

15
2eja

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE LA INSTALACION ELECTRICA DE UN COMPLEJO
INDUSTRIAL EN BASE A LA REGLAMENTACION OFICIAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

ARZATE HERNANDEZ, FCO. HUGO

CARMONA TORRES RAMIRO

GONZALEZ MEJIA JOSE ALVARO

MARTINEZ ACOSTA JOSE ARTURO

PUENTE MUÑOZ CUAUHEMOC

DIRECTOR: ING. JAVIER BROSA CURCO

CODIRECTOR: ING. M. ANTONIO MACIAS HERRERA

MEXICO, D.F. 1992.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



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.

PROLOGO

El presente trabajo está preparado con objeto de brindar a los proyectistas y profesionales en la carrera de Ingeniería eléctrica el conocimiento de los procedimientos de cálculo, especificaciones y diseño de instalaciones eléctricas sobre bases reales, de acuerdo con la reglamentación oficial, como un proyecto guía en base a los requerimientos de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE).

El concepto de instalación eléctrica es muy amplio, puede incluir desde pequeños centros de carga (casas habitación ó pequeños locales comerciales) hasta grandes complejos industriales ó almacenes de servicios. Las condiciones que debe cumplir cualquier instalación eléctrica son:

- Accesibilidad, en la instalación, operación y mantenimiento.
- Flexibilidad, en ampliaciones futuras.
- Seguridad, para el usuario.
- Confiabilidad, en cuanto a la continuidad en el servicio.
- Economía, de operación y mantenimiento.

En la actualidad no hay actividad del ser humano que no esté asociada directa o indirectamente con la energía eléctrica, además de que el consumo per cápita de electricidad, es tomado como un indicador del grado de desarrollo en cualquier país; podemos decir, sin temor a equivocarnos, que la función del Ingeniero Electricista es el eje alrededor del cual giran las actividades económicas, industriales, sociales y culturales requeridas para el progreso.

El desarrollo de los sistemas eléctricos a través del tiempo demuestra que la innovación tecnológica genera cambios que resultan en beneficio del país y de los usuarios, al elevar la confiabilidad del suministro de energía eléctrica a un menor costo.

Desde el 21 de febrero de 1950 estuvo vigente el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas (ROIE), el cual representaba los lineamientos y normas técnicas que deberían cumplirse en toda instalación eléctrica.

Con el paso de los años este reglamento se volvió obsoleto, por lo cual el 22 de junio de 1981 apareció en el Diario Oficial el Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE) que sustituye al ROIE, y que presenta "los requisitos que deben satisfacer las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de servicio y seguridad para las personas y su patrimonio".

Este reglamento esta acompañado de las NTIE y corresponde a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), a través de la Dirección General de Normas y Electricidad, el vigilar el cumplimiento de las NTIE.

Cabe agregar que "Competirá a la Secretaría sancionar administrativamente a los usuarios que violen los requisitos fijados por el presente ordenamiento y sus normas técnicas tomando en cuenta la gravedad del caso y en los términos previstos por la ley y su reglamento".

A manera de antecedente, cabe mencionar que la existencia de material de consulta en el área de las instalaciones eléctricas, en muchos de los casos se enfoca únicamente a una área específica de ésta. Lo que pretendemos es dar un campo más amplio de consulta, en el cual estén contenidos los métodos de cálculo más comunmente usados y cuyos resultados nos brinden soluciones que cumplan con las condiciones que marca el reglamento oficial contenido en las NTIE.

En el transcurso de la solución del proyecto propuesto, tanto las condiciones iniciales como los resultados preeliminares, serán ratificados en base a los artículos correspondientes de las NTIE. Además, se realizará la selección de equipo en base a catálogos de fabricantes de equipo eléctrico existente en el mercado.

Debido a que se pretende ejemplificar el mayor número de casos de instalaciones eléctricas de acuerdo con las NTIE, se tratará un caso particular para el estudio de las Instalaciones Especiales en cuanto a la forma de selección del equipo.

Se entiende por norma al conjunto de especificaciones en que se define y clasifica un material, producto, proceso o servicio, para que satisfaga las necesidades y usos a que esta destinado. La normalización es el proceso de definir y aplicar normas; está permite asegurar que una serie dada de requisitos, puedan comúnmente cumplirse con un mínimo de variedad, de una manera económica y reproducible. A través de la normalización se establecen referencias para juzgar la calidad de los diversos productos, procesos o servicios que se producen y utilizan.

No es nuestro tema de estudio la revisión de las NTIE en cuanto a su funcionalidad, pero sí es de importancia en las instalaciones eléctricas debido a que en ellas se establecen los requisitos técnicos, y muy en especial, los requisitos de seguridad mínimos que representan el uso y suministro de la energía eléctrica.

INDICE TEMATICO

CAPITULO 1. IMPORTANCIA DEL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

Metodología para la planeación de un sistema eléctrico. 5

CAPITULO 2. DEFINICION DEL PROYECTO. 22

Planta de tratamiento de aguas residuales. 24

Torre de enfriamiento. 25

Calderas. 26

Compresores. 27

Planta Metal-mecánica. 28

- Taller de Fundición. 29

- Taller Mecánico. 33

- Taller de Laminación. 34

Edificio. 39

- Conceptos de Ahorro de Energía. 43

Instalaciones especiales.

Gasolinera. 58

Areas comunes.

Embarque y recepción. 77

Estacionamiento. 77

CAPITULO 3. CALCULO Y ESPECIFICACION DE UNA INSTALACION ELECTRICA.

Conceptos sobre conductores eléctricos.	78
Canalizaciones eléctricas.	83
Protecciones.	93
Tableros.	100
Centro de Control de Motores.	109
Motores.	112
Cálculo de calibre de conductores.	112
Cálculo de protecciones.	123
Cálculo del conductor de puesta a tierra.	125
Cálculo del diámetro de la canalización.	126
Cálculo para motores.	128
Soldadoras. Cálculos.	137
Cálculo para circuitos alimentadores.	140
Contactos.	143
- Cálculo de conductores.	143
- Cálculo de protecciones.	146
- Conductor de puesta a tierra.	147
Cálculo de iluminación interior. Métodos.	149
- Método de Lumen.	151
- Método Punto por Punto.	155
- Cálculo en zona de compresores.	168
Iluminación exterior.	172
- Diseño de sistemas de iluminación con reflectores.	172
- Cálculo de iluminación exterior.	179
- Diseño de iluminación exterior, estacionamiento.	181
Tablas.	182
CAPITULO 4. CALCULO DEL CORTO CIRCUITO.	193
Naturaleza de las corrientes de corto circuito.	193
Fuentes de corto circuito.	195
Corriente Simétrica y Asimétrica.	198

Características de la corriente asimétrica.	200
Corriente total de corto circuito.	201
Tipos de fallas en Sistemas de Potencia.	201
Corto circuito trifásico.	202
Aplicación del método en por unidad.	207
- Cálculo de reactancias en por unidad.	208
- Diagrama de reactancias de secuencia positiva.	213
- Análisis de corto circuito monofásico.	217
- Diagrama de reactancias secuencia cero.	218
- Cálculo de corto circuito monofásico.	219
CAPITULO 5. SUBESTACIONES.	226
Introducción.	226
Normatividad.	226
Arreglos eléctricos.	231
Diseño de la Subestación.	240
- Tensión.	240
Tablero blindado Metal-Clad.	241
Subestaciones Compactas.	243
Cálculo del transformador	243
CAPITULO 6. SISTEMA DE TIERRAS.	248
- Antecedentes e Introducción.	248
- Puesta a tierra según las NTIE.	251
- Procedimiento de diseño.	256
- Diseño de la red de tierras del Metal-Clad	260
- Pararrayos	267
CONCLUSIONES	286
BIBLIOGRAFIA.	289

CAPITULO I

IMPORTANCIA DEL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

Se entiende como instalación eléctrica al conjunto de aparatos, conductores y accesorios destinados a la producción, distribución y utilización de la energía eléctrica. Las NTIE la definen como:

"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."

Las instalaciones eléctricas pueden tener distinto grado de complejidad dependiendo del lugar que ocupen dentro del conjunto de instalaciones y de la función a desempeñar.

En todo proyecto se debe conocer a grandes rasgos el proceso que a de llevarse a cabo, lo cual sirve para sentar las bases, características y estilo del diseño requerido para dicho proyecto. Aunque nuestro tema de estudio sean las instalaciones eléctricas, el proyectista no puede perder de vista las interrelaciones con otras especialidades como son: aire acondicionado, hidrosanitaria, telecomunicaciones, mobiliario y equipo, etc; así como el aprovechamiento de nuevas tecnologías de mejor y mayor eficiencia y de los recursos naturales que, sin detrimento de las condiciones constructivas y de funcionalidad ofrezcan al usuario seguridad y comodidad.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas se deben en ocasiones a la poca importancia que se le da al proyecto eléctrico, a pesar que el costo del sistema eléctrico es del 2 al 10 % de la inversión total, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y características del medio en que opera el equipo, la naturaleza de las cargas, el tipo de servicio al que se destinará y otras consideraciones importantes, se tendrán que tomar en la etapa constructiva soluciones que no son las más idóneas desde los puntos de vista de seguridad, funcionalidad y economía.

Los costos de la energía eléctrica dependen no sólo de la cantidad que se use como consumidor, sino también del factor de potencia y de la carga

demandada. En la actualidad se toma muy en cuenta la demanda que existe en horas picos, así como la demanda máxima que se tenga durante un cierto período de tiempo, por lo que muchas industrias cuentan ya con equipo interno para generar energía, especialmente durante un período pico, así como de limitadores de la demanda máxima para optimizar el consumo.

Los últimos acuerdos sobre los ajustes y reestructuraciones de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica contemplan nuevos esquemas tarifarios en media y alta tensión, así como tarifas especiales en horas de demanda máxima, demanda mínima o una combinación de ambas. Se considera el período punta al tiempo comprendido entre las 18:00 y las 22:00 horas, de lunes a sábado. A excepción de las regiones Baja California, Baja California Sur y Noroeste, para los cuales y durante los meses de junio a octubre será el tiempo comprendido de las 16:00 a las 22:00 horas.

Todo lo anterior ocasiona el que los consumidores utilicen en forma más eficiente este tipo de energía, evitando tener altos valores de demanda facturable.

Con el fin de lograr una óptima planeación del sistema eléctrico deben de participar: el personal de producción, el personal de mantenimiento, el personal de seguridad, el grupo de ingeniería industrial y los grupos de la construcción mecánica y civil.

Existen algunos factores o parámetros a tomar en cuenta para que una instalación eléctrica pueda considerarse adecuada, estos son:

Seguridad.- La seguridad del sistema es esencial, no se deben escatimar recursos para lograr un sistema lo más seguro posible para los operarios y en general para toda persona. La condición básica de seguridad, la establece el cumplimiento de la reglamentación correspondiente.

El objetivo primordial de las NTIE es la protección de la vida y las propiedades de las personas contra los riesgos que representan el uso y el suministro de la energía eléctrica. Sus requisitos deben considerarse como requisitos mínimos de seguridad y, en el caso general, su cumplimiento permite obtener un servicio satisfactorio; sin embargo estos requisitos mínimos casi

nunca representan las condiciones óptimas de servicio.

Confiabilidad.- El tiempo de interrupción tolerable dependerá del tipo de proceso, así como de la industria. Las fallas deben ser aisladas en el menor tiempo posible para evitar que los disturbios se propaguen a todo el sistema; el menor tiempo de desconexión de la falla dependerá tanto del tipo de protección como de la coordinación de las mismas.

Simplicidad de operación.- El sistema debe satisfacer todos los requerimientos del proceso y una vez logrado lo anterior el sistema debe ser tan simple como sea posible. Además, sus características deben ser congruentes con el equipo de fabricación nacional existente en el mercado.

Regulación de tensión.- Todos los equipos que utilizan energía eléctrica están diseñados para operar a una tensión específica, su funcionamiento será satisfactorio siempre que el voltaje aplicado no varíe más allá de ciertos límites. Por esto, se debe tener una máxima estabilidad en la tensión de alimentación y cuidarse dos aspectos:

a) Tener las previsiones necesarias para las caídas de tensión del suministro.

b) Diseñar los conductores de la instalación para que la última salida de un circuito derivado no sobrepase la caída de voltaje de 5 % permitida en las normas.

Al presentarse continuas variaciones de voltaje que excedan los límites nominales, se presentan aumentos de temperatura que pueden ocasionar desde una disminución en la vida útil del aislamiento hasta un incendio en el equipo o parte de la instalación afectada.

Flexibilidad.- Deben preverse algunos cambios en el flujo del proceso, dentro de lo económicamente factible. Las expansiones futuras también deben considerarse ya que, generalmente todas las industrias tienden a crecer. Esto es importante para la selección de tensiones, capacidades de equipo, espacio para instalación; lo cual debe estar especificado en el estudio económico correspondiente.

Se deben conocer las condiciones físicas locales como vibraciones, calor o frío, ambiente, condiciones de salinidad o acidez, nivel de humedad, exposición al aire que puede ser causa de deterioros físicos o químicos en los conductores, accesorios, aislamientos y contactos terminales. El tomar en cuenta estas condiciones con el voltaje del circuito, determinan la clase de aislamiento que deben llevar los conductores.

Aparte de las recomendaciones hechas anteriormente existe la sección 102 en las NTIE que contiene requisitos de carácter general aplicables a las instalaciones para el uso de energía eléctrica y el artículo 102.12, en especial, contempla ciertos criterios por considerar en el diseño de estas instalaciones:

a) Diseños amplios. Dentro de lo posible, no debe limitarse el diseño de la instalación a las condiciones iniciales de la carga, sino que debe dejarse un margen razonable de capacidad para tomar el aumento natural que tienen todos los servicios.

b) Centros de distribución. Deben localizarse los tableros o centros de distribución en lugares fácilmente accesibles, para comodidad y seguridad de funcionamiento.

c) Limitación de daños por fallas. Se recomienda limitar el número de conductores y circuitos alojados en una canalización o cubierta, a fin de minimizar el daño que pueda ocasionar un corto circuito o falla a tierra producido en alguno de ellos. En el capítulo 3 de estas Normas Técnicas se especifica el número máximo de conductores que se permite alojar en determinados tipos de canalizaciones.

d) Toda instalación eléctrica debe ejecutarse de acuerdo a un plano previamente elaborado; además cualquier modificación a la instalación debe anotarse en el mismo o en un nuevo plano. El plano actualizado de la instalación debe conservarse en poder del propietario del inmueble para fines de mantenimiento.

Lo anterior es independiente de que, en cada caso particular, exista o no la obligación de presentar planos de la instalación a la Secretaría, para

su aprobación, según lo establezca la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento.

Metodología para la Planeación de un Sistema Eléctrico

La parte inicial de un proyecto eléctrico es el establecimiento de las características generales del mismo desde el punto de vista de sus componentes y de las funciones de éstas. El siguiente procedimiento podrá guiar a la persona encargada en el diseño de un sistema eléctrico de distribución industrial.

- Levantamiento de cargas.
- Determinación de la demanda.
- Localización del equipo.
- Selección de tensiones.
- Compañía suministradora.
- Generación.
- Diagrama unifilar.
- Arreglo eléctrico.
- Expansiones futuras
- Protección.
- Análisis de cortocircuito.

Levantamiento de cargas

La carga se define como cualquier dispositivo adecuado para absorber o transformar la energía eléctrica, ya sea en energía luminosa (lámparas), energía mecánica (motores), energía térmica (calefactores), o en cualquier otra forma de energía, por los que estos elementos constituyen los dispositivos de utilización de energía eléctrica.

Las NTIE definen la carga eléctrica como: "la potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. (La carga puede variar en el tiempo, dependiendo del tipo de servicio).

El levantamiento de cargas es la localización del equipo en la planta, indicando sus características eléctricas (potencia, tensión, fases, calibre de los alimentadores, etc.). En ocasiones no es posible conocer la totalidad de las cargas, por lo que se recomienda estimarlas por área y/o función. Entonces, se emplean los índices propios en watts o VA por m² en base a instalaciones conocidas.

El artículo 102.14 de las Normas establece que la carga que va a estar conectada a una instalación debe repartirse en forma equilibrada entre el número de fases con que proporcione el servicio el suministrador, ajustándose a lo que a este respecto se establece en el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

Determinación de la Demanda

Puede entenderse como la suma de los kVA o kW nominales de la carga total conectada. Dado que algunos equipos operan a menos de su capacidad plena y otros lo hacen intermitentemente, la demanda resultante es menor que la carga instalada. Existen algunas definiciones muy útiles ligadas con este concepto y que a continuación se mencionan.

Demanda.- La carga eléctrica en las terminales de salida medida en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja), promediada sobre un intervalo específico de tiempo. El período de tiempo se denomina intervalo de demanda y puede ser de 15 minutos, 1/2 hora o 1 hora.

Demanda máxima.- La mayor de las demandas que han ocurrido durante un período de tiempo específico. Dentro de una curva de carga es el valor más elevado.

El valor de la demanda máxima anual es el valor que con más frecuencia se usa para la planeación de la expansión del sistema. La determinación de la demanda máxima es importante y si no se pueden obtener medidas precisas de ésta es necesario estimar su valor de la mejor manera posible para poder usar estos datos correctamente en el proceso de planeación.

Factor de demanda.- La razón de demanda máxima de un sistema a la carga total del sistema. Obviamente el factor de demanda es un número adimensional; por lo tanto, la demanda máxima y la carga del sistema o carga instalada se deberán considerar en las mismas unidades. También se conoce como factor de utilización.

Factor de diversidad.- La relación entre la suma de las demandas máximas individuales entre la demanda máxima del grupo de cargas. El factor de diversidad se puede referir a dos o más cargas separadas o se pueden incluir todas las cargas de cualquier parte de un sistema eléctrico o de un sistema complejo. En la mayoría de los casos es mayor que la unidad ($F_{div} > 1$).

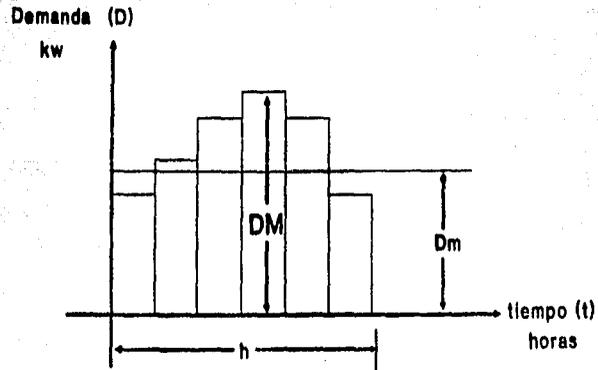
Factor de carga.- La razón de la carga promediada sobre un cierto período de tiempo a la demanda máxima ocurrida en ese período.

El pico de carga puede ser el máximo instantáneo o el máximo promediado en un intervalo (demanda máxima); en esta definición el pico de carga por lo regular se entiende como la mayor de todas las cargas promedio en un intervalo específico.

Los límites que puede observar el factor de carga son de $0 < F_c \leq 1$. Mientras que para fines prácticos se asume un factor de diversidad de 1.0 y factores de demanda similares a los siguientes:

TIPO DE CARGA	FACTOR DE DEMANDA ESTIMADO (en por ciento)
EQUIPOS DE FUERZA	
Hornos de arco	100
Soldadoras de arco y resistencia	60
Hornos de inducción	80
Alumbrado	100
Motores para:	
bombas, compresoras, elevadores, máquinas- herramientas, ventiladores.	60
operaciones semicontinuas en fábricas y plantas de proceso.	70

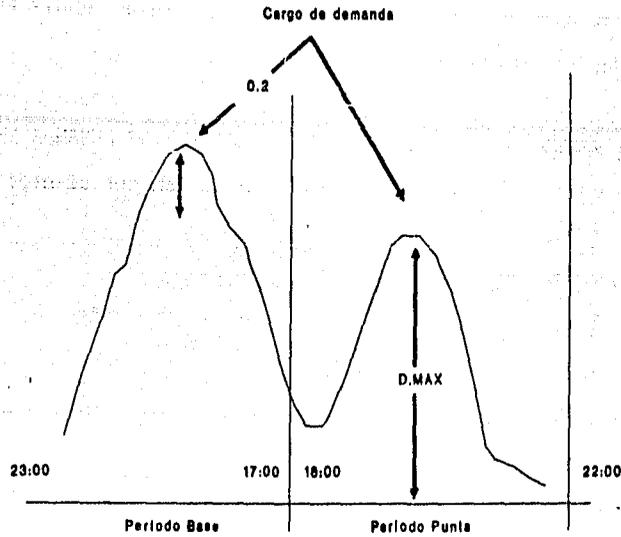
FACTOR DE CARGA



$$D_m = \frac{h}{\sum_{i=1}^n D} \cdot \frac{\text{Consumo}}{h}$$

$$fc = \frac{D_m}{DM} = \frac{\text{Consumo}}{DM \times h}$$

TARIFA HORARIA



CARGAS SERVICIOS HABITACIONALES

Servicios de edificio residencial	40
Estacionamiento o pensiones	40

CARGAS COMERCIALES

Cafeterías	55
Gasolinerías	45

Localización del equipo

Las decisiones de selección para situar las cargas eléctricas usualmente son irreversibles y obedecen a los requerimientos del sistema productivo, es común tomar el criterio de reducir al mínimo la distancia de movimiento del producto. Aunque es posible cambiar el equipo después, esto podría ser costoso y desagradable; por lo que se debe hacer una buena selección desde el principio.

Selección de tensiones

La selección de una tensión óptima tiene como principio reducir al máximo el costo de la instalación y operación del calibre del conductor que alimentará la carga. Como ejemplo podemos citar que un motor de 700 HP a una tensión nominal de 440 V necesitaría un alimentador en cable de 2000 MCM aproximadamente; pero si la tensión nominal es de 4160 V el calibre se ve reducido drásticamente, además de poder emplear un valor más comercial.

Para el caso de la tensión de recepción en la subestación principal se debe tomar en cuenta la carga total del sistema y con una tensión suficientemente elevada, el calibre de los conductores de distribución será óptimo, comercial y económico.

Las compañías suministradoras, generalmente, entregan la energía al cliente industrial en la forma que esta es más económica para transmitirse. Muy a menudo la tensión de transmisión es más elevada que la que el cliente puede usar. Una ventaja de la alta tensión es que ocasiona pérdidas de

transmisión mínimas; además, la tensión de transmisión alta presenta otra ventaja para la compañía suministradora como para el cliente: reduce la variación de tensión en el punto de utilización (la diferencia entre la tensión cuando no hay carga y cuando hay carga plena en el sistema).

Cuando se conectan las cargas al sistema, la tensión del mismo se reduce. El bajo voltaje ocasiona que los motores se sobrecalienten y, por esa razón fallen prematuramente. También es causa de que los equipos electrónicos funcionen erráticamente y, así mismo, da lugar a una baja eficiencia del alumbrado.

Por otro lado cuando se desconectan las cargas del sistema, la tensión sube, el sobrevoltaje causará mayores exigencias en el mantenimiento del equipo electrónico, así como una reducción en la vida útil de las lámparas. La variación de voltaje se presenta al conectar y desconectar las cargas del sistema.

Compañía Suministradora

Las dimensiones del proyecto deben de ser conocidas por la compañía suministradora, ya que si la carga es muy grande serán necesarios cambios a su red de distribución.

Es importante que se proporcionen los siguientes datos del proyecto por parte del usuario:

- Distribución de planta mostrando edificios y estructuras.
- Carga eléctrica de la planta, preferentemente demanda máxima en KVA.
- Punto preferido para la conexión del servicio.
- Arreglo eléctrico de la compañía suministradora que se desea.
- Programa de construcción y de puesta en servicio.
- Motores muy grandes fuera de lo usual que se tengan.
- Factor de potencia esperado.
- Descripción de la carga conectada.

En la Cd. de México y zonas aledañas la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLYFC) es la encargada de suministrar el servicio eléctrico, mientras que Comisión Federal de Electricidad (CFE) lo suministra en las demás partes del país. Creemos conveniente anexar parte de la documentación requerida para contratar el servicio por parte de la CLYFC que se denomina Solicitud de Presupuesto y de esta forma tener un antecedente real de la información que debe proporcionarse a la Cía. Suministradora cuando se requiera contratar el servicio.

La Compañía Suministradora debe proporcionar:

- Tensión de suministro o tensiones disponibles propia o del cliente.
- Ruta de líneas y punto de suministro.
- Tarifas.
- Opciones en el suministro: con subestación.
- Espacio de la subestación si la provee la compañía.
- Requerimientos para medición.
- Tipo de aterrizado en el sistema de suministro.
- Requerimientos de coordinación con el sistema de protección de la compañía suministradora.
- Datos sobre confiabilidad de la red, si es necesario.
- Alimentaciones de respaldo, de ser necesarias.
- Nivel de cortocircuito en la acometida.

Suministro de Energía

Es conveniente realizar estudios sobre las características de generación de la compañía suministradora, es decir, regulación, confiabilidad, tensiones disponibles y costo de la energía. Simultáneamente es recomendable buscar opciones de generación propia; por ejemplo si en alguno de los procesos realizados se maneja vapor se puede implementar una turbina y un generador de energía, este concepto se conoce como cogeneración y empieza a ser empleado en México.

ANEXO 1

EJEMPLO DE RELACION DE CARGA, PARA SERVICIOS INDUSTRIALES O COMERCIALES.

ALUMBRADO

50 Focos incandescentes de 60 w c/u	3000 w
50 Lámparas Fluorescentes de 2 X 40 w c/u	5000 w *
50 Lámparas Fluorescentes de 2 X 74 w c/u	9250 w *
10 Lámparas de vapor de sodio de 150 w c/u	1875 w *

CONTACTOS

80 Contactos monofásicos de 150 w c/u	12000 w
---------------------------------------	---------

FUERZA

5 Motores monofásicos de 1/4 H.P.	1465 w
3 Motores monofásicos de 1/2 H.P.	1581 w
2 Motores trifásicos de 1.0 H.P.	1906 w
1 Motor trifásico de 5.0 H.P.	4490 w

SALIDAS ESPECIALES

5 Calefactores resistivos de 150 w c/u	750 w
2 Copiadoras de 1500 w c/u	3000 w
1 Horno eléctrico de 1500 w	1500 w
1 Aparato de rayos X de 5 kVA	4250 w
3 Salidas especiales trifásicas _____ w c/u	_____ w

S U M A 50067 w

C A R G A T O T A L 51 w

* * D E M A N D A _____ kW

* Incluye 25 % adicional por operar con Reactor

** El cliente fijará la demanda entre (60 y 100) % de la carga.

TABLA DE CONVERSION DE POTENCIAS DE H.P. A WATTS.

H.P.	WATTS MOTORES MONOFASICOS	WATTS MOTORES TRIFASICOS
1/20	60	
1/16	80	
1/8	150	
1/6	202	
1/5	233	
0.25	297	264
0.33	395	355
0.50	527	507
0.67	700	668
0.75	780	740
1.00	993	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
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

ESTIPULACIONES

- 1.- El solicitante deberá adaptar y proporcionar un local o los lugares que requiera la Compañía con las características que se señalan en el Anexo Técnico Específico, con acceso permanente exclusivo para su personal, a fin de instalar el equipo. Este equipo pasará a formar parte del patrimonio de la Compañía y el solicitante se constituye en depositario mientras dure la prestación del servicio.
- 2.- En el lugar destinado para instalación del equipo de la Compañía no deben existir otras instalaciones, tales como teléfono, agua, gas, contenedores de basura, etc.
- 3.- El solicitante será responsable del mantenimiento del local o lugares en que se ubique el equipo e instalaciones y por los daños que ocasione su intervención o la de terceros en ellos.
- 4.- Se debe cumplir con la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y demás disposiciones vigentes.
- 5.- Si se requiere además servicio en AT deberá formularse una solicitud por separado.
- 6.- La Compañía tendrá en todo tiempo la facultad de sustituir sus equipos o modificar sus instalaciones conforme a sus propias necesidades, por lo que el solicitante se obliga a que el acceso a las mismas permanezca sin obstrucción de acuerdo al Anexo Técnico.
- 7.- Cualquier contravención a estas estipulaciones y a los Requisitos Técnicos y Específicos, ocasionará la suspensión del servicio.

REQUISITOS TECNICOS

1.- EN ZONA DE RED AEREA:

Para demanda hasta de 35 Kw, la acometida será aérea.

Para demanda hasta de 35 Kw, la acometida será subterránea.

En inmuebles de cinco niveles o más a partir del nivel banqueteta, independientemente del valor de la demanda, la acometida será subterránea.

Para la acometida aérea, cuando no se reciba en fachada, se instalará un tubo galvanizado - cédula 40 de 38 mm de diámetro con tapón o mufa en la parte superior, su longitud será tal que la altura mínima del nivel del piso a la parte superior sea de 3.0 m cuando la acometida se dé a un servicio sobre la misma banqueteta por donde corre la línea; o de 5.25 m en la parte más baja del cable de acometida cuando cruce el arroyo. Para acometidas a fachada se debe instalar un pasamuros de 38 mm de diámetro a una altura mínima de 2.0 m.

2.- EN ZONA DE RED SUBTERRANEA:

La acometida será subterránea.

La obra civil para la acometida subterránea en BT deberá contar con dos ductos de asbesto - cemento o PVC según norma LyF 2.0588 de 10 cm de diámetro interior, partiendo éstos de 30 - cm fuera del límite del predio y a 50 cm de profundidad del nivel de banqueteta. En todos los cambios de dirección y en la parte central e inferior del espacio de los medidores, debe haber un registro de 60 x 60 x 60 cm con tapa de concreto según norma LyF 2.0611.

3.- UBICACION DEL EQUIPO DE MEDICION:

Debe existir un espacio libre para la instalación, maniobras y mantenimiento del equipo de medición con las dimensiones que Cía. de Luz indique.

La distancia de la entrada al lugar del equipo de medición, no debe ser mayor a 5.0 m (Artículo 11 de las Disposiciones Relativas al Suministro de Energía Eléctrica).

4.- CARACTERISTICAS DEL LUGAR O LOCAL

Debe estar ubicado lo más cercano al límite de propiedad hacia la vía pública (Artículo 11 de las Disposiciones Relativas al Suministro de Energía Eléctrica).

Si es local debe tener una altura libre de 2.6 m como mínimo.

Para la instalación y reemplazo del equipo de la subestación, debe haber libre acceso desde la entrada y en la trayectoria hasta el local de la subestación, de 3.0 m de ancho y 2.3 m de altura libre mínimos.

El piso de la subestación debe soportar un peso de 6000 Kg/m².

La obra para la recepción de la acometida en AT deberá ser construida de acuerdo al Anexo Técnico Específico.

- 5.- Se requiere adjuntar dos copias heliográficas de los planos escala 1:50 mostrando corte vertical y planta de la ubicación donde se sugiere la localización del equipo de medición y el local de la subestación en su caso.



CIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

FORMA 328-0-90

SOLICITUD PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN BAJA TENSION A SERVICIO INDIVIDUAL

SOLICITUD DE PRESUPUESTO (S.P.) No.	_____
FECHA	_____
IMPORTE DEL DEPOSITO \$	_____
IVA \$	_____
TOTAL \$	_____

INSTRUCTIVO DE ACOMETIDA No. _____

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CIA.

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

TIPO DE SERVICIO SOLICITADO

<input type="checkbox"/> SERVICIO NUEVO (A)	<input type="checkbox"/> REFORMA POR AUMENTO DE CARGA (B)	No. DE CONTRATO (O.C.) _____
<input type="checkbox"/> RESIDENCIAL	<input type="checkbox"/> COMERCIAL u OFICINA	<input type="checkbox"/> INDUSTRIAL o TALLER
<input type="checkbox"/> PUBLICO	OTRO _____	No. DE CUENTA _____
(ESPECIFIQUE) ACTIVIDAD(ES) A QUE SE DEDICA _____		

DATOS DEL SOLICITANTE

a) PROPIETARIO	b) ARRENDATARIO	c) POSEEDOR	d) OTROS
NOMBRE o RAZON SOCIAL _____			
DIRECCION DEL SERVICIO SOLICITADO _____			
COLONIA _____	CODIGO POSTAL _____	TEL. _____	
Y _____			
ENTRE LAS CALLES			
REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS _____	ANEXAR CROQUIS DE LOCALIZACION (DOS EJEMPLARES)		
DIRECCION COMERCIAL DEL SOLICITANTE _____	PARA ENVIO DE CORRESPONDENCIA TEL. _____		
DELEGACION o MUNICIPIO _____	POBLACION _____	CODIGO POSTAL _____	ESTADO _____

DATOS GENERALES DEL SERVICIO

(A) CARGA SOLICITADA _____ kW*	DEMANDA SOLICITADA _____ kW
(B) MODIFICACION DEL SERVICIO POR INCREMENTO O DISMINUCION DE CARGA	
CARGA SOLICITADA, DE _____ A _____ kW*	DIFERENCIA _____ kW
DEMANDA SOLICITADA, DE _____ A _____ kW	DIFERENCIA _____ kW
LUGAR DONDE SOLICITA EL EQUIPO DE MEDICION	<input type="checkbox"/> PLANTA BAJA <input type="checkbox"/> PRIMER SOTANO
UBICACION DEL LOCAL PARA SUBESTACION	<input type="checkbox"/> PLANTA BAJA <input type="checkbox"/> PRIMER SOTANO
(SOLO EN CASO DE REQUERIRSE POR CIA. DE LUZ)	(DEBE EXISTIR MAPA DE ACCESO)
* ANEXAR RELACION DE CARGAS SEGUN VALORES INDICADOS EN LAS NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA SECOFIN (DOS EJEMPLARES)	

DECLARO CONOCER LOS REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y CIVILES A QUE SE REFIERE ESTA SOLICITUD, ACEPTAR LAS OBLIGACIONES QUE CONSTAN EN EL REVERSO Y LAS EXIGIBLES CON MOTIVO DE LA PRESTACION DEL SERVICIO.

TECNICO QUE ACORDARA CON PERSONAL DE PROYECTOS DE C.L. y F.C.**

NOMBRE _____ REGISTRO No. _____

TELEFONO _____

NOMBRE Y FIRMA DEL GESTOR _____

NOMBRE Y FIRMA DEL SOLICITANTE ** _____

OBSERVACIONES:

- ** CON PERSONALIDAD DEBIDAMENTE ACHREDITADA
- * PRESENTAR CARTA PODER

INSTRUCCIONES ESTA SOLICITUD DEBE LLENARSE A MAQUINA o CON TINTA EN LETRA DE MAYOR Y ENTREGAR ORIGINAL Y DOS COPIAS, CUALQUIER DATO INCOMPLETO LA ANULANA

En base a un estudio amplio sobre las características de la planta, la confiabilidad de suministro por la compañía y basados en un estudio técnico-económico se tienen cuatro alternativas:

- Comprar energía.
- Tener generación de emergencia.
- Tener alguna generación rodante.
- Generar toda la energía.

Normalmente la mejor opción es comprar la energía, por el aspecto económico, pero existen procesos que requieren continuidad, como son la industria del papel, la petroquímica, las del cemento, la del vidrio y la del acero que pueden ser candidatas a tener sistemas de emergencia.

Los diferentes Arreglos Eléctricos que se discuten más adelante, sólo ofrecen en mayor o menor grado la continuidad del servicio eléctrico, si las necesidades del proceso precisarán el mínimo tiempo de interrupción o en su defecto no interrumpible, se debe incluir en el diseño algún tipo de sistema de generación de emergencia.

La decisión en el uso de estos sistemas dependerá y se justificará únicamente de la producción o de la operación. Al proyectar se deben considerar necesidades como la de si el sistema de producción puede tolerar una falla de energía de un milisegundo, diez segundos, o más y por cuanto tiempo el sistema de emergencia va a desarrollar sus funciones en horas, minutos o segundos. También se debe tomar en cuenta que si el sistema de emergencia tiene componentes con una probabilidad de falla en si mismos, que en realidad reducen la confiabilidad del conjunto, se tiene entonces un sistema primario menos confiable.

Las NTIE abordan el tema de plantas generadoras de usuarios en la sección 514 del capítulo 5 para instalaciones especiales y aquí se encuentran los requisitos que deben cumplir estas con objeto de abastecer, en caso de interrupción en el sistema de suministro público, algunas cargas que por razones especiales requieren la mayor continuidad posible de servicio.

En mayo de 1991 se modifica el reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía eléctrica en materia de autoabastecimiento, mediante la cual se otorga permiso para la generación de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales individualmente consideradas y es en septiembre del mismo año cuando se publica el acuerdo por el que se establecen las normas técnicas relativas a este tipo de obras e instalaciones.

Para la instalación de las plantas de usuarios se requiere la autorización previa de la Secretaría, para lo cual debe seguirse el procedimiento que ésta fije en los instructivos correspondientes.

Estas deben instalarse en un local especialmente destinado para ello, o en un local que aloje a otro equipo electromecánico siempre que se delimite el área de la planta con una cerca, con el fin de que tengan acceso sólo personas autorizadas. Dichos locales deben proveer espacio suficiente para la operación y mantenimiento de la planta y contar con ventilación adecuada. Debe contarse con el equipo de transferencia, manual o automático, necesario para hacer el cambio de la alimentación normal a la alimentación con la planta propia, de los circuitos que lo requieran.

Las NTIE dicen que " la carcasa del generador y la cubierta del equipo de protección y control del mismo deben estar conectados a tierra. Igualmente, el conductor neutro del sistema que se origina en el generador, debe estar conectado a tierra en la forma indicada en el artículo 206.16".

Se contempla, por último, un artículo que indica los requisitos que deben sumarse cuando algún ordenamiento de la autoridad competente requiere la instalación de una planta por parte del usuario:

a) La planta debe estar provista de medios adecuados para su arranque automático, al fallar el suministro normal y para la transferencia y abastecimiento a plena carga de los circuitos que debe alimentar, en el tiempo mínimo que establezca el ordenamiento respectivo.

b) La planta debe contar con abastecimiento de combustible suficiente para su operación a plena carga durante dos horas, como mínimo.

c) El sistema completo, propio de la planta, debe ser probado al terminarse su instalación y, posteriormente en forma periódica, según el programa y procedimientos que fije la Secretaría, para asegurarse de que el sistema se mantiene en condiciones adecuadas de operación.

Diagrama Unifilar

El diagrama unifilar es el resultado de conectar en forma simbólica y a través de un solo hilo todo el equipo mayor que forma parte de la instalación, considerando la secuencia de operación de cada uno de los circuitos. El diseño de una instalación eléctrica tiene su origen en el diagrama unifilar correspondiente, que resulta del estudio de las necesidades de carga de la zona en el presente y con proyección a un futuro a mediano plazo.

El diagrama unifilar debe reproducir fielmente el esquema o arreglo eléctrico de la distribución interna de las instalaciones del usuario desde la acometida (o el secundario del transformador), hasta cada uno de los equipos de que se constituya dicha instalación; mostrando claramente, la localización eléctrica de centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc.; alimentadores y circuitos derivados (excepto aquellos controlados desde tableros de alumbrado). Debe incluir, además, los siguientes datos:

- a) El tipo y valor de cada una de las protecciones de los alimentadores y subalimentadores.
- b) El calibre y tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de alimentadores y subalimentadores.
- c) Tipo y dimensiones de la canalización empleada en los circuitos alimentadores y subalimentadores.

Arreglo Eléctrico

La selección del tipo de arreglo eléctrico dependerá del proceso de manufactura, dicho arreglo tendrá que ser el más adecuado a los requerimientos de la planta. La planeación de estos sistemas se debe considerar con gran flexibilidad ya que la expansión de los complejos industriales en México es grande.

Existen tres tipos de ingeniería en los que es posible dividir el diseño de los arreglos eléctricos:

- Diseño eléctrico.
- Diseño mecánico.
- Diseño económico.

El presente texto trata con más detalle este punto en el capítulo de Subestaciones.

Expansiones Futuras

Si la planta es nueva conviene prever que la carga en mayor o menor grado habrá de crecer. Por lo tanto el sistema debe diseñarse para satisfacer las nuevas y futuras necesidades.

Se recomienda que en todo proyecto de instalación eléctrica se contemple una reserva para ampliaciones futuras en los circuitos alimentadores y sobre todo en los tableros de distribución.

Una forma fácil de estimar una futura expansión o aumento de carga es duplicar o triplicar (esto puede suceder en 15 o 20 años) la carga actual y plasmarlo en el diagrama unifilar, de aquí se debe replantear la distribución de la carga en los tableros con las nuevas condiciones, cuidando desde luego los costos. La experiencia que se tenga en instalaciones eléctricas dará el mejor número para ampliaciones futuras.

Las NTIE mencionan que con frecuencia es recomendable usar valores y diseños más amplios para tener una mejor calidad de servicio y prevenir aumentos de carga.

Protección y Control

En todas las instalaciones eléctricas en forma invariable, tanto los equipos como los conductores eléctricos tienen un límite térmico, debido a que la corriente eléctrica produce las llamadas pérdidas por efecto Joule RI^2 que se manifiestan en forma de calor. Por esta razón las Normas Técnicas para instalaciones eléctricas, y el reglamento para obras e instalaciones eléctricas limitan la cantidad de corriente permisible en un conductor (ampacidad) a un valor en que se pueda disipar en forma segura, y es así como en tablas de capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores se asocia la sección o calibre del conductor, con la corriente que puede conducir en tubo conduit, para considerar el espacio o cantidad de aire disponible; también se considera la elevación de la temperatura ambiente.

El calentamiento excesivo como resultado de una corriente alta, causa que el aislamiento del conductor se degrade rápidamente lo que conduce a una falla del aislamiento y al subsecuente corto circuito de línea a tierra o de línea a línea.

Por otra parte, las corrientes de corto circuito pueden tener tal magnitud que producen explosiones en tableros y grandes daños en los equipos, con riesgo frecuente para el personal. Estos daños en el equipo y riesgo para el personal se pueden prevenir con una adecuada protección contra sobrecorrientes y corto circuito.

Los fusibles, interruptores, relevadores de protección y circuitos electrónicos de control son los dispositivos que se usan normalmente para proteger las instalaciones y equipos contra sobrecorrientes y contra corto circuito, operan básicamente abriendo los circuitos en los que están conectados antes de que los valores de corriente excedan la corriente permisible en los conductores. Existe una sección especial en el presente trabajo sobre protección y sus diferentes dispositivos.

Análisis de cortocircuito

Una de las principales consideraciones en el diseño de un sistema eléctrico de potencia es la protección adecuada contra el cortocircuito. Los sistemas eléctricos de potencia están diseñados para evitar cualquier falla, sin embargo, aún con estas precauciones las fallas ocurren. Algunas de las causas son: la presencia de roedores en el equipo; las variaciones de voltaje; el deterioro de los aislamientos; la acumulación de hollín, polvo y contaminantes, etc.

El estudio del cortocircuito en las instalaciones industriales tiene algunas variantes, dependiendo del tamaño y características eléctricas de la industria y de su instalación eléctrica en particular. El cortocircuito se alimenta de las siguientes fuentes:

- red de la compañía suministradora de energía eléctrica,
- turbogeneradores o fuentes de generación propia,
- motores síncronos,
- motores de inducción.

En una instalación eléctrica, la máxima corriente de cortocircuito en la alimentación, es el valor que se puede tener para un cortocircuito en el punto principal de desconexión.

Existe un capítulo especial dentro de la tesis sobre el cortocircuito, por lo que no se hará más referencia sobre este punto.

CAPITULO 2

DEFINICION DEL PROYECTO

El uso de la electricidad en los edificios y en las plantas industriales esta creciendo a un ritmo muy acelerado. Mayores cargas de alumbrado, nuevas máquinas de oficina, mayor automatización y el equipo de aire acondicionado necesario para eliminar el calor adicional disipado en un edificio, contribuyen al crecimiento de la demanda.

Así mismo, el ritmo de crecimiento de la carga eléctrica, en áreas de manufactura es bastante similar, debido a las prácticas modernas de alumbrado con mayores niveles de iluminación, a máquinas más rápidas ,al crecimiento de la automatización y la productividad del trabajador.

En este tipo de instalaciones se debe poner atención en la capacidad, ya que un sistema con capacidad inadecuada limita lastimosamente las posibilidades de mejorar las instalaciones y de usar equipo y máquinas más modernas.

El presente trabajo tiene por objeto el análisis y estudio de las normas para un sistema eléctrico que esta dentro de un complejo industrial; las áreas principales que conforman éste complejo son:

- Servicios generales.
- Planta metal-mecánica.
- Edificio.
- Zona peligrosa (gasolinera o estación de servicio).

El diseño del sistema eléctrico de una planta Metal-Mecánica es un proyecto completo, de gran interés desde el punto de vista eléctrico , ya que se debe proveer de energía a motores convencionales, a grupos de estos, a los de gran capacidad, así como a equipos especiales.

El proceso productivo se lleva acabo en las áreas de fundición, laminación y taller mecánico. El área de servicios generales esta encargada de suministrar aire comprimido a la zona de producción, para herramientas

neumáticas, y a la gasolinera. El agua necesaria para el proceso y el edificio proviene del abastecimiento público, así como de la planta de tratamiento de aguas.

El aire comprimido se usa primordialmente como fuente de energía (herramientas manuales, motores de aire), así como para instrumentación y como transportador (como en la pintura con atomizador y el manejo neumático de material).

En la fabricación de piezas y láminas se requiere para ciertas etapas agua, la cual es contaminada y tiene que ser sometida a cierto tipo de tratamiento para reutilizarla.

Por otro lado, actualmente las industrias de manufactura y de procesos están utilizando más materiales potencialmente explosivos e inflamables que antes. El uso de equipo eléctrico en estas industrias continúa incrementándose. Es imperativo que el equipo eléctrico seleccionado sea adecuado y apropiadamente instalado y mantenido, para proteger al personal y las instalaciones de la planta. En este proyecto se revisan los conceptos básicos de equipo para áreas peligrosas, los cuales deben ser considerados antes y durante la instalación eléctrica de una gasolinera; además, se cubren los aspectos principales de seguridad en el diseño, selección, instalación y mantenimiento del equipo eléctrico adecuado para usarse en áreas peligrosas.

Todas las áreas propuestas en el presente trabajo son analizadas en el capítulo correspondiente, en donde se explica en detalle las principales características de éstas, así como de las consideraciones a tomar en cuenta en su diseño según las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE).

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Proporcionar agua a las comunidades modernas suele ser una tarea muy grande y costosa. Una familia media gasta 1500 litros de agua potable al día. Poca gente sabe los procesos que debe pasar el agua para llegar a la llave; es preciso destruir las bacterias y quitarle los desechos, los contaminantes disueltos y los sedimentos. En cada recorrido debe pasar por normas de limpieza muy estrictas.

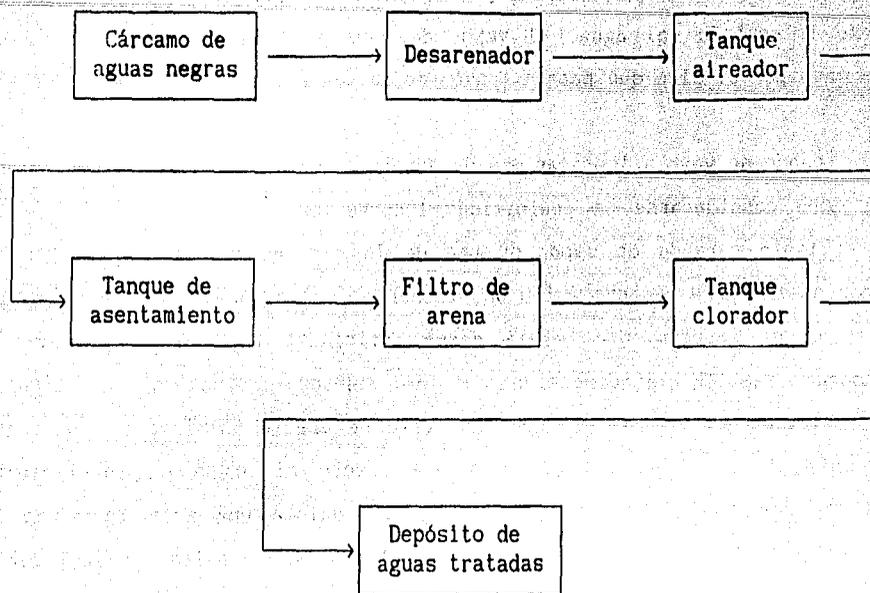
Las aguas residuales de las industrias y de los núcleos urbanos conducidas por gravedad o con el auxilio de bombas, son, por lo general, vertidas directamente en los cauces de los ríos. Este proceder es admisible en tanto que la impurificación de las aguas, ocasionada por materias residuales, no constituya un peligro para la salud pública o no provoque daños a las propiedades rivereñas.

El objeto del tratamiento de aguas residuales es reducir los contenidos de cuerpos indeseables por debajo de los valores fijados por las normas de calidad. El tratamiento no se realizará sobre el agua misma, sino sobre las sustancias que se encuentran en suspensión verdadera o coloidal y en solución. Esto, con el objeto de evitar la contaminación de ríos, lagos, mares, mantos freáticos, etc.

El procedimiento general de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta para el complejo industrial en estudio es el siguiente:

El agua es vertida en diferentes cárcamos, de acuerdo al tipo de agua de que se trata, por ejemplo, pluviales, de lavado, negras, etc. A la entrada de estos cárcamos existen rejillas que detienen la materia más gruesa, posteriormente pasa a un desarenador para luego ser vertidas en un tanque aireador. Aquí, cuando las hélices de un motor agitan la mezcla, de aguas negras con aguas ricas en bacterias, que al entrar en contacto con el aire se oxidan muchas impurezas. Enseguida, estas aguas son puestas en un tanque de asentamiento; ya asentada el agua es filtrada por una masa de arena. En el último paso al agua se le agrega cloro para destruir las bacterias que pueda tener. Las aguas negras ya tratadas son puestas en un cárcamo para su posterior utilización. Este procedimiento se muestra gráficamente en la

siguiente figura.



Etapas del proceso para el tratamiento de aguas residuales.

TORRE DE ENFRIAMIENTO

Uno de los propósitos principales del uso de las torres de enfriamiento, es el de reutilizar el agua empleada en algunos procesos industriales, debido a la escasez del líquido en la zona; y por otra parte el de salvaguardar la vida de los ecosistemas adyacentes, en los cuales se vierte agua a altas temperaturas.

Tipos de torre.

Existen diferentes tipos de torre de enfriamiento resultantes de los varios sistemas usados para forzar el aire a moverse y mezclarlo con el agua a fin de enfriarla. En lo que respecta al flujo del aire, las torres se clasifican como de tiro natural, tiro forzado y tiro inducido. En general, se obliga al aire a moverse horizontalmente o hacia arriba en desplazamientos relativamente mayores a la caída del agua removiéndose de ésta su calor. A fin de que el calor sea intercambiado con eficiencia, el flujo de agua debe descomponerse en gotas pequeñas para aumentar la superficie de contacto. Para lograr esto se usan rociadores, pantallas, cascadas y otros arreglos. El calor

del agua es absorbido por el aire por conducción y por la evaporación de un pequeño porcentaje del agua; el vapor de agua así formado se mezcla y es arrastrado por el aire que pasa a través de la torre.

Cuando se vaya a instalar más de una torre de enfriamiento en una misma área, debe considerarse la posibilidad inconveniente de que la descarga de aire caliente cargada de vapor de una de las torres sea absorbida por la succión de la torre vecina. A fin de obtener el mejor rendimiento de un grupo de torres de enfriamiento deberá darse suficiente espacio entre ellas y considerar también la dirección de los vientos dominantes. En algunas condiciones es aun posible el que una torre se afecte asimismo al succionar una cantidad tal de su misma carga que afecte el grado de enfriamiento obtenido; por lo que aun en el caso de que exista una sola torre en la instalación, deberá considerarse su orientación a fin de evitar en lo posible la recirculación.

CALDERAS

El término "caldera" se aplica a un dispositivo transformador de energía térmica capaz de transferir de forma conveniente, el calor producido por una combustión, o generado por otro fenómeno físico o químico, a un fluido (generalmente agua) destinado, a su vez, a ceder la energía recibida, bajo forma térmica o mecánica, de diversos modos y para múltiples empleos.

Las calderas industriales son instalaciones que transforman la energía térmica que en ellas se genera en energía potencial mecánica, ya que su fluido está destinado a desarrollar trabajo mecánico. Con mucha más propiedad, las calderas industriales se denominan generadores de vapor.

Los datos esenciales que desde el punto de vista industrial caracterizan a una caldera son:

- 1) Su potencialidad, es decir, el caudal máximo de vapor que puede producir.
- 2) La presión.
- 3) La temperatura, del vapor sobrecalentado y resobrecalentado.

- 4) El caudal.
- 5) La temperatura, del agua de alimentación.
- 6) El tipo y consumo de combustible, si es líquido, sólido o bien gaseoso.

Los combustibles para caldera que se emplean en la práctica son el carbón fósil, los aceites pesados, el gas natural y, más raramente, el lignito.

COMPRESORES

El componente neumático constituye el primer paso para transformar la mecanización en automatización, lo que da lugar a una sucesiva generación de aplicaciones del aire comprimido.

La técnica del aire comprimido - Neumática - se emplea cada vez más para la racionalización y automatización en los más diversos campos de la fabricación; el valor práctico que puede atribuírsele, tanto para rebajar costos de producción como para conseguir gastos de inversión menos honorosos, comprende el alza general de rendimiento de la maquinaria, la disminución del esfuerzo en el operario, la ampliación de un sistema de unidades normalizadas, pero sobre todo por la seguridad que brinda. Todo ello convierte la Neumática en el centro principal de la automatización de dispositivos, así como de máquinas pequeñas y medianas.

El aire comprimido puede utilizarse:

- a) Directamente, como elemento de trabajo.
- b) Para accionamiento de motores, embragues, cilindros o herramientas.
- c) Regulado por medio de válvulas y elementos accesorios, para impulsar una gran variedad de movimientos mecánicos.
- d) En combinación con equipos oleohidráulicos, para obtener con un costo reducido ciclos de trabajo precisos y a base de grandes presiones.
- e) Con la electricidad, para accionamientos a larga distancia y, sobre todo, para los movimientos relativos.
- f) Como elemento de control.

PLANTA METAL-MECANICA

La manufactura significa producir artículos y objetos por procesos industriales. Esta abarca muchas ramas de servicios y comercios, por considerar algunas cuantas, la industria farmacéutica, de alimentos, maquinaria, electricidad, de calzado y piel, se puede ver que cada uno posee su propia tecnología.

Los aspectos principales de diseño para una planta Metal-Mecánica de este tipo son: 1) los controles de operación, 2) previsiones de seguridad, 3) facilidades para cambiar herramientas, 4) medios de mantenimiento de la exactitud, 5) construcción de la unidad, 6) calidad, 7) optimización de procesos, 8) viabilidad de cambios y 9) información. Ordenar los departamentos de cualquier fábrica y situar los elementos productivos en ellos es muy costoso. La ordenación y distribución propuesta esta hecha con el criterio de minimizar costos. Algunos de los puntos más importantes que consideramos son los siguientes:

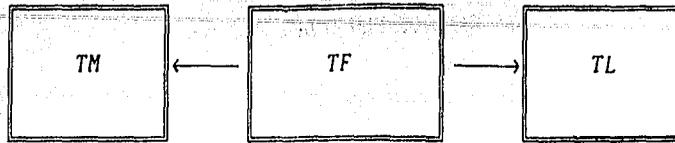
1. Transporte de materiales.
2. Redistribución y expansión.
3. Uso económico del piso.
4. Seguridad.

Paralelamente con el desarrollo de las máquinas de producción, se debe poner énfasis sobre la calidad de la manufactura, la cual va íntimamente ligada con todos los procesos de producción y fabricación.

El proyecto de instalación eléctrica que se propone, para esta área, alimentará tres zonas básicas:

- Taller de Fundición.
- Taller de Laminación.
- Taller Mecánico,

Incluidas todas estas dentro de una planta Metal-mecánica que es nuestro tema de estudio, estando relacionadas de la siguiente manera:



donde:

TM = Taller Mecánico.

TF = Taller de Fundición.

TL = Taller de Laminación.

El proceso de producción que se tiene dentro de esta planta está definido por el diagrama de flujo que se muestra en la siguiente página.

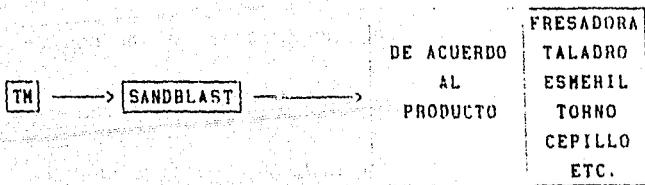
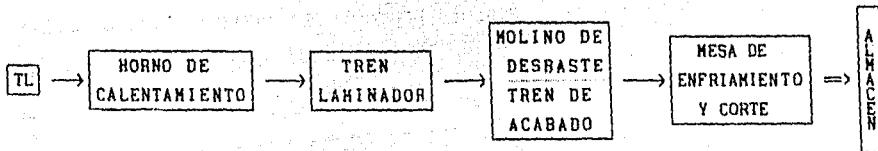
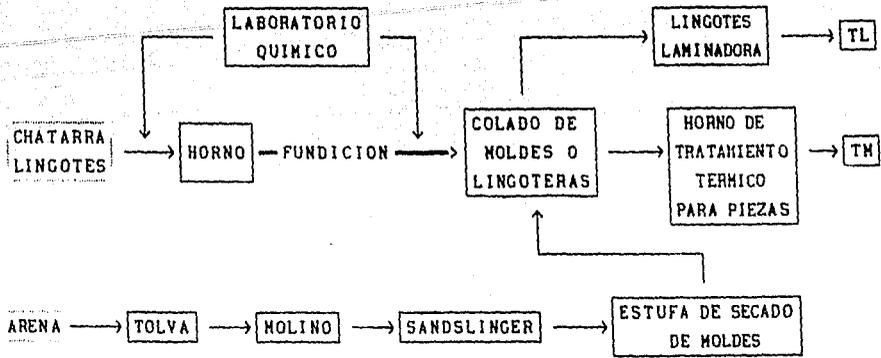
TALLER DE FUNDICION

El proceso de fundición del presente proyecto se lleva a cabo mediante un horno eléctrico que en comparación con los demás métodos de fundición de acero, tiene ventajas tales como lograr en el espacio de fusión una temperatura alta, lo cual permite tener escorias muy calcáreas que aseguran la eliminación casi completa del fósforo y del azufre, y además, evita la quema del metal y de los elementos especiales (adicionales) debido a que no existe llama oxidante.

Los hornos eléctricos industriales pueden clasificarse en: hornos de inducción y de arco eléctrico.

Hornos de inducción. El horno de inducción (sin núcleo) funciona con corriente de frecuencia de 500 a 2000 Hertz. Sus partes principales son: el crisol refractario que tiene un arrollamiento de tubo de cobre de sección rectangular por el cual circula el agua de refrigeración. Al pasar por el arrollamiento una corriente de alta frecuencia proporcionada por un generador especial, excita en el metal corrientes parásitas que lo calientan rápidamente hasta su fusión.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Donde: TL = TALLER DE LAMINACION

TH = TALLER MECANICO

Hornos de arco eléctrico. Este funciona utilizando el calor de un arco eléctrico. Se subdividen en hornos de calefacción de arco indirecto y directo. En los hornos del primer tipo los electrodos se sitúan por encima del espejo del baño y los materiales mezclados se funden por el calor del arco. En los hornos de arco de calefacción directo la fusión se efectúa debido al calor del arco eléctrico que surge entre los electrodos y el baño metálico. Estos hornos se emplean ampliamente en la fundición de acero y en la producción de piezas moldeadas. Se requiere una esmerada meditación para formular un diseño de un horno de arco eléctrico bien integrado para llegar a la máxima eficiencia de operación.

La impedancia total del circuito del horno de arco eléctrico, ordinariamente se diseña para tener un valor aproximado del 50 %, a fin de limitar la corriente de corto circuito al 100 % de sobrecarga. En muchos casos, debido a las características inherentes de la operación del horno, este porcentaje ha sido aumentado hasta en un 200 %. En el horno existen grandes variaciones de corriente que solamente pueden ser contenidas y absorbidas en un transformador especial para este tipo de dispositivos, dichos transformadores son diseñados para resistir esfuerzos severos y cargas eléctricas desequilibradas. Para compensar estos tremendos esfuerzos, los transformadores para horno de arco son fabricados con cobre adicional (reactores) y refuerzos internos especiales.

La parte más importante del horno de arco eléctrico es el transformador, este tipo de transformador tiene que sostener largas y continuas horas de operación, grandes oscilaciones de corriente eléctrica y esfuerzos mecánicos. Debido al castigo al cual es sujeto este tipo de transformador, los transformadores comunes de distribución no pueden ser usados. Los fabricantes principales de aparatos eléctricos diseñan transformadores con las características especiales que se requieren para este tipo de uso. (En la siguiente página se encuentran los datos generales y principales de un transformador especial del tipo acorazado para horno de arco eléctrico).

Otra característica que diferencia al transformador de horno de arco eléctrico del transformador común, es que las bobinas de reactancia se instalan en su interior, así como las conexiones para cambios de voltaje y de

TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y EXTRA ALTA TENSION TIPO COLUMNAS

DESCRIPCION:

Transformador de potencia, trifásico, sumergido en aceite mineral, autoenfriado y/o con enfriamiento forzado, dentro de un tanque de acero, provisto con accesorios de acuerdo con las especificaciones indicadas por el usuario.

APLICACIONES:

En subestaciones de tipo Intemperie, para reducción o elevación de la tensión, para alimentar cargas trifásicas o monofásicas industriales en niveles de subtransmisión.

CARACTERISTICAS GENERALES:

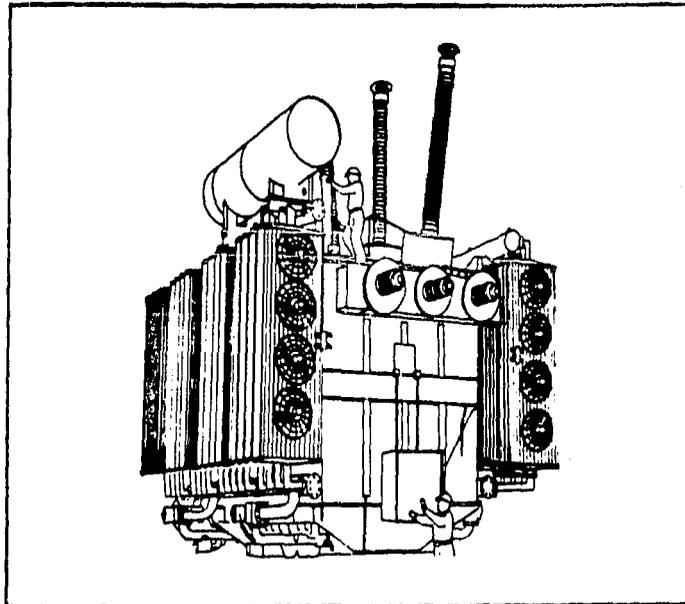
CAPACIDADES de 5 hasta 120 MVA
TIPO DE ENFRIAMIENTO OA, OA/FA,
OA/FA/FA, OA/FA/FOA, FOA
No. DE FASES 3
FRECUENCIA 60 Hz
VOLTAJE DE A.T. de 13.8 hasta 400 KV
CONEXION A.T. Delta o Estrella
VOLTAJE DE B.T. de 2.4 hasta 115 KV
CONEXION B.T. Delta o Estrella
ELEVACION DE TEMP. 55°, 65° ó 55/65°C
sobre un ambiente máximo de
40°C y promedio de 30°C en un
período de 24 horas.
ALTURA DE OPERACION 1,000 m.s.n.m.
LIQUIDO REFRIGERANTE Aceite mineral

PROPIEDADES:

NUCLEO ESCALONADO (sección aproximadamente circular) DE 3 PIERNAS De acero al silicio de grano orientado, con alta permeabilidad magnética. Con uniones a 45°, sujetado con bastidor de acero diseñado para soportar los esfuerzos mecánicos de cortocircuito.

BOBINAS CILINDRICAS

Conductor de solera de cobre forrada con papel, tanto en baja tensión como en alta tensión. Para 230 y 400 KV se utiliza cable (de solera) continuamente transpuesto, logrando reducir las pérdidas por corrientes de Eddy. Ensambladas y predimensionadas en forma concéntrica sobre cada piana del núcleo. Diseño balanceado para



minimizar los efectos electrodinámicos durante sobretensiones transitorias o cortocircuitos. Tipo de devanado seleccionado de acuerdo a las características eléctricas de cada transformador.

AISLAMIENOS

Papel y cartón comprimido (pressboard de alta densidad) de la mejor calidad. Secados, junto con las bobinas, con solvente vaporizado e impregnadas en aceite (proceso vapolérmico, con alta temperatura y alto vacío) dando la estabilidad dimensional deseada y retardando la reabsorción de humedad.

CONJUNTO NUCLEO-BOBINAS

Diseñado para soportar mecánicamente las más severas condiciones de cortocircuito, sujetando las bobinas de manera uniforme mediante anillos de presión.

TANQUE

Soporta presiones internas de 0.7 kg/cm² (10 psi), sin sufrir deformaciones permanentes. Limpieza a metal blanco, por chorro de arena, preparación ideal para la mejor adherencia del recubrimiento. El recubrimiento primario y el acabado se aplican de acuerdo a la especificación del usuario.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES:

NOM -J-284
ANSI C57.12.00
CFE K0000-06

REGISTRO:

Autorización

DATOS PARA PEDIDO:

Transformador de potencia, marca IEM, número de fases, sumergido en aceite, capacidad(es) en MVA, tipo de enfriamiento, número de devanados, tensiones, conexión y Nivel Básico de Aislamiento al Impulso (BIL) de cada uno, porcentaje de impedancia y base en MVA, garantías de pérdidas y % I exc., necesidad de operar en paralelo, altura de operación, zona de instalación, dimensiones máximas de operación, accesorios requeridos (tipo y localización), recubrimiento y acabado (tipo y color), pruebas requeridas. Anexar especificación técnica del usuario.

reactancia.

El tipo de transformador usado en el horno de arco eléctrico es enfriado por medio de cualquiera de las siguientes combinaciones:

- por inmersión en aceite con enfriamiento de agua,
- por aceite a presión y agua,
- por aire a presión y aceite,
- y otras combinaciones semejantes.

El método de enfriamiento se selecciona por las condiciones que prevalecen en la localidad en la cual se encuentra la compañía que compra este equipo.

En un proyecto como el de esta planta metal-mecánica debe atenderse con cuidado el tema del medio ambiente y ya que el problema ecológico nos involucra a todos, se deben buscar y proponer soluciones o medidas reales por parte de la sociedad en general para tener programas sistemáticos de mejoramiento ambiental con alcances a corto, mediano y largo plazo, y de esta forma lograr un buen desarrollo socio-económico y cultural.

Las plantas metal-mecánicas pueden generar altas impurezas contaminantes que ocasionan, en exceso, problemas de salud; por lo que actualmente es requisito indispensable la instalación de filtros y separadores de alta eficiencia que permitan controlar este aire "sucio" y limpiar la atmósfera de trabajo de basura, polvo, hollín, etc. Actualmente la instalación de este tipo de plantas ha empezado a prohibirse en la Cd. de México y existe un documento que reglamenta la operación de las que, todavía, existen dentro de la zona metropolitana llamado: "Ley general de protección ambiental y equilibrio ecológico", el cual se recomienda consultar si es que se requiere profundizar sobre detalles del tema.

TALLER MECANICO

Un taller mecánico es el lugar donde se hacen las matrices, aditamentos y se encuentran colocadas las máquinas herramientas, las cuales están

destinadas a la elaboración mecánica de las piezas, eliminando de éstas las capas de metal sobrante con ayuda de uno u otro instrumento (cuchilla, broca, fresa, brochadora, esmeril, etc.).

Existen en la actualidad una gran diversidad de grupos, tipos y modelos de las máquinas herramientas cuya clasificación está determinada por: el procedimiento de tratar el metal, al instrumento empleado, al movimiento relativo equipo-material, grado de automatización, etc.

Dentro del taller se hace empleo de varias soldadoras eléctricas, las cuales han tenido una gran influencia en la manufactura, ayudando muchas veces a aumentar la producción ahorrando material. En este caso, se emplean soldadoras por corriente alterna que a pesar de que pueden ocasionar algunas caídas de voltaje en la red de distribución por el consumo de sus electrodos, su precio y mantenimiento es menor en comparación con las de directa.

TALLER DE LAMINACION

Se denomina laminado al proceso del tratamiento mecánico del metal por el paso forzado entre rodillos o cilindros giratorios de un laminador siendo la holgura entre los rodillos algo menor que el espesor de la pieza trabajada. El laminado da a la pieza un perfil y tamaño determinados, de manera que la producción obtenida pueda ser utilizada como un artículo acabado o bien puede servir de pieza bruta para el forjado o estampado posteriores.

En este proyecto se requiere de un motor de alta capacidad dentro del taller de laminación al cual pueda variarse su velocidad; a este tipo de motor se le conoce como motor de inducción de anillos deslizantes o rozantes. Estos motores tienen los estatores y sus devanados exactamente del mismo tipo que los empleados en los motores de jaula de ardilla, pero los devanados del motor se hacen con alambres o barras de cobre aislado, siendo estos algo parecidos a los empleados en las máquinas de corriente directa.

Estos motores se emplean mucho para impulsar máquinas que hay que poner en marcha y parar con frecuencia, y cuyo arranque es difícil debido a la

naturaleza de la carga. Se emplean también para mover dispositivos de accionamiento que exigen variar la velocidad entre límites más separados que los que pueden obtenerse cambiando el número de polos de los motores de jaula de ardilla.

El cuarto capítulo de las NTIE contempla una subsección especial sobre los requisitos en las protecciones para motores con tensiones mayores a 1000 volts. Estas protecciones son contra sobrecorriente, sobrecarga y corrientes de falla y se recomienda revisar las normas junto con las especificaciones especiales para el equipo que indique el fabricante.

Extractores.

Por otro lado para el caso de los talleres de Fundición y Laminación se cuentan con extractores que como se mencionó anteriormente permiten evacuar el polvo y aire producidos durante la producción. En este caso nos interesan los extractores por su potencia eléctrica y estos pueden ser seleccionados en base a las "Normas generales para la elección de un extractor".

Los pasos generales a seguir para la elección correcta de un extractor son:

1. Caudal necesario (m^3/h).
2. Presión a vencer (mm c.d.a.).
3. Situación del ventilador.
4. Grado de ruido permitido.

Accionamiento eléctrico en las máquinas-herramienta

Anteriormente el arranque o parada del motor eléctrico de cualquier máquina corría, exclusivamente, a cargo del operario de la misma. La operación, mecánica, podía ser muy sencilla como el simple giro de una llave o la apertura o cierre de un interruptor de cuchillas. Pero si el motor no era del tipo de los de rotor en corto circuito, sino que se trataba de un motor de anillos, la operación de ponerlo en marcha no era tan sencilla: primero había que asegurarse de que el reóstato estuviera insertado por completo y las

escobillas en contacto con los anillos; luego había que cerrar el interruptor y accionar lentamente el reóstato hasta sacarlo del todo y por último, levantar las escobillas. Un error en estas operaciones o en el orden de sucesión de las mismas podía comprometer al motor.

Otros problemas que se presentan con esta forma de control tradicional y anticuada son:

- Si con el motor en marcha se corta la corriente de improviso y el operario se olvida de abrir el interruptor, al volver la corriente la máquina se pondrá sola en marcha, con consecuencias impredecibles.

- Si falta una fase, y el motor en servicio está sobrecargado, difícil será que el operario tenga el oído suficientemente ejercitado para notar el defecto y la viveza para ponerle remedio.

- Si se precisa una maniobra de urgencia (cortar la corriente por lo general) y el interruptor no está inmediato al puesto de trabajo, las consecuencias pueden ser graves.

Por todas estas razones y algunas más, hace ya algunas décadas que se introdujo el uso de telerruptores, o sea, interruptores maniobrados a distancia, los cuales se sincronizan con los medios de control más comúnmente empleados como interruptores de cuchillas, interruptores termomagnéticos, contactores automáticos, etc. Son elementos de fácil y segura conexión, además de compactos lo que permite integrarlos en circuitos de control.

Actualmente al existir métodos modernos de control, se sustituye la tecnología analógica por la digital y se obtienen mejoras: transmisiones de mayor calidad, más flexibilidad para encaminar los mensajes a su destino, y facilidad de almacenamiento en equipos informáticos. Se manejan términos como el de instalaciones inteligentes o autómatas, en donde el diálogo hombre-máquina permite al operador hacer preguntas a la computadora y dar las órdenes. Se distinguen en todos los sistemas de automatismos los siguientes elementos: la distribución, el equipo o maquinaria y la parte de mando.

Los sistemas industriales de automatización y los equipos de control pueden realizar funciones cuya implementación no era posible hasta hace poco, tales funciones aplicadas a los motores eléctricos proporcionan a la máquina

un nivel de control, protección, supervisión y la comunicación con el operario que optimiza el funcionamiento de las instalaciones.

En algunas máquinas herramienta es conveniente para el operador tener diferentes opciones de control para las distintas clases de trabajo, por lo que se debe estudiar esta posibilidad. Un ejemplo de esto puede verse en las máquinas fresadoras de propósito general que con frecuencia tienen controles en el frente y en algún costado de la mesa.

Para el caso del taller de laminación donde se tienen los motores de alta capacidad se ha seleccionado para cada uno de ellos un arrancador para motor con rotor devanado que son adaptables para aplicaciones que requieren controlar la velocidad mediante alto par de arranque con baja corriente de arranque (ver planos E-27 y E-30).

Elementos de transporte en los talleres

Transportadores, estos elementos se utilizan para mover los objetos en forma continua, ya sea vertical, horizontal o en algún ángulo entre puntos fijos, tienen las características de la fabricación en serie y la distribución por producto. La gran variedad que existe de transportadores comerciales, hace difícil el tener una clasificación que incluya a todos; los tipos principales empleados son los de correa plana, los de rodillos, los teleféricos y los de vibración con algunas variaciones.

En el diseño y la selección de transportadores se debe considerar su función de transporte y de almacenamiento. Las transmisiones pueden ser de velocidad variable o constante. La mayoría de los transportadores son de velocidad constante; la fabricación y el ensamble pueden requerir cambios constantes, por tanto, puede usarse un motor de velocidad variable. La velocidad constante casi siempre son de motores jaula de ardilla y corriente alterna debido a su bajo costo de capital y mantenimiento. Por lo general, el motor y el reductor de velocidad se combinan en una unidad: un motoreductor de engranes.

Por otro lado, la interrelación con máquinas y computadoras ha adquirido más importancia a medida que cada vez más transportadores forman parte de un sistema integrado, en vez de ser un componente independiente.

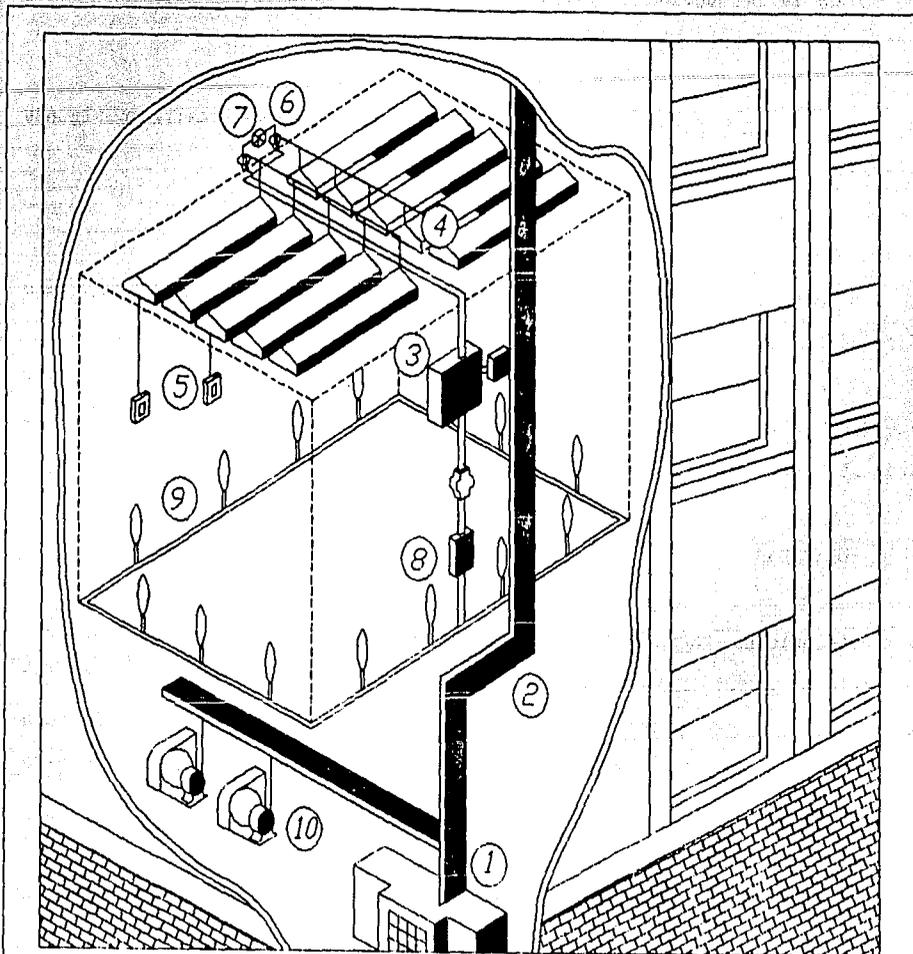
Los arrancadores no sólo deben de controlar el arranque y paro de los procesos sino que deben involucrar una serie de funciones no menos importantes como: limitación de corriente, protección, señalización y diálogo, detección, control de potencia y otras suplementarias que hacen más flexibles los procesos de automatización (módulos de comunicación, interfases con equipos computarizados y controles programables, módulos a control remoto).

Grúas y polipastos, se llaman así a los aparatos de elevación fundamental. Se utilizan para levantar materiales, moverlos de un sitio a otro dentro de una área restringida y entonces, bajarlos a otra posición. En general, son más flexibles que los transportadores, porque pueden servir a un número infinito de puntos dentro del área. Una ventaja que favorece el empleo de grúas y polipastos es que pueden hacer uso efectivo de la parte superior de la zona; además de que no interfieren con el curso normal de los trabajos.

A pesar de esto, las grúas y polipastos tienden a ser un medio caro de transporte para los materiales. Existen dos razones principales que los hacen costosos: primero, estos aparatos son más lentos que los carros elevadores y los transportadores; segundo, si tienen el malacate manual, se requiere un operario en cada operación. Sin embargo, en la actualidad se dispone de grúas que pueden ser controladas por computadora.

En el proyecto se emplean las grúas de puente y estas están constituidas por: correderas, trole, puente, carro extremo y malacate. Las unidades elevadoras mueven un "puente" que se mueve a lo largo de los rieles paralelos. Los malacates y las grúas someten a un esfuerzo intenso la estructura del edificio, por lo que en el diseño, no solo se debe considerar el efecto del peso del malacate, más la carga sobre la estructura, sino también los efectos de fatiga para los años de vida del diseño.

La mejor solución en una fábrica particular será aquella que tenga una buena combinación de equipos de transporte y en la cual el proceso requerido se realice en las mejores condiciones y al menor costo total.



*DISTRIBUCION ELECTRICA TIPICA
EN UN EDIFICIO*

1. SUBESTACION
2. DUCTO
3. TABLERO O CENTRO DE CARGA
4. CIRCUITOS DE ALUMBRADO
5. APAGADORES
6. RELEVADORES DE CONTROL DE ALUMBRADO
7. TRANSFORMADOR TIPO SECO PARA ALUMBRADO
(CUANDO ES NECESARIO)
8. TABLERO DE CONTROL A CONTACTOS
9. SALIDAS PARA CONTACTOS Y/O
APLICACIONES ESPECIALES
10. MOTORES DEL SISTEMA DE VENTILACION Y BOMBEO

el tiempo de entrega de lo comprado. Se maneja el concepto de "inventario cero" y de la producción "justo a tiempo", cuyo concepto es enviar y tener oportunamente el artículo.

Por lo que para llevar a cabo este concepto se realizan algunas acciones:

- se comprueba si el tiempo de entrega es realista,
- que el proveedor almacene artículos en algun lugar cercano, esto reduce el costo y tiempo de entrega,
- si el proveedor ha entregado a consignación, lo que no se usa se devuelve y esto aunque no ahorre espacio, hace que el proveedor absorba los costos de mantenimiento de las existencias, etc.

-Oficinas.

Las oficinas son sitios donde se hacen, ordenan o se realizan trabajos, principalmente, del tipo administrativo. En forma tradicional los papeles pueden transportarse a mano, a pie y en ocasiones, por correo o fax; sin embargo, últimamente los elementos neumáticos que funcionan por medio de aire a presión se están convirtiendo en los medios idóneos de transporte.

En el diseño actual de oficinas se considera el hecho de que cada día existen nuevas tecnologías, por lo que su distribución y figura pueden ser continuamente actualizadas y de esta forma se mejora día con día el confort y seguridad del personal. Los criterios de distribución de planta en oficinas, aunque difíciles de cuantificar, son la reducción al mínimo del costo de comunicación y el incremento al máximo de la productividad de los empleados.

-Baños y vestidores.

Los baños, en el edificio, son instalaciones relativamente permanentes y difíciles de ampliar o cambiar de lugar; por lo tanto, se deben planear anticipadamente para un mayor número de usuarios. Estos deben estar limpios, iluminados y bien ventilados y el piso debe tener una pendiente hacia uno o más drenajes de piso; la entrada y las puertas del cuarto de los baños se deben diseñar de tal manera que haya privacidad.

En algunas áreas de trabajo donde se usan materiales corrosivos se necesitan estaciones de agua para lavados de emergencia; la unidad debe estar situada tan cerca del lugar de riesgo como sea posible, y al mismo nivel. Se debe vigilar que la iluminación en los vestidores sea aceptable (300 luxes) y que sean los pasillos quien estén iluminados y no las cubiertas superiores de los casilleros.

-Servicios médicos.

En las plantas industriales es necesario tener disponible los servicios de algún médico o enfermera profesional en caso de requerirse, ya sea por accidente o simple consulta. Las necesidades de las instalaciones para servicios médicos dependen del número de empleados al que se atiende y del servicio que estas proporcionan. Se recomienda tener una enfermera cuando haya 300 o más personas (incluyendo personal de oficina) empleadas en un turno.

CONCEPTOS DE AHORRO DE ENERGÍA

Introducción

La energía puede servir como impulso al desarrollo, pero también puede frenarlo si se le da un uso dispendioso. Para que la energía sirva efectivamente a aquel fin, es imperativo tanto producirla en cantidad y calidad suficientes, cuanto darle una utilización apropiada. De igual manera, la protección ambiental y su preservación es un punto básico de interés y preocupación general, requiere de acciones funcionales y de adecuada canalización de recursos.

El Ahorro de Energía es, hoy en día, un tema de actualidad y surge con la finalidad de hacer un uso más eficiente de la energía (sin afectar el funcionamiento de los equipos utilizados ni el confort con que cuenta la población) y con el fin de no comprometer la disponibilidad de ésta para las futuras generaciones.

Existe en el país un importante potencial de ahorro en cuestiones energéticas, su aprovechamiento es normalmente mucho menos costoso que la producción adicional de una cantidad equivalente de energía. Por tanto, es importante que los esfuerzos realizados para promover el ahorro y uso eficiente de la energía se ejecuten dentro de un programa integral y de amplia participación, a fin de evitar resultados limitados.

Existen algunos obstáculos para llevar a cabo acciones de ahorro de energía en México, estos son:

- Tarifas eléctricas subsidiadas por muchos años.
- Poca importancia sobre el tema en amplios sectores de la educación.
- Falta de conciencia y malos hábitos de consumo de la población en general.
- Falta de interés para invertir en equipo ahorrador, así como desconocimiento de su existencia.
- Falta de personal capacitado sobre el tema.
- Falta de una estricta, amplia y clara normatividad para el área.
- Incertidumbre sobre la confiabilidad del ahorro total, falta de incentivos.

Sin embargo, últimamente algunos de estos obstáculos tienden a desaparecer y mediante financiamientos se pretende que el interés por invertir aumente; por lo que se vuelve cotidiano que la sociedad, en general, escuche y quiera saber sobre el ahorro de energía.

En el concepto de ahorro de energía se manejan las siguientes áreas:

- Cogeneración.
- Transporte.
- Industria.
- Sector residencial, comercial y de servicios.
- Educación.

Estas distintas áreas son bastante amplias e interesantes y cada una podría ser tema de estudio para alguna otra tesis. En nuestro caso sólo analizamos los edificios, los cuales pueden ser ubicados dentro del sector residencial, comercial y de servicios.

Las cuestiones de ahorro energético que se plantean en el presente capítulo pueden ser, principalmente, empleadas para cuestiones de iluminación de este proyecto de tesis; sin embargo, con la finalidad de que este trabajo de investigación sea útil en general y despierte interés sobre el tema se ha recopilado información que puede ser aplicada en otras áreas de un edificio.

EDIFICIOS

Anteriormente se ha definido el concepto de edificio y de las principales zonas que están contenidas en este, por lo que sólo nos abocaremos a la relación que existe con el ahorro de energía.

La cantidad de energía que consumen los edificios se puede reducir fácilmente si se emplea tecnología nueva y avanzada, que en algunos lugares ya es comercial y está en uso. Debe entenderse que para bajar el índice de crecimiento de la energía se involucran cuestiones educativas, sociales, institucionales, económicas, motivacionales, entre otras.

Cuando se habla de ahorro en edificios es recomendable la participación de todos los involucrados desde la idea, la construcción hasta la terminación de la obra, por lo que entran como parte activa: los dueños, firmas comerciales, diseñadores, arquitectos, ingenieros, constructores, obreros, instituciones financieras, aseguradoras y el mismo gobierno.

A continuación se muestran datos sobre el consumo de energía eléctrica que presentan en promedio los edificios de México, Japón y EUA. Esperamos que después de comparar estas cifras no haya lugar a dudas sobre el alto potencial de ahorro y gran trabajo que necesita desarrollarse en el área.

PAIS	kWH / m ² al mes
MEXICO	40
EUA	15
JAPON	10

La eficiencia en el uso de la energía puede ser determinada por los tres sistemas básicos que comprenden cualquier edificio: los sistemas energizados, como calefactores, aire acondicionado, iluminación, elevadores, equipo de oficina, sistema de bombeo, etc.; los sistemas no energizados como las paredes, pisos, techos, ventanas, etc.; y los sistemas humanos, como mantenimiento, vigilancia, operación y demás personal. Cualquier posible modificación debe llevarse a cabo tomando en cuenta la interrelación que existe entre los sistemas.

En un edificio es importante saber su uso, el tipo de equipo empleado, la ubicación y el clima, así como su diseño y tipo de estructura, el grado y tipo de control ambiental, el número de ocupantes y el tiempo de ocupación.

En general, se puede considerar que el consumo de energía que presentan los edificios en la Ciudad de México es:

Carga	Consumo KWH %
Iluminación	60
Sistemas de Acondicionamiento Ambiental	
Equipo de oficina	5
Bombeo de agua y Elevadores	13
Fotocoplado	3
Otros	1

MEDIDAS FACTIBLES

Se han dividido las medidas factibles para ahorro de energía en edificios tomando en cuenta el costo a realizar:

- De baja o nula inversión.
- De mediana inversión.
- De alta inversión.

Estas medidas son explicadas brevemente a continuación siguiendo el orden progresivo del costo de inversión, esperando que puedan servir como guía de referencia a las personas interesadas en el tema.

De baja o nula inversión.

Difundir en forma permanente campañas de concientización sobre el ahorro de energía. Dentro de estas campañas se puede concientizar al personal en temas como:

- No dejar encendidos aparatos o equipos que no se estén utilizando o se hallan inutilizados.
- No encender lámparas donde el nivel de iluminación, debido a la luz natural, es aceptable para realizar las tareas asignadas.
- Apagar las lámparas de zonas u oficinas donde no se estén realizando labores y que estas estén encendidas.
- Utilizar el elevador para subir o bajar pisos del edificio sólo cuando estos sean considerables.

Imprimir y colocar carteles para difundir el o los programas. Se recomienda fijarlos en áreas estratégicas de uso común.

Iluminación.

- Mayor aprovechamiento de la luz natural. Mantener las cortinas abiertas, si las condiciones ambientales lo permiten, para evitar que permanezcan lámparas encendidas cuando existe un nivel de iluminación adecuado para la realización de labores.
- Efectuar limpiezas periódicas en los luminarios y acrílicos difusores de las lámparas para lograr niveles adecuados de iluminación, evitando la necesidad de instalar luminarios adicionales.
- Independizar circuitos de iluminación mediante la instalación de apagadores, de manera que no existan áreas mayores de 20 m² que tengan que permanecer iluminadas sin ser necesario.

Instalaciones eléctricas.

- Verificar que el calibre de los conductores que alimentan a los equipos es el correcto.
- Se recomienda revisar las conexiones en subestaciones, tableros de control, contactos y apagadores; limpiándolos, ajustándolos y dándoles mantenimiento de ser necesario, para evitar calentamiento en los elementos que propicien la pérdida de energía y acorten su vida útil.

Equipo eléctrico.

- Se deben programar el uso de los elevadores, si existen, de tal forma de que unos se paren en pisos pares y otros en pisos nones.
- Cuidar que las escaleras eléctricas, en caso que existan, funcionen sólo en las horas pico para el personal (entrada y salida).
- Verificar que las bombas de agua sean las adecuadas para el flujo que se maneja. Evitar el uso del equipo de bombeo en los horarios de mayor demanda.
- Verificar que los equipos de aire acondicionado, si existen, sean los correctos para el área en que se utilizan. Vigilar que se ponga en marcha cuando verdaderamente sea necesario; además se deberán sellar puertas y ventanas para evitar fugas de aire por hendiduras.
- Revisar en forma periódica que no existan fugas de aire dentro de la instalación hidro-sanitaria. De esta forma se eliminarán pérdidas por el bombeo de agua, así como de esta.

De mediana inversión.

Existen otras medidas que requieren de una inversión un poco mayor y estas son:

- Iluminación.
- Sustitución de balastras convencionales por balastras electrónicas de alto factor de potencia. Estas consumen menos energía eléctrica.

- Utilización de luminarios de alta eficiencia y baja depreciación.
- Sustitución de lámparas fluorescentes normales por las de alta eficiencia. Estas últimas ofrecen un nivel de iluminación adecuado, con la ventaja de que consumen menos energía.
- Sustitución de lámparas incandescentes de interiores por lámparas fluorescentes compactas y por lámparas de sodio de alta presión en exteriores, como jardines y estacionamientos.
- Utilizar colores suficientemente claros en techos, pisos, paredes y muebles para ampliar las superficies reflejantes, mejorando de esta forma el nivel de iluminación.

- Instalaciones eléctricas.

- Un bajo factor de potencia ocasiona multas por parte de la compañía suministradora. Esto se puede evitar si se instalan bancos de capacitores para corregir este factor.
- Cambio de conductores de calibre inadecuado por conductores de calibre adecuado. De esta forma se evita que los conductores sufran calentamiento excesivo, lo que ocasiona un deterioro rápido del aislamiento así como un desperdicio de energía.

De alta inversión.

Por último, existen algunas medidas que de llevarse a cabo significan una erogación alta. En este tipo de medidas se considera el utilizar equipo totalmente automático en las instalaciones eléctricas e hidro-sanitarias. Este equipo es de alta tecnología que funciona a través de sensores, controladores, acopladores, convertidores, entre otros.

Algunos ejemplos son:

- detectores de presencia,
- detectores de presencia con sensor ultrasónico,
- apagadores automáticos con sensor infrarojo,
- fotoceldas de baja sensibilidad,
- controladores de carga,
- relevadores.

Otra acción que requeriría de un desembolso alto, sería la remodelación completa o parcial de todas las instalaciones.

Dentro de estas medidas se encuentra la posibilidad de realizar los cambios necesarios para lograr un edificio "inteligente"; la necesidad de edificios inteligentes esta fuera duda, pocas organizaciones existen hoy, que no confien en sistemas electrónicos de cómputo, de hecho, muchas que compraron tal equipo hace algunos años, hoy lo están reemplazando por versiones más actualizadas. La inteligencia de un edificio está en adecuarse a los requerimientos de energía eléctrica y el recableado requerido cuando es añadido o reubicado en los espacios ya existentes, sin afectar su funcionalidad, seguridad y estética. El concepto de edificio inteligente esta ligado con el de diseño bioclimático que más adelante se explica.

Por otro lado, existen algunas oportunidades específicas, muy recomendadas, que son económicas y fáciles de instalar para ahorrar energía en los edificios:

- Sellar alrededor de puertas y ventanas para evitar que se escape el aire acondicionado o que entre el aire caliente.

- Reguladores para salidas de agua, de esta forma controlar el chorro de salida del agua.

- Aislador o forro para tuberías. Cuando las tuberías de conexión para el agua caliente, se forran con material térmico, pueden disminuir la pérdida del calor.

- Láminas protectoras. Estas láminas en las ventanas ayudan a filtrar los rayos solares para mantener más fresco el interior del inmueble y evita la decoloración de los muebles y alfombras.

- Bandas protectoras. Sino se tapan las ranuras alrededor de puertas y ventanas, se deja escapar el aire y aumenta el tiempo que necesita el sistema de aire acondicionado y calefacción para funcionar adecuadamente.

- Aislamiento térmico para el calentador de agua. A los calentadores de agua antiguos, es conveniente ponerles un forro térmico para ayudar a que mantengan la temperatura del agua caliente y a la vez ahorren energía.

- Cinta aislante, para los conductos del aire acondicionado, por donde se puede escapar el aire frío o caliente.

Equipo ahorrador de energía

Existe una amplia variedad de equipo bastante útil para cuestiones de ahorro energético. Sin embargo, recomendamos los siguientes aspectos:

- conocer la exacta procedencia,
- preguntar el respaldo que existe de la marca,
- checar la tensión de funcionamiento (en algunos casos se venden para tensiones de 110 v, sin margen de variación).
- revisar que cumplan reglamentos y normas (como la NOM, Norma Oficial Mexicana o pruebas por parte de algún laboratorio de prestigio). Este tipo de recomendación puede no existir, ya que existen algunos artículos eléctricos para los cuales la NOM no es obligatoria. Se recomienda pedir a la Dirección General de Normas (DGN) de la SECOFI mayor información al respecto.

Balastos

Ya que los balastos juegan, en la actualidad, un papel importante dentro del ahorro de energía para edificios, se explica a continuación los puntos más interesantes que se manejan sobre estos.

Un balastro es un circuito regulador de la forma de onda, así como de corriente y voltaje que funciona como el "cerebro" para todo tipo de lámparas, excepto para las incandescentes.

De esta forma un balastro realiza tres funciones básicas:

- Provee de una cierta cantidad de energía eléctrica para calentar temporalmente los electrodos o permanentemente, dependiendo si la lámpara es de arranque rápido o instantáneo.
- Suministra un voltaje controlado para iniciar el arco de la lámpara.
- Controla la corriente de la lámpara y el voltaje de operación dentro de los límites recomendados por el fabricante de la lámpara.

Seguridad.

La Norma Oficial Mexicana especifica que los gabinetes de las lámparas fluorescentes deben estar debidamente conectados a tierra. La caja del

balastro debe estar aterrizada ya sea al balastro o, en caso de instalación remota, por medio de otros medios, tales como un cable a tierra. En caso de no seguir la recomendación anterior existe el riesgo de choque eléctrico debido a una posible energización del gabinete ocasionada por una falla interna del balastro hacia la caja del mismo.

Asimismo, todos los balastros tienen una corriente de fuga normal que no constituye un peligro cuando el balastro es aterrizado correctamente.

Un balastro para lámparas fluorescentes, como cualquier otro equipo eléctrico, genera calor durante su funcionamiento. Si no se mantiene la temperatura dentro de éstos límites, el calor será la principal razón de la reducción en la vida del balastro. El calor generado por un balastro convencional se transfiere a la caja a través del compuesto asfáltico, que rodea totalmente los componentes internos del mismo y entonces es disipado al aire que esta alrededor o a la superficie de montaje por conducción, convección o radiación.

Por lo tanto, es esencial que un balastro que se coloca en un lugar cerrado, sea ventilado adecuadamente.

Tipos de balastros.

Actualmente existen en el mercado tres tipos eficientes de balastros, en orden ascendente de eficiencia y costo son: electromagnéticos, híbridos y electrónicos.

Los electromagnéticos e híbridos no presentan mucho problema para su compra e instalación, en cambio los electrónicos presentan algunas características que los hacen especiales y merecen una atención especial.

Balastros electrónicos.

En Estados Unidos es una tecnología que ha estado vigente por casi 15 años, se han tenido experiencias múltiples, bajo conceptos y principios diferentes, a la fecha no existe una norma ANSI sobre este equipo. Un balastro electrónico bien diseñado, es de suponerse, tendrá un mejor consumo en la línea que uno magnético; debe cuidarse la procedencia y especificaciones que existan de la marca.

El principal problema que existe para el uso de los balastos electrónicos han sido las armónicas, las cuales causan problemas a otros equipos electrónicos conectados, así como a los instrumentos de medición normales (analógicos como digitales). De acuerdo a Fourier cualquier función periódica puede representarse mediante una serie infinita de funciones senoidales. Esta serie contiene un término que es de la misma frecuencia que la función original, que se le llama componente fundamental, el resto de los términos se conocen como armónicas porque su frecuencia es múltiplo de la frecuencia original.

Las armónicas de orden inferior (3,5,7,11 y 13) tienen mayor impacto en el aumento de pérdidas en las máquinas eléctricas, y por lo tanto provocan sobrecalentamiento. Las armónicas de orden superior (arriba de 20 y hasta 50) causan interferencias en las líneas de teléfono y en las ondas de radio. Los balastos electromagnéticos comunes operan para una frecuencia de 60 Hz; mientras que los electrónicos operan a frecuencias del orden de 25 KHz.

Energía Solar

La crisis energética mundial obliga a la necesidad de buscar fuentes alternas para atacar este problema, un edificio es una buena opción para emplear estas fuentes alternas y existen varias opciones:

- energía eólica,
- energía solar,
- energía química,
- energía hidráulica,
- energía geotérmica,
- energía nuclear.

Es la energía solar la que últimamente ha recibido mayor atención en el área de edificios y sector residencial, se intenta proveer de energía para los diferentes sistemas como: calefacción, calentamiento de agua, iluminación, etc. Por lo que de las diferentes opciones planteadas sólo haremos breve referencia de la energía solar.

La mayor cantidad de energía disponible en la tierra es creada por el sol: todos los combustibles orgánicos, incluyendo a los fósiles, se originan con un ciclo biológico en donde las plantas necesitan luz solar para poder sobrevivir, y los vientos resultan del calentamiento desigual de la atmósfera y de la superficie terrestre.

La energía del sol se transmite por radiación electromagnética; el 46 % de la radiación que llega a la tierra es luz visible. La invisible, de longitud de onda más corta, se conoce como radiación ultravioleta y comprende el 4.6 %. La mayor parte de esta radiación ultravioleta la absorbe la atmósfera terrestre y muy poca llega hasta la superficie terrestre. La porción mayor (49 %) de la radiación que llega a la tierra es de una longitud de onda mayor que la luz visible y es llamada radiación infrarroja. El porcentaje restante consiste de radiación ionizante ultravioleta y de rayos X.

Los edificios deben poder conservar el calor de los rayos solares, por lo que debe estar ubicado en tal forma que en invierno el sol atraviese las ventanas, y durante el verano existan dispositivos que puedan dar sombra como árboles, marquesinas o persianas.

Existe una amplia gama de elementos o sistemas para captar la energía solar, los cuales convierten la radiación solar incidente en energía útil. En México, este tipo de energía no ha sido verdaderamente explotada, por lo que se tiene poca experiencia; sin embargo se considera que en poco tiempo su potencial será ampliamente aprovechado.

CONDICIONES DE DISEÑO

Muchos de los problemas que se presentan en las construcciones e instalaciones, hoy en día, se deben a que las personas involucradas en el proyecto llevaron a cabo un mal diseño. En todo diseño debe estar ampliamente definido el problema para poder ser analizado con detalle, además se deben buscar soluciones, evaluar alternativas y de esta forma considerar las mejores opciones que existen para llevarlo a cabo.

Considerando los diferentes problemas que se presentan en la actualidad de acondicionamiento ambiental y consumos excesivos de energía en las construcciones, creemos conveniente abordar en forma sencilla el concepto de diseño bioclimático y de esta forma tratar de dar, en parte, solución a estos problemas.

Es imposible que una vez proyectado un edificio donde no han sido tomados en cuenta los impactos del clima, se alcancen niveles satisfactorios de confort con "unos cuantos ajuste o adaptaciones de última hora". El proyectista debe tener la obligación moral de garantizar a los propietarios y moradores del inmueble, que la construcción no presentará problemas de confort térmico, lumínico o acústico, ni gasto excesivo de sistemas de climatización o iluminación artificial que repercutan en excesivas inversiones iniciales o de mantenimiento y conservación.

El término "bioclimático" representa lo que en forma tradicional se ha conocido como: acondicionamiento ambiental con sentido común. Existen muchas clasificaciones del clima, sin embargo ninguna ha logrado incluir en sus parámetros de clasificación a todos los que directamente influyen en el confort térmico del diseño de edificaciones, así como tampoco señalan la detección de estrategias de acondicionamiento artificiales o naturales que permitan el uso eficiente de la energía convencional.

El diseño bioclimático es una especialidad que abarca áreas del conocimiento vinculadas con:

- arquitectura,
- climatología,
- diseño urbano,
- ingeniería de acondicionamiento ambiental y eficiencia energética,
- los procesos termofísicos en materiales de construcción,
- la energía solar y eólica,
- la fisiología del confort térmico, lumínico y acústico,
- el impacto de la vegetación en el bioclima,
- la geometría solar y la ecología.

En la actualidad este concepto incluye la variabilidad de los principales parámetros climáticos útiles en el diseño arquitectónico y de

instalaciones para el acondicionamiento ambiental para espacios interiores y exteriores. Las características del clima en el entorno inmediato a una edificación son el resultado del soleamiento directo o indirecto, del sombreado, de la vegetación, de la humedad del aire y suelo, de la ventilación, de la irradiación térmica del suelo y objetos próximos, y en general de las condiciones ambientales exteriores del sitio.

Si se requiere un estudio más completo debe tomarse en cuenta: la temperatura media anual, la oscilación máxima anual entre las temperaturas extremas promedio, la oscilación térmica media diaria anual, la humedad relativa media diaria anual, la humedad absoluta, la irradiación solar media diaria anual, la precipitación total anual y los vientos dominantes.

Iluminación del edificio

El personal involucrado en cuestiones de iluminación tiene, cada día, más amplias opciones de equipo eficiente para escoger. El hablar, en iluminación, de uso de racional de la energía debe entenderse como: "Tener el mismo nivel de iluminación, pero con un menor consumo de energía"

Los sistemas de iluminación se emplean como ayuda para realizar un trabajo más productivo. Para el alumbrado del edificio se emplean lámparas fluorescentes ahorradoras de energía; estas lámparas por la composición de gases especiales constituyen la nueva generación de lámparas fluorescentes. Se recomienda utilizarlas con balastos de alta eficiencia.

Esté tipo especial de lámpara tiene las siguientes características:

Watts	Flujo Luminoso lm	Diámetro mm	Longitud total mm
34	2925	38	1219
60	5850	38	2438

Algunas de las características de este tipo de lámparas son:

- Considerables ahorros de energía.
- Alto flujo luminoso.

referencia en el presente trabajo.

Asimismo, con las normas y códigos de las asociaciones e instituciones que se enlistan a continuación:

- API, ACI, ASTM, NEMA, ASA, NFPA, ASME, AIEE, UL, ULC, STI.

En la construcción y puesta en funcionamiento de las estaciones de servicio debe existir un amplio conocimiento y responsabilidad del área del personal involucrado. Además de que junto con la normatividad y reglamentos respectivos a cumplir, deberá existir una continua capacitación del personal, así como de un mantenimiento preventivo y correctivo en la instalación en general, así como de los instrumentos y sistemas destinados a medir sobrepresiones, variaciones inconvenientes de temperaturas, vibraciones en bombas, sobrellenado de tanques de almacenamiento, fugas en ductos o tanques, etc.

Clasificación General de Areas Peligrosas según las NTIE

Las Normas técnicas para instalaciones eléctricas (NTIE) son comúnmente utilizadas como guía para la práctica de seguridad en la selección e instalación adecuada de equipo eléctrico. Las áreas peligrosas (clasificadas) están cubiertas en el capítulo 5, secciones 501, 502, 503, 504, 513 y 514.

Areas peligrosas son aquellas que contienen vapores, líquidos o gases inflamables o polvos combustibles y fibras, que pueden causar fuegos o explosiones si se someten a una fuente de ignición, por lo que están clasificadas con base en sus características de peligrosidad.

En las NTIE los gases inflamables están clasificados como clase I. Ya que los diferentes gases tienen una temperatura de ignición y características de explosión diferentes, están subdivididos en dos grupos. La tabla la siguiente página enlista los gases clasificados en línea vertical. Estos gases están clasificados en los grupos A, B, C y D, en los cuales el D es de menor clasificación que el C, etc. En la edición 1978 del NEC distintos gases fueron agregados como resultado de un estudio conjunto de varias organizaciones interesadas.

Para completar la descripción del área para zonas peligrosas, las NTIE reconoce dos divisiones distintas.

Area Clase 1, División 1

1) Es aquella en la cual la concentración peligrosa de gases o vapores inflamables existen continua, intermitente o periódicamente en el ambiente bajo condiciones normales de operación; o también;

2) Area en la cual la concentración peligrosa de algunos gases o vapores puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas. Puede ser también;

3) Aquella área en la cual, por falla del equipo de operación o proceso, podrían fugarse o vapores inflamables hasta alcanzar concentraciones peligrosas y podría también causar, simultáneamente fallas del equipo eléctrico.

Esta clasificación incluye generalmente sitios donde líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables son transportados de un recipiente a otro; el interior de casetas de pintura por aspersion y zonas aledañas a estas casetas; lugares en los que hay tanques abiertos con líquidos volátiles inflamables; cuartos o compartimientos de secado por evaporación de solventes inflamables; lugares que contienen equipo para la extracción de grasas y aceites que usan solventes volátiles inflamables; zonas de planta de lavandería y tintorería donde se utilizan líquidos peligrosos; cuartos generadores de gas y otras zonas de plantas de fabricación de gas donde gases inflamables pueden escapar; cuartos de bombeo de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables inadecuadamente ventilados; y todas las demás zonas de trabajo donde existe la posibilidad de que se presenten concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables en el curso de las operaciones normales.

Area clase I, División 2

1) Es aquella en la cual se manejan, procesan o usan líquidos volátiles o gases inflamables pero en las que estos líquidos o gases se encuentran normalmente dentro de recipientes o sistemas cerrados, de los cuales pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental o en caso de operación anormal

del equipo, o;

Grupos de atmósferas peligrosas en lugares Clase I y gases o vapores de líquidos volátiles que contienen

GRUPO A	1-pentanol (alcohol amílico)
acetileno	propano
	1-propanol (alcohol propílico)
GRUPO B	acetano n-butílico
butadieno	acetato isobutílico
óxido de etileno	etano
hidrógeno	etanol (alcohol etílico)
gases manufacturados que contienen más de 30% de hidrógeno (por volumen)	acetato etílico
óxido de propileno	dicloroetileno
	gasolina
	heptanos
	hexanos
	isoprenos
GRUPO C	metano (gas natural)
acetaldehído	metanol (alcohol metílico)
ciclopropano	3-metil-1-butanol (alcohol isoamílico)
diethyléter, morfolina	
etileno, sulfuro de hidrógeno	metil etil cetona
dimetilhidrazina asimétrica (UDMH-1, 1-dimetilhidrazina)	metil isobutil cetona
	2-metil-1-propanol (alcohol isobutílico)
GRUPO D	2-metil-2-propanol (alcohol butílico terciario)
acetona	petróleo nafta (bencina o nafta)
acrilonitrilo	octanos
amoníaco	pentanos
benceno	propileno, acetato vinílico
butano	estireno, cloruro vinílico
butanol-1 (alcohol butílico)	tolueno, xileno
butanol-2 (alcohol butílico secundario)	

2) En la cual se evitan concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de ventilación mecánica y que sólo podrían ser peligrosos en caso de falla u operación anormal del equipo de ventilación, o;

3) Aquella adyacente a una área clase I División 1 y en la cual concentraciones peligrosas de gases o vapores podrían comunicarse, a menos que esta comunicación se evite por medio de una ventilación adecuada con presión positiva de una fuente de aire limpio y protección efectiva contra fallas del equipo de ventilación.

Esta clasificación generalmente incluye sitios donde se usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables pero en los cuales, a juicio de la autoridad correspondiente, llegarían a ser peligrosos sólo en caso de accidente u operación anormal del equipo.

Cuando las tuberías eléctricas (conduit) y sus correspondientes accesorios se encuentran separados del área de proceso por un solo sello o barrera, deberán clasificarse como División 2 siempre y cuando el exterior de la tubería y de los accesorios sea un área no peligrosa.

Para describir adecuadamente un área que contiene un gas o vapor inflamable, es necesario determinar la Clase, el Grupo y la División.

En las NTIE, los polvos combustibles se clasifican como Clase II y se agrupan de acuerdo a su temperatura de ignición y su grado de conductividad en Grupos E, F y G.

Las áreas clasificadas como Clase II también pueden ser subdivididas en División 1 y División 2.

Un área clasificada como Clase II, División 1

1) Es aquella en la cual hay o puede haber polvo combustible en suspensión en el aire en forma continua, intermitente o periódica bajo condiciones normales de operación, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables; o;

2) Donde debido a fallas mecánicas u operación anormal de la maquinaria o el equipo puedan producirse tales mezclas explosivas o inflamables y que una falla simultánea del equipo eléctrico o de los sistemas de protección pueda originar una fuente de ignición; o;

3) En la cual polvos combustibles con características de conductividad eléctrica puedan estar presentes.

Esta clasificación incluye generalmente lugares de trabajo donde existe manejo o almacenamiento de granos; plantas donde hay trituradoras, pulverizadoras, limpiadoras, desgranadoras, descascadoras, separadores, transportadores, tolvas o embudos abiertos, mezcladoras, empacadoras, pesadoras, elevadores, distribuidores, colectores (excepto colectores totalmente metálicos ventilados hacia el exterior) y toda maquinaria y equipo similar que produce polvos en fábricas o plantas procesadoras de granos, plantas de almidón, plantas pulverizadoras de azúcar, plantas de producción de malta, molinos de forraje y otras de naturaleza similar; todos los lugares de trabajo donde se producen, se procesan, se empaican o se almacenan, excepto en recipientes herméticos, polvos metálicos y todos los lugares similares donde, bajo condiciones de operación normal, están presentes polvos combustibles en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

Los polvos combustibles no conductores eléctricos incluyen polvos producidos en el manejo y proceso de granos y productos de grano, cocoa y azúcar pulverizados, leche y huevo en polvo, especias pulverizadas, almidón y harinas, papas, semillas de frijol, forraje y otros materiales orgánicos que puedan producir polvos combustibles cuando se manejan o procesan. Los polvos no metálicos conductores eléctricos, incluyen polvos de carbón vegetal, carbón mineral y coque. Los polvos que contienen magnesio y aluminio son particularmente peligrosos y se requiere extrema precaución para evitar su ignición y explosión.

Una área Clase II, División 2

Es aquella en la cual el polvo combustible no está normalmente en suspensión en el aire ni será puesto en suspensión por la operación normal del equipo, en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o

explosivas, pero donde:

1) El depósito o la acumulación de tal polvo combustible puede ser suficiente para interferir la adecuada disipación de calor del equipo o aparato eléctrico; o;

2) El polvo combustible acumulado o depositado sobre o alrededor del equipo eléctrico puede inflamarse por arcos, chispas o calentamiento de tal equipo.

Los lugares donde generalmente se reúnen las condiciones arriba descritas incluyen secciones de plantas con transportadores y gusanos cerrados, tolvas o embudos cerrados o maquinaria o equipo que producen apreciables cantidades de polvo sólo en condiciones anormales de operación; las zonas adyacentes a las áreas clasificadas como Clase II División 1 que se describieron anteriormente y en las cuales concentraciones inflamables o explosivas de polvo en suspensión se evita por la operación de un equipo efectivo de control de polvos; bodegas y zonas de embarque donde materiales que producen polvo son almacenados o manejados solamente en bolsas o recipientes y otros sitios semejantes.

Las áreas Clase III

Son aquellas que son peligrosas por la presencia de fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables, pero en las cuales las fibras o materiales volátiles normalmente no se encuentran en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Las áreas Clase III se dividen en la siguiente forma:

Una área Clase III, División 1

Es aquella en la cual se manejan, fabrican o utilizan fibras fácilmente inflamables o materiales que producen combustibles volátiles.

Estas áreas generalmente incluyen plantas textiles de rayón, algodón y fibras semejantes; plantas fabricantes o procesadoras de fibras combustibles; molinos de semillas de algodón, plantas alijadoras de algodón; plantas

procesadoras de lino; fábricas de ropa, talleres de carpintería y todas las industrias o talleres que tienen procesos o condiciones semejantes. Entre las fibras y materiales volátiles fácilmente inflamables se encuentran el rayón, el algodón, el henequén, el ixtle, el yute, la fibra de cocó, el cañamo, la estopa, la lana vegetal, el musgo, la viruta y otros materiales similares.

Una área Clase III División 2

Es aquella en la cual se manejan o almacenan fibras fácilmente inflamables, con excepción del lugar donde se fabrican.

Para que haya fuego o una explosión, deben reunirse tres condiciones:

1. Un líquido inflamable, vapor o polvo combustible debe estar presente en el ambiente en cantidades suficientes.
2. El líquido inflamable, vapor o polvo combustible debe mezclarse con aire u oxígeno en las proporciones requeridas para producir una mezcla explosiva.
3. Una fuente de energía debe aplicarse a la mezcla explosiva.

De acuerdo con estos principios, debe considerarse tanto la cantidad de líquido inflamable o vapor que puede encontrarse en el ambiente, como sus características físicas. Por ejemplo, los gases más ligeros que el aire se dispersan tan rápidamente en la atmósfera que, excepto en espacios confinados, no producen mezclas peligrosas en áreas cercanas a instalaciones eléctricas. Los vapores procedentes de líquidos inflamables tienen también una tendencia natural a dispersarse en la atmósfera y se diluyen rápidamente a concentraciones menores al límite inferior del rango inflamable (explosivo), especialmente cuando existe movimiento de aire. La probabilidad de que la concentración de gas se encuentre por arriba del límite máximo del rango inflamable o explosivo, no proporciona ninguna garantía, ya que la concentración debe pasar primero dentro de los límites de dicho rango.

El análisis de estas condiciones básicas es el principio para la clasificación de áreas peligrosas. Después de que un área ha sido clasificada según su Clase, Grupo o División, puede seleccionarse el equipo eléctrico adecuado que puede ser utilizado en dicha área.

Clasificación de Gasolineras según las NTIE

La clasificación de las áreas peligrosas para este tipo de locales donde se transvasan gasolina u otros líquidos volátiles inflamables a los tanques de combustible de vehículos automotores se contemplan en la sección 505 de las NTIE y es como sigue:

a) Se considera como lugar Clase I, División I, a todo el espacio comprendido dentro de una bomba o surtidor de gasolina. Esto se aplica también a cualquier espacio localizado por debajo de la bomba o surtidor, que pueda contener instalaciones o equipos eléctricos.

b) En las zonas al aire libre, cualquier área (sin incluir las áreas Clase I, División I, pero incluyendo los locales que no estén adecuadamente comunicados) comprendida dentro de una distancia horizontal de 6 metros desde la envoltura de cualquier bomba o surtidor se considera lugar Clase I, División 2, a la cual se extenderá hasta una altura de 50 centímetros por encima del nivel de la pista de rodamiento o del suelo.

c) Se considera como lugar Clase I, División 1, al espacio comprendido dentro de una esfera con radio de un metro y con el centro en el punto de descarga de cualquier tubo de escape de un tanque, y como Clase I, División 2, al volumen comprendido entre dicha esfera de un metro de radio y otra de 1.50 metros de radio a partir del mismo punto de referencia.

d) El área dentro de cualquier foso o espacio por debajo del nivel del suelo en un local de lubricación, se considera como lugar Clase I, División 1. Toda el área del cuarto de lubricación hasta una altura de 45 centímetros sobre el nivel de piso o suelo se considera como Clase I, División 2.

Las instalaciones y equipos eléctricos ubicados dentro de las áreas peligrosas mencionadas en el artículo 502.2, deben cumplir con los requisitos que sean aplicables de las secciones 501 y 502.

Las normas, como nota, recomiendan consultar la Norma PEMEX: "Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio", la cual contiene detalles sobre la instalación de equipo eléctrico

en gasolineras, de los cuales una parte se menciona adelante.

Mientras que las instalaciones y equipos eléctricos ubicados en zonas que están encima de las áreas peligrosas deben satisfacer los siguientes requisitos:

a) Todo alambrado fijo debe estar contenido en tubos o ductos metálicos que cumplan con los requisitos correspondientes del Capítulo 3 de las NTIE.

b) Los cordones flexibles para aparatos colgantes deben ser adecuados para el tipo de servicio y ser de uso rudo.

c) Los equipos que se encuentren a menos de 3.60 metros sobre el nivel del piso y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como fusibles, interruptores, tableros para carga de baterías, generadores, motores u otros equipos (excluyendo lámparas, contactos y portalámparas) que tengan contactos de abrir-cerrar o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de manera que se impida el escape de chispas o partículas de material caliente.

d) Los luminarios fijos ubicados en vías por las cuales circulen vehículos o que, por alguna otra causa, puedan estar expuestos a daño mecánico, deben colocarse a una altura no menor de 3.60 metros sobre el nivel del piso, a menos que tengan cubiertas del tipo totalmente cerrado o contruidas en tal forma que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.

Clasificación de áreas

Para poder determinar el tipo de equipo eléctrico que debe usarse, es necesario estudiar cuidadosamente la clasificación de las diferentes áreas. Existen documentos que ayudan en la determinación de los límites de las Divisiones 1 y 2. La correcta clasificación debe proporcionar instalaciones eléctricas seguras y también permitir el uso de equipo más económico. Existen artículos en las NTIE que proporcionan requisitos específicos.

Un problema que se presenta frecuentemente es el de cómo clasificar un gas o polvo que no está listado en las NTIE. Por lo que es recomendable revisar los estándares internacionales o revisar publicaciones de Comisiones Internacionales.

La selección del equipo es una consideración importante. El equipo eléctrico debe ser apropiado para la Clase y el Grupo del área donde va a usarse. Sería muy peligroso usar un equipo para Clase I Grupo D, en atmósferas de hidrógeno. Esto es también cierto al usar equipo para Clase I en áreas Clase II.

En áreas Clase I, los dispositivos que forman arcos eléctricos como arrancadores e interruptores se construyen a prueba de explosión tanto para División 1 como para 2. Sin embargo, las luminarias para División 2 son generalmente unidades selladas y provistas de empaques.

Muchos de los dispositivos que forman arco eléctrico, apropiados para Clase I, lo son también para la Clase II. Una cuidadosa revisión de los catálogos de los fabricantes identificará los productos adecuados para cada Clase y Grupo. Información adicional se encuentra en los artículos 501, 502 y 503 de las NTIE que especifican los tipos de equipo permitidos para áreas peligrosas.

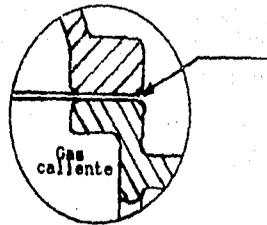
Tipos de equipo

El equipo eléctrico puede usarse con seguridad en áreas peligrosas, siempre y cuando haya sido construido en una forma adecuada para una área definida de acuerdo a su Clase, Grupo y División. Para cumplir las normas todo el equipo que forma un sistema o instalación eléctrica para lugares peligrosos debe ser diseñado y construido sin perder de vista el fin para el que se fabrica que es el de reducir al máximo el peligro de una explosión.

Diversos tipos de construcción de equipo se aceptan como apropiados para áreas Clase I. El más comúnmente usado es equipo construido a prueba de explosión. Este tipo de construcción requiere que la envolvente sea lo bastante fuerte para resistir la explosión interna de un determinado gas o vapor y que impida la ignición de gas o vapor que se encuentra en la atmósfera por chispas o flamas que provengan del interior o por el aumento de la temperatura en la superficie de la envolvente.

Generalmente estas envolventes se hacen de fierro, acero o aluminio con un diseño que impide el paso de la flama o el escape de la presión interna.

Comúnmente se utilizan dos tipos de juntas. Una es la junta plana rectificada, como se muestra en la figura.

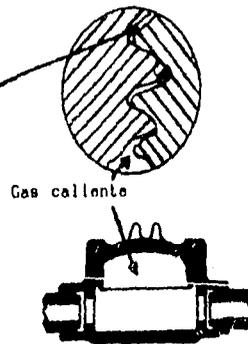


El gas caliente se enfría al pasar a través de la junta plana.

En este tipo de unión, las dos superficies se mantienen perfectamente unidas por medio de tornillos. El ancho mínimo para el paso de la flama es de 9.53 mm., con un claro máximo de 0.0381 mm. La experiencia ha demostrado que este claro previene que los gases calientes escapen al exterior.

Otro tipo de junta que frecuentemente se utiliza, es la tapa roscada que se muestra en la figura siguiente.

El gas caliente se enfría al pasar a través de la junta roscada.



Este tipo requiere de un mínimo de cinco hilos de la rosca que estén en contacto. Cuando dentro de la envolvente ocurre una explosión, los hilos de la rosca de la tapa se aprietan contra los hilos de la rosca del cuerpo, forzando así al gas caliente a recorrer toda la trayectoria helicoidal entre el cuerpo y la tapa, lo que lo enfría suficientemente antes de lograr salir a la atmósfera circundante.

Existen otros tipos de equipo para áreas peligrosas. Entre estos se pueden nombrar los tipos de equipo sumergido en aceite, equipo presurizado y equipo intrínsecamente seguro. El uso del equipo sumergido en aceite está declinando, en este tipo el equipo se sumerge completamente en aceite, lo que impide que el gas peligroso se ponga en contacto con el dispositivo que forma el arco eléctrico. Este tipo de equipo se usa frecuentemente en aparatos grandes de control, donde no es práctico utilizar equipo a prueba de explosión.

El equipo intrínsecamente seguro es un equipo eléctrico especialmente diseñado para limitar la energía disponible a un nivel tan bajo que no produzca una chispa, ni caliente la superficie lo suficiente para un encender un gas, vapor o polvo específico. El uso principal de este tipo de equipo es en instrumentos que se utilizan en industrias de proceso. Los circuitos eléctricos deben funcionar de tal modo que los voltajes inducidos no se apliquen sobre el alambrado eléctrico.

El principal equipo para áreas clase II es el equipo a pruebas de ignición de polvo. Su diseño es diferente al del equipo para clase I, ya que se diseña para impedir la entrada de polvo en el equipo y no requiere soportar explosiones internas. La principal condición que debe reunir el equipo para áreas Clase II es que opere, bajo un manto de polvo, a una temperatura suficientemente baja para que no incendie o queme el polvo; la mayor parte del equipo se diseña de tal modo que evite la acumulación de polvo.

El equipo que se instale en áreas Clase III deberá ser capaz de operar a plena capacidad sin calentarse, al grado de que cause deshidratación excesiva o carbonización gradual de las fibras o material volátil que se le acumule. El material orgánico carbonizado o excesivamente deshidratado es susceptible de incendiarse espontáneamente.

Características principales del equipo empleado en estaciones de servicio.

El equipo que emplean las estaciones de servicio consiste principalmente de bombas y compresores a prueba de explosión. Las bombas de

gasolina son generalmente de desplazamiento positivo rotatorias, del tipo de paletas deslizantes y se escogen de acuerdo a las necesidades requeridas como consumo (gasto), la presión de descarga, la potencia al freno, etc. A continuación se mencionan algunas características importantes a considerar para la instalación de una gasolinera.

En la acometida a los dispensarios, interruptores y en general cualquier equipo eléctrico que se localice en las áreas peligrosas para la estación de servicio, deberán colocarse sellos en las canalizaciones eléctricas para impedir el paso de gases, vapores o flamas, de una área a otra de la instalación eléctrica y serán ubicados en lugares accesibles. Para esto debe aplicarse compuesto sellador en los accesorios terminales del circuito eléctrico, para impedir la filtración de fluidos y humedad al aislamiento del conductor.

Deben colocarse sellos en cada canalización que se conecte a cajas que por su localización sean del tipo a prueba de explosión y que contengan dispositivos capaces de producir arcos, chispas o altas temperaturas. Estos sellos deben instalarse lo más cerca posible de las cajas, a una distancia máxima de 50 cm. de las mismas. No debiendo existir ninguna otra caja o dispositivo similar entre la caja y el sello. (Ver detalle en el plano E-2 de PEMEX que se anexa).

Cuando las canalizaciones entren o salgan de áreas con clasificaciones diferentes, el accesorio para sello deberá colocarse en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero deberá estar diseñado e instalado de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubería dentro del lugar peligroso no pasen a la canalización que está más allá del sello. No debe existir unión, accesorio o caja entre el sello y la línea límite. Cuando las canalizaciones crucen áreas clasificadas como división 1 ó 2 podrán instalarse los sellos en el área no peligrosa. (Ver plano E-2 que se anexa).

En los dispositivos del sello no deben hacerse empalmes ni derivaciones. El compuesto sellador deberá prepararse con cemento especial o compound, aprobado para este fin.

El tapón formado por el compuesto sellador no debe ser afectado por la atmósfera o los líquidos que lo rodean y tendrá un punto de fusión de 93° C como mínimo; el espesor del compuesto sellante deberá ser por lo menos igual al diámetro del conduit, pero en ningún caso menor de 16 mm.

Sistema de Tierras

El sistema de tierras será diseñado para la instalación de acuerdo a las características y requerimientos del proyecto, para evitar la acumulación de cargas estáticas, asimismo descargar a tierra las fallas por aislamiento y las descargas atmosféricas que por una diferencia de potencial puedan producir una chispa, la cual en un ambiente contaminado dentro de las áreas peligrosas, puede originar un accidente.

Las conexiones al sistema de tierras para todos los casos, serán al través de cable de cobre desnudo suave, utilizando los conectores apropiados para los diferentes equipos y elementos que deben ser aterrizados de acuerdo a lo siguiente:

- las cubiertas metálicas que contengan o protejan equipo eléctrico, tales como transformadores, tableros, carcazas de motores, generadores, estaciones de botones y bombas para suministro de combustible, deben conectarse a la red de tierras mediante cable de 34 mm² (calibre No. 2 AWG).

- los autotanques en posición de descarga cuando manejen combustibles, deben aterrizarse mediante dos cables aislados flexibles de 34 mm² (calibre No. 2 AWG) como mínimo.

- las tuberías metálicas que conduzcan líquidos o vapores inflamables en cualquier área de la estación de servicio,

- la conexión a tierra de los dispensarios y las bombas sumergibles se hará con conductores de puesta a tierra de 34 mm² (calibre No. 2 AWG).

Iluminación

La iluminación de cada una de las áreas exteriores que componen la estación de servicio, será a base de luminarios de vapor de mercurio, aditivos

metálicos o lámparas fluorescentes. Queda cancelado el vapor de sodio y cualquier otro tipo que no proporcione luz blanca.

Los equipos de alumbrado deben ser instalados adecuadamente y serán de fácil acceso para permitir su mantenimiento. La selección adecuada de los luminarios se hará en función de las necesidades de iluminación y de las restricciones impuestas por la clasificación de áreas peligrosas, teniendo en cuenta las sustancias manejadas, así como la temperatura que alcanzan cuando están en operación.

Las áreas de despacho de gasolinas serán iluminadas colocando en la techumbre luminarias con lámparas de luz blanca, distribuidas simétricamente para proporcionar un nivel de iluminación uniforme el cual no podrá ser menor de 200 luxes, como lo señala el reglamento de construcción del Departamento del Distrito Federal.

Las luminarias podrán instalarse empotradas o sobrepuestas en el plafón de las techumbres de las áreas de despacho. Las áreas para el despacho de combustible Diesel opcionalmente podrán dejarse sin techumbre, en cuyo caso contarán únicamente con el módulo de iluminación y señalamiento.

La iluminación en la zona de lavado y lubricado será de las mismas características señaladas para las áreas de despacho, no pudiendo ser menor de 70 luxes.



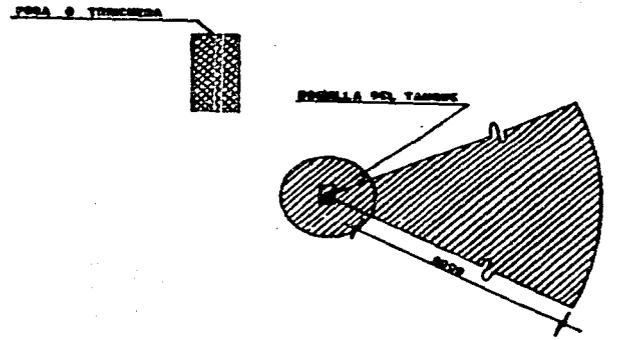
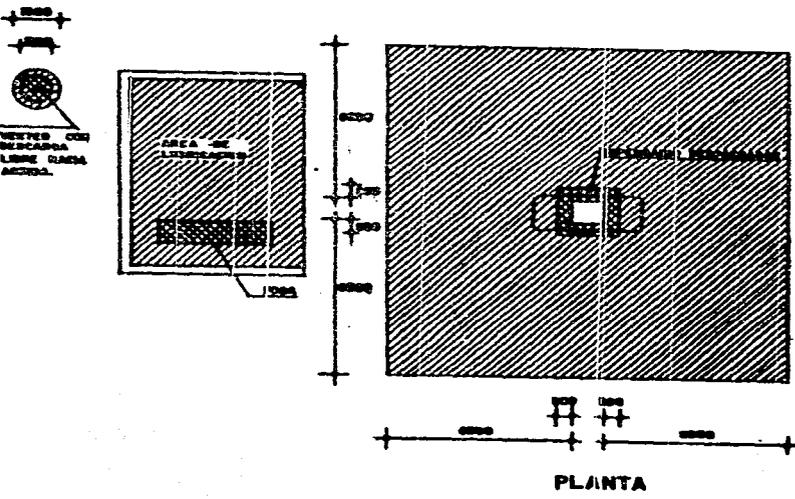
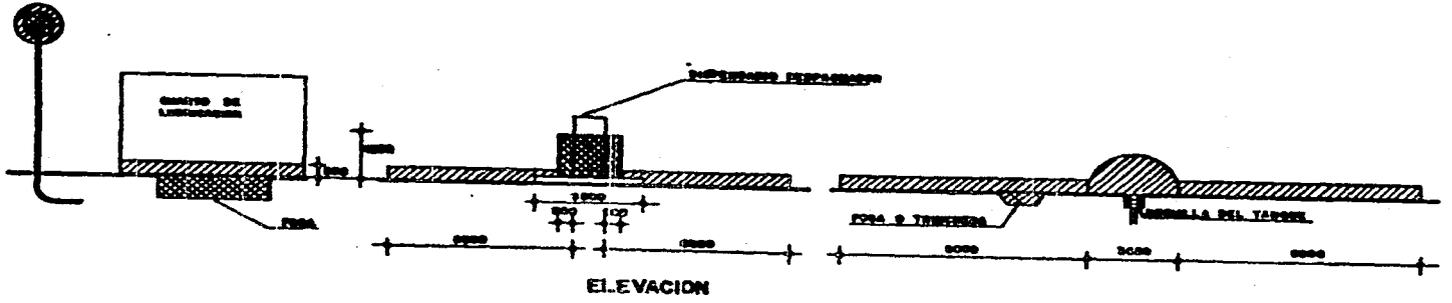
PEMEX

CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

GERENCIA DE DESARROLLO Y RELACIONES COMERCIALES
GERENCIA DE DESARROLLO GENERAL
MEDIOS AMBIENTE, SERVICIO DE EVALUACION DE RIESGOS

PROYECTO: REFINERIA DE TAMPICO	ACTIVIDAD: REFINERIA DE TAMPICO	ESTACION: 100	AREA: 100
UBICACION: CARRETERA FEDERAL TAMPICO - TAMPICO	FECHA: 10/10/80	ESCALA: 1:100	HOJA: 100
ELABORADO POR: J. GARCIA	REVISADO POR: J. GARCIA	APROBADO POR: J. GARCIA	FECHA: 10/10/80

E-1



CLASE I SVL 1	
CLASE I SVL 2	



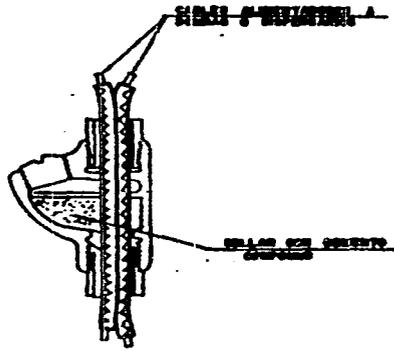
PEMEX

EXTENSION DE AREAS PELIGROSAS Y SELLOS

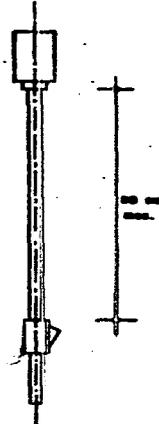
E-2

GERENCIA DE DESARROLLO Y RELACIONES COMERCIALES
SUBGERENCIA DE DESARROLLO COMERCIAL
OPERACIONES GENERALES DE EVALUACION OPERATIVA

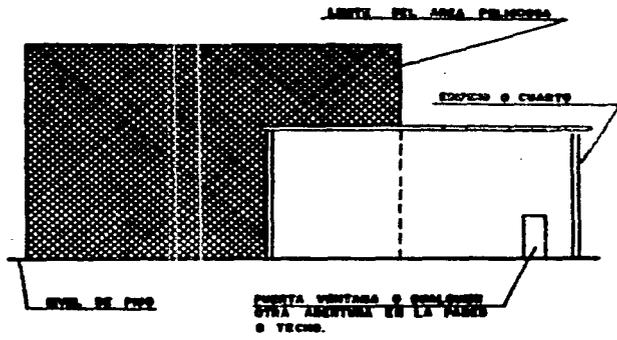
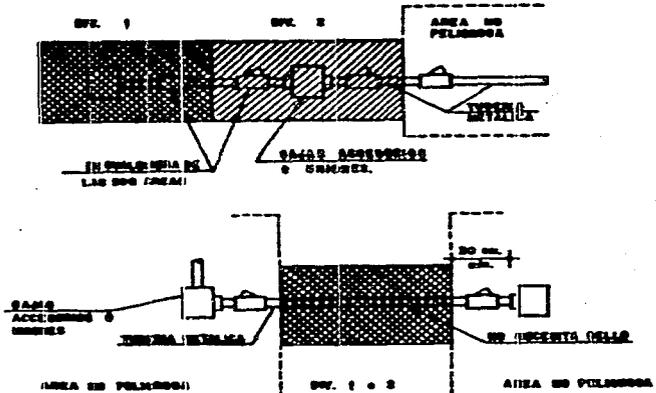
PROYECTO: EXTENSION DE AREAS PELIGROSAS Y SELLOS
FECHA: 1982/01/20
AUTOR: J. GARCIA
REVISOR: J. GARCIA
APROBADO: J. GARCIA
Escala: 1:100



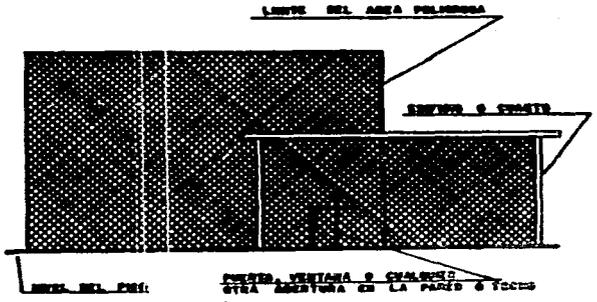
CORTE SELLO E Y S



LOCALIZACION DEL SELLO RESPECTO A LA CAJA DE CONEXIONES



EDIFICIOS SIN ABERTURAS LOCALIZADAS DENTRO DE AREAS PELIGROSAS



EDIFICIOS CON ABERTURAS LOCALIZADAS DENTRO DE AREAS PELIGROSAS

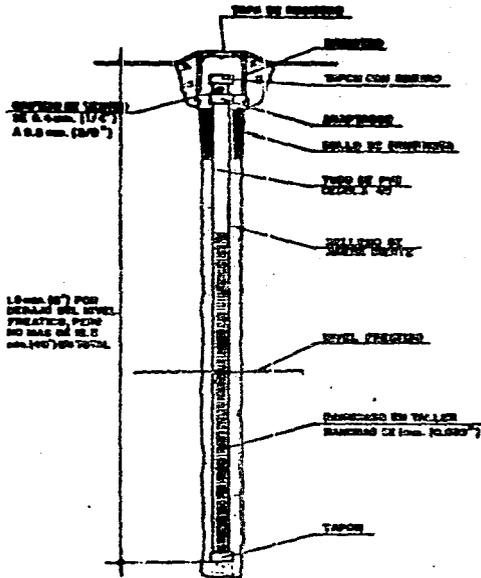


SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FUGAS AL SUBSUELO

GERENCIA DE DESARROLLO Y RELACIONES COMERCIALES
 DEPARTAMENTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO,
 SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SISTEMAS COMERCIALES

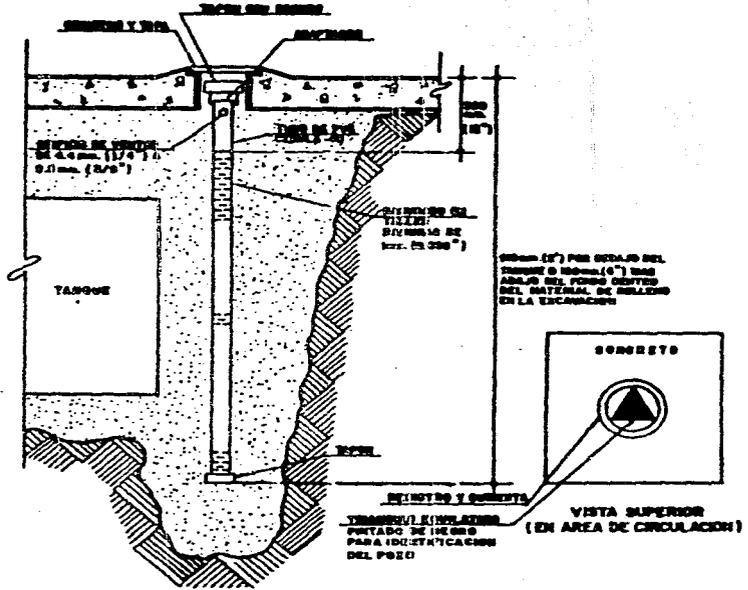
MODELO: M-15	INSTRUMENTACIÓN: M-15	VERSIÓN: 1.0
FECHA: 15/03/88	ELABORADO POR: J. GARCÍA	REVISADO POR: J. GARCÍA
PROYECTO: M-15	FECHA: 15/03/88	FECHA: 15/03/88

M-15



NOTA: PVC-CIERRE DE POLIURETANO

POZO DE MONITOREO



NOTA: PVC-CIERRE DE POLIURETANO

POZO DE OBSERVACION

AREAS COMUNES

EMBARQUE Y RECEPCION

Todos los materiales y suministros provienen del área de recepción; también, todos los productos salen por el área de embarque. Es necesario cuidar el correcto diseño para este tipo de instalaciones ya que si es inadecuado pueden obstruir la producción.

Se necesita una combinación que reduzca el costo de capital y que permita un mejor uso del equipo, así como una posible flexibilidad al trabajo. En general, si las áreas no se combinan, cuando menos deben estar contiguas. Las áreas de embarque son más adecuadas para mecanizar las áreas de recepción debido a la uniformidad de que tienen los productos ya manufacturados en el embarque. Si es que existen muelles para ferrocarril, estos por lo general, se encuentran separados de los muelles para camiones.

ESTACIONAMIENTO

Es el lugar designado para colocar vehículos y es aquí donde quedan estacionados. El estacionamiento del proyecto queda ubicado sobre un terreno plano y duro, en donde el servicio lo harán los conductores.

Los terrenos para estacionamiento deben tener su pendiente hacia el exterior del complejo. Tienen una iluminación, por lo general, de 15 a 30 luxes; como el color no es crucial, por economía se pueden utilizar lámparas de sodio de alta o baja presión.

Las instalaciones que existen para un estacionamiento como el del proyecto son del tipo hidráulico y eléctrico. La función principal de la hidráulica es el de evitar encharcamientos durante el periodo de lluvias, mientras que la eléctrica tiene al alumbrado como la principal carga. Para este último caso se considera iluminación abierta o de exteriores y, sobre esto, existe en el presente trabajo una sección especial sobre el tema.

CAPITULO 3

CALCULO Y ESPECIFICACION DE UNA INSTALACION ELECTRICA

CONCEPTOS SOBRE CONDUCTORES ELECTRICOS

Definición.

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

Materiales.

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

CARACTERISTICAS	COBRE	ALUMINIO
Peso específico (g/cm^3)	8.9	2.7
Conductividad eléctrica (%)	100	61
Resistividad a 20°C (ohm-m/mm^2)	0.0172	0.03
Tensión de ruptura (kg/cm^2)	31	16

Configuración física.

Alambre. Formado por un hilo sólido de sección circular.

Cable. Formado por varios hilos reunidos en formación geométrica

Cordón. 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.

Tamaño de los conductores.

El tamaño de los conductores se define por el área de su sección transversal en mm^2 .

También se define en:

- 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 ($1 \text{ mm}^2 = 1960 \text{ CM}$).

Aislamiento de los conductores

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

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

Los materiales aislantes, usuales actualmente, en la elaboración de conductores, son los siguientes:

		Tensión de operación
Elastómeros	Butido, EP (etileno propileno)	0.6 a 46 kV
Termoplásticos	PVC (policloruro de vinilo)	0.6 a 15 kV
Termofijos	XLP (polietileno de cadena cruzada)	0.6 a 69 kV
Papel impregnado		2 a 69 kV

Las tensiones de operación en edificios son menores de 600 V, excepto, las acometidas a subestaciones interiores de 15 o de 23 kV.

Uso y aplicaciones de conductores

(Tensión hasta 600 V)

Todas las instalaciones eléctricas de la República Mexicana deben de cumplir con los requisitos mínimos que marcan las "Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas" (NTIE 81), editadas por la SECOFI a través de la Dirección General de Normas.

La Sección 302 de dichas normas, hace referencia a los conductores de uso general. Esta sección trata de los conductores de mayor uso en instalaciones de utilización; sus requisitos se refieren principalmente a conductores aislados y establecen, en general, la forma en que éstos se designan, su capacidad de corriente, sus modos de uso y la forma en que deben estar marcados.

Estos requisitos no se aplican a los conductores que formen parte integrante de equipos tales como motores, arrancadores de motores y equipos similares.

Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en las tabla 302.3 de las NTIE, reproducidas al final de este capítulo.

La capacidad de corriente de los conductores de cobre aislado, para una temperatura ambiente de 30°C, se muestran en la tabla 302.4 (NTIE) que aquí reproducimos.

Los factores de corrección por agrupamiento de conductores y por temperatura ambiente se muestran en las tablas 302.4.a y 302.4.b (NTIE) que igualmente anexamos.

Selección del calibre de los conductores

Los pasos que deben seguirse son los siguientes:

- 1). Corriente de carga
- 2). Factores de corrección
- 3). Capacidad de conducción del conductor
- 4). Revisión por caída de tensión
- 5). Revisión por corriente de corto circuito.
- 6). Cálculo del calibre económico.
- 7). Características de seguridad (inflamables y baja emisión de humos).

1. Corriente de la carga

Puede obtenerse por medio de fórmulas, en la placa de datos de los equipos que conformen la carga o en las tablas elaboradas por los fabricantes.

Fórmulas usuales

a) Una fase, dos hilos:

$$I = VA / V = W / (V \times fp) = (746 \times hp) / (V \times fp \times e)$$

b) Tres fases, tres hilos:

$$I = VA / (1.732 \times V) = W / (1.732 \times V \times fp) \\ = (746 \times hp) / (1.732 \times V \times fp \times e)$$

Donde:

- I Corriente en amperes (A)
- V Tensión entre líneas en volts
- hp Potencia en caballos
- W Potencia en watts
- VA Potencia en volt-amperes
- fp Factor de potencia
- e Eficiencia

2. Factores de corrección

La corriente que circulará por los conductores, debe afectarse por los factores de corrección que correspondan de las tablas 302.4.a y b (NTIE), al final del capítulo.

3. Capacidad de conducción del conductor

En la Tabla 302.4 (NTIE) se selecciona el tamaño del conductor que pueda conducir la corriente calculada en la parte 2.

4. Revisión por caída de tensión

El Art. 203.3 (NTIE) establece la máxima caída de tensión que deben tener los conductores, ésta previsión es con el fin de evitar daños a equipos conectados.

La caída total, en circuitos alimentadores más los derivados no debe exceder del 5%, sin exceder en ninguno de ellos del 3%.

La caída de tensión es función de las siguientes variables:

- a) Corriente que fluye por el conductor
- b) Tensión de operación
- c) Longitud, sección transversal y material del conductor.

5. Revisión por corriente de corto circuito

Los conductores aislados deben soportar la corriente de corto circuito del sistema sin dañarse, esto puede verificarse con tablas o con la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = (330 S / (t)^{1/2}) (\log((234.5 + T_f) / (234.5 + T_i)))^{1/2}$$

donde:

I_{cc} = corriente de corto circuito en amperes

S = sección transversal del conductor en mm^2

t = duración del c.c. en segundos

T_f = Temperatura máx. del conductor durante el c.c.

150°C para aislamiento termoplástico

250°C para elastoméricos

T_i = temperatura inicial del conductor en °C

6. Cálculo del calibre económico.

La capacidad de conducción de los conductores aislados está en función de la temperatura que puedan soportar sus aislamientos sin dañarse.

Por ejemplo: la capacidad de conducción de corriente de un conductor aislado de 21mm^2 (4 AWG) puede ser de 60, 75 u 80 A si la temperatura máxima de operación de los aislamientos son, respectivamente, 60, 75, o 90 °C.

Al aumentar la capacidad de conducción puede reducirse el costo inicial de las instalaciones; pero, es necesario considerar que el costo de operación se incrementa al disiparse mayor cantidad de energía en forma de calor (Ley de Joule: $W = I^2 R$).

7. Características de seguridad.

Se obtienen consultando los datos de manuales de fabricantes.

CANALIZACIONES ELECTRICAS

Se entiende por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores de manera que queden protegidos contra deterioro mecánico y contaminación, además para que protegan a las instalaciones contra incendios por arcos eléctricos que se presentan en condiciones de corto circuito.

Los medios de canalizaciones más comunes en las instalaciones eléctricas son:

- 1.- Tubo metálico rígido.
- 2.- Tubo metálico flexible.
- 3.- Tubo no metálico.
- 4.- Ductos.
- 5.- Charolas.

1.- TUBO METALICO RIGIDO (CONDUIT).

El tubo conduit es un tipo de tubo usado para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones.

Los tubos conduit metálicos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales, los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pesados, semipesado y ligero, distinguiéndose uno de otro por el espesor de la pared. La sección transversal del tubo debe ser circular. No debe usarse tubo metálico rígido de diámetro nominal inferior a 13 mm (1/2 pulgada).

El número de curvas en un tramo de tubería colocado entre dos cajas de conexiones consecutivas o entre una caja y un accesorio, o entre dos accesorios, se recomienda que no exceda a dos de 90° o bien su equivalente (180° en total). Además debe fijarse firmemente cuando menos cada 3 metros y a no menos de 90 cm de cada caja, gabinete o accesorio.

El número máximo de conductores en un tubo debe estar de acuerdo con los factores de relleno que se indican a continuación:

Todos los conductores, sean portadores de corriente o no, incluyendo su aislamiento y otros forros, no deben ocupar más del 40 % de la sección transversal del tubo en el caso de tres conductores o más; no más del 30 % cuando sean 2 conductores, y no más del 55 % cuando se trate de un solo conductor.

La superficie interior de cualquier tipo de tubo debe ser lisa para evitar daños al aislamiento o a la cubierta de los conductores. Los extremos se deben escariar para evitar bordes cortantes que dañen a los conductores durante el alambrado.

a) Tubo conduit de acero pesado (pared gruesa).

Estos tubos conduit se encuentran en el mercado en forma galvanizada o con recubrimiento negro esmaltado, normalmente en tramos de 3.05 m de longitud con rosca en ambos extremos. Se usan como conectores para este tipo de tubo los llamados, coples, niples (corto y largo) así como niples cerrados o de cuerda corrida. El tipo de herramienta que se utiliza para trabajar en los tubos conduit de pared gruesa es el mismo que se usa para tuberías de agua en trabajos de plomería.

Se fabrican en secciones circulares con diámetros que van de 13 mm (1/2 pulgada) a 152.4 mm (6 pulgadas).

Los tubos rígidos (metálicos) de pared gruesa del tipo pesado y semipesado se pueden emplear en instalaciones visibles u ocultas ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en cualquier tipo de edificios y bajo cualquier condición atmosférica. También se pueden usar directamente enterrados, siempre y cuando se proteja con el recubrimiento adecuado para las condiciones más severas en que pudiera estar trabajando.

En los casos en que sea necesario hacer el doblado del tubo metálico rígido, se debe hacer con la herramienta apropiada para que no se produzcan grietas en su parte interna y no se reduzca su diámetro interno en forma apreciable.

Para conductores con aislamiento normal alojados en tubo conduit rígido, se recomienda que el radio interior de las curvas no sea menor que 6 veces el diámetro exterior del tubo. Cuando los conductores tienen cubierta metálica el radio de curvatura de las curvas puede ser hasta 10 veces el diámetro exterior del tubo.

b) Tubo conduit Metálico de pared delgada.

A este tubo se le conoce también como tubo metálico rígido ligero, su uso es similar al anterior, pero su uso no está permitido en lugares que durante su instalación, o después de ésta, esté expuesto a daño mecánico. Tampoco se debe usar directamente enterrado o en lugares húmedos o mojados, así como en lugares clasificados como peligrosos. También cuando estén embebidos en concreto o embutido en mampostería y estén expuestos permanentemente a la acción de la humedad o de un ambiente corrosivo.

El diámetro máximo recomendable para estos tubos es de 51 mm (2 pulgadas) y debido a que son de pared delgada en estos tubos no se debe hacer roscado para atornillarse a cajas de conexión u otros accesorios, de modo que los tramos se deben unir por medio de accesorios de unión especiales.

2.- TUBO METALICO FLEXIBLE.

Con esta designación se encuentra el tubo flexible común fabricado con cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin ningún recubrimiento. A este tipo de tubo también se le conoce como "Greenfield". No se recomienda su uso en diámetros inferiores a 13 mm (1/2 pulgada) ni superiores a 102 milímetros (4 pulgadas).

Para su aplicación se puede usar en lugares secos donde no esté expuesto a corrosión o daño mecánico; puede instalarse embutido en muros de ladrillo, bloques o similares, así como ranuras en concreto, siempre que no esté expuesto a la acción permanente de la humedad.

No se debe instalar en lugares en donde se encuentre directamente enterrado o embebido en concreto, tampoco se debe usar en lugares clasificado

como peligrosos, salas de baterías y acumuladores, ni cuando los conductores (con forro de hule) que aloje el tubo queden expuestos a gasolina, aceites u otras sustancias que tengan efecto destructor sobre su aislamiento.

Su uso se acentúa en las instalaciones de tipo industrial como último tramo para conexión de motores eléctricos.

En el uso de tubo flexible el acoplamiento a cajas, ductos y gabinetes se debe hacer usando los accesorios apropiados para tal objeto, asimismo, cuando se use éste tubo como canalización fija a un muro o estructura se deben usar para su montaje o fijación abrazaderas, grapas o accesorios similares que no dañen al tubo, debiendo colocarse a intervalos no mayores de 1.50 m y a 30 cm como máximo con respecto a cada caja o accesorio.

3.- TUBO NO METALICO.

Esta designación incluye al tubo rígido de policloruro de vinilo (PVC) y al tubo de polietileno.

a) Tubo rígido de PVC.

El tubo PVC es la designación comercial que se da al tubo rígido de policloruro de vinilo (PVC).

El tubo rígido de PVC debe ser autoextinguible, resistente al aplastamiento, a la humedad y a ciertos agentes químicos. Se identifica por el color verde olivo.

El uso permitido de tubo conduit rígido de PVC se encuentra en:

- Instalaciones ocultas.
- Instalaciones visibles en donde el tubo no esté expuesto a daño mecánico.
- En ciertos lugares en donde existen agentes químicos que no afecten al tubo y sus accesorios.
- En locales húmedos o mojados instalados de manera que no les penetre el agua y en lugares en donde no les afecte la corrosión que exista en

medios de ambiente corrosivo.

- Directamente enterrados a una profundidad no menor de 0.50 m a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo de acuerdo a la norma técnica para instalaciones eléctricas en México.

El tubo rígido de PVC no debe ser usado en las siguientes condiciones:

- En locales o áreas que estén considerados como peligrosos.
- Para soportar luminarias u otros equipos.
- En lugares en donde la temperatura del medio ambiente más la producida por los conductores no exceda a 70°C.

El tubo conduit de PVC se fabrica en diámetros de 13 mm (1/2 pulgada) a 102 mm (4 pulgadas).

Con relación a la instalación de los tubos rígidos de PVC, se deben soportar a intervalos que no excedan a los que se indican a continuación.

Diámetro del tubo (mm)	Distancia entre apoyos (m)
13 y 19	1.20
25 a 51	1.50
63 a 76	1.80
89 a 102	2.10

b) Tubo de polietileno.

El tubo conduit de polietileno debe ser resistente a la humedad y a agentes químicos específicos. Además debe tener suficiente resistencia mecánica para proporcionar adecuada protección a los conductores y para soportar un trato rudo durante su instalación. Se identifica por el color anaranjado.

medios de ambiente corrosivo.

- Directamente enterrados a una profundidad no menor de 0.50 m a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo de acuerdo a la norma técnica para instalaciones eléctricas en México.

El tubo rígido de PVC no debe ser usado en las siguientes condiciones:

- En locales o áreas que estén considerados como peligrosos.
- Para soportar luminarias u otros equipos.
- En lugares en donde la temperatura del medio ambiente más la producida por los conductores no exceda a 70°C.

El tubo conduit de PVC se fabrica en diámetros de 13 mm (1/2 pulgada) a 102 mm (4 pulgadas).

Con relación a la instalación de los tubos rígidos de PVC, se deben soportar a intervalos que no excedan a los que se indican a continuación.

Diámetro del tubo (mm)	Distancia entre apoyos (m)
13 y 19	1.20
25 a 51	1.50
63 a 76	1.80
89 a 102	2.10

b) Tubo de polietileno.

El tubo conduit de polietileno debe ser resistente a la humedad y a agentes químicos específicos. Además debe tener suficiente resistencia mecánica para proporcionar adecuada protección a los conductores y para soportar un trato rudo durante su instalación. Se identifica por el color anaranjado.

El tubo de polietileno sólo puede usarse para tensiones de operación hasta de 150 volts a tierra y en las condiciones siguientes:

- Embebido en concreto o embutido en muros, pisos y techos.
- Enterrado a una profundidad no menor de 0.50 metros, a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 centímetros de espesor como mínimo.

No debe usarse en las condiciones siguientes:

- Oculto por plafones, en techos.
- Oculto en cubos de edificios (para alimentadores verticales).
- En instalaciones visibles.
- Además en los casos en que no debe usarse el tubo de PVC.

1.a.- CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACIONES CON TUBO.

a) CAJAS.

En los métodos para instalaciones eléctricas se puede decir que todas las conexiones de conductores o uniones entre conductores se deben realizar en cajas de conexión aprobadas para tal fin y que deben estar instaladas en donde puedan ser accesibles para poder hacer cambios en las instalaciones.

Por otra parte todos los apagadores y salidas para lámparas se deben encontrar alojados en cajas y en forma similar los contactos.

Las cajas se construyen metálicas y de plástico según se usen para instalaciones con tubo conduit metálico o con tubo de PVC o polietileno. Las cajas metálicas se construyen de acero galvanizado de cuatro formas principalmente: cuadradas, octagonales, rectangulares y circulares; se fabrican de varios anchos, profundidades y perforaciones para acceso de tubería, las cuales se encuentran en los laterales y en el fondo de las cajas.

En las instalaciones denominadas residenciales o de casas habitación se usan cajas cuadradas de 13 mm, que son cajas de 7.5 x 7.5 cm de base con 38 mm

de profundidad. En estas sólo se sujetan tubos de 13 mm (1/2 pulgada).

Aún cuando no hay una regla general para aplicaciones de los distintos tipos de cajas, la práctica general es usar la de tipo octagonal para salidas de alumbrado (lámparas) y la rectangular y cuadrada para apagadores y contactos. Las cajas redondas son de poco uso en la actualidad y se encuentran más bien en instalaciones un poco viejas.

Cuando se utilizan cajas metálicas en instalaciones visibles sobre aisladores o con cables con cubierta no metálica o bien con tubo no metálico, es recomendable que dichas cajas se instalen rígidamente a tierra.

Las cajas no metálicas se pueden usar en: instalaciones visibles sobre aisladores, con cables con cubiertas no metálicas y en instalaciones con tubo no metálico.

Se recomienda que todos los conductores que se alojan en una caja de conexiones, incluyendo empalmes (amarres), aislamientos y vueltas, no ocupen más del 60 % del espacio interior de la caja.

En el caso de las cajas metálicas se deben tener cuidado de que los conductores queden protegidos contra la abrasión.

b) Condulets.

Los condulets se fabrican en tres tipos distintos, principalmente:

- Ordinario.
- A prueba de polvo y vapor.
- A prueba de explosión.

Por otra parte las tapas de los condulets pueden ser:

- De paso: Tapa ciega.
- De cople exterior: Tapa con niple macho.
- De contacto: Tapa de contacto doble o sencillo.

4.- DUCTOS.

Los ductos son otros medios de canalización de conductores eléctricos que se usan sólo en las instalaciones eléctricas visibles debido a que no se pueden montar embutidos en paredes o lozas, etc. Se fabrican de canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular con tapas atornilladas y su aplicación se encuentra en instalaciones industriales y laboratorios.

Los conductores se llevan dentro de los ductos en forma similar al caso de los tubos conduit y se pueden usar para circuitos alimentadores y circuitos derivados y su uso no está restringido ya que se puede emplear también a edificios multifamiliares y de oficinas; su instalación requiere de algunas precauciones como por ejemplo, que no existan tuberías de agua cercanas, o bien se restringe su uso en áreas catalogadas como peligrosas.

Los ductos ofrecen ventajas en comparación con los tubos conduit debido a que ofrecen mayor espacio para alojar conductores y son más fáciles de alambrear, esto en sistemas menores de distribución en donde por un mismo ducto se pueden tener circuitos múltiples, ofreciendo además la ventaja de ser fácil de alambrear, teniéndose un mejor aprovechamiento de la capacidad conductiva de los conductores al tener mejor disipación del calor. Tienen la desventaja de que requieren de mayor mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestra comparativamente la capacidad de conducción de corriente de ductos con respecto al tubo conduit.

Número de conductores	Capacidad de corriente permitida en conduit en %	Capacidad de corriente permitida en ductos en %
1 - 3	100	100
4 - 6	80	100
7 - 24	70	100
25 - 32	60	100
43 o más	50	100

El empleo de ductos en las instalaciones industriales, de laboratorios, edificios de viviendas o edificios de oficinas tienen ventajas como:

- Fácil de instalar.
- Se surte en tramos de diferentes medidas lo que hace versátil su instalación.
- Se tiene facilidad y versatilidad para la instalación de conductores dentro del ducto, teniéndose la posibilidad de agregar más circuitos a las instalaciones ya existentes.
- Los ductos son 100% recuperables cuando se modifican las instalaciones y se vuelven a usar.
- Son fáciles de abrir y conectar derivaciones para alumbrado o fuerza.
- Se tiene ahorro de herramienta ya que no es necesario usar dobladoras de tubo, etc.
- Facilitan la ampliación en las instalaciones eléctricas.

Una variante de los ductos en donde se alojan los conductores que llevan corriente, son los llamados "electroductos", en donde los conductores son barras ya integradas en fábrica para ser armados en la obra y se usan por lo general, para la conducción de grandes corrientes, por ejemplo del orden de 4000 Amperes.

5.- CHAROLAS.

Las charolas para cables pueden usarse para soportar cables de fuerza, alumbrado, control y señalización, que tengan aislamiento y cubierta aprobados para este tipo de instalación, en locales construidos de materiales incombustibles o resistentes al fuego. Las charolas también pueden usarse para soportar tubos u otras canalizaciones.

Las charolas para cables no deben instalarse:

- En cubos de ascensores.
- Donde estén expuestos a daño mecánico severo.
- En lugares peligrosos, a menos que los cables estén específicamente aprobados para tal uso.

Las charolas deben instalarse como un sistema completo antes de la colocación de los cables. Además deben proveerse soportes para evitar esfuerzos en los cables cuando éstos se deriven fuera de la charola hacia cualquier tipo de canalización. En las partes de la charola donde se requiera una protección adicional contra daño mecánico, deben utilizarse tapas o cubiertas incombustibles que den la protección adecuada. Cuando una charola para cables contenga circuitos de tensiones diferentes, éstos deben separarse mediante una barrera incombustible que se extienda a todo lo largo de la charola o por medio de una distancia adecuada que de una protección equivalente.

Todas las secciones metálicas de una charola y sus accesorios deben estar eléctricamente unidos entre sí y efectivamente conectados a tierra. Los cables multiconductores que se instalen en charolas deben colocarse en una sola capa. los cables de un solo conductor pueden colocarse en dos capas como máximo.

En el uso de charolas se tienen aplicaciones parecidas a la de los ductos con algunas limitantes propias de los lugares en que se hace la instalación.

En cuanto a la utilización de charolas se dan la siguientes recomendaciones:

- Procurar alinear los conductores de manera que guarden siempre la misma posición relativa en todo el trayecto de la charola, especialmente los de grueso calibre.
- En el caso de muchos conductores delgados es conveniente hacer amarres a intervalos de 1.5 a 2.0 m aproximadamente, procurando colocar etiquetas de identificación cuando se trate de conductores de varios circuitos, en el caso de los conductores de calibre grueso los amarres se pueden hacer cada 2.0 o 3.0 m.

PROTECCIONES

Los sistemas eléctricos de distribución son a menudo bastante complicados. No pueden ser absolutamente seguros contra fallas. Los circuitos están sujetos a sobrecorrientes destructivas, comportamientos inadecuados, deterioros generales, daños accidentales por causas naturales, expansión excesiva o sobrecarga del sistema de distribución, son los factores que contribuyen a la ocurrencia de tales sobrecorrientes. Dispositivos adecuados de protección previenen o minimizan el costo por daños en transformadores, conductores, motores y otros componentes; cargas éstas que conforman un sistema completo de distribución. Un circuito de protección adecuado es esencial para evitar pérdidas costosas de dinero que pueden resultar de interrupciones o apagones prolongados en el suministro de energía. Es necesario seleccionar una protección adecuada, segura y libre de riesgos de incendios.

En todas las instalaciones eléctricas en forma invariable, tanto los equipos como los conductores eléctricos tienen un límite térmico dado principalmente por la naturaleza y tipo de materiales aislantes. Como se sabe, la corriente eléctrica produce las llamadas pérdidas por efecto joule (RI^2) que se manifiestan en forma de calor; por ésto en un conductor eléctrico, debido a su resistencia, se calienta, y es por esta razón que las NTIE limitan la cantidad de corriente permisible en un conductor (ampacidad) a un valor en que el calor se pueda disipar en forma segura, y es así como en las tablas de conducción de corriente eléctrica de los conductores se asocia la sección o calibre del conductor, con la corriente que pueden conducir en tubo conduit, para considerar el espacio o cantidad de aire disponible; también se considera la elevación de la temperatura ambiente.

Como se mencionó, si un conductor que tiene una resistencia R conduce una corriente I , el calentamiento resultante es proporcional a RI^2 , de manera que si por ejemplo el conductor conduce una corriente del doble ($2I$) el calentamiento es $R(2I)^2 = 4RI^2$, es decir, se incrementa cuatro veces; esto significa que al aumentar la corriente en un conductor, el calentamiento sube mucho más, debido a que crece con el cuadrado de la corriente.

SOBRECORRIENTES.

Una sobrecorriente puede ser una corriente de sobrecarga o una corriente de corto circuito. La corriente de sobrecarga es una corriente excesiva en relación a la corriente nominal de operación; se presenta en los conductores y en otros componentes de un sistema de distribución. Como su nombre lo indica una corriente de corto circuito es la que fluye por fuera de las vías de conducción normales.

1.- Sobrecargas.

Las sobrecargas son, en la mayoría de las veces, más frecuentes entre un rango de una a seis veces el nivel de corriente nominal. Son causadas por aumentos temporales de corriente y ocurren cuando los motores arrancan o cuando se energizan los transformadores. Tales corrientes de sobrecarga (o transitorias) son de ocurrencia normal. Debido a su corta duración cualquier aumento de temperatura es trivial y no tiene un efecto dañino sobre los componentes del circuito. Es importante que los dispositivos de protección no reaccionen a estas corrientes.

Las continuas sobrecargas pueden ser causadas por motores defectuosos (tales como rodamientos de motor desgastados), equipos sobrecargados o demasiadas cargas en un solo circuito. Estas sobrecargas son destructivas y deben ser cortadas por los dispositivos de protección antes que dañen el sistema de distribución o afecten el sistema de cargas. Sin embargo, éstas son de una magnitud relativamente bajas comparadas con las corrientes de corto circuito, las cuales, en milisegundos deben cortarse para prevenir daños en el equipo. Una sobrecarga excesiva causa sobrecalentamiento de los conductores y otros componentes, ocasiona deterioro en los aislamientos y daños severos por corto-circuito si no se interrumpen.

2.- Corto Circuitos.

En donde quiera que ocurran las corrientes de sobrecarga para bajos niveles de voltaje, las corrientes de corto circuito o falla pueden ser cientos de veces mayores que la corriente nominal de operación. Una falla de alto nivel puede ser de 50,000 amperios, o mayor. Si no se interrumpe en el

rango de unas milésimas de segundo el daño destructivo puede llegar a ser de alta severidad para el aislamiento, fusión de los conductores, vaporización del metal, ionización de gases, arcos e incendios. Simultáneamente las corrientes de corto circuito de alto nivel pueden hacer perforaciones por las fuerzas de los campos magnéticos. Las fuerzas magnéticas entre los barrajes y otros conductores pueden ser de cientos de kilogramos por metro lineal, lo que puede originar explosiones en los tableros y grandes daños en equipo, con riesgos frecuentes para el personal.

Los fusibles e interruptores son los dispositivos que se usan normalmente para proteger las instalaciones y equipos contra sobrecorrientes y contra corto circuito. Operan básicamente abriendo (liberando) los circuitos en los que están antes de que los valores de corriente excedan la corriente permisible en los conductores.

- FUSIBLES.

El fusible es el dispositivo de protección más apropiado contra corto circuito. Las partes fundamentales de un fusible son uno o varios elementos fusible encapsulados en un tubo y conectado a los contactos de las terminales. La resistencia eléctrica del elemento es tan baja que simplemente actúa como un conductor. Sin embargo, cuando ocurre una corriente destructiva, el elemento se funde muy rápidamente y abre el circuito para proteger los conductores, otros componentes del circuito y las cargas. Las características del fusible son estables. Los fusibles no requieren mantenimiento periódico o pruebas. Tienen tres características únicas de operación.

- 1.- Son seguros. Los fusibles modernos tienen una capacidad de interrupción alta y pueden operar con altas corrientes de falla sin ruptura.
- 2.- Utilizados adecuadamente, previenen "apagones"; solamente el fusible cercano a la falla se abre sin que los fusibles anteriores (de redes parciales o líneas de acometida) resulten afectados, garantizan "coordinación selectiva".
- 3.- Los fusibles garantizan una protección óptima de componentes, manteniendo las corrientes de falla a un valor bajo. Se dice que son "limitadores de corriente", que son un tipo especial.

- Interruptores Termomagnéticos.

Estos interruptores están diseñados para abrir el circuito en forma automática cuando ocurre una sobrecarga accionado por una combinación de un elemento térmico y un elemento magnético.

El elemento térmico consta esencialmente de la unión de dos elementos metálicos de diferente coeficiente de dilatación, conocido también como par térmico, el cual al paso de la corriente se calienta y por lo tanto se deforma, habiendo un cambio de posición que es aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor. Operan desde el punto de vista de tiempo de apertura con curvas características de tiempo-corriente.

El elemento magnético consta de una bobina cuyo núcleo es móvil y que puede operar o disparar el mecanismo del interruptor; el circuito se abre en forma instantánea cuando ocurre sobre ella una corriente mayor.

Los interruptores termomagnéticos operan con el elemento térmico para fallas de sobrecargas y con el elemento magnético para fallas de sobrecorriente.

- Comparación entre Fusibles e Interruptores Termomagnéticos.

Frecuentemente se presenta la necesidad de seleccionar entre el uso de fusibles o de interruptores termomagnéticos, esta selección se debe basar en algunos puntos objetivos que estén al margen de la opinión de los fabricantes de estos productos, ya que como es natural cada fabricante trata de demostrar que su producto es mejor, lo cual puede influir de alguna manera en la decisión del proyectista.

La experiencia en este caso juega un papel muy importante en la selección de equipos, así como los avances continuos en el diseño de los productos. A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas de ambos medios de protección, con el objeto de normar en cierta medida el criterio del proyectista, aún cuando es necesario recordar que cada instalación representa un problema diferente y por otra parte el valor de la corriente de corto

circuito puede influir también en esta decisión.

1.- Conveniencia y seguridad.

Desde el punto de vista de su utilización, los interruptores termomagnéticos resultan más convenientes que los fusibles, ya que un interruptor termomagnético se puede cerrar con facilidad sin ningún riesgo después de que ha disparado. Por el contrario, un fusible que se ha fundido se debe desatornillar o jalar con algún dispositivo para ello y entonces se debe tener cuidado de que cuando el circuito está abierto no se haga contacto accidental con las partes energizadas; este riesgo se puede decir que es pequeño, pero existe.

Por otra parte, cuando se funden los fusibles, se debe disponer de los sistemas fusibles de repuesto; cuando no se tienen estos, se puede caer en la tentación de "puentear" el fusible o bien sustituirlo por otro de mayor capacidad, en cuyo caso se crean condiciones de riesgo en la instalación.

2.- Confiabilidad.

Por experiencia se sabe que el uso de fusibles es confiable y normalmente no requieren de ser cambiados por períodos largos de tiempo; por otra parte, también se observa de la experiencia que los interruptores termomagnéticos se ven más afectados por las condiciones ambientales y pueden llegar a ser un poco menos precisos en su operación, por lo que se recomienda que su mecanismo de operación se revise por lo menos una vez por año, lo cual no siempre ocurre, ya que por lo general se observan sólo después de haber disparado. Cuando por alguna razón el mecanismo de operación se encuentra oxidado o en mal estado, puede ocurrir que no opere y entonces un circuito puede permanecer cerrado en condiciones de falla, lo cual representa un riesgo para la instalación eléctrica. Esta situación no se presenta en los fusibles, lo cual representa una ventaja de éstos.

El calentamiento excesivo como resultado de un pobre contacto en las terminales, puede producir que tanto interruptores termomagnéticos como fusibles produzcan disparos accidentales. En los fusibles el calentamiento en las terminales por contactos falsos, se puede evitar por medio del uso de

circuito puede influir también en esta decisión:

1.- Conveniencia y seguridad:

Desde el punto de vista de su utilización, los interruptores termomagnéticos resultan más convenientes que los fusibles, ya que un interruptor termomagnético se puede cerrar con facilidad sin ningún riesgo después de que ha disparado. Por el contrario, un fusible que se ha fundido se debe desatornillar o jalar con algún dispositivo para ello y entonces se debe tener cuidado de que cuando el circuito está abierto no se haga contacto accidental con las partes energizadas; este riesgo se puede decir que es pequeño, pero existe.

Por otra parte, cuando se funden los fusibles, se debe disponer de los sistemas fusibles de repuesto; cuando no se tienen estos, se puede caer en la tentación de "puentear" el fusible o bien sustituirlo por otro de mayor capacidad, en cuyo caso se crean condiciones de riesgo en la instalación.

2.- Confiabilidad:

Por experiencia se sabe que el uso de fusibles es confiable y normalmente no requieren de ser cambiados por períodos largos de tiempo; por otra parte, también se observa de la experiencia que los interruptores termomagnéticos se ven más afectados por las condiciones ambientales y pueden llegar a ser un poco menos precisos en su operación, por lo que se recomienda que su mecanismo de operación se revise por lo menos una vez por año, lo cual no siempre ocurre, ya que por lo general se observan sólo después de haber disparado. Cuando por alguna razón el mecanismo de operación se encuentra oxidado o en mal estado, puede ocurrir que no opere y entonces un circuito puede permanecer cerrado en condiciones de falla, lo cual representa un riesgo para la instalación eléctrica. Esta situación no se presenta en los fusibles, lo cual representa una ventaja de éstos.

El calentamiento excesivo como resultado de un pobre contacto en las terminales, puede producir que tanto interruptores termomagnéticos como fusibles produzcan disparos accidentales. En los fusibles el calentamiento en las terminales por contactos falsos, se puede evitar por medio del uso de

grapas de presión.

Un problema que se puede presentar con el uso de fusibles, es que los circuitos trifásicos se pueden ver sometidos a una falla denominada "pérdida de fase", lo cual, dependiendo del diseño puede representar una desventaja con respecto a los interruptores termomagnéticos. Una falla en cualquiera de las fases de un circuito trifásico que está protegido por interruptores termomagnéticos, produce la apertura de todas las fases del circuito, cortando la alimentación a la carga trifásica, ya sea de alumbrado o bien de fuerza.

Una falla en cualquiera de las fallas de un circuito trifásico que está protegido por fusibles, desconecta únicamente la fase que falla, de manera que se continua alimentando potencia a las cargas de alumbrado o motores monofásicos conectados a las fases que permanecen energizadas, de manera que se mantiene un servicio aproximadamente de 2/3 de la carga.

Sin embargo, en los motores trifásicos que están protegidos sólo por fusibles, al desconectarse sólo la fase fallada, quedan sujetos a la operación de dos fases; si estos continúan operando, lo harán con una corriente incrementada y desbalanceada circulando en las dos fases que quedan energizadas. Esto no sucede si se cuenta con una protección termomagnética, ya que se desconectan las tres fases al tenerse una falla en cualquiera de éstas.

Si la protección del motor no está seleccionada en forma correcta, la capacidad de los elementos térmicos no ha sido correctamente seleccionada, el motor continua operando con sobrecorriente hasta que se quema, y esto llega a suceder, lo que indica una falla en el correcto diseño.

3.- Capacidad de interrupción - operación de seguridad.

Un dispositivo de protección debe ser capaz de manejar la energía destructiva de las corrientes de corto circuito. Si una corriente de falla excede el nivel de capacidad del dispositivo de protección, el dispositivo puede romperse, causando daños adicionales. Es importante en la utilización de un fusible o un termomagnético (breaker o pastilla), la utilización de un dispositivo que pueda soportar las corrientes de corto circuito de mayor

TABLEROS

El término tablero es aplicable tanto a los llamados de pared, como a los tableros de piso, para los propósitos prácticos, ambos sirven para la misma función: recibir la energía eléctrica en forma concentrada y distribuirla por medio de conductores eléctricos, por lo general barras, a las cargas de los circuitos derivados.

Los circuitos derivados se protegen individualmente para sobrecorrientes y corto circuito por medio de fusibles o interruptores termomagnéticos montados en tableros algunas veces junto con los instrumentos de medición, tales como voltmetros, ampérmetros, medidores de demanda, etc.

Los tableros de pared y de piso difieren únicamente en su accesibilidad; los tableros de pared, como su nombre lo indica, están diseñados para ser montados en pared o en columna de manera que son accesibles por el frente únicamente. Los tableros de piso están diseñados para montarse separado de las paredes de manera tal que son accesibles por el frente o por la parte trasera; necesitan entonces espacio libre para circulación, sujeción al piso y eventualmente bases de montaje especiales.

Por razones de operación y mantenimiento se impone la necesidad de que cada usuario, grupo de usuarios o simplemente parte de una instalación eléctrica sea seccionable del conjunto del sistema eléctrico. El conjunto de los órganos o elementos que cumplen con estas funciones son los aparatos eléctricos y debido a que estos aparatos tienen siempre partes en tensión, se deben instalar en condiciones tales que impidan los contactos accidentales de las personas.

El sistema más empleado para encerrar los aparatos eléctricos en el campo de la baja tensión y de la media tensión, es el de montarlos dentro de tableros cerrados realizados con perfiles y láminas metálicas.

La técnica de realización de los tableros eléctricos ha evolucionado notablemente en los últimos tiempos y se ha desarrollado categorías de tableros eléctricos con características bien precisas de las cuales las más importantes son:

- Construcciones modulares con dimensiones normalizadas.
- Los aparatos por usuario o por circuito se instalan de manera tal que quedan independiente.
- Las barras se protegen de manera tal que no sean accesibles.
- Se procura en la mediana tensión el uso de interruptores del tipo móvil (enchufables).

Estos tableros se encuentