75	69	64	59	55	49	45	41	37	72	67	61	56	52	47	43	40	36	60	60	56	51	47	43	39	35	32	57	53	48	44	41	37	33	30	50	46	42	38	35	31	27	25	23	20					
2,6	81	74	67	62	56	51	45	42	38	34	73	66	60	55	50	45	41	38	34	61	58	54	49	45	40	35	33	29	58	53	48	44	41	37	33	29	50	46	41	37	34	30	27	25	23	20					
2,8	81	73	66	60	54	49	44	40	36	34	73	65	59	54	49	44	40	36	32	60	56	52	47	43	39	35	32	58	54	49	45	42	38	34	29	50	46	41	37	33	29	25	23	21	19						
3,0	80	72	64	58	52	47	42	38	34	30	72	65	58	52	47	42	37	34	30	61	56	52	47	42	37	34	30	58	53	48	44	42	37	34	29	50	47	42	38	34	30	26	24	22	19						
3,2	79	71	63	56	50	45	40	36	32	28	72	65	57	51	45	40	35	32	28	61	56	51	46	41	36	31	28	25	57	51	45	41	36	31	27	23	22	50	44	39	35	31	27	23	20	18	15				
3,4	79	70	62	54	48	43	38	34	30	27	71	64	56	49	44	39	34	30	27	61	57	50	45	39	35	29	27	24	57	51	45	40	35	30	26	22	20	50	44	39	35	30	26	22	19	17	15				
3,6	78	69	61	53	47	42	37	32	28	71	63	54	48	43	37	32	28	25	60	56	49	44	38	34	28	27	57	50	44	39	34	29	25	22	50	44	39	34	29	25	22	19	18	15							
3,8	78	68	60	51	45	40	35	31	27	23	70	62	53	47	41	36	31	28	24	60	56	48	43	37	32	27	24	21	57	50	43	38	33	29	24	21	19	50	44	38	34	29	25	21	19	18	15				
4,0	77	68	60	51	44	39	33	29	25	22	70	61	53	46	40	35	30	26	22	61	55	48	42	36	31	26	23	20	57	49	42	37	32	28	24	20	18	50	44	38	33	28	24	20	17	15	12				
4,2	77	67	57	48	41	37	32	28	24	21	69	60	52	45	39	34	29	25	21	60	54	47	41	35	30	25	22	19	56	49	42	37	32	27	23	19	17	50	43	37	32	27	23	19	16	14	12				
4,4	76	67	56	49	42	36	31	27	23	20	69	60	51	44	38	33	28	24	20	60	54	46	40	34	29	24	21	18	56	49	42	36	31	27	23	19	16	50	43	37	32	27	23	19	16	14	12				
4,6	76	66	55	47	40	35	30	26	22	19	68	59	50	43	37	32	27	23	19	60	53	45	39	33	28	24	21	17	56	49	41	35	30	25	21	18	16	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10				
4,8	75	66	54	46	39	34	29	25	21	18	68	58	49	42	35	30	25	21	18	60	52	44	38	32	27	23	20	16	56	48	41	34	29	25	21	18	15	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10				
5,0	75	65	53	45	38	33	28	24	20	16	68	58	49	41	35	30	25	21	18	61	52	44	37	31	26	22	19	56	48	40	34	29	24	20	17	50	42	35	30	25	21	17	14	12	10						
6,0	74	61	49	41	34	29	24	20	16	11	66	55	44	34	31	27	22	19	15	60	51	41	33	28	24	19	16	13	55	45	37	31	25	21	17	14	11	50	42	34	29	23	19	15	13	10	05				
7,0	70	58	45	36	30	27	21	16	11	06	64	53	41	31	28	24	19	16	12	58	48	38	32	25	22	17	14	11	54	43	35	30	24	20	15	12	09	49	40	32	27	21	16	11	08	05	00				
8,0	64	56	42	33	27	21	15	11	07	62	50	38	32	25	21	17	14	11	55	46	35	29	23	19	15	12	08	53	42	33	28	22	18	14	11	08	49	40	30	25	19	15	12	09	07	03					
9,0	62	52	39	31	25	21	15	11	05	61	49	37	30	23	19	15	12	09	55	45	33	27	21	17	13	10	52	40	31	26	20	16	12	09	48	38	29	24	18	14	11	08	44	35	26	21	15	11	08	04	00
10,0	63	51	36	29	23	19	13	11	04	59	46	34	27	21	16	12	08	55	44	32	26	20	16	12	09	51	39	29	24	18	14	11	08	47	37	27	22	16	12	09	05	00									

*Techo, piso o piso de la cavidad
Cortado IES Handbook

TABLA No. 21

continúa.

continuación.

Porcentaje de las referencias efectivas de techo o piso para varias combinaciones de referencias

% de referen- cia base*	40										30										20										10										0																
% de referen- cia de pared	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0							
Referencia de cavidad																																																									
0.2	40	40	36	39	39	38	38	37	36	36	31	31	30	30	29	29	29	29	28	27	27	21	20	20	20	20	20	19	19	19	17	11	11	11	10	10	10	10	09	09	09	02	02	02	01	01	01	01	01	01	00	00					
0.4	41	40	39	39	38	37	36	35	34	34	31	31	30	30	29	29	29	28	27	26	25	22	21	20	20	20	19	19	18	18	16	12	11	11	11	10	10	09	09	09	08	04	03	03	03	02	02	02	01	01	01	00	00				
0.6	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	27	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	23	23	21	20	19	18	18	17	17	15	13	12	12	11	11	10	10	09	09	08	04	03	03	03	02	02	02	01	01	01	01	00	00		
0.8	41	40	38	37	36	35	34	33	32	31	29	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	24	23	21	20	19	18	18	17	17	16	14	14	13	13	12	11	10	10	09	08	07	06	05	04	04	03	03	02	02	01	01	01	00	00	
1.0	42	40	38	37	35	34	33	32	31	29	27	32	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22	25	25	23	20	19	18	17	16	16	14	14	14	13	12	12	11	10	09	08	07	06	05	04	04	03	03	02	02	01	01	01	00	00		
1.2	42	40	38	36	34	32	30	29	27	25	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	19	17	17	16	14	12	17	16	14	13	12	11	10	09	07	06	10	06	07	05	04	04	03	03	02	01	01	01	00	00			
1.4	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	34	32	30	28	26	24	22	21	19	16	26	24	22	20	18	17	16	15	13	12	18	16	14	13	12	11	10	09	07	06	11	09	06	07	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00			
1.6	42	39	37	35	32	30	27	25	23	22	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	13	11	19	17	15	14	12	11	09	06	07	06	12	10	09	07	06	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00		
1.8	42	39	36	34	31	29	26	24	22	21	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	15	14	12	10	19	17	15	14	12	11	09	08	06	05	13	11	09	06	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00		
2.0	42	39	36	34	31	28	25	23	21	19	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	11	09	20	18	16	14	12	11	09	08	06	05	14	12	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00		
2.2	42	39	34	32	30	27	24	22	19	18	36	33	29	26	24	22	19	17	15	13	28	25	23	20	18	16	14	12	10	09	21	19	16	14	13	11	09	07	06	04	15	13	11	09	07	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00		
2.4	43	39	34	32	29	27	24	21	18	17	36	33	29	26	24	22	19	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	12	10	08	21	19	17	15	14	12	11	09	07	05	16	14	11	09	08	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00		
2.6	43	39	33	32	29	26	23	20	17	16	36	33	29	25	23	21	18	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	11	09	07	23	20	17	15	13	11	09	07	06	04	17	14	12	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00	
2.8	43	39	32	32	28	25	22	19	16	14	37	33	29	25	23	21	17	15	13	11	30	27	23	20	18	15	13	11	09	07	23	20	18	16	13	11	09	07	06	04	17	15	13	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00	
3.0	43	39	32	31	27	24	21	18	16	13	37	33	29	25	22	20	17	15	12	10	30	27	23	20	17	13	11	09	07	24	22	18	15	13	11	09	07	06	04	18	16	13	11	09	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00		
3.2	43	39	31	31	27	23	20	17	13	13	37	33	29	25	22	19	16	14	12	10	31	27	23	20	17	15	12	10	08	06	25	21	18	16	13	11	09	07	06	04	19	16	14	11	09	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00	
3.4	43	39	30	30	26	22	19	16	11	11	37	33	29	24	21	18	15	13	10	08	32	27	23	20	17	15	12	10	08	06	26	22	18	16	13	11	09	07	06	04	20	17	15	13	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00
3.6	44	39	30	30	26	22	18	16	14	11	38	33	29	24	21	18	15	13	10	08	32	27	23	20	17	15	12	10	08	06	26	22	19	16	13	11	09	07	06	04	20	17	15	13	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00
3.8	44	38	33	29	25	22	18	16	13	10	38	33	28	24	21	18	15	13	10	08	32	28	23	20	17	15	12	10	07	05	27	23	19	16	13	11	09	07	06	04	21	18	15	13	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00
4.0	44	38	33	29	25	21	18	15	12	10	38	33	28	24	21	18	14	12	09	07	32	28	23	20	17	14	11	09	07	05	27	23	19	16	13	11	09	07	06	04	21	18	13	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00	
4.2	44	38	32	29	24	21	17	15	12	10	38	33	28	24	20	17	14	12	09	07	32	28	23	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	09	07	06	04	22	19	16	13	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00
4.4	44	38	32	28	24	20	17	14	11	09	39	33	28	24	20	17	14	11	09	06	34	28	24	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	09	07	06	04	22	19	16	13	10	08	07	05	04	03	03	02	01	01	01	00	00
4.6	44	38	32	28	23	19	16	14	11	09	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	28	24	20	17	14	11	09	07	04	29	25	20	17	14	11	09	07	06	04	23	20	17	14	11	09	08	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00
4.8	44	38	32	27	22	19	16	13	10	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	28	24	20	17	13	10	08	06	04	29	25	20	17	14	11	09	07	06	04	23	20	17	14	11	09	08	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00
5.0	45	38	31	27	22	19	15	12	09	07	39	33	28	24	19	16	13	10	08	06	34	28	24	20	16	13	10	08	06	04	30	25	20	17	14	11	09	07	06	04	24	20	17	14	11	09	08	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00
5.2	45	37	30	25	20	17	13	11	08	05	39	33	27	23	18	15	12	09	06	04	34	29	24	20	16	13	10	08	05	03	31	26	21	18	14	11	09	07	06	04	25	21	18	14	11	09	08	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00
5.4	44	36	29	24	19	16	12	10	07	04	40	33	26	22	17	14	10	08	05	03	36	30	24	20	15	12	09	07	04	02	32	27	21	17	12	10	08	06	04	03	26	24	19	15	12	09	08	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00
5.6	44	33	28	23	18	13	11	08	06	03	40	33	26	21	16	13	09	07	04	02	37	30	23	19	15	12	09	06	03	01	33	27	21	17	13	10	07	06	04	03	27	23	19	15	12	09	08	06	04	03	03	02	01	01	01	00	00
5.8	44	33	26	21	16	12	10	08	05	02	40	33	26	20	15	12	09	07	04	02	37	29	21	17	14	11	08	06	03	01	34	28	21	17																							

**TABLAS DE COEFICIENTES
DE UTILIZACION EMPLEADOS**

Pic 90% COEFICIENTE DE UTILIZACION

Pcc	80%				90%			
	70%	80%	90%	10%	80%	90%	10%	10%
1	51	53	57	59	54	56	59	61
2	41	47	54	57	54	57	61	67
3	54	57	62	64	49	46	47	47
4	57	67	67	67	44	47	54	57
5	49	57	57	57	40	47	54	57
6	49	57	57	57	37	37	47	57
7	42	57	57	57	33	37	47	57
8	49	57	57	57	30	37	47	57
9	44	57	57	57	27	37	47	57
10	36	37	47	57	27	37	47	57

CONSULAR 4x20 W

Pic 70% COEFICIENTE DE UTILIZACION

Pcc	80%				90%			
	70%	80%	90%	10%	70%	80%	90%	10%
1	60	66	64	62	67	60	59	67
2	63	60	54	54	54	57	57	57
3	60	64	50	47	51	48	44	44
4	55	49	45	41	47	43	41	44
5	57	44	40	37	42	39	36	42
6	47	41	36	33	38	35	37	34
7	44	37	37	29	35	32	29	34
8	41	33	29	26	32	29	26	31
9	30	30	26	27	25	25	27	26
10	25	28	23	20	27	23	20	25

EJECUTIVA 1x38 W

Pic 50% COEFICIENTE DE UTILIZACION

Pcc	80%				90%			
	70%	80%	90%	10%	70%	80%	90%	10%
1	43	50	55	57	57	54	54	57
2	50	54	51	51	49	47	44	47
3	54	49	45	41	47	44	41	44
4	40	38	37	37	38	34	34	34
5	40	36	36	36	36	34	34	34
6	37	37	37	37	37	34	34	34
7	40	37	36	36	34	34	34	34
8	37	37	36	36	34	34	34	34
9	40	37	36	36	34	34	34	34
10	37	37	36	36	34	34	34	34

COMERCIAL 2x38 W

TABLA No 22

Donde:

- Pic = Reflectancia de cavidad de piso
- Pcc = Reflectancia de cavidad de techo
- Pw = Reflectancia de paredes
- RCR = Relacion de cavidad de local (cuarto)

TESIS PROFESIONAL

HOJA DE CALCULO ILUMINACION - METODO DE CAVIDAD ZONAL

 Hoja 1
de 1

OBRA: EDIFICIO PARA OFICINAS		CALCULO: VICTOR M. LOBATO		DESCRIPCION:		FECHA	POR	REV.	APROB.	No.
SUBCARRA:		REVISO: HRS. RAUL BARRON		JEFE DE ACLARACIONES						
AREA:	PLANO DE REFERENCIA:	E-08	NIVEL:	1 ^o PISO						
CUARTO:	ENTRE EJES:	A-B	÷	2-4	ALTERNATIVA:	A		B		

A) DATOS DEL CUARTO				B) DATOS DE CAVIDADES				C) DATOS DE LUMINARIAS			
DIMENSIONES		REFLECTANCIAS		CAVIDAD DE	ALTURA	RELACION	REFLECTANCIA EFECTIVA	FABRICANTE: PHILIPS			
LONGITUD	¹ 4.5 m	TECHO	⁸ 80 %	CUARTO	⁹ 2.25	¹⁰ 5.7		TIPO Y No. DE CATALOGO: ENCENDIDO RAPIDO - 541			
ANCHO	² 3.5 m	PARED	⁹ 50 %	TECHO	¹¹ 1.0	¹² 2.5	¹³ 51 %	LAMPARAS/LUMINARIA		¹⁷ 4	
AREA DEL PISO	³ 15.75 m ²	PISO	⁷ 20 %	PISO	¹⁴ 0.75	¹⁵ 1.9	¹⁶ 18 %	LUMENES/LAMPARA		¹⁸ 1170	
ALTURA AL TECHO	⁴ 4.0 m			NOTAS: PARA OBTENER LOS PUNTOS 10,12,15 VER INCISO "D"				COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)		¹⁹ 0.39	
ALTURA DE MONTAJE DE LAS UNIDADES DE ALUMBRADO	⁵ 2.25 m			LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE LAS CAVIDADES DE PISO Y TECHO SE ENCUENTRAN USANDO LA TABLA DE % DE REFLEXION EFECTIVA.				FACTOR DE MANTENIMIENTO (M)		²⁰ 0.7	

D) CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD

FORMULA: $\frac{\text{ALTURA DE CAVIDAD}}{\text{AREA DEL PISO}} \times (\text{LONGITUD} + \text{ANCHO})$

CUARTO	$\frac{5 \times (9) \times (1+2)}{(3)} = \frac{5 \times 2.25 \times (4.5 + 3.5)}{15.75}$	¹⁰ 5.7
TECHO	$\frac{5 \times (1) \times (1+2)}{(3)} = \frac{5 \times 1 \times (4.5 + 3.5)}{15.75}$	¹² 2.5
PISO	$\frac{5 \times (4) \times (1+2)}{(8)} = \frac{5 \times 0.75 \times (4.5 + 3.5)}{15.75}$	¹⁵ 1.9

E) CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS

NIVEL DE ILUMINACION REQUERIDO ²¹ 300 LUXES

FORMULA: $\frac{\text{AREA DEL PISO} \times \text{LUXES REQUERIDOS}}{\text{LAMPARAS LUMINARIA} \times \text{LUMENES LAMPARA} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$

$\frac{(3) \times (21)}{(17) \times (18) \times (19) \times (20)} = \frac{15.75 \times 300}{4 \times 1170 \times 0.39 \times 0.7}$	²² 3.7 ÷ 4 LUMINARIAS
--	----------------------------------

F) OPCIONES DE ARREGLO Y COMPROBACION DEL NIVEL DE ILUMINACION

OPCION	ARREGLO	NUM. DE LUM.	COMPROBACION DE N.I. (LUXES)	OPCION ELEGIDA
A)	2 X 2	4	$\frac{(22) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \frac{4 \times 4 \times 1170 \times 0.39 \times 0.7}{15.75} = 324.5$	A)
B)			$\frac{(23) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \text{---} = \text{---}$	

TESIS PROFESIONAL

HOJA DE CALCULO ILUMINACION - METODO DE CAVIDAD ZONAL

 Hoja 1
de 1

OBRA: EDIFICIO PARA OFICINAS	CALCULO: VICTOR H. LOSATO	DESCRIPCION:	FECHA	POR	REV.	APROB.	NO.
SUBOBRA:	REVISO: MR. RAUL BARRON	SALA DE ESPERA					
AREA:	PLANO DE REFERENCIA: F-08	NIVEL: 1° PISO					
CUARTO:	ENTRE E.J.S: A-3 ÷ 3-4	ALTERNATIVA:	A	B			

A) DATOS DEL CUARTO				B) DATOS DE CAVIDADES				C) DATOS DE LUMINARIAS			
DIMENSIONES		REFLECTANCIAS		CAVIDAD DE	ALTURA	RELACION	REFLECTANCIA EFECTIVA	FABRICANTE: PHILIPS			
LONGITUD	1 6.5 m	TECHO	5 80 %	CUARTO	8 2.25	10 3.7		TIPO Y No. DE CATALOGO: EXCENDIDO INSTANTANEO - 142			
ANCHO	2 5.8 m	PARED	6 50 %	TECHO	11 1.0	12 1.6	13 60 %	LAMPARAS/LUMINARIA		17 1.0	
AREA DEL PISO	3 37.7 m ²	PISO	7 20 %	PISO	14 0.75	15 1.2	16 19 %	LUMENES/LAMPARA		18 2900	
ALTURA AL TECHO	4 4.0 m			NOTAS: PARA OBTENER LOS PUNTOS 10,12,15 VER ANGULO "θ"				COEFICIENTE DE UTILIZACION (CU)		19 0.5	
ALTURA DE MONTAJE DE LAS UNIDADES DE ALUMBRADO		2.25 m		LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE LAS CAVIDADES DE PISO Y TECHO SE ENCUENTRAN USANDO LA TABLA DE % DE REFLEXION EFECTIVA.				FACTOR DE MANTENIMIENTO (M)		20 0.7	

D) CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD

FORMULA: $\frac{\text{ALTIMA DE CAVIDAD} \times (\text{LONGITUD} + \text{ANCHO})}{\text{AREA DEL PISO}}$

CUARTO	$\frac{5 \times (6.5 + 5.8)}{37.7} = \frac{5 \times 12.3}{37.7} = 1.6$	10 3.7
TECHO	$\frac{8 \times (6.5 + 5.8)}{37.7} = \frac{8 \times 12.3}{37.7} = 2.6$	12 1.6
PISO	$\frac{7 \times (6.5 + 5.8)}{37.7} = \frac{7 \times 12.3}{37.7} = 2.3$	15 1.2

E) CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS

NIVEL DE ILUMINACION REQUERIDO $\frac{21}{200}$ LUXES

FORMULA: $\frac{\text{AREA DEL PISO} \times \text{LUXES REQUERIDOS}}{\text{LAMPARAS} \times \frac{\text{LUMENES}}{\text{LAMPARA}} \times \text{C.U.} \times \text{P.M.}}$

$\frac{(18) \times (21)}{(17) \times (18) \times (19) \times (20)} = \frac{37.7 \times 200}{1 \times 2900 \times 0.5 \times 0.7} = 7.4 \approx 8$ LUMINARIAS

F) OPCIONES DE ARREGLO Y COMPROBACION DEL NIVEL DE ILUMINACION

OPCION	ARREGLO	NUM. DE LUM.	COMPROBACION DE N.L. (LUXES)	OPCION ELEJIDA
A1	2 X 4	8	$\frac{(22) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \frac{8 \times 1 \times 2900 \times 0.5 \times 0.7}{37.7} = 215$	A)
B1			$\frac{(25) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \dots = \dots$	

TESIS PROFESIONAL

HOJA DE CALCULO ILUMINACION - METODO DE CAVIDAD ZONAL

 Hoja 1
de 1

OBRA: EDIFICIO PARA OFICINAS		CALCULO: VICTOR M. LOBATO		DESCRIPCION:		FECHA	POR	REV.	APROB.	No.
SUBOBRA:		REVISO: ING. RAUL BARRON		EXHIBIDOR (VESTIBULO)						
AREA:		PLANO DE REFERENCIA: E-10		NIVEL: 2º PISO						
CUARTO:		ENTRE EJES: C-D ÷ 4-7		ALTERNATIVA:		A		B		

A) DATOS DEL CUARTO

DIMENSIONES	REFLECTANCIAS
LONGITUD ¹ 15.5 =	TECHO ⁵ 80 %
ANCHO ² 6.5 =	PARED ⁶ 50 %
AREA DEL PISO ³ 100.75 =	PISO ⁷ 20 %
ALTURA AL TECHO ⁴ 4.0 =	
ALTURA DE MONTAJE DE LAS UNIDADES DE ALUMBRADO ⁸	3.0 =

B) DATOS DE CAVIDADES

CAVIDAD DE	ALTURA	RELACION	REFLECTANCA EFECTIVA
CUARTO ⁹	3.0 ¹⁰	3.3	
TECHO ¹¹	1.0	1.1	66.7 % ¹⁵
PISO ¹⁴	0	0	20 % ¹⁶

NOTAS: PARA OBTENER LOS PUNTOS 10, 12, 15 VER INCISO D.
LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE LAS CAVIDADES DE PISO Y TECHO SE ENCUENTRAN USANDO LA TABLA DE % DE REFLEXION EFECTIVA.

C) DATOS DE LUMINARIAS

FABRICANTE: PHILIPS	
TIPO Y NO. DE CATALDOS: ENCENDIDO INSTANTANEO-142	
LAMPARAS/LUMINARIA ¹⁷	1.0
LUMENES/LAMPARA ¹⁸	2900
COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.) ¹⁹	0.53
FACTOR DE MANTENIMIENTO (P.M.) ²⁰	0.7

D) CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD

FORMULA: $\frac{\text{ALTIMA DE S.E. CAVIDAD} \times (\text{LONGITUD} + \text{ANCHO})}{\text{AREA DEL PISO}}$	
CUARTO $\frac{5 \times (15.5 + 6.5)}{100.75}$	3.3 ¹⁰
TECHO $\frac{8 \times (15.5 + 6.5)}{100.75}$	1.1 ¹²
PISO $\frac{2 \times (15.5 + 6.5)}{100.75}$	0 ¹⁶

E) CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS

NIVEL DE ILUMINACION REQUERIDO ²¹	200 LUXES
FORMULA: $\frac{\text{NUMERO DE LUMINARIAS} \times \frac{\text{AREA DEL PISO} \times \text{LUXES REQUERIDOS}}{\text{LAMPARAS} \times \text{LUMENES}} \times \text{C.U.} \times \text{P.M.}}{\text{LUMINARIA} \times \text{LAMPARA}}$	
$\frac{(17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(17) \times (18) \times (19) \times (20)}$	$\frac{100.75 \times 200}{1 \times 2900 \times 0.53 \times 0.7}$
	19 ÷ 20 LUMINARIAS

F) OPCIONES DE ARREGLO Y COMPROBACION DEL NIVEL DE ILUMINACION

OPCION	ARREGLO	NUM. DE LUM.	COMPROBACION DE N.I. (LUXES)	OPCION ELEJIDA
A)	5 X 4	20	$\frac{(22) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \frac{20 \times 1 \times 2900 \times 0.53 \times 0.7}{100.75} = 213.6$	B)
B)	6 X 3	18	$\frac{(23) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \frac{18 \times 1 \times 2900 \times 0.53 \times 0.7}{100.75} = 192$	

TESIS PROFESIONAL

HOJA DE CALCULO ILUMINACION - METODO DE CAVIDAD ZONAL

 Hoja 1
de 1

UBICACION: EDIFICIO PARA OFICINAS	CALCULO VICTOR M. LOSATO	DESCRIPCION:	FECHA	POR	REV.	APROB.	No.
SUBOBRA:	REVISO ING. RAUL BARRON	GERENTE DE AREA					
AREA:	PLANO DE REFERENCIA: C-D	NIVEL: 2° PISO					
CUARTO:	ENTRE EJES: C-D ÷ 1-3	ALTERNATIVA:	A	B			

A) DATOS DEL CUARTO

DIMENSIONES		REFLECTANCIAS	
LONGITUD	¹ 4.5 =	TECHO	⁵ 80 %
ANCHO	² 4.3 =	PARED	⁶ 50 %
AREA DEL PISO	³ 19.35 =	PISO	⁷ 20 %
ALTURA AL TECHO	⁴ 4.0 =		
ALTURA DE MONTAJE DE LAS UNIDADES DE ALUMBRADO	⁸ 2.25 =		

B) DATOS DE CAVIDADES

CAVIDAD DE	ALTURA	RELACION	REFLECTANCIA EFECTIVA
CUARTO	⁹ 2.25	¹⁰ 5.1	
TECHO	¹¹ 1.0	¹² 2.3	¹³ 53.4 %
PISO	¹⁴ 0.75	¹⁵ 1.7	¹⁶ 18 %

NOTAS: PARA OBTENER LOS PUNTOS 10, 12, 15 VER INCISO "D"
LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE LAS CAVIDADES DE PISO Y TECHO SE ENCUENTRAN USANDO LA TABLA DE % DE REFLEXION EFECTIVA.

C) DATOS DE LUMINARIAS

FABRICANTE:	PHILIPS
TIPO Y No. DE CATALOGO:	ENCENDIDO RAPIDO - 541
LAMPARAS/LUMINARIA	¹⁷ 4
LUMENES/LAMPARA	¹⁸ 1170
COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)	¹⁹ 0.41
FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.)	²⁰ 0.7

D) CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD

FORMULA:	RELACION DE CAVIDAD = $\frac{2 \times \text{CAVIDAD} \times (\text{LONGITUD} + \text{ANCHO})}{\text{AREA DEL PISO}}$
CUARTO	$\frac{2 \times (9) \times (1+2)}{(3)} = \frac{5 \times 2.25 \times (4.5 + 4.3)}{19.35}$ ¹⁰ 5.1
TECHO	$\frac{2 \times (11) \times (1+2)}{(3)} = \frac{5 \times 1 \times (4.5 + 4.3)}{19.35}$ ¹² 2.3
PISO	$\frac{2 \times (14) \times (1+2)}{(8)} = \frac{5 \times 0.75 \times (4.5 + 4.3)}{19.35}$ ¹⁵ 1.7

E) CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS

NIVEL DE ILUMINACION REQUERIDO	²¹ 300 LUXES
FORMULA:	$\frac{\text{AREA DEL PISO} \times \text{LUXES REQUERIDOS}}{\text{NUMERO DE LUMINARIAS} = \frac{\text{LAMPARAS}}{\text{LUMINARIA}} \times \frac{\text{LUMENES}}{\text{LAMPARA}} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$
	$\frac{(8) \times (21)}{(17) \times (18) \times (19) \times (20)} = \frac{19.35 \times 300}{4 \times 1170 \times 0.41 \times 0.7}$ ²¹ 4.32 ÷ 4 LUMINARIAS

F) OPCIONES DE ARREGLO Y COMPROBACION DEL NIVEL DE ILUMINACION

OPCION	ARREGLO	NUM. DE LUM.	COMPROBACION DE N.I. (LUXES)	OPCION ELEJIDA
A)	2 X 2	4	$\frac{(22) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \frac{4 \times 4 \times 1170 \times 0.41 \times 0.7}{19.35} = 277.6$	A)
B)			$\frac{(23) \times (17) \times (18) \times (19) \times (20)}{(3)} = \dots$	

5.1 GENERALIDADES

Los grandes sistemas de distribución de energía eléctrica son necesarios entre la planta generadora y los centros de consumo.

Esto se debe a que en un país generalmente existen pocos lugares donde las riquezas naturales son suficientes para generar energía eléctrica en forma económica; como es el caso donde existe gran cantidad de energía hidráulica o combustible natural de bajo costo para impulsar los generadores eléctricos.

La energía eléctrica es siempre transmitida a tensiones muy altas desde la planta generadora, hasta la periferia del área de consumo.

En general la energía eléctrica trifásica proveniente de la planta generadora es elevada a 80, 200 o 400 KV y enviada mediante una "línea de transmisión" a una subestación reductora local.

En esta subestación se utilizan transformadores para reducir la tensión a 13.2, 23 o 34.5 KV y se envía la energía mediante una "línea de distribución" a una subestación ubicada en el área del consumidor. (véase Fig. No. 15)

El usuario puede recibir la energía en baja tensión, si en esa condición se establece en el contrato, o en alta tensión, necesitando el consumidor tener su propia subestación eléctrica.

Cuando el cliente cuenta con su propia subestación, está reduce la tensión a 440/254 y 220/127 volts, así dicha tensión es transmitida al interior del edificio para su utilización.

Podemos definir una subestación eléctrica como el conjunto de elementos integrados que transforman, distribuyen, controlan y miden la energía eléctrica proveniente de las plantas generadoras, líneas de transmisión o líneas de distribución en alta tensión.

En general, el equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido de tal manera que se reduzcan al mínimo los riesgos de accidentes del personal.

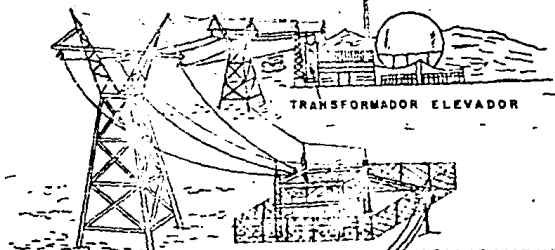
Este edificio contará con una subestación eléctrica de 300 KVA, tipo interior, está reducirá la tensión a 220/127 volts.

Como parte de la memoria técnica haremos el cálculo de corto circuito en dos puntos de la instalación. (véase apartado 5.9)

Es muy importante informarse con la compañía suministradora si nos puede abastecer a la tensión de alimentación que necesitamos y en el lugar donde se ubica nuestra instalación; este punto es tan im-

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

ESTACION GENERADORA

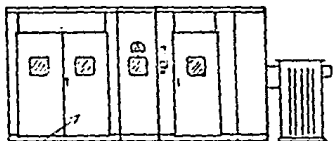
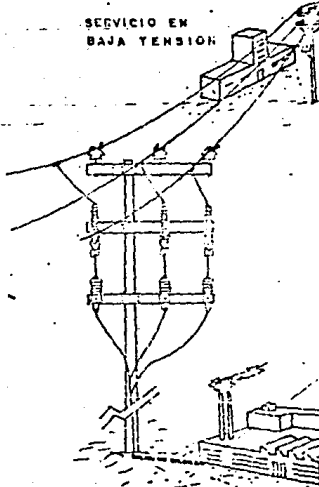


TRANSFORMADOR ELEVADOR

TRANSFORMADOR REDUCTOR

LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

SERVICIO EN BAJA TENSION



SERVICIO EN ALTA TENSION

FIG. No. 15

portante que incluso puede determinar la construcción del inmueble en el lugar que se tenía definido.

5.2 CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS

Por su servicio

- a) Subestación tipo intemperie. Estas subestaciones se construyen en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño y equipo especial capaz de soportar, condiciones atmosféricas diversas (lluvia, viento, nieve e inclemencias ambientales diversas).
- b) Subestaciones de tipo interior. En este tipo de subestaciones el equipo y diseño de la subestación están adaptados para operar en lugares protegidos de los cambios climatológicos.

Por su construcción

- a) Subestaciones compactas. También llamadas unitarias; en estas subestaciones el equipo se encuentra protegido por gabinete y el espacio necesario es muy reducido. Pueden construirse para servicio interior o para servicio exterior.
- b) Subestaciones convencionales. El equipo que se instala en este tipo de subestaciones también llamadas abiertas se coloca en estructura metálica, se aíslan tan solo por una malla de alambre, es decir, no van en gabinetes. Pueden construirse para servicio interior o exterior.

5.3 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LAS SECCIONES DE LAS S. E.

Acometida

Existen dos clases de Acometida

- a) Acometida aérea.- La parte de los conductores de una línea aérea de servicio comprendida desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento, hasta el primer punto de sujeción de dichos conductores en la propiedad servida.
- b) Acometida subterránea.- Son los conductores comprendidos desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta el límite de la propiedad servida, ver Fig. No. 16

1 Sección de medición (ver Fig. No. 17)

La sección de medición consta de un gabinete blindado con dimensiones adecuadas según el valor de la tensión, diseñado y provisto para recibir y alojar el equipo de medición de la compañía suministradora.

tradora.

Este gabinete en su interior alojará:

- a) Un bus trifásico de cobre
- b) Un sistema de tierras con capacidad adecuada
- c) Conectores de tipo mecánico, para el bus principal y para conexión a tierra.

II Sección de cuchillas de paso y pruebas

La sección de cuchillas de paso y pruebas es un gabinete blindado con equipo adecuado según el valor de la tensión y en su interior aloja:

- a) Un juego de tres cuchillas trifásicas desconectadoras para operar en grupo sin carga, tiro sencillo con dispositivo de apertura y cierre rápido.
- b) Un juego de tres accionamientos independientes por medio de volante y dispositivo de señalamiento (abierto-cerrado) y seguro mecánico.

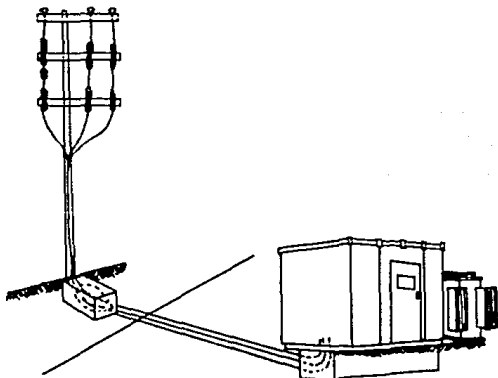


FIG. 16 ACOMETIDA SUBTERRANEA

- c) Sistema de tierras con capacidad adecuada; el objeto de esta sección es proporcionar un medio de desconexión visible de la sección de transformación y distribución para efectos de mantenimiento, reposición de fusibles o la conexión del equipo patrón de medición de la compañía suministradora para comprobar la calibración de los equipos de medición de la propia subestación, sin interrumpir el suministro de energía eléctrica.

III Sección de interruptor de apertura con carga y apartarrazos (Sección de corta circuitos)

La sección de interruptor, fusibles y apartarrazos, también es un gabinete blindado con dimensiones y equipo adecuado según el valor de la tensión, y en su interior aloja:

- a) Interruptor de carga de simple apertura servicio interior, 3 polos, operación en grupo por medio de palanca con mecanismo para la apertura y cierre rápido, además disparo simultáneo en las tres fases en caso de operar algún fusible.
- b) Tres fusibles de potencia.
- c) Juego de tres apartarrazos autoválvulares monopolares con el neutro conectado sólidamente a tierra.
- d) Accionamiento por medio de disco y palanca por el frente del tablero para la apertura y cierre manual del cortacircuitos, con bloqueo mecánico el cual impide la apertura de la puerta si el interruptor está en posición de "cerrado".
- e) Bus trifásico de cobre electrolítico.
- f) Sistema de tierras con capacidad adecuada.

IV Sección de acoplamiento

Esta sección resguarda los buses de conexión de los fusibles de potencia del módulo anterior y los bornes primarios del transformador, conservando las distancias mínimas de Norma.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

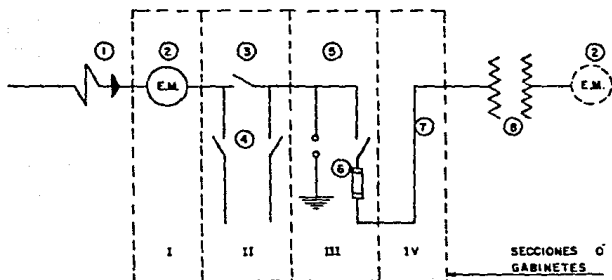


FIG. No. 17

Donde:

- 1 Acometida
- 2 Equipo de medición
- 3 Cuchilla de paso
- 4 Cuchillas de prueba
- 5 Apartarrayos
- 6 Medio de desconexión principal
- 7 Sección de acoplamiento
- 8 Transformador

5.5 JUSTIFICACION PARA USO DE SUBESTACION ELECTRICA

Técnica:

El uso de una S. E. se justifica cuando se requiere continuidad y seguridad en el servicio de energía eléctrica a tensión adecuada, además de contar con un medio de desconexión manual o automático para efectos de control, protección, medición y mantenimiento

Económica:

La compañía suministradora puede dar servicio al usuario en baja tensión utilizando para efectos de cobro la tarifa 3, cuando la demanda mínima medida es de 25 KW, y en alta tensión utilizando la tarifa 8.

Haciendo un análisis comparativo del costo de energía eléctrica en las dos tarifas se puede concluir que si se contrata en alta tensión el costo de una subestación se amortiza en poco tiempo y se obtiene un ahorro posterior significativo.

5.6 TABLEROS ELECTRICOS

Tablero de distribución. - Es aquel que alimenta, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios.

Clasificaciones

Los tableros pueden ser de alta y baja tensión.

Tablero de baja tensión. - Este trabaja a una tensión no mayor de 1000 volts de corriente alterna.

Las tensiones nominales de corriente alterna para tableros de baja tensión son: 120, 140, 460 y 550 volts.

Las corrientes nominales para tableros de baja tensión en corriente alterna o corriente continua son las siguientes: 600, 1200, 2000, 4000 y 5000 amperes.

Tablero de alta tensión. - Es aquel que trabaja a una tensión mayor de 1000 volts de corriente alterna.

Las corrientes nominales para tableros de alta tensión para corriente alterna o continua son: 600, 1200, 2000, 3000, 4000 y 5000 amperes.

Los voltajes de diseño nominales para estos tableros son:

2400, 4160, 7200, 13800, 23000, 34500 volts y voltajes intermedios debido a equipos especiales.

5.7 EL TRANSFORMADOR

La sección de transformación de una S. E. es la más importante porque es en ella donde se transfiere la energía eléctrica cambiando el valor de la tensión a los valores de utilización.

El transformador es un dispositivo que:

- a) Transfiere energía eléctrica de un circuito a otro conservando la frecuencia constante.
- b) Lo hace bajo el principio de inducción electromagnética.
- c) Tiene circuitos eléctricos que están eslabonados magnéticamente y aislados eléctricamente.

Sus componentes principales son:

- a) Un núcleo magnético formado por láminas de acero al silicio.
- b) Una bobina primaria (por donde recibe la energía)
- c) Una bobina secundaria (por donde entrega la energía)

Los transformadores se pueden clasificar por:

- a) La forma de su núcleo
 1. Tipo columna
 2. Tipo acorazado
 3. Tipo envolvente
 4. Tipo radial
- b) Por el número de fases (monofásico o trifásico)
- c) Por el número de devanados (dos o tres devanados)
- d) Por el medio refrigerante (aire, aceite o líquido inerte)
- e) Por el tipo de enfriamiento (O_A, O_N, O_{W/A}, O_{A/AP}, etc)
- f) Por la regulación (fija, variable con carga o sin carga)
- g) Por la operación (de potencia, distribución, de instrumento)

Tipos de enfriamiento empleados en transformadores:

Tipo O_A

Sumergido en aceite con enfriamiento propio. En transformadores de más de 50 KVA se usan tubos radiadores para disminuir las pérdidas.

Tipo O_A/P_A

Sumergido en aceite con enfriamiento propio, por medio de aire forzado.

Tipo O_W

Sumergido en aceite y enfriado con agua.

En la tabla No. 23 se indica la capacidad y dimensiones de los transformadores más usuales en baja tensión

CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

KVA	DIMENSIONES EN MILIMETROS		
	FRENTE	ALTO	FONDO
15	650	1150	300
30	700	1300	350
45	750	1300	400
75	1200	1400	400
112.5	1300	1450	450
150	1450	1600	450
225	1600	1800	700
300	1600	1800	700
400	1900	1900	800

TABLA No. 23

5.7.1 CAMBIADOR DE DERIVACIONES

En los transformadores de potencia, la regulación de voltaje se logra cambiando el número de vueltas de cada una de las bobinas de alta tensión mediante derivaciones (taps)

Existen dos tipos de cambiadores de derivaciones:

- a) De operación sin carga.
- b) De operación con carga.

5.7.2 CALCULO DEL TRANSFORMADOR

Para determinar la capacidad de nuestro transformador consideremos:

Carga total = 193 KW (ver cuadro general de cargas)

$$f.p. = 0.85$$

$$KVA = \frac{\text{Carga total}}{f.p.}$$

$$KVA = \frac{193 \text{ KW}}{0.85} = 227 \text{ KVA}$$

Por lo tanto para nuestra subestación seleccionamos un transformador con las siguientes características:

300 KVA

Tensión primaria 20/23 KV

Tensión secundaria 220/127 volts

Conexión Delta - Estrella

Enfriamiento tipo OA

Impedancia = 5.4%

Teniendo un factor de reserva del 32% es decir 73 KVA.

5.7.3 CALCULO DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL

Calcularemos el alimentador con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} I_{\text{sec transf.}} &= \frac{KVA}{\sqrt{3} \times KV_{\text{sec}}} \\ &= \frac{300}{\sqrt{3} \times 0.22} \\ &= 787.3 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Por lo que utilizaremos 2 conductores por fase calibre 350 MCM, con aislamiento THW, alojados en charola. Dichos conductores soportan 2 x 505 amperes por fase.

La protección de nuestro alimentador la seleccionamos de la siguiente manera:

$$I_{\text{prot.}} = 1.25 \times 787.3 = 984.12 \text{ Amp.}$$

Por lo tanto nuestro interruptor será de 3 polos, 1000 amperes.

5.8 SISTEMA DE TIERRAS

Las subestaciones deben contar con un adecuado sistema de tierras, el cual se deben conectar todos los elementos de la instalación que requieran la conexión a tierra.

Las funciones principales del sistema de tierras son las siguientes:

- a) Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes de tierra, ya sean debidas a una falla a tierra del sistema eléctrico o a la operación de un apartarrayos.
- b) Evitar que durante la circulación de estas corrientes de tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación que puedan ser peligrosas para el personal.
- c) Para mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

Los elementos principales del sistema de tierras son:

- 1) Red o malla de conductores enterrados, a una profundidad entre 0.5 y 1.0 metro.
- 2) Electrodo de tierra, conectados a la red de conductores y enterrados a la profundidad necesaria para obtener el mínimo valor de resistencia a tierra.
- 3) Conductores de puesta a tierra a través de los cuales, se hace la conexión a tierra de las partes de la instalación o del equipo que requieren dicha conexión.

Características del sistema de tierras

- a) Disposición física. Se recomienda que un cable continuo forme el perímetro exterior de la malla de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación.
- b) La malla puede estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciamento razonable (por ejemplo, formando rectángulos de 3 por 6 metros). En lo que sea posible, los cables que forman la malla deben colocarse a lo largo de las hileras de estructuras o equipo, para facilitar a los mismos.
- c) Se recomienda que los conductores de la malla sean de cobre, con calibre mínimo de 4/0 AWG y que los conductores de puesta a tierra del equipo no sean de un calibre igual o menor al No. 2 AWG.
- d) En cada cruce de conductores de la malla, éstos deben conectarse rigidamente entre sí y, en los puntos adecuados, conectarse

a) electrodos de tierra de 2.5 metros de longitud o más clavados verticalmente.

- e) Resistencia a tierra de la malla. La resistencia total de la malla con respecto a tierra se puede determinar, en forma simplificada, por la expresión:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} \quad ; \quad \text{en ohms.} \quad \dots\dots (1)$$

Donde:

r; es el radio en metros de una placa circular equivalente, cuya área es la misma que la ocupada por la malla de tierra.

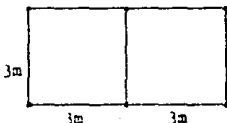
L; es la longitud total de conductores enterrados, en metros.

ρ ; es la resistividad eléctrica del terreno, en ohms-metro.

La resistencia eléctrica total del sistema de tierras debe conservarse en el valor más bajo posible (los valores aceptables van desde 10 ohms hasta menos de 1 ohm).

5.8.1 CALCULO DEL SISTEMA DE TIERRAS

Para nuestro proyecto el sistema de tierras lo calcularemos de la siguiente manera:



Sistema de tierras en cuarto de S. E.

$$\rho = 10 \text{ ohms - metro}$$

$$L = 21 \text{ metros}$$

$$r = \sqrt{A/\pi} = \sqrt{18/\pi} = 2.4 \text{ metros}$$

Por lo tanto de la ec. (1) la resistencia de la malla es:

$$R = \frac{10}{4 \times 2.4} + \frac{10}{21}$$

$$R = 1.52 \text{ ohms}$$

5.9 CALCULO DE CORTO CIRCUITO

Para la protección de un sistema eléctrico, debemos considerar que no está sujeta a condiciones normales de operación, para poder tener una seguridad lo más grande posible sobre la continuidad del servicio, y la seguridad de la instalación que se va a proteger, por lo que debe de tomarse en cuenta estados de operación transitorios bajo condiciones anormales que serán producidas por sobrecorrientes, fallas a tierra o corto circuito en cualquier parte del sistema.

Por ésto los dispositivos y equipos para protección deben de estar seleccionados para resistir rangos de sobrecorriente a los que puedan estar sujetos, en el tiempo que exista una operación anormal.

Al efectuar el cálculo de corto circuito logramos una confiabilidad que es muy importante para lograr una seguridad en la operación.

El cálculo de corto circuito debe considerarse en diversos puntos seleccionados como los más importantes por nosotros para obtener datos suficientes para la selección del tipo de protección, los rangos de la misma y poder efectuar una coordinación de protección lo más precisa posible.

Para poder iniciar un cálculo de corto circuito es necesario tener establecido un diagrama unifilar del circuito, el cual contenga todas las aportaciones de energía al corto circuito en nuestro caso motores de inducción, transformadores, cables, etc.

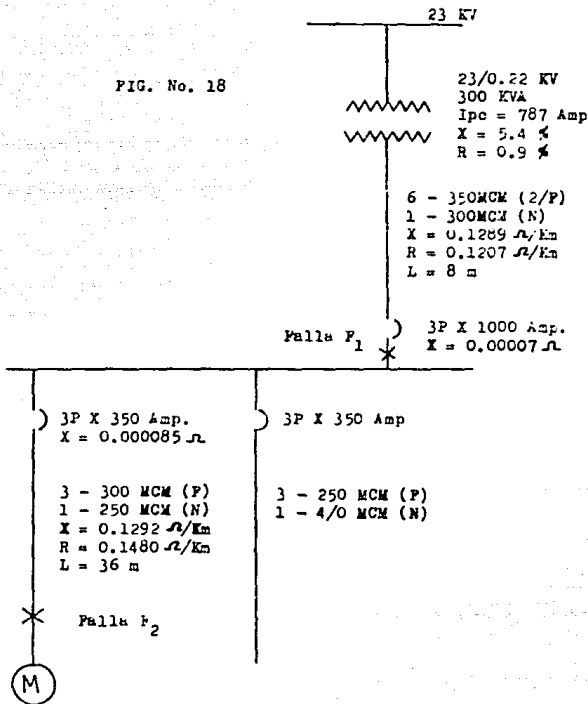
Existen diferentes métodos para calcular las corrientes de corto circuito a saber; método del bus infinito, de las componentes simétricas, método de los MVA, porcentual, etc.

El método porcentual es el más empleado para calcular corrientes de corto circuito trifásico, ya que generalmente las impedancias de motores y transformadores se dan en por ciento.

Enseguida calcularemos las corrientes de falla (corto circuito) trifásica en los puntos F_1 y F_2 utilizando el método porcentual, véase la Fig. No. 18.

DIAGRAMA UNIPILAR

FIG. No. 18



Pórmulas utilizadas (Método porcentual)

a) Reactancia de la red de alimentación.

$$X_{\text{red}} = \frac{\text{KVAb}}{\text{Pcc}} \times 100 \quad (\%)$$

b) Impedancia del transformador.

$$X_2 = \frac{\text{KVAb}}{\text{KVA}_1} \times X_1 \quad (\%)$$

$$R_2 = \frac{\text{KVAb}}{\text{KVA}_1} \times R_1 \quad (\%)$$

c) Impedancia de alimentadores e interruptores.

$$Z = \frac{Z(\Omega) \times \text{KVAb}}{\text{KV}^2 \times 10} \quad (\%)$$

d) Impedancia total.

$$Z_T = \sqrt{X_T^2 + R_T^2} \quad (\%)$$

e) Corriente simétrica de falla.

$$I_{cc} = \frac{\text{KVAb} \times 100}{\sqrt{3} \times \%Z_T \times \text{KV}} \quad (\text{Amp})$$

f) Corriente de contribución de motores (al 100%).

$$I_{sim} = 4 \times I_{pc} \quad (\text{Amp})$$

$$I_{sim} = 5 \times I_{pc} \quad (\text{Amp})$$

Nota: Para valores de resistencias y reactancias empleados, ver tablas c.3), c.4) y c.5) del apéndice "C"

Cálculo de la corriente de falla en el punto F_1

1) La potencia de corto circuito de CFE es $P_{cc} = 1000 \text{ MVA}$
 $KV_{ab} = 1000$

1.1) Reactancia de la compañía suministradora

$$X_{red} = \frac{1000}{1000000} \times 100 = 0.1\%$$

1.2) Impedancia del transformador

$$X = \frac{1000}{300} \times 5.4 = 18\%$$

$$R = \frac{1000}{300} \times 0.9 = 3\%$$

1.3) Impedancia del alimentador principal; calibre 350 MCM,
longitud/cable = 8 metros, No. de cables/fase = 2

$$X = \frac{8}{1000} \times \frac{0.1289}{2} = 0.00052 \Omega$$

$$X = \frac{0.00052 \times 1000}{(0.22)^2 \times 10} = 1.074\%$$

$$R = \frac{8}{1000} \times \frac{0.1207}{2} = 0.00048 \Omega$$

$$R = \frac{0.00048 \times 1000}{(0.22)^2 \times 10} = 0.99\%$$

1.4) Reactancia del interruptor de 1000 amp.

$$X = 0.00007 \text{ } \Omega$$

$$X = \frac{0.00007 \times 1000}{(0.22)^2 \times 10} = 0.145\%$$

2) Impedancia total (Z_T)

$$X_T = 0.1 + 18 + 1.074 + 0.145 = 19.319\%$$

$$R_T = 3 + 0.99 = 3.99\% \quad \therefore Z_T = 19.73\%$$

3) Corriente simétrica de falla

$$I_{cc_{sim}} = \frac{1000 \times 100}{\sqrt{3} \times 19.73 \times 0.22} = 13301 \text{ Amp}$$

4) Relación X/R del sistema

$$\frac{X_T}{R_T} = \frac{19.319}{3.99} = 4.84$$

Factor de asimetría = 1.25 (ver apéndice "C" tabla c.4))

5) Corriente asimétrica de corto circuito

$$I_{cc_{asim}} = 1.25 \times 13301 = 16626 \text{ Amp}$$

6) Contribución de los motores

$$I_{sim} = 4 \times 787 = 3148 \text{ Amp}$$

$$I_{asim} = 5 \times 787 = 3935 \text{ Amp}$$

7) Corriente total de corto circuito

a) $I_{cc_{sim}} = 13\ 301 + 3\ 148 = 16\ 449$ Amp.

b) $I_{cc_{asim}} = 16\ 626 + 3\ 935 = 20\ 561$ Amp.

Por lo tanto para la falla F_1 la capacidad interruptiva de nuestro interruptor termomagnético será 42 000 amperes simétricos de marco M_A a 220 volts.

Calculo de la corriente de falla en el punto F_2

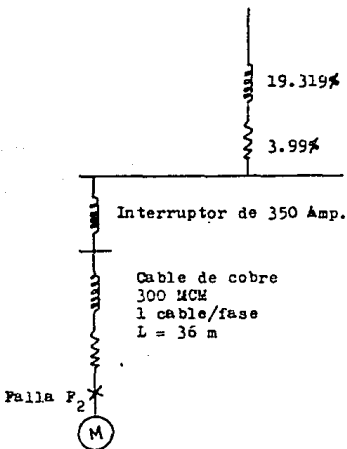


DIAGRAMA EQUIVALENTE

FIG. No. 19

1.1) Reactancia del interruptor

$$X = \frac{0.000085 \times 1000}{(0.22)^2 \times 10} = 0.175\%$$

1.2) Impedancia de los cables de cobre

$$X = \frac{36}{1000} \times \frac{0.1292}{1} = 0.0046 \Omega$$

$$X = \frac{0.0046 \times 1000}{(0.22)^2 \times 10} = 9.5\%$$

$$R = \frac{36}{1000} \times \frac{0.148}{1} = 0.0053 \Omega$$

$$R = \frac{0.0053 \times 1000}{(0.22)^2 \times 10} = 10.95\%$$

2) Impedancia total (ver figura 19)

$$X_T = 19.319 + 0.175 + 9.5 = 28.99\%$$

$$R_T = 3.99 + 10.95 = 14.94\%$$

$$Z_T = 32.5\%$$

3) Corriente simétrica de falla

$$I_{cc} = \frac{1000 \times 100}{\sqrt{3} \times 32.6 \times 0.22} = 8050 \text{ Amp.}$$

4) Relación X/R del sistema

$$\frac{X_T}{R_T} = \frac{28.994}{14.94} = 1.94$$

El factor de asimetría aproximado que corresponde a esta relación es: 1.038

5) Corriente asimétrica de corto circuito

$$I_{cc_{asim}} = 1.038 \times 8050 = 8355.9 \text{ Amp.}$$

6) Contribución de los motores (al 100%), la consideramos igual que en la falla F_1 .

7) Corriente total de corto circuito

$$a) I_{cc_{sim}} = 8050 + 3148 = 11\ 198 \text{ Amp.}$$

$$I_{cc_{asim}} = 8355.9 + 3935 = 12\ 290.9 \text{ Amp}$$

Por lo tanto para la falla F_2 la capacidad interruptiva de nuestro interruptor será 42 000 Amperes simétricos, marco LA a 220 V.

5.10 APARTARRAYOS

La función básica del apartarrayos es proteger las instalaciones eléctricas y equipo de subestaciones, principalmente los transformadores eléctricos, cuando en la línea se produce una sobretensión.

Las sobretensiones que se presentan en las instalaciones de un sistema pueden ser de dos tipos:

- a) Sobretensiones de origen atmosférico.
- b) Sobretensiones por fallas en el sistema.

El apartarrayos debe ser capaz de descargar las sobretensiones y de interrumpir la corriente permanente cuando termine el primer medio ciclo de frecuencia normal de la línea donde se presenta la sobretensión.

Esto significa la extinción completa del fenómeno en $1/120$ de seg. a 60 Hz.

La función del apartarrayos no es eliminar las ondas de sobretensión presentadas durante las descargas atmosféricas, sino limitar su magnitud a valores que no sean perjudiciales para las máquinas del sistema.

Los apartarrayos se conectan entre fase y tierra

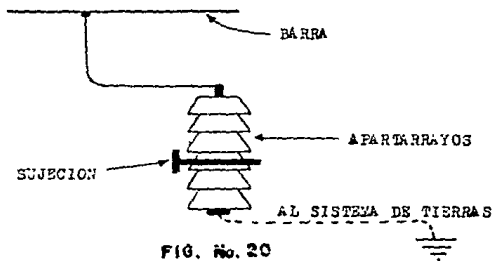


FIG. No. 20

Los apartarrayos se instalan antes de equipo importante, tales como interruptores y transformadores.

Su tensión de operación debe ser similar a la del equipo e instala-

ciones que protege.

Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya separación está determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar.

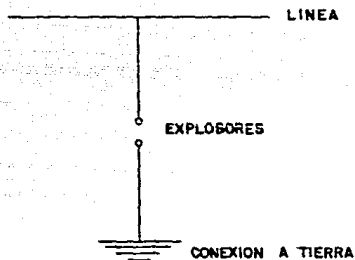


FIG. No. 21

CAPITULO VI ALIMENTACION A LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA

6.1 INTRODUCCION

Dependiendo de las necesidades y de los requerimientos para mantener el fluido eléctrico en forma continua, se puede determinar si es factible un servicio de emergencia.

En este capítulo propondremos la forma para suministrar energía eléctrica a un edificio que lo requiera; dado que este tipo de servicio se presenta como una alternativa al problema de suministro. Todos los elementos de la instalación que intervienen en él son independientes (como por ejemplo conductores, centros de carga, etc) de la instalación eléctrica normal.

Como sabemos debemos tener presente las siguientes situaciones a la hora de diseñar un sistema de distribución adecuado:

- a) Contar con energía eléctrica adecuada y confiable en el lugar cercano a la instalación.
- b) Existencia de algún circuito que se tenga que abastecer siempre porque fallando la energía se tienen pérdidas considerables.
- c) En caso de emergencia pueden perderse vidas o causar accidentes.
- d) Se tenga problemas por perderse información valiosa en computadoras, sincronía en rastreadores de satélites o detalles semejantes.
- e) Para la operación de servicios de importancia crítica como son los elevadores públicos, etc.

6.2 LUGARES DONDE SE REQUIERE PLANTA DE EMERGENCIA

- a) Hospitales y clínicas.
- b) Cines, teatros y otros locales de reunión pública.
- c) Industrias químicas y petroquímicas.
- d) Industria siderúrgica y similares.
- e) Otras industrias y locales donde resulte peligroso u oneroso la suspensión de la energía.

Concientes del tipo de carga que se tenga debemos dar la mejor solución técnico-económica a cada problema específico y para ello se hace necesario conocer las diversas alternativas de suministro e-

l ctrico para poder escoger entre ellas.

6.3 EQUIPOS ELECTROGENOS

Los podemos clasificar por su forma de operar o por su utilización:

- 1) Plantas eléctricas de servicio continuo.
- 2) Plantas eléctricas de emergencia.
- 3) Sistemas de CD por batería.
- 4) Sistemas de potencia ininterrumpible (SPI) (UPS en inglés)

Se debe tener cuidado al elegir el sistema de generación para suministro de energía eléctrica considerando sus aplicaciones específicas evitando así seleccionar, adquirir, instalar, operar y mantener un equipo inadecuado.

Para el caso de edificios consideraremos plantas eléctricas de emergencia como una alternativa al suministro de energía eléctrica, ya que son las más comúnmente usadas.

6.4 PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de energía eléctrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro; ya sea porque se pierda o dañe una producción determinada o porque se pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

Una planta de emergencia está diseñada para operar durante períodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica se hace cargo de la demanda normal y solamente, al fallar ésta, se requiere un sustituto para algunas cargas y por consiguiente, en lugares con buen suministro eléctrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aun suspendi e los tiempos de ejercitación semanal que se aconsejan.

Una planta eléctrica en buenas condiciones debe arrancar en aproximadamente 5 a 10 segs., incluyendo los movimientos del interruptor de transferencia.

6.4.1 CLASIFICACION DE PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

a) De acuerdo al tipo de combustible

- Con motor a gas (LP)
- Con motor a gasolina
- Con motor a diesel

b) Por su operación

- Manual
- Automática

Plantas manuales, son aquellas que requieren para su operación que se opere manualmente un interruptor para arrancar o parar dicha planta; normalmente se utilizan en aquellos lugares donde no hay energía eléctrica comercial, tales como: Construcción, aserraderos, poblados pequeños, etc.

También se utilizan en lugares donde la falta de energía puede permanecer durante algunos minutos, mientras una persona acude al lugar donde está instalada la planta para arrancarla y hacer manualmente la transferencia.

Plantas automáticas, son aquellas que solamente al inicio se operan manualmente, ya que después, éstas cumplen funciones automáticamente.

ARREGLO TÍPICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO CON DOS ALIMENTACIONES

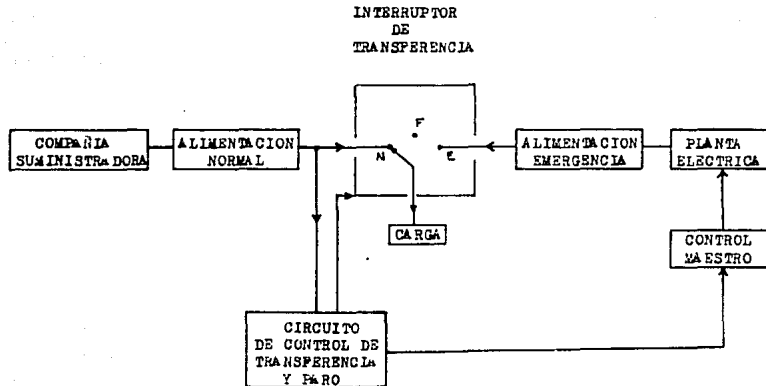


FIG. No. 22

6.5 OPERACION DEL SISTEMA DE CONTROL

a) Falla la alimentación normal (Ver fig. No. 22)

• Instantáneamente el interruptor de transferencia sale de la posición normal "N" y pasa a la posición fuera "P"

• Al mismo tiempo el circuito de control de transferencia y paro manda señales al:

- Interruptor de transferencia para que éste se prepare para pasar a la posición de emergencia "E".
- Control maestro para que éste a su vez, mande la señal de arranque de la planta y lo proteja contra falla de arranque, alta temperatura, baja presión de aceite y sobrevelocidad.

• A los tres segundos la planta genera a toda su capacidad y el interruptor de transferencia se pasa a la posición de emergencia, alimentándose así la carga con la alimentación de emergencia; a esta operación se le denomina "transferencia" y puede variar el tiempo dependiendo de la capacidad de la planta.

GRAFICA DE LA SECUENCIA DE OPERACION DEL SISTEMA DE CONTROL EN EL CASO DE FALLA DE ALIMENTACION NORMAL

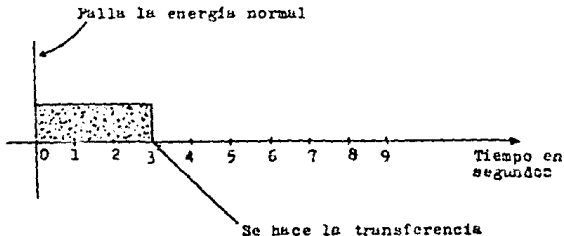


FIG. No. 23

b) Restablecimiento de alimentación normal

& El circuito de control de transferencia y paro detecta la presencia de la alimentación normal y:

- A los cuatro minutos manda la señal al interruptor de transferencia para que haga la transferencia o sea que se pase de la posición "E" a la posición "N"
- Cuatro minutos después manda la señal al control maestro para que éste dé la señal de paro de la planta. Se da este tiempo para dar oportunidad a la unidad para que ésta disipe el calor excesivo, lográndose con ello una mejor conservación del motor.

GRAFICA DE LA SECUENCIA DE OPERACION DEL SISTEMA DE CONTROL EN EL CASO DE RESTABLECIMIENTO DE ALIMENTACION NORMAL

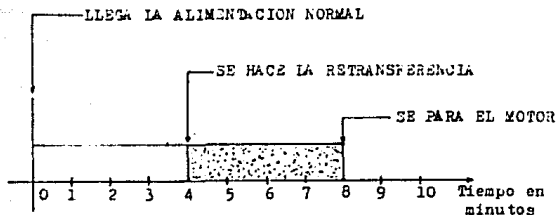


FIG. No. 24

6.6 INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA

Su función es la de conectar las líneas de energía eléctrica de emergencia a la carga; haciendo el cambio de las primeras cuando se restablece el suministro normal.

Este "transfer" consiste de un interruptor operado eléctrica o mecánicamente es capaz de manejar toda la energía del generador, así como la de interrumpir la corriente que pasa por la línea en forma continua, así como los picos que sucedan sin dañarse.

6.7 CAPACIDAD DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

Si llegáramos a utilizar planta generadora de energía eléctrica de emergencia, su capacidad la podemos determinar de la siguiente manera:

Tenemos una carga total instalada de 193 KW, considerando un factor de demanda del 80% y tomando en cuenta

$$F.D. = \frac{D.M.}{C.I.}$$

Donde

F.D. = Factor de Demanda

D.M. = Demanda Máxima.

C.I. = Carga total instalada

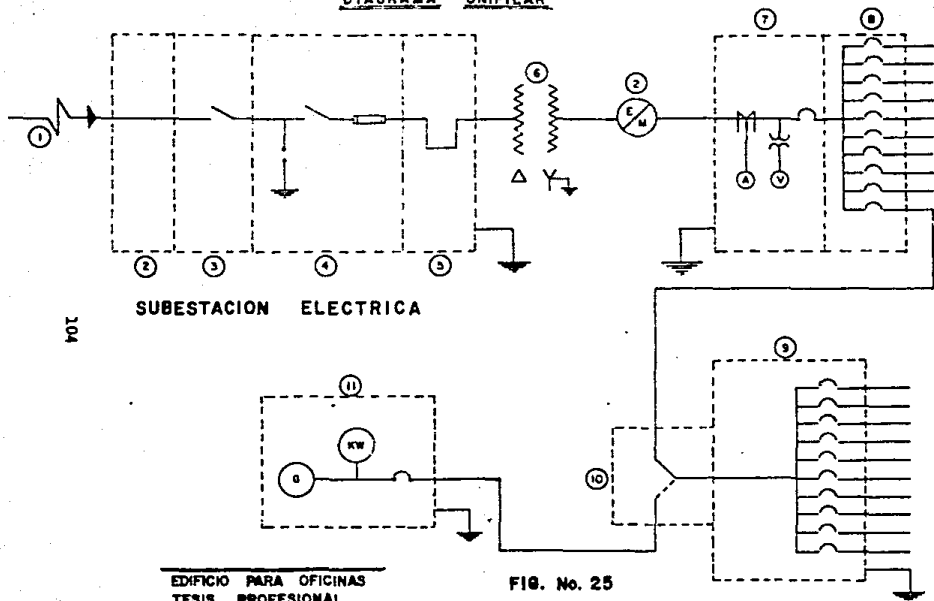
$$\begin{aligned} D.M. &= F.D. \times C.I. = \text{Capacidad de la Planta} \\ &= 0.8 \times 193 \\ &= 154.4 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Por lo tanto la capacidad de nuestra planta sería de 165 KW ya que es un valor comercial (ver apéndice "D")

Esta planta suministrará la energía a 220/127 volts, 60 Hz, 3 fases, 4 hilos, \pm 1/2 % regulación de voltaje.

Quedando el diagrama unifilar general ampliado como se muestra en la Fig. No. 25.

DIAGRAMA UNIFILAR



104

EDIFICIO PARA OFICINAS
TESIS PROFESIONAL
UNAM ENEP ARAGON
VICTOR MANUEL LOBATO

FIG. No. 25

Relación de equipo

1. Acometida de compañía suministradora 20/23 KV, 3F. 60 Hz.
2. Equipo de medición de la compañía suministradora.
3. Cuchillas desconectoras tripolares, operación en grupo sin carga.
4. Interruptor principal en A. T. operación en grupo con carga y apartarreyos autoválvulares.
5. Sección de acoplamiento.
- 6.- Transformador trifásico, capacidad 300 KVA, tensión primaria 20/23 KV, tensión secundaria 220/127 volts, conexión Delta Estrella aterrizada, tipo de enfriamiento "OA", impedancia $Z = 5.4\%$
7. Interruptor general en B. T. y medición.
8. Tablero general en B. T. servicio normal (Tablero protección, distribución y clima).

Equipo opcional

9. Tablero general en B. T. servicio emergencia.
10. Interruptor de transferencia.
11. Planta de emergencia.

CONCLUSIONES

Toda instalación debe apoyarse en un proyecto elaborado con apego a las técnicas más recientes con el fin de garantizar su buen funcionamiento y la resolución del problema que le es propio.

Además se debe construir de tal manera que reúna las normas de calidad mínimas señaladas por los reglamentos vigentes. Dichas normas tenderán al establecimiento de calidades que ofrezcan las garantías adecuadas de durabilidad, uso y servicio a que van a ser destinados los materiales utilizados en la instalación.

En cuanto a la mano de obra esta debe ser de obreros convenientemente especializados y calificados; esta debe ser exigida por el propietario y directores de obra con el fin de garantizar las reglamentaciones en las que se apega el proyecto.

Para el proyecto se ha propuesto seguir los siguientes puntos: seguridad, flexibilidad, capacidad y adaptabilidad; como se sugiere en toda instalación.

APENDICES

CONTENIDO

- A
 - a.1) Equivalencias de motores eléctricos.
 - a.2) Factores de conversión de iluminación.
- B
 - b.1) Lámparas eléctricas.
 - b.2) Niveles de iluminación.
- C
 - c.1) Arreglos básicos en subestaciones compactas.
 - c.2) Tabla para seleccionar fusibles para una adecuada protección del transformador de acuerdo a su voltaje y capacidad.
 - c.3) Resistencia y reactancia de conductores catenados de cobre en ohms/kilómetro (3 conductores por ducto).
 - c.4) Factores a utilizar para obtener las corrientes indicadas 1/2 ciclo después del comienzo de la falla.
 - c.5) Reactancia por polo, de interruptores desconectores para baja tensión (600 volts o menos).
- D Plantas eléctricas comerciales

APENDICE A

CAPACIDAD H. P.	CaPaCIdaD Monof. KW	CaPaCIdaD Trif. KW
1/20 = 0.0500	0.060	
1/16 = 0.0625	0.080	
1/8 = 0.1250	0.150	
1/6 = 0.1666	0.202	
1/5 = 0.2000	0.233	
0.25	0.293	0.264
0.33	0.395	0.355
0.50	0.527	0.507
0.67	0.700	0.668
0.75	0.780	0.740
1.00	0.993	0.953
1.25	1.236	1.190
1.50	1.480	1.418
1.75	1.620	1.622
2.00	1.935	1.844
2.25	2.168	2.067
2.50	2.390	2.290
2.75	2.574	2.503
3.00	2.766	2.726
3.25		2.959
3.50		3.182
3.75		3.415
4.00		3.618
4.25		3.840
4.50		4.074
4.75		4.266
5.00		4.490
5.50		4.945
6.00		5.390
6.50		5.836
7.00		6.293
7.50		6.577
8.00		7.022
8.50		7.458
9.00		7.894
9.50		8.340
10.00		8.674
11.00		9.535
12.00		10.407

a.1)
EQUIVALENCIAS
DE MOTORES
ELECTRICOS

continua...

Continuación.

CAPACIDAD H.P.		CAPACIDAD Trif. KW
13.00		11.278
14.00		12.140
15.00		12.860
16.00		13.720
20.00		16.953
25.00		21.188
30.00		24.725
40.00		32.609
50.00		40.756

Para determinar la capacidad en kwatts para motores con más de 50 caballos de potencia, multiplíquese los caballos de potencia por 0.8

a.2) FACTORES DE CONVERSION DE ILUMINACION

1 lumen = 1/683 watt-luz

1 phot = 1 lumen/cm²

1 hora-lumen = 60 minutos-lumen

1 lux = 1 lumen/m²

1 footcandle = 1 lumen/ft²

Multiplique Número de →	Foot- candles	Lux	Phot
Para obtener ↙ 7 ↘			
Footcandles	1	0.0929	929
Lux	10.76	1	10,000
Phot	0.00108	0.0001	1

APENDICE B

b.1)

LAMPARAS ELECTRICAS

FLUORESCENTES

WATTS	TIPO	ENCENDIDO	BULBO	ACABADO	LONGITUD	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRE- CIACION
					TOTAL (CM.)			
SERVICIO GENERAL								
15	Standard	Standard	T-8	B. Frío	45.7	7,500	830	16%
15	"	"	"	L. Día	"	"	710	"
15	"	"	T-12	B. Frío	"	"	725	14%
15	"	"	"	L. Día	"	"	620	"
20	"	"	"	B. Frío	61.0	"	1,170	13%
20	"	"	"	L. Día	"	"	995	"
40	E. Rápido	Rápido	"	B. Frío	122.0	9,000	3,100	10%
40	"	"	"	L. Día	"	"	2,600	"
38	Slimline	Instantáneo	"	B. Frío	"	"	2,900	11%
38	"	"	"	L. Día	"	"	2,400	"
55	"	"	"	B. Frío	183.0	"	4,290	9%
55	"	"	"	L. Día	"	"	3,600	"
74	"	"	"	B. Frío	244.0	"	6,050	"
74	"	"	"	L. Día	"	"	5,080	"
87	H. O.	Rápido	"	B. Frío	183.0	"	6,200	11%
87	"	"	"	L. Día	"	"	5,170	"
110	"	"	"	B. Frío	244.0	"	8,980	12%
110	"	"	"	L. Día	"	"	7,520	"
110	V. H. O.	"	"	B. Frío	122.0	6,000	6,900	20%
110	"	"	"	L. Día	"	"	5,900	"
160	"	"	"	B. Frío	183.0	"	11,100	"
160	"	"	"	L. Día	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. Frío	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. Día	"	"	13,300	"
110	P. Groove	"	PG-17	B. Frío	122.0	"	6,900	"
110	"	"	"	L. Día	"	"	6,150	"
160	"	"	"	B. Frío	183.0	"	10,900	"
160	"	"	"	L. Día	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. Frío	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. Día	"	"	13,300	"

INCANDESCENTES

WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL								
15	125	Media	A-15	Perla	8.6	1000	144	13%
25	"	"	A-19	"	9.8	"	265	15%
40	"	"	"	Cl. o Per.	10.5	"	470	9%
60	"	"	"	"	"	"	855	6%
75	"	"	"	"	"	"	1180	"
100	"	"	"	"	10.7	"	1720	"
150	"	"	A-23	"	14.8	"	2730	9%
200	"	"	PS-25	"	17.0	"	3750	"
300	"	"	PS-30	"	20.0	"	6000	12%
300	"	Mogul	PS-35	"	23.0	"	5700	"
500	"	"	PS-40	Claro	24.1	"	9900	"
750	"	"	PS-52	"	32.4	"	15600	"
1000	"	"	"	"	"	"	21600	15%
1500	"	"	"	"	"	"	33000	21%

REFLECTORES USO INTERIOR

30	125	Media	R-20	Difuso	10.2	2000	200	15%
50	"	"	"	"	"	"	430	"
75	"	"	R-30	Dif. o Con.	12.7	"	840	"
150	"	"	R-40	"	15.9	"	1725	"
300	"	"	"	"	"	"	3800	"
500	"	Med. Fald.	"	"	18.5	"	6500	"
500	"	Mod. Mes.	"	"	17.8	"	"	"
500	"	Mogul	R-52	Difuso	29.0	"	8300	"
750	"	"	"	"	"	"	12700	"

REFLECTORES USO EXTERIOR

75	175	Media	PAR-38	Dif. o Con.	15.6	2000	730	15%
150	"	"	"	"	"	"	1730	"
300	"	Med. Prot.	PAR-58	"	12.70	"	3650	"
500	"	"	PAR-64	"	15.3	"	6000	"

ODO CUARZO (HALOGENAS)

WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL								
500	120	R7S-15	T30/CI-RSC	Claro	11.6	2000	10,500	12%
1000	220	"	"	"	18.6	"	22,000	"
1500	"	"	"	"	25.4	"	33,000	"
2000	"	F-4	"	"	33.0	"	44,000	"

b.2)

NIVELES DE ILUMINACION

	LUXES		LUXES	
	I.E.S. 95%	S.M.I.I. 95%	I.E.S. 95%	S.M.I.I. 95%
I. EDIFICIOS INDUSTRIALES				
ACERO (Vaseo, Herraje y Acero)				
ADUJALADORES, MANUFACTURA DE				
Maquedo de las	800	300		
ARCILLA y CEMENTOS, PRODUCTOS DE				
Molenda, prensa, filtrado, hornos de secado, secado y devorado	300	300		
Esmerilado, pintura y vidrio (Trabajo burdo)	1000	600		
Pintura y vidrio (Trabajo fino)	3000a	1700a		
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE				
Ensamblado de carro	800	300		
Ensamblado de carro	1000	800		
Ensamblado final e inspección	2000a	1100a		
Manufactura de carrocería				
Ensamblado	1000	800		
Partes	700	400		
Acabado e inspección	2000a	1100a		
AVIONES, MANUFACTURA DE				
Partes				
Fabricación	1000	500		
Inspección	2000a	1100a		
Acabado de ensamblado				
Teñido, rematado y acabado de los aviones	700	400		
CUARTO PINTURA				
Trabajo sobre aviones, formado partes para aviones de fuselaje y alas	1000	600		
Soldadura				
Trabajo en general	800	300		
ILUMINACION LOCALIZADA	10000	6000		
Submontaje				
Trabajo de montaje, ajuste, acciones, alas y otros partes grandes	1000	600		
ENSAMBLADORA				
Construcción de motores, helices, seccionales y tren de aterrizaje	1000	600		
Inspección de las nuevas ensambladas y su ajuste	1000	600		
Reparación con máquinas herramienta	1000	600		
ASEMBLADO				
De los aviones de madera	2000	1700		
AZUCAR, REFINERIAS DE				
Destilación	500	300		
Inspección	2000	1100		
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA DE				
A la gran escala	500	300		
CARBON, VERDE, DE				
Destilación: destilado y lavado	100	60		
Destilación	3000a	1700a		
CERILLAS				
Trabajo de corte	300	200		
Envasado, embalaje y transporte de materia prima en máquinas y banco	500	300		
Trabajo final de máquina y banco, lavado y acabado final	1000	600		
CERVECERIAS INDUSTRIALES				
Elaboración y lavado de cerveza	300	200		
Envasado y embotellado (con servicio)	500	300		
CUARTOS DE CONTROL, Vaseo Planta, Generación				
DULCES INDUSTRIALES				
Destilación de Doble				
Destilación, selección, extracción, de azúcar, destilado y refinación almidón	500	300		
Lavado del grano, selección, inspección, empaquetado y embotellado	500	300		
Molenda	1000	600		
Elaboración de crema				
Mezclado, selección y molinado	500	300		
Partidas de goma y azúcar	500	300		
Decoración al horno	1000	600		
Caramelo				
Mezclado, selección y molinado	500	300		
Corte y selección				
Elaboración de paste y estructura	1000	600		
EMPACADORAS DE CARNE				
Metalero (Retro)				
Limpado, empaquetado, lavado, molinado, envasado y empaquetado	1000	600		
ENLADERACION				
Doblado, ensamblado, empaquetado, cortado, pintado y cocido	700	400		
Grado en reales e inspección	2000a	1100a		
ENLATADORAS DE CONSERVAS				
Clasificación de frutas				
Jeringas	1000	600		
Otras muestras	800	300		
Clasificación por color (tablas de control)	2000a	1100a		
Preparación				
Selección preliminar				
Clasificación y duras	500	300		
Jeringas	1000	600		
Ajustes	1500	900		
Cortado y picado	1000	600		
Selección final	1000	600		
Envasado				
Envasado en bodega, sin tin	1000	600		
Envasado en aluminio	1000	600		
Empaquetado a mano	500	300		
Inspección	1000	600		
Inspección de muestras empaquetadas	2000a	1100a		
Mantenimiento de empaques				
Inspección	2000a	1100a		
Inspección y empaquetado	300	200		
ENSAMBLADO				
Trabajo de corte	300	200		
Trabajo de corte de ver	800	300		
Moldeo	1000	600		
Moldeo	8000	3000		
Estirado	10000	6000		
ENSAYOS O PRUEBAS				
General	800	300		
Instrumentos, extracción, moldeo, etc.	2000a	1100a		
EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA DE				
Embotellado	500	300		
Acabado, embobinado	1000	600		
Fusión	1000	600		
ESTRUCTURAS DE ACERO, MANUFACTURA				
TURBINA	500	300		
EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE	300	200		
FORJADO, TALLERES DE	500	300		
FUNDICIONES				
Templado (Horno)	300	200		
Limpado	500	200		
Mecánica de operaciones				
Famos	1000	600		
Medios	500	300		
Inspección	5000a	3000a		
Fina	1000	600		
Madura	1000	600		
Moldeo				
Mediano	1000	600		
Grande	200	200		
Cortado	800	300		
Selección	500	300		
Cubierta	200	100		
Embrague	200	200		
GALVANOPLASTIA	300	200		
GARAJES AUTOMOVILES Y CAMIONES				
Taller de Servicio				
Reparación	1000	600		
Arreas activas de tráfico	200	100		
Garajes para estacionamiento				
Entrada	800	300		
Espacio para circulación	100	100		
Espacio para estacionamiento	50	50		
GRANJAS				
Establo y Galpón	100	100		
GRABADO (CERA)	2000a	1100a		

	LUXES	
	I.E.S.	S.M.I.I.
	99%	95%
QUANTES, MANUFACTURA DE		
Planchado y cortado	3000s	2000s
Tecido y clasificado	1000	800
Cuando e inspección	6000s	3000s
HANGARES		
Servicio de reparación (estructuras)	1000	800
HIERRO Y ACERO, FABRICAS DE		
Cuanto de compresores y máquinas	200	100
HIERRO Y ACERO, MANUFACTURA DE		
Hornos de hogar abierto	100	60
Plato de amacronaje		
Plato de carga	200	100
Resaltadores de vaciado		
Fornos de ensayo	200	100
Plataformas de control	300	200
Plato de moler	60	30
Colado	300	200
Almacenamiento de coque	100	60
Bodega de pesado	100	60
Inspecciones	300	200
Plato de destino de	200	100
Plato de pesada	100	60
Edificio de mezcla	300	200
Edificio de construcción	100	60
Sala de pesada	100	60
Molinos de laminación de		
Ligotes, planchas, soleras y láminas en caliente	300	200
Laminación en frío de placas	300	200
Tubo semia laminado	500	300
Tubo estructural y planchas	300	200
Molinos de laminación de Hoyle		
Estañado y galvanizado	800	300
Laminación en frío	800	300
Cuanto de motores y máquinas	300	200
Inspección		
Rebobado de lámina negra, ligotes y bobinas	1000	600
Hojalata y otras superficies brillantes	1000	600
HULE, PRODUCTOS		
Preparación de la materia prima	300	200
Plasticación, molida y Banbury	500	300
Plástico en cañales		
Preparación de la tela		
Cortado y tubo final de	800	300
Productos de extrusión	800	300
Productos moldeados y vulcanización	500	300
Inspección	2000s	1100s
PAPEL, MANUFACTURA DE		
Paños, telas, telas de papel y detergentes	300	200
Triturado, pulpa y empapelado, llenado y de ensayo	500	300
PAPEL, PRODUCTOS		
Industria química		
Cuanto de máquinas y almacenes botellas	300	200
Baterías	500	300
Levaduras de azúcar	100	60
Levaduras de azúcar	300	200
Equipo refrigeración	300	200
Llenado, inspección	1000	600
Mantenimiento y talleres de máquinas (sin partes)	800	300
Laboratorios	1000	600
Plantas de azúcar	300	200
Separadores y cuartos refrigerados	300	200
Tanques, buses	800	300
Termómetro (tubo de azúcar)	500	300
Cuanto de papel (almacenamiento)	300	200
Inspección	700	400
LAMINA DE HIERRO Y ACERO, TRABAJOS EN		
Planos, guillotinas, transferencias, trabajo		
moldeo de barras	500	300
Punzadoras y rechazado	300	200
Inspección, estañado y galvanizado	2000s	1100s

	LUXES	
	I.E.S.	S.M.I.I.
	99%	95%
LAVADO Y PLANCHADO, INDUSTRIAS DE:		
Clasificación y selección	800	300
Lavado en seco, húmedo y vaporizado	800	300
Inspección y desmanchado	6000s	3000s
Compuertas y modificaciones	2000s	1100s
Planchado	1500	900
LAVANDERIAS		
Lavado	300	200
Planchado de blancos, pasado, hacer listas, marcado	500	300
Planchado a máquina y selección	700	400
Planchado fino a mano	1000	600
LLANTAS DE HULE Y CAMARAS:		
MANUFACTURA DE		
Preparación materia prima:		
Plasticación, molida y Banbury	300	200
Plástico en cañales	600	300
Preparación de la tela		
Cortado y construcción de cajas	500	300
Máquinas para las cámaras y recubrimiento	500	300
Construcción de llantas:		
Llantas sólidas	300	200
Llantas neumáticas	500	300
Departamento de vulcanización:		
Cámaras y llantas	200	100
Inspección final	2000s	1100s
Envoltura	500	300
MOLINOS DE HARINA		
Molinos, armadores, purificadores	500	300
Empacado	300	200
Inspección de producción	1000	600
Limpieza, cargadores, análisis, tolvas	300	200
PAN, INDUSTRIAS DE		
Cuanto de mezclado	500	300
Cuanto de fermentado	300	200
Formado:		
Pan blanco	300	200
Pastelillos y pan dulce	800	300
Cuanto de hornos	300	200
Refinado y otros ingredientes	500	300
Decorador:		
Mecánico	500	300
Manual	1000	600
Baterías y termómetros	300	200
Envoltura	300	200
PAPEL, MANUFACTURA DE		
Baterías, molinos, calandras	300	200
Acabado, cortado, recorte y máquinas para hacer el papel	500	300
Cortado a mano, todo húmedo de la máquina de papel	700	400
Cuanto de máquinas de papel, inspección y laboratorio	1000	600
Envoltura	1500	900
PIEL, MANUFACTURA DE (TENERIAS)		
Limpieza, curado y estirado, pelar	300	200
Cortado, encañado y encaño	800	300
Acabado	1000	600
PIEL, TRABAJO SOBRE		
Planchado, trozado y terminado	2000	1100
Clasificación, traslado, cortado y encaño	3000	1700
PIEDRA, TRITURADO Y CERNIDO DE		
Transportadores de bandas, seccion de descargo del tiro, cuartos de tolvas, interior de los depósitos	100	60
Cuanto de quebradoras primarias, quebradoras auxiliares (debajo de los depósitos)	100	60
Empacado	200	100
PINTURAS, MANUFACTURA DE		
Inspección general	300	200
Compuertas de las mezclas con las muelas o patrones	2000s	1100s
PINTURAS, TALLERES DE		
Pintura por inmersión o baño con pistola de aire, esmalte a fuego	500	300

	LUXES	
	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Punto, pintura ordinaria a mano y decorada, roscado especial y con plantilla	500	300
Absorbido de pintura a mano:		
Trabajo fino	1000	600
Trabajo extra fino (carrocerías, pianos)	3300e	1700e
PLANTAS GENERADORAS		
Equipo de accionamiento fijo de alta presión, ventiladores y grupo de ventiladores, escape de cenizas	100	60
Auxiliares, sala de acumuladores, bombas alimentadoras de cadenas, tanques, compresores y arca de manómetro	700	100
Plataformas caudales	100	60
Plantas quemador	700	100
Cuarto de cables, nave de bombas o circuito de aire	100	60
Transportador carbon, pulverizadores, alimentadores, bocanillas, pulverizador, área de ventilaciones, torre de rambomb	100	50
Condensadores, grupo de accionador, grupo de accionador y grupo calentadores	100	60
Cuarto de control:		
Superficie vertical de los tableros "Simplex" o sección del "Duplex" vendida hacia el operador:		
Tipo A.-Cuarto de control largo, 170 cm., primer piso	500	300
Tipo B.-Control de cuarto estándar: 170 cm., sobre el piso	300	200
Sección de "Duplex" vendida desde cualquier ángulo	300	200
Papel de distribución (nivel horizontal)	500	300
Área dentro de los tableros "Duplex"	100	60
Fase posterior de cualquiera de los tableros (vertical)	100	60
Alumbrado de emergencia en cualquier área	30	20
Tablero de accionamiento:		
Plano horizontal (nivel de la mesa)	500	300
Superficie vertical del tablero (175 M. sobre el piso) hacia el operador:		
Cuarto de accionador sistema de carga	500	300
Cuarto de accionador secundario	300	200
Área para tanques de hidrógeno y trabajo de carbón	700	100
Laboratorio químico	600	300
Frecuenciadores	100	60
Caja de relés	200	100
Plataforma, soldadores de fusión o arco	100	60
Cableajes para vapor y válvulas	100	60
Cuarto de interruptores de potencia	200	100
Cuarto para grupo telefónico	200	100
Túneles o galerías para tuberías	100	60
Sub-sistema (parte inferior turbina)	200	100
Cuarto de turbinas	200	100
Área para tratamiento de agua	200	100
Plataforma para visitantes	200	100
PULIDORAS Y BRUNIDORAS QUÍMICA, INDUSTRIAS		
Hornos manuales, tanques de lavado, secadores estacionarios, cristalizadores por gravedad y estacionarios	300	200
Hornos mecánicos, generadores y deshidratadores, secadores mecánicos, evaporadores, filtrado, cristalizadores mecánicos, decantadores	300	200
Tanques para coque, extracción, lavado por filtrado, celdas electroquímicas	300	200
SOMBREROS, MANUFACTURA DE		
Tafido, lavado, gomeado, lavado y refinado	1000	600
Formado, calada, realizado, terminado y planchado	2000e	1100e
Coleto	6000e	3000e
SOLDADURA		
Iluminación general	500	300
Soldadura Manual de precisión con arco	1000e	6000e

	LUXES	
	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
TABACO, PRODUCTOS DE		
Secado, desmolidamiento (iluminación general)	300	200
Clasificación y selección	2000e	1100e
TALLERES MECÁNICOS		
Trabajo fino de maquinaria y bancos	500	300
Trabajo mediano de maquinaria y banco, máquinas automáticas primarias, terminado bueno, punto mediano	1000	600
Trabajo fino de maquinaria y banco, maquinarias automáticas finas, terminado mediano, punto fino	6000e	3000e
Trabajo extra fino de maquinaria y terminado fino	10000e	6000e
TALLERES TEXTILES ALGODÓN		
Abrones, mezcladoras, batientes	300	200
Caldas y estridores	500	300
Fabricadores, verticos, tróncos y caloneas	500	300
Empujadores y Engomadores		
Telas de	500	300
Mezclados	1500	900
Inspección:		
Telas crudas lavadas a mano	1000	600
Acido automático	1500e	900e
Telares	1000	600
Repaso y atado a mano	2000e	1100e
TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMBRES		
Almivras, mezcladoras y batientes	300	200
Clasificación	1000e	600e
Cardado, peinado y remolado	300	200
Estrado:		
Hilo blanco	800	500
Hilo de color	1000	600
Tróncos:		
Hilo blanco	800	500
Hilo de color	1000	600
Telares:		
Hilo blanco	300	200
Hilo de color	800	500
Urdidores:		
Hilo blanco	300	200
Hilo blanco (en el punto)	1000	600
Hilo de color	1000	600
Hilo de color (en el punto)	3000e	1700e
Tenido		
Telas blancas	1000	600
Telas de color	2000	1100
Cuarto de sales crudas:		
Quitar nada de la tela	1800e	900e
Comido	3000e	1700e
Distasido	700	400
Acabado húmedo	800	500
Tafido	1000e	600e
Acabado en seco:		
Despejado, acondicionamiento y planchado		
Corte	700	400
Inspección	1000	600
Distasido	2000e	1100e
700	400	
TALLERES TEXTILES SEDA Y SINTÉTICOS		
Manufactura:		
Revolución, lavado húmedo y preparación de telas	300	200
Operaciones lavado, redondeado y coneres, lavado de faldas, engrasado:		
Hilo pleno	300	200
Hilo dividido	2000	1100
Urdidores (telas)		
En estado, finales de carrera, desdoblado, lanzadas y pliegados	1000	600
Repaso en hilo y en el punto	3000e	1100e
Telado	7000	3000
TAPICERÍA DE AUTOMOVILES, MUEBLES, ETC.	1000	600

	LUXES	
	I.E.S. 89%	S.M.I.I. 95%
TELA, PRODUCTOS DE		
Inspección tela	2000a	1000a
Cortado	300a	200a
Costura	800a	300a
Panchado	300a	200a
TIPOGRAFÍAS, INDUSTRIAS		
Fundición de tipos		
Manufactura matrices, acabado de tipos	1000	800
Preparación de tipos, selección	800	300
Fundición	800	300
Impresión		
Inspección de colores	2000a	1100a
Linotipos y cajetas	1000	600
Presas	700	400
Mesa de formación	1500	900
Corrección de pruebas	1500	900
Electrotipo		
Montado, rehecho, acabado, enviado, molidos y recortado	1000	800
Gainanoplastia	800	300
Fotografía		
Gratado al fondo y montado	800	300
Rehecho, acabado, nuevas, entintado	1000	600
VIDRIO, FABRICAS DE		
Cuarto de Hornos y mezcladores, prensado, máquinas sopladoras y templado	300	200
Emmerado, cortado, plateado	800	300
Emmerado fino, lavado, pulido	1000	800
Inmersiones graduado y decoración	2000a	1100a
ZAPATOS DE PIEL, MANUFACTURA DE		
Laminado, recubrimiento, molinos de ingreso	300	200
Barridos, vulcanizado, calandras, cortado parte a parte y suelas	800	300
Reducción de suelas, procesos de hechar y acabado	1000	600
ZAPATOS DE PIEL, MANUFACTURA DE		
Cortado y costura		
Talón de cortado	3000a	1700a
Montado, ojaleo, entrecado, selección, remendado y costuras	3000a	1700a
Costeo		
Materiales claros	800	300
Materiales oscuros	3000a	2000a
Medura y acabado	2000	1100
7 OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS		
AUDITORIOS		
Para exposiciones	300	200
Para espectáculos	150	100
Para grandes espectáculos	50	50
BANCOS		
Vestibulo (iluminación general)	800	300
Pagadores, cajeros y recibidores	1600	900
Gerencia y Correspondencia	1500	800
BIBLIOTECAS		
Sala de lectura	700	400
Anuales	300	200
Reparación de libros	800	300
Archivos y catalogos	700	400
Menú clasificadores de saídas y entradas de libros	700	400
CENTRAL DE BOMBROS		
Traseo Equilibrado (Módulo de)		
CLUBES		
Sala de descanso y de lectura	300	200
CORREOS		
Vestibulo, sala de espera	300	200
Correspondencia selección, etc	1000	600
CORTES DE JUSTICIA (O TRIBUNALES)		
Areas de sientos (público)	300	200
Para el juez	700	400

	LUXES	
	I.E.S. 89%	S.M.I.I. 95%
EDIFICIOS MUNICIPALES, BOMBEROS Y POLICIA		
Policia		
Archivos de identificación	1500	800
Cedulas y cuartel para interrogatorios	300	200
Bomberos:		
Dormitorios	700	100
Sala recreativa	300	200
Garaje carros bombe	300	200
ESCUELAS		
Salones de clase	700	400
Salones de dibujo (sobre recortador)	1000a	600a
Lecturas de movimientos de labios (sobre-mudos), pizarrones, costura	1800a	900a
GALERÍAS DE ARTE		
Iluminación general	300	200
Sobre pinturas (localizado)	300a	200a
Sobre mixturas y otras exhibiciones	1000a	600a
IGLESIAS		
Altar, recibidos	1000a	600a
Coro (O) y presbiterio	300a	200a
Pulpito (iluminación adicional)	500a	300a
Nave principal de la iglesia (iluminación general)	180a	100a
Ventanales empotrados,		
Color blanco	600	300
Color-mediano	1000	600
Color obscuro	8000	3000
Ventanal muy denso	10000	6000
MERCADOS		
Edogoy y Cuartos de Almacenamiento:		
Activos	200	100
Inactivos	80	50
Carnicerías, Barbacoas, Pasterías	800	300
Cocinas (Areas de trabajo)	800	300
Comedores	300	200
Cuartos de máquinas	300	200
Frigoríficos y Accesorios eléctricos	600	300
Lavadoras para verduras y verduras	500	300
Materiales, vendidos y zapaterías	800	300
Muebles y artículos para el hogar	300	200
Papelarias, libros y sujetos	600	300
Plataformas de descarga	200	100
Sanitarios y baños	100	100
Verduras, frutas, flores y plantas	600	300
MUSEOS (Vaseo Gerencia de Arte)		
OFICINAS		
Proyectos y diseños	2000	1100
Contabilidad, auditoria, máquinas de contabilidad	1600	800
Tribuna ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivo activo o continuo	1000	600
Archivos intermitente o discontinuo	700	400
Sala de Conferencias, entrevistas, salas de recibo, archivos de poco uso o sean las áreas en las cuales no se exige la fijación de la mesa en forma propiamente	300	200
PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA	1000	600
TEATROS Y CINEZ		
Sala de espectáculos		
Durante Inspecciones	50	50
Durante exhibición	1	1
Vestibulo	200	100
Sala de descanso (oyer)	50	30
TERMINALES Y ESTACIONES		
Sala de espera	300	200
Litona de llegada	1000	600
Oficina de check equiper	800	300
Vestibulo	100	60
Andenes y Plataformas	200	100
3. HOSPITALES		
Sala de preparación y anestesia	300	200

	LUXES	
	I.E.S. 95%	S.M.I.I. 95%
Anfiteatro (iluminación gen.)	700	100
Central de instrumentos esterilizados:		
Iluminación general	300	200
Alfaro apilés	1500	900
Sala de Catóscopos:		
Iluminación general	1000	800
Mesa Catóscopos	25000	14000
Sala dental:		
Cuarto de espera	300	200
Cincha dental (iluminación gen.)	700	400
Sala dental	10000	8000
Laboratorio (banco de trabajo)	1000	600
Sala de recuperación	90	30
Sala de electroencefalogramas:		
Oficina	1000	600
Cuarto de trabajo	300	200
Sala de espera	300	200
Sala de emergencia:		
Iluminación general	1000	800
Iluminación localizada	20000	9000
Sala de electroencefalogramas, de metabolismo y de muestra:		
Iluminación general	200	100
Mesa de muestra	500	300
Sala de reconocimiento y tratamiento:		
Iluminación general	500	300
Mesa de reconocimiento	1000	800
Sala para ojos, oídos, nariz y garganta:		
Cuarto oscuro	100	80
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	500	300
Sala de Fracturas:		
Iluminación general	800	300
Mesa de Fracturas	2000	1100
Laboratorio:		
Cuartos de trabajo	300	200
Mesa de trabajo	800	300
Trabajo más preciso	1000	800
Ventilado	300	200
Salas de reposo:	300	200
Quartos para archivar historias clínicas	1000	800
Sala de Rayos X:		
Radiografía y fluoroscopia	100	80
Terapia superficial y profunda	100	80
Cuarto oscuro	100	80
Sala para ver placas	300	200
Archivos, radiado	300	200
Closet de blancos	100	70
Quartel (a infantil):		
Iluminación general	100	90
Mesa de reconocimiento	700	400
Cuarto de juego, pediatría	300	200
Obstétrica:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	300	200
Sala de preparación	300	100
Sala de parto (iluminación gen.)	1000	800
Mesa para parto	25000	14000
Farmacia:		
Iluminación general	300	200
Mesa de trabajo	1000	800
Iluminación activa	300	200
Cuartos privados y salas comunes:		
Iluminación general	100	80
Iluminación localizada (lectura)	300	200
Área para observación del paciente	100	80
Tratamiento con isótopos radioactivos:		
Laboratorio radioquímico	300	200
Mesa de reconocimiento	800	300
Cincha:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	1000	800
Sala de operaciones, iluminación general	1000	800
Lancho de cirugía	300	200
Mesa de operaciones	28000	14000
Sala de metabolismo	300	200
Terapia:		
Física	300	100
Ocupacional	300	200

	LUXES	
	I.E.S. 95%	S.M.I.I. 95%
Sala de espera	300	200
Cuarto utilitario	200	100
Puerta de enfermería:		
Iluminación general	200	100
Escritorio	500	300
Mostrador para medicinas	1000	800
4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS		
AUTOMOVILES, SALAS DE EXHIBICION (Véase tiendas)		
CASAS (Véase residencias)		
Alumbrado nocturno:		
Zonas comerciales principales:		
General	2000	1100
Atracciones principales	10000	8000
Zonas comerciales secundarias:		
General	2000	1100
Atracciones principales	10000	8000
COCINAS (Véase restaurantes e residencias)		
ESCAPARATES (a)		
Alumbrado diurno:		
General	1000	600
Atracciones principales	5000	3000
GASOLINERAS:		
Área de servicio	300	200
Cuarto de ventas	500	300
Estantes	1000	600
HOTELES:		
Recepción:		
Iluminación general	100	80
Para lectura y escritura	300	200
Administración	800	300
Vestibulo:		
Área de trabajo y lectura	300	200
Iluminación general	100	200
Muebles	800	300
JOYERIA Y RELOJES, MANUFACTURA DE RESIDENCIAS		
Tareas especiales especiales (1):		
Ángulo del mostrador	300	200
Cocina (sobre fregadero y área superficial de trabajo)	800	300
Lavadero, mesa de planchado	800	300
Cuarto de estudio (sobre escritorio)	700	600
Comera	1000	600
Iluminación general:		
Entradas, halls, escaleras y descanso de escaleras	100m	80m
Salas, comedores, reuniones, cuartos de estudio, bibliotecas y cuartos de recreo o juego	100m	80m
Cocina, lavandería, cuartos de baño	300	200
RESTAURANTES Y CAFETERIAS		
Área de comidas:		
Cajero	800	300
Del tipo íntimo:		
Con ambiente ligero	100	80
Con ambiente pesado	30	30
Del tipo ordinario:		
Con ambiente ligero	300	200
Con ambiente pesado	180	100
Del tipo servicio rápido		
Cafetería:		
Ingeniería, electricidad y servicio	100	100
Otras áreas	300	200
BALONES DE BAILES		
TIENDAS (a)		
Área de circulación:		
Área de mercancías:		
Con servicio de vendedoras	1000	800
Autoservicio	2800	1100
Mostradores y vitrinas al aire:		
Con servicio de vendedoras	2000	1100
Autoservicio	800	3000

	LUXES		
	I.E.S. 80%	S.M.I.J. 85%	
Atracciones principales:			
Casa privada de vendedores	8000	3000	
Auservicio	10000	6000	
B. AREAS COMUNES			
BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO			
Inactivas	80	80	
Activas:			
Para aceites	100	80	
Para medianas	200	100	
Para fines	500	300	
ELEVADORES DE CARGA Y PASAJE:			
KIOS	200	100	
ESCALERAS	200	100	
PASILLOS Y CORREDORES	300	100	
BAÑOS Y TOCADORES			
Iluminación general	100	80	
Escopio	300	200	

Dado que en el curso de 10 años, los niveles de iluminación recomendados por el I.E.S. para Alumbrado Exterior, Area Deputada y transportes, prácticamente no han variado teniendo presente durante sus diez primeros resultados en su aplicación, la Sociedad Mexicana de Ingenieros de Iluminación, A.C. - Illuminating Engineering Society - Mexico Chapter, aprueba lo siguiente: los niveles mínimos de iluminación, semidifusas presunta que los sujetos en que se aplican, son servicios públicos y en el caso de los espectáculos deportivos, son de pago y suscripciones de teleseñal.

	LUXES		
	I.E.S. 80%	S.M.I.J. 85%	
B. ALUMBRADO EXTERIOR			
ALUMBRADO DE PROTECCIÓN:			
Atradores de áreas activas de embarque	80		
Atradores de edificios	10		
Áreas de almacenamiento activas	15		
Entradas			
Activas (estacion y/o transportes)	30		
Inactivas (normalmente semidifusas, no suaves con frecuencia)	10		
Linterna de propiedad			
Desplazamiento por medio de la técnica de proyección (iluminación de dentro hacia afuera)	1.8		
Técnica de iluminación general	2		
Iluminación general áreas inactivas	2		
Plataformas de carga y descarga	200		
Utilizaciones y estructuras de importancia	80		
ASTILLEROS			
Iluminación general	80		
Caminos, sendas	100		
Áreas de construcción	300		
BANDERAS, ILUMINACIÓN CON PROYECTORES			
(Véase Títulos para boletines y cartones)			
CALLES	8		
CAMINOS	8		
CANTERAS	80		
CARBÓN, PATIOS PARA los protección			
Activas	2		
CARRILLERAS	8		
DRAGADO	20		
EDIFICIOS			
Iluminación general	100		
Tiendas de almacenamiento	20		
ESTACIONAMIENTOS	80		
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS			
Iluminación con proyectores:			
Atradores brillantes:			
Superficies claras	150		
Superficies medio claras	200		
Superficies medio oscuras	300		
Superficies oscuras	500		
Atradores oscuros:			
Superficies claras	50		

Superficies medias claras	100
Superficies medio oscuras	180
Superficies oscuras	200

FERRICARRIL, PATIOS DE

De recepción	2
Clasificación	3
GASOLINERAS:	
Atradores brillantes:	
Acceso	30
Callejón para coches	80
Áreas bombas de gasolina	200
Fachadas adicionales (de vidrio)	300v
Área de servicio	70
Atradores oscuros:	
Acceso	15
Callejón para coches	18
Área bombas de gasolina	200
Fachadas adicionales (de vidrio)	100v
Área de servicio	30

JARDINES (p)

Iluminación general	8
Senderos, escaleras, letreros de la casa	10
Para senderos de la casa, bancos, paredes, árboles, arbustos	20
Para jardines activos	80

JULCIN y arboles, cuando se quieren hacer atractivos	80
--	----

MADEIRAS PARA CONSTRUCCIÓN, PATIOS DE MUELLES

PATIOS DE ALMACENAMIENTO Inactivos	10
Activos	200
PLANTAS GENERADORAS	200
Paseos	20
Vidrieros de carga	1
Cambio de carbón	
Barras (Zona de carga y descarga)	80
Área almacenamiento de carbón	8
Vidrieros de carga	8
Vidrieros	80
Área almacenamiento de carbón	20
Temperaturas	80

ENTRADAS:

Edificio de servicio o generación:	
Principal	100
Secundaria	20

CERRA DE COMPUESTOS:

Entrada de compuestos	100
Entrada transportadora	80

COSES O ALMAGRE:

Colectores de entrada del aceite combustible	80
Tiempo de almacenamiento aceite	10

PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA:

Carrones	50
Entre a e lo largo de los edificios	10
Que no están bordeados por edificios	8

ILUMINACIÓN GENERAL HORIZONTAL:

Iluminación vertical específica (acrobrominaciones)	20
Iluminación vertical específica (acrobrominaciones)	30

PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA:

Interior de los lugares	300
Exterior	100
Exterior	80

TABLEAU PARA BOLETINES, CARTELONES O LETREROS:

Atradores brillantes:	
Superficies claras	800
Superficies oscuras	1000

Atradores oscuros:

Superficies claras	200
Superficies oscuras	800

7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS

ALBERCA	
Iluminación general desde la planta alta	100

LUXES
1 E 8
S.M.I.I.

Baño en agua		
Exterior		1
Interior		1
ARQUERIA		
Bianco		
Torneo		100
Recreativo		50*
Línea de srs.		
Torneo		100
Recreativo		50
BADMINTON		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
BASEBALL	Jardines	Cuadro
Ligas mayores	1000	1500
Ligas AA y AAA	500	750
Ligas A y B	300	500
Ligas C y D	200	300
Ligas semi-profesionales y regionales	150	200
Ligas menor (Clase I y Clase III)	300	400
Sobre eventos durante juego	20	
Sobre eventos antes y después del juego	50	
PALEY BALL	Jardines	Cuadro
Universitario y profesional		500
Centro de Colegios y Secundaria, con espectadores		300
Sin espectadores		200
Recreativo (estático)		100
BILLARES (sobre mesa)		
Torneo		500
Recreativo		300
Área general		100
BOLICHES		
Mesa		
Torneo		200
Recreativo		100
Pinos		
Torneo		500*
Recreativo		300*
BOL DE LUCHA (ring)		
Campeonato		5000
Profesional		2000
Amateur		1000
En eventos durante el encuentro		20
En eventos antes y después del encuentro		50
CARRERAS		
De motor (autos, motos o motocicletas)		200
Recreativas		200
Caballo		200
Pavos		300
CROQUET		
Torneo		100
Recreativo		50
FRONTENIS		
Profesional		1000
Amateur		750
Shoos y platos		50
FRONTON D CESTA		
Profesional		1500
Aficionados		1000
Sobres y platos		100
FRONTON A MANO		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
FOOTBALL SOCCER Y AMERICANO		
Indicador: Distancia de la línea de banda o filo más ancho de espectadores		
Clase I más de 30 Mts.		1000
Clase II entre 15 y 30 Mts.		500
Clase III entre 9 y 15 Mts.		300
Clase IV menos de 9 Mts.		200
La distancia que hay entre los espectadores y el campo de juego, es la primera consideración para determinar la clase y cantidad de		

LUXES
1 E 8
S.M.I.I.

alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de pagé y televisión, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el factor determinante que debe tomarse en cuenta para la cual se de la siguiente clasificación: Clase I para más de 30,000 espectadores; Clase II de 10,000 a 30,000 espectadores; Clase III de 5,000 a 10,000 espectadores y Clase IV para menos de 5,000 espectadores.		
GINNASIOS (gimnasios y deportes específicos enumerados en forma separada)		
Exhibiciones, encuentros		300
Para recreación y ejercicio general		200
Asambleas		
Baños		50
Repáralos y ventiladores		100
GOLF, CAMPOS DE PRACTICA		
Iluminación general sobre los "Tees"		100
A 185 Mts.		50*
Práctica en un "green"		100
HOCKEY SOBRE HIELO		
Universitario o profesional		500
Liga amateur		200
Recreativo		100
PATINAJE		
Pista para patines de ruedas		50
Pistas para patinar sobre hielo (interior o exterior)		10
Luz para patinaje o área inundada		50
PING PONG		
Torneo		500
Club		300
Recreativo		200
PLAYAS		
En tierra		10
A 50 Mts. de la orilla (en mar)		30*
PLAZA DE TOROS		
En el ruedo		1000
Pañuelos, sábanas, platos, gradas		50
SHUFFLE BOARD		
Torneo		100
Recreativo		50
SKIES, RAMPA DE PRACTICA		5
SOFTBALL	Jardines	Cuadro
Profesional y de campeonato	300	500
Semi-profesional	200	300
Ligas industriales	150	200
Recreativo	75	100
TENNIS		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
B. ALUMBRADO DE TRANSPORTES		
AEROPUERTOS		
Plataforma frente hangares		10
Plataforma frente edificio de la terminal		
Área de estacionamiento		5
Área de carga		20
AUTOBUSSES		
Urbanos		300
Interurbanos		150
AUTOMOVILES		
Sobre plazas		5
AVIONES		
Compartimientos pasajeros		
Iluminación general		50
Luz de lectura (en aviones)		200
BARCOS		
Comarotas		50*
Luzes, sobre plano de lectura		150
Escudo, sobre casa		500
Baños		50
Pañuelos y corredores		50
Escaleras		

	LUXES I.E.S. S.M.I.I.		LUXES I.E.S. S.M.I.I.
Paseos	100	Baterías	800u
Trípulacion	80	Diseños portales	200u
Estación pasajeros	300u	Versiones	30
Salas de descanso, pasajeros y oficinas	100u	Central telefónica	100u
Cuartos de experimentación tripulación	200	Cuarta para almuerzo	80
Sobres mesas	300	Áreas de aparcamiento	
Comedor pasajeros	100u	Cuartos interiores (áreas de trabajo)	100u
Salón comedor, oficinas y tripulación	100	Cuarta estancias (áreas de trabajo)	100u
Sobres mesas	180	Cuarta ventiladores	80
Bibliotecas	100	Cuartos grupos Motor-Generador	80
Para lectura	300	Cuartos de generación y tablero de control	
Salones fumadores	80	Cuarta de montacargas	100
Cubiertas cerradas	100	Cuarta de bombas	80
Pequeño y salón de belleza	200	Tablero de control, iluminación vertical	
Sobre la persona	800	Para día	300
Salones de Cocktail y Casino	80u	A 90 cms desde el piso	100
Salón de baile	80u	Cuarta del movimiento del tambor	80
Piscinas, play as interiores	120u	Tablero de medición y control (iluminación vertical)	10
Tendidos	200u	Sobre medidores	300
Teatros:		Tánel del eje	30
Durante el espectáculo	1	Storage rack para cargamento (Unidad de alumina permanente)	10u
Intermedio	80	Carga y descarga de cargamento refrigerado	
Comunión	200		30u
Hospital:		Tablero	200
Sala de operaciones	800u	Escritorio fabric	500
Sala dentista	300u	Escritorio de la tripulación	
Dispensario	300u	Área sobre escritorio	80
Sala de enfermos	80u	Área adyacente a la subestación	30
Oficina doctor	200u	CARRROS DE F.F.CC. PARA CORREO	
Sala de espera	100u	Bufetes de correo y cajas para correo	300
TIRO AL BLANCO		Almohadillas correo	180
Sobre el blanco	800	CARRROS DE F.F.CC. PARA PASAJEROS	
Línea de tiro	100	Escritorio y lectura	
Área intermedia	80	Generación	200
Cultura de radio, vestíbulo pasajeros	100u	Salón estación	400
Motorizador para pasajeros oficina embarco	200	Selección de tarifas	
Áreas de navegación		General	150
Timonera (sobre puente de mando)	80	Equipos	300
Cuarto de mapas	80	Sanitario	80
Sobre mesa de mapas y Carta de Navegación	800	Carga comedor	180
Cuarta del radar	80	Casinos	100
Cuarta de brújulas	80	Áreas sociales	200
Cultura de radio	100u	Escritorio y puertas	100
Oficina del barco	200	TRAMVÍAS Y TROLÉ BUSES	300
Sobre escritorio y mesa de trabajo	800		
Para subestación de líneas y audiotape	800	Iluminación a 90 cms.	300u
Cuarta de registro (cuartito brújulas)	100	VOLLEYBALL	100
Sobre escritorio	800	Tennis	200
Áreas de servicio		Reservorio	100
Cafetería	200u	WATER POLO	
Lavandería	150u	Tennis	300
Despacho	150u	Club	200
Reparación	150u	Reservorio	100
Reparación comida	200u		
Almacén comida (con y con refrigerador)	80		
Comunicación	150u		
Impresión	300u		

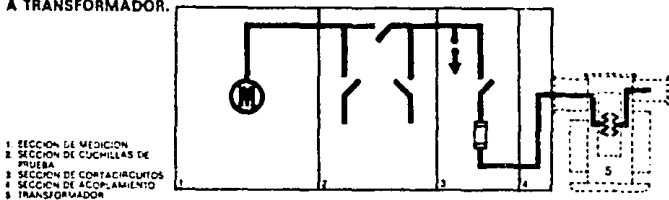
NOTAS

- Se puede obtener con la combinación de iluminación general y iluminada suplementaria especializada, manteniendo las relaciones de brillantez recomendadas. Estas tareas suelen generalmente hacer intervenir la documentación de los detalles delicados por largos períodos de tiempo y bajo condiciones de contraste reducido. Para dar la iluminación requerida, es necesario usar una combinación del alumbrado general antes indicado más el alumbrado suplementario especializado. El diseño e instalación de estos sistemas combinados no deberá únicamente proveer una cantidad suficiente de luz, sino que también deberá dar la dirección apropiada a la luz, difusión y además protección al ojo humano. Deberá también, tanto como sea posible, alentar el deslumbramiento directo o reflejado como sombras desagradables.
- Los pinturas o cuadros con colores oscuros y con detalles delicados o finos, deberán tener una iluminación de 2 a 3 veces mayor.
- El mismo tema una iluminación mayor de los 1000 Luxes, es necesario para hacer resaltar la belleza de los estatuas.
- La iluminación se puede reducir o aumentar durante el sermón, la introducción o la meditación.

APENDICE C

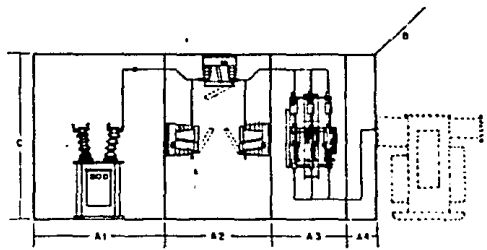
C.1) ARREGLOS BASICOS EN SUBESTACIONES COMPACTAS

SUBESTACION CON CUCHILLAS DE PRUEBA, 3 SECCIONES Y ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.



* Subestación Abierta en posición lateral Derecha

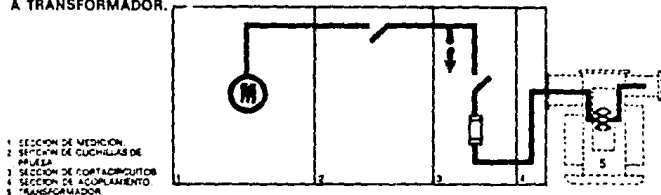
A. 1/2 3/4 FRENTE.
 B. FONDO.
 C. ALTURA.
 D. PLISO



DIMENSIONES SUBESTACION INTERIOR

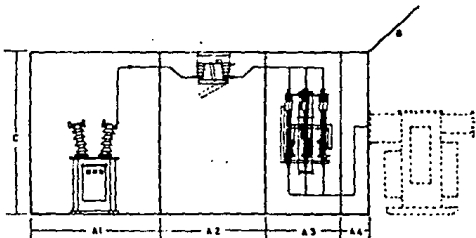
TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
	KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C
7.5	1000	1300	2100	250	1400	1300	2100	300	1000	1300	2100	325	300	1300	2100	150
15	1000	1300	2100	250	1400	1300	2100	300	1000	1300	2100	325	450	1300	2100	175
23	2000	2000	2600	325	1600	2000	2600	390	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200
34	1800	2000	3070	425	2100	2000	3000	490	1650	2000	3000	550	600	2000	3000	260

SUBESTACION CON CUCHILLAS DE PASO, 2½ SECCIONES Y ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.



* Se muestran dibujos en posición abierta. Derecha

A 1/3ª FRONTE
B FONDO
C ALTURA
D PESO



DIMENSIONES SUBESTACION INTERIOR

TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
	KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C
7.5	1000	1300	210	250	700	1300	2100	180	1000	1300	2100	325	300	1300	2100	150
15	1000	1300	2100	250	700	1300	2100	180	1000	1300	2100	325	450	1300	2100	175
23	2000	2500	2600	325	700	2000	2600	230	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200
34	1800	2000	3000	425	1000	2000	3000	490	1850	2000	3000	550	800	2000	3000	280

- c.2) TABLA PARA SELECCIONAR FUSIBLES PARA UNA ADECUADA PROTECCION DEL TRANSFORMADOR DE ACUERDO A SU VOLTAJE Y CAPACIDAD.

TENSION DE SERVICIO K V	CAPACIDAD TRANSFORMADOR KVA											
	75	112.5	150	225	300	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
INTENSIDAD NOMINAL DE LOS FUSIBLES EN AMPERES												
2.4	40	63	100	160	160	250	—	—	—	—	—	—
4.16	25	40	40	63	100	160	200	315	—	—	—	—
6/7.2	16	25	40	40	63	100	160	200	315	—	—	—
13.8	10	10	16	25	25	40	63	100	125	160	200	—
20/23	6	6	10	16	16	25	40	63	100	125	160	160
34.5	—	6	6	10	16	25	40	40	63	—	—	—

c.3)

RESISTENCIA Y REACTANCIA DE CONDUCTORES CABLEADOS DE COBRE
EN OHMS/KILOMETRO (3 CONDUCTORES POR DUCTO)

CALIBRE AWG o MCM	EN DUCTO MAGNETICO				EN DUCTO NO MAGNETICO			
	DE 600 VOLTS Y 5 KV SIN BLINDAJE		DE 5 KV CON BLINDAJE		DE 600 VOLTS Y 5 KV SIN BLINDAJE		DE 5 KV CON BLINDAJE	
	X	R	X	R	X	R	X	R
8	0.2473	2.6600	0.2820	2.6600	0.1980	2.6600	0.2260	2.6600
8 +	0.2473	2.5780	0.2820	2.5780	0.1980	2.5780	0.2260	2.5780
6	0.2250	1.6720	0.2610	1.6720	0.1797	1.6720	0.2066	0.1672
6 +	0.2250	1.6270	0.2610	1.6270	0.1797	1.6270	0.2086	1.6270
4	0.2074	1.0530	0.2440	1.0530	0.1660	1.0530	0.1950	1.0530
4 +	0.2074	1.0230	0.2440	1.0230	0.1660	1.0230	0.1950	1.0230
2	0.1920	0.6630	0.2250	0.6630	0.1532	0.6626	0.1794	0.6626
1	0.1870	0.5250	0.2214	0.5250	0.1496	0.5250	0.1771	0.5250
1/0	0.1771	0.4200	0.2083	0.4200	0.1417	0.4166	0.1663	0.4200
2/0	0.1750	0.3350	0.2087	0.3380	0.1397	0.3313	0.1653	0.3350
3/0	0.1700	0.2640	0.1985	0.2670	0.1361	0.2510	0.1583	0.2640
4/0	0.1630	0.210	0.1912	0.2130	0.1305	0.2076	0.1528	0.2010
250	0.1624	0.1811	0.1870	0.1830	0.1300	0.1775	0.1456	0.1794
300	0.1617	0.1522	0.1850	0.1560	0.1292	0.1480	0.1480	0.1509
350	0.1610	0.1240	0.1843	0.1270	0.1289	0.1207	0.1476	0.1230
400	0.1607	0.1168	0.1797	0.1190	0.1286	0.1132	0.1440	0.0114
450	0.1575	0.1056	0.1765	0.1080	0.1260	0.0997	0.1410	0.1023
500	0.1530	0.0964	0.1725	0.0980	0.1223	0.0905	0.1381	0.0931
600	0.1519	0.0843	0.1693	0.870	0.1217	0.0780	0.1351	0.0807
750	0.1460	0.0708	0.1630	0.0731	0.1168	0.0640	0.1299	0.0666

+ Conductores sólidos (alambre)

c.4)

FACTOR DE POTENCIA, DE CORTO CIRCUITO EN %	RELACION X/R DE CORTO CIRCUITO.	FACTORES A UTILIZAR PARA OBTENER LAS CORRIENTES INDICADAS, 1/2 CICLO DESPUES DEL COMIENZO DE LA FALLA.		
		CORRIENTE MAXIMA INSTANTANEA DE PICO, EN AMPERES.	CORRIENTE MAXIMA R.M.C. EN UNA FASE.	CORRIENTE TRIFASICA PROMEDIO EN AMPERES R.M.C.
		M_p	M_m	M_u
0		2.828	1.732	1.394
1	100.00	2.785	1.696	1.374
2	49.993	2.743	1.665	1.355
3	33.322	2.702	1.636	1.336
4	24.979	2.663	1.598	1.318
5	17.974	2.625	1.568	1.301
6	16.623	2.589	1.540	1.285
7	14.251	2.554	1.511	1.270
8	13.460	2.520	1.485	1.256
9	11.066	2.487	1.460	1.241
10	9.9301	2.455	1.436	1.220
11	9.0354	2.424	1.413	1.216
12	8.2733	2.394	1.391	1.204
13	7.6271	2.364	1.372	1.193
14	7.0721	2.336	1.350	1.182
15	6.5912	2.309	1.330	1.171
16	6.1695	2.282	1.312	1.161
17	5.7947	2.256	1.294	1.152
18	5.4649	2.231	1.277	1.143
19	5.1672	2.207	1.262	1.135
20	4.8990	2.183	1.247	1.127
21	4.6557	2.160	1.232	1.119
22	4.4341	2.138	1.218	1.112
23	4.2313	2.110	1.205	1.105
24	4.0450	2.095	1.192	1.099
25	3.8730	2.074	1.181	1.093
26	3.7138	2.054	1.170	1.087
27	3.5661	2.034	1.159	1.081
28	3.4286	2.015	1.149	1.075
29	3.3001	1.996	1.136	1.070
30	3.1798	1.978	1.130	1.066
31	3.0669	1.960	1.121	1.063
32	2.9608	1.943	1.113	1.057
33	2.8606	1.926	1.105	1.053
34	2.7660	1.910	1.098	1.049

continuación.

FACTOR DE POTENCIA, DE CORTO CIRCUITO EN %	RELACION X/R DE CORTO CIRCUITO	FACTORES A UTILIZAR PARA OBTENER LAS CORRIENTES INDICADAS, 1/2 CICLO DESPUES DEL COMIENZO DE LA FALLA.		
		CORRIENTE MAXIMA INSTANTANEA DE PICO, EN AMPERES. I_p	CORRIENTE MAXIMA R.M.C. EN UNA FASE I_m	CORRIENTE TRIFASICA PROMEDIO EN AMPERES R.M.C. I_a
35	2.6764	1.849	1.091	1.046
36	2.5916	1.878	1.084	1.043
37	2.5109	1.863	1.078	1.039
38	2.4341	1.848	1.073	1.036
39	2.3611	1.833	1.068	1.033
40	2.2913	1.819	1.062	1.031
41	2.2246	1.805	1.057	1.028
42	2.1608	1.791	1.053	1.026
43	2.0996	1.778	1.049	1.024
44	2.0409	1.765	1.045	1.022
45	1.9845	1.753	1.041	1.020
46	1.9303	1.740	1.038	1.019
47	1.8780	1.728	1.034	1.017
48	1.8277	1.716	1.031	1.016
49	1.7791	1.705	1.029	1.014
50	1.7321	1.694	1.026	1.013
55	1.5105	1.641	1.015	1.008
60	1.3333	1.594	1.009	1.004
75	1.1691	1.553	1.004	1.002
75	1.0202	1.517	1.001	1.001
75	0.8819	1.486	1.0006	1.0004
80	0.7500	1.460	1.0002	1.00005
85	0.6198	1.439	1.00004	1.00002
100	0.5000	1.414	1.00000	1.00000

Datos publicados por la National Electrical Manufacturers Association

c.5)

REACTANCIA POR POLO, DE INTERRUPTORES DESCONECTADORES
PARA BAJA TENSION (600 VOLTS O MENOS)

CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR EN AMPERES	REACTANCIA (X) EN OHMS
200	0.0001
250	0.000095
300	0.00009
350	0.000085
400	0.00008
600	0.00008
800	0.00007
1000	0.00007
1200	0.00007
1600	0.00005
2000	0.00005
3000	0.00004
4000	0.00004

Nota: Los valores tabulados corresponden a la frecuencia de 60 Hz.

APENDICE D

PLANTAS ELECTRICAS COMERCIALES

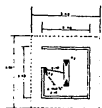
Capacidad Kw 60 Hz		Dimensiones Aproximadas				Peso KG	Notas
Cont.	Emer.	Largo MM	Ancho MM	Altura MM			
37	71	1581	727	1143	111		
75	51	1811	717	114	114		
60	50	1691	717	114	114		
50	50	2242	737	114	114		
100	100	2442	737	1143	114		
125	125					2	
150	150						
100	110	3277	951	1443	225	3	
125	137	3177	931	1443	210	3	
150	155	3177	931	1443	210	3	
200	231	3277	951	1443	210	3	
275	300	3777	981	1443	251	3	
350	375	3777	981	1443	270	3	
425	300	3177	1016	1443	351	3	
515	350	3277	1016	1443	350	3	
325	365	3505	1245	1727	367	3	
350	400	3505	1245	1727	375	1	
410	450	3505	1245	1727	363	1	
410	520	3377	1116	1727	375	3	
425	500	3177	1116	1727	375	3	
510	600	3277	1116	1727	375	1	
670	670	4547	1306	1950	520	1	
675	750	4547	1306	1950	520	1	
725	770	4547	1306	1950	520	1	
870	900	4877	1306	1950	645	1	
900	1000	5365	1505	2240	916	1	
900	1100	5365	1505	2240	925	3	
1000	1200	5365	1505	2240	925	1	

B I B L I O G R A F I A

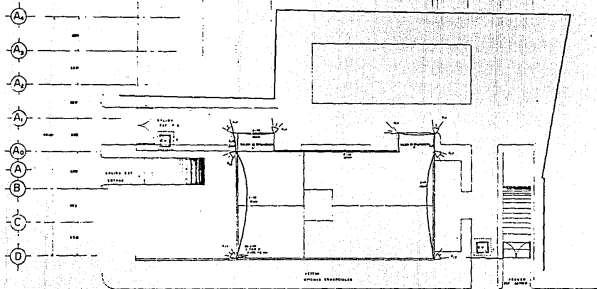
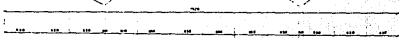
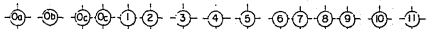
1. Manual del Alumbrado
Westinghouse
Ed. Dossat
2. Luminotecnia
José Ramírez Vázquez
Ed. CEAC
3. IES Lighting Handbook
Reference Volume 1981
Ed. Illuminating Engineering Society of North America
4. Fundamentos de Lámparas e Iluminación
Willard Alphin
Ed. Sylvania Internacional
5. Manual Técnico de Cables de Energía
Condumex
Ed. McGraw Hill
6. Instalaciones Eléctricas Prácticas
Becerril, Onésimo
Ed. IPN
7. Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia
William D. Stevenson
Ed. McGraw Hill
8. Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Mediana y
alta Tensión.
Enríquez Harper
Ed. Limusa
9. Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e In-
dustriales.
Enríquez Harper
Ed. Limusa
10. Introducción al Análisis de los Sistemas Eléctricos de
Potencia.
Enríquez Harper
Ed. Limusa

11. Análisis y Diseño de Sistemas Eléctricos para Plantas Industriales.
Irwin Dazar
Ed. Limusa
12. Conductores Electricos y Alambre Magneto
CONELEC
13. Instalaciones Eléctricas Industriales
Pedro Camarena
Ed. Continental
14. Apuntes sobre Subestaciones Eléctricas
SELMEC
15. Manual de Operación y Mantenimiento de Plantas Eléctricas de Emergencia
SELMEC
16. Manual de Cálculos de Ingeniería Eléctrica
Seidman, Mahrous, Hicks
Ed. McGraw Hill
17. Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas
Ediciones Andrade
18. Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas
SECOFI
19. Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas
Enriquez Harper
Ed. Limusa
20. Ante Proyecto del Sistema de Fuerza y Alumbrado del Centro de Control de Tránsito Aéreo
Tesis Profesional IPN
Carranza Chevez Alejandro René
21. Proyecto de una Subestación reductora tipo intemperie para una Potencia de 25 MVA
Tesis Profesional UNAM
López Flores Sergio
22. Fusibles, Análisis de Operación y Selección
Velasco Solís Jesús
Ed. Limusa

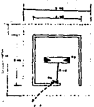
23. Control de Motores Eléctricos
Walter N. Alerich
Ed. Diana
24. Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica
General Electric
25. Catálogo
Diagramas de Alambrado
Squared de México
26. Catálogo
Interruptores Termomagnéticos
Squared de México
27. Catálogo Condensado
Federal Pacific
28. Catálogo
Focos S.A.
Sylvania
29. Catálogo
Fusibles
Federal Pacific
30. Apuntes del Curso
Instalaciones Eléctricas para Edificios
Impartido en Palacio de Minería
Facultad de Ingeniería, 1960



CAJETA DE VIGILANCIA I



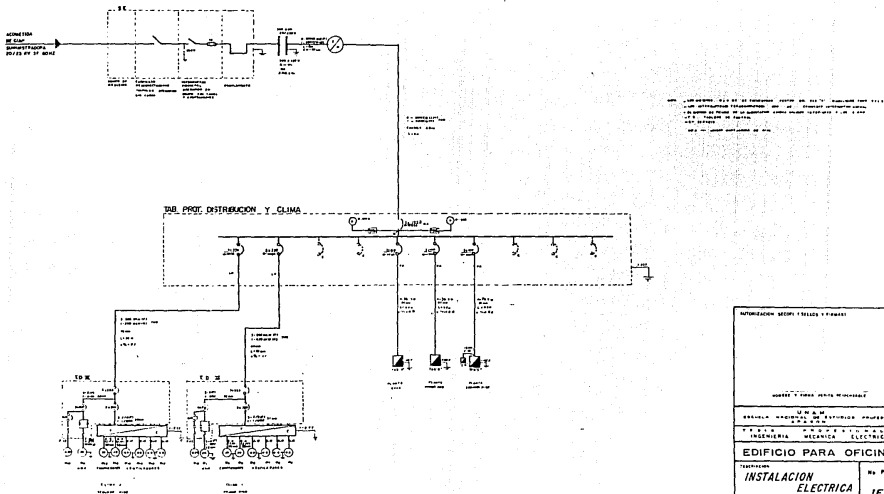
CONTEXTO DE LOCALIZACION



CAJETA DE VIGILANCIA II

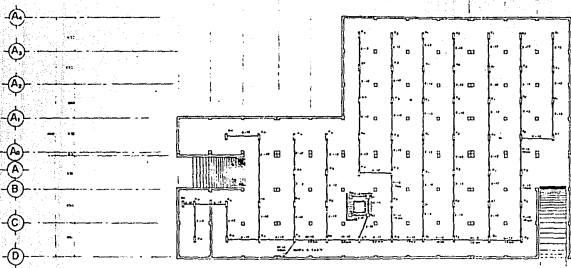
PLANTA DE CONJUNTO

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
AUTOR: ING. MANUEL CASTO C.	
ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA PROFESIONALES	
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
TIPO DE OBRA:	Nº PLANO:
INSTALACION ELECTRICA	IE-01
ALUMBRADO EXTERIOR	
UBICACION: LEONARDO DE VINCO, ESQ. PARRANDI	
CALLE: CALLE DE LOS HERMANOS MARTEL, 27	
PROYECTO:	PROYECTISTA:
E. ZOD	ING. MANUEL CASTO C.
FECHA:	CLIENTE:
NOVIEMBRE	ING. PAUL BERNARDINI



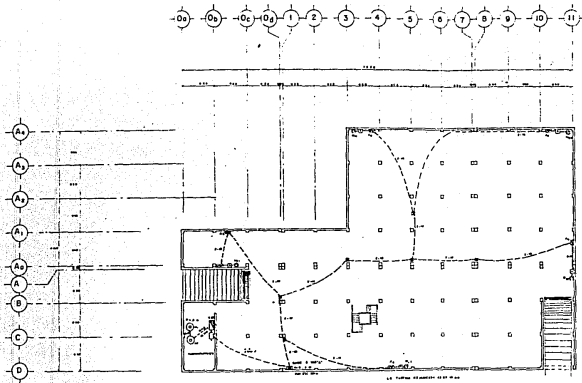
INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
AUTOR Y TITULO DEL PROYECTO	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA PROFESIONAL	
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA	
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
TITULO	NO PLANO
INSTALACION ELECTRICA	1E-02
DIAGRAMA UNIFILAR	
AUTOR: LEONARDO DE VITO, EDO REMBRANDT	
COL. STA. DE MONTECITO, MIFC/UC, UF	
ESCALA	ANEXO
SIN	ESTR. MANUEL LOBATO C
PROYECTOS	NO HA, SUPLEN VERA

0a 0b 0c 0d 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

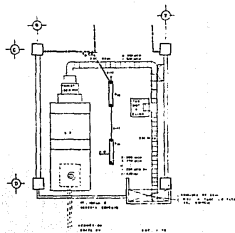
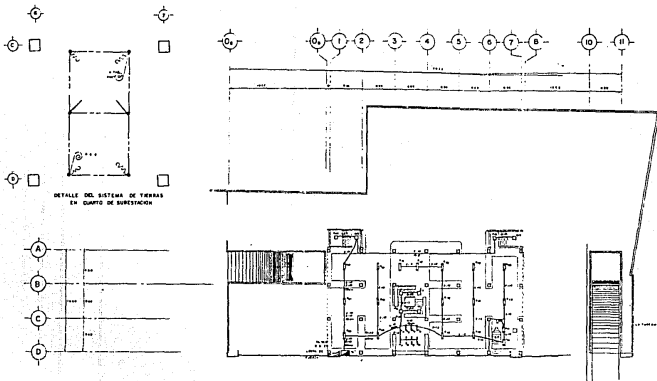


PLANTA SOTANO (alumbrado)

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINA	
PROYECTO	NO. PL:
INSTALACION ELECTRICA	1E-0
PLANTA SOTANO (alumbrado)	
AUTOR: LEONARDO DE VILCO, ESO MEXICANO C.D. STA. ROSALBA, MEXICO, DF	
ESCALA	PROYECTO
1:200	VICTOR MANUEL LOBATO
REVISOR	FECHA
MIGUEL	10.05.66



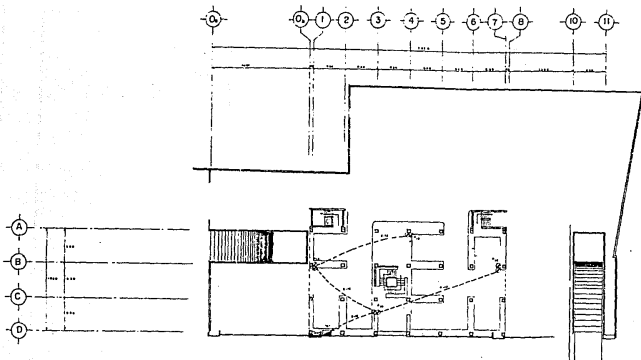
AUTORIZACION (SEÑAL Y FIRMA)	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
FACULTAD DE INGENIERIA	
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
IDENTIFICACION	NO. PLANO
INSTALACION ELECTRICA PLANTA SOTANO (CONTACTOS)	1E-01
AUTOR: LEONARDO DE VINO, EGO PEREZMANET C.D. DIAZ DE SOTOMAYOR, MATEOS, ET	
ESCALA: 1:200	PROYECTO: VICTOR MANUEL LOMATO C.
ABRIL 1968	REVISOR: ING. PAUL BARRON VERA



SIMBOLOGIA

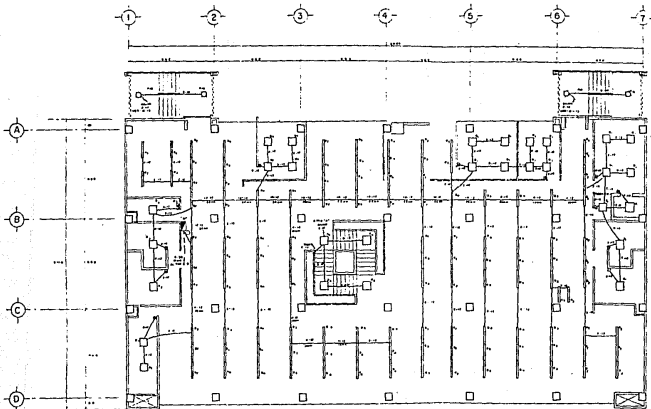
- CABLE DE TIERRA
- TUBERIA DE TIERRA DE TIPO "E" EN UNO O VARIOS PUNTOS
- TUBERIA DE TIERRA DE TIPO "E" EN UNO O VARIOS PUNTOS
- TUBERIA DE TIERRA DE TIPO "E" EN UNO O VARIOS PUNTOS
- TUBERIA DE TIERRA DE TIPO "E" EN UNO O VARIOS PUNTOS
- TUBERIA DE TIERRA DE TIPO "E" EN UNO O VARIOS PUNTOS
- TUBERIA DE TIERRA DE TIPO "E" EN UNO O VARIOS PUNTOS
- TUBERIA DE TIERRA DE TIPO "E" EN UNO O VARIOS PUNTOS

AUTOMACION MECANICA Y ELECTRICAS	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE GUATEMALA	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE GUATEMALA	
FACULTAD NACIONAL DE INGENIERIA PROFESIONAL	
TABLA DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICAS	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
RESUMEN	NO PLANO
INSTALACION ELECTRICA	IE-06
PLANTA BAJA (alumbado)	
AUTOR: LEONARDO DE VINO, EDO HENRIKSEN CON: SIMON MORALES, WILFRIED OF	
ESCALA: 1:200	PROYECTO: VICTOR MANUEL LIBATO C
FECHA: INDICADA	ALUMNO: ING. RAÚL GUERRA JARA



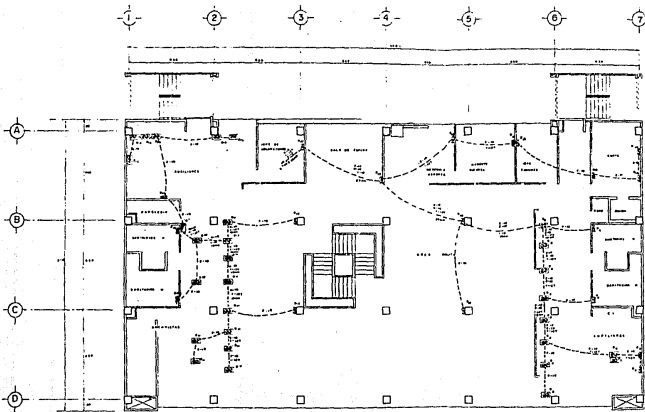
PLANTA BAJA (CONTACIOS)

INFORMACION DESEÑO Y BELLER Y FIRMAS	
DISEÑO POR ERNESTO RAMÍREZ DE ESTUdios PROPIA S. DE A. S.	
TÍTULO PROFESIONAL INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
DESCRIPCION INSTALACION ELECTRICA PLANTA BAJA (CONTACTOS)	No. P. 1E-1
UBICACION: CARRANZO DE VINO, 180 PUEBLO NUEVO COL. STA. RA MONTECITO, MEXICALCO, DF.	
ESCALA 1:200	PROYECTA VICTOR MANUEL LOMA
REVISIONES: MODIFICADA	ELABORADO POR ING. RAUL BARRON VILA



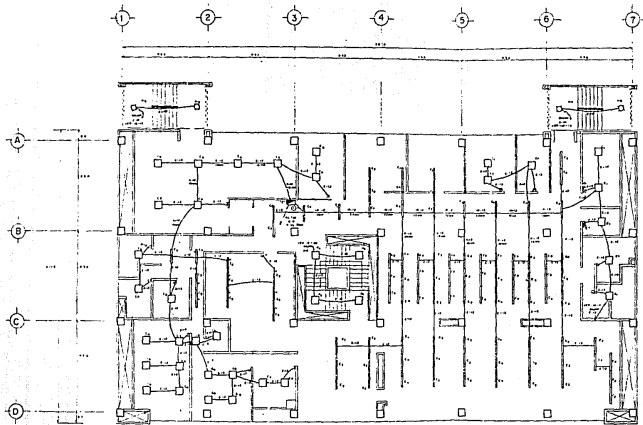
PLANTA 1er PISO (alumbreado)

AUTOPROTECCIÓN (SEPI) (SELLOS Y FIRMAS)	
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS COMITÉ VENEZOLANO DE NORMALIZACIÓN	
INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES I. N. E. P.	
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
DESCRIPCIÓN INSTALACION ELÉCTRICA PLANTA 1er PISO (alumbreado)	No. PLANO IE-08
AUTORES: LEONARDO DE VITO, EDU MARRASANT COL. STA. DE MONTECALO, M. I. C. D. C. C. F.	
ESCALA 1:75	PROYECTA JESÚS MARTEL LIBRATO C.
OBSERVACIONES INDICADO	FECHA 1963 MAR. 28 PUNTO VERA



PLANTA 1er piso (contactos)

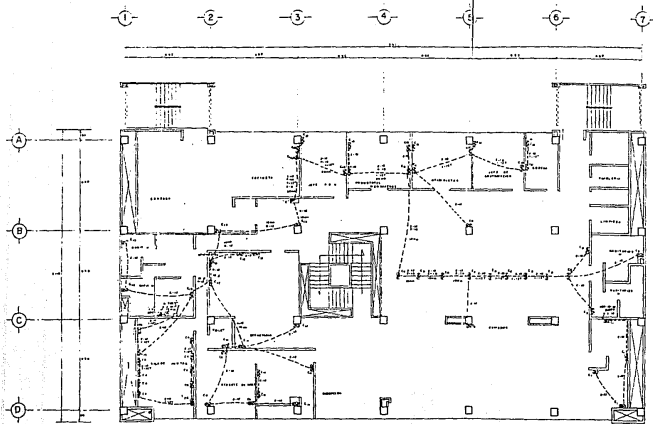
AUTORIZACION: MOPOT (SELO Y FIRMAS)	
<small> INGENIERO Y FÍSICO: HENRI MOYERMAN M. I. N. A. M. ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES S. M. C. S. M. T. E. S. T. A. S. A. S. INGENIERIA MECANICA ELECTRICA </small>	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
Muestra de: INSTALACION ELECTRICA PLANTA 1er PISO (contactos)	
No. PLANO IE-09	
UBICACION: LEONARDO DE VINCI, ESO ALVARADO 27 CD. STA. ROSA, HONDURAS, REPUBLICA DE	
FECHA: 1/78	PROYECTA: VICTOR MANUEL LONATO C.
LEGENDARIO: INDICADA	REVISOR: ING. RAÚL BARRÓN VERA



PLANTA 2º PISO (alumbreado)

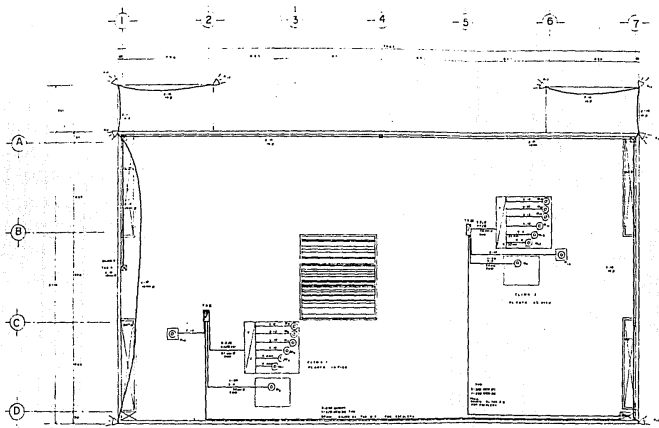
0 1:50
 LA ESCALA DE LOS PLANOS ES DE 1:50

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
MAPA 7 1955 HAZA REVOLUCIÓN U. N. M. S. P. SECRETARÍA NACIONAL DE DEFENSA PROYECTOS 200 470	
* * * * * INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA 2º PISO (alumbreado)	No. PLANO 1E-10
UBICACION: SECCION DE HINCL. 650 REPARTIDOR CAL. JIN. MA. NORONCAL, MEXICO, D.F.	
ESCALA: 1:75	PROYECTO: VICTOR MANUEL L'ABIED P. M.C.E.
DISEÑADO: MIGUEL	M.C.E. DR. RAFAEL RAMON VERA



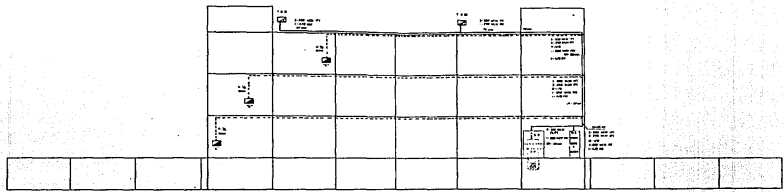
PLANTA 2º piso (contactos)

AUTORIZACION SCOPFI (VILLER Y PIRAGUI)	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES N.º 10	
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA 2º PISO (contactos)	Nº PLANO 1E-11
AUTORIDAD: LEONARDO DE VITO, ENG. INGENIERO CALLE 524 Nº MONTECALVO, ROSARIO, S.F.	
ESCALA: 1:75	PROYECTO: VICTOR MANUEL LOBATO C.
ASESORADO: INDICADA	SEÑALES: MAYOR BARRERA VITTA

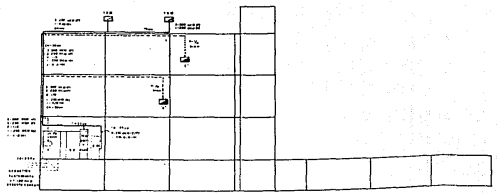


PLANTA AZOTEA

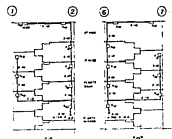
AUTORIZACIÓN: SEDEMI (SELLOS Y FIRMANA)	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE GUATEMALA	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
DESCRIPCION: INSTALACION ELECTRICA FUERZA	No PLANO IE-12
AUTORES: LEONARDO DE VARGAS, ESCOBAR GUERRA ING. DIAZ, ING. ANDRÉS DEL ROSARIO, ET AL	
ESCALA: 1/75	PROYECTISTA: VICTOR MANUEL LONARDO C.
REFERENCIAS: INDICADA	OBSERVACIONES: INDICADA



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL



ESCALERA DE EMERGENCIA

AUTORIZACION SECRETARÍA DE FOMENTO	
SECRETARÍA DE FOMENTO	
SECRETARÍA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
F O R M A A S O C I A C I O N E L E C T R I C A	
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	
EDIFICIO PARA OFICINAS	
DESCRIPCION	Nº PLANO
INSTALACION ELECTRICA ALIMENTADORES PRINCIPALES	IE-13
DISEÑADOR LEONARDO DE VIALI, ENO WERNERANDT CALLE 33A No. 400-1000, MEXICO, D.F.	
ESCALA 1:100	NO. DISEÑO VICTOR MANUEL LOBATO C.
ELECCIONES MEXICO	REGISTRO NO. FOLIO BARROSO VERA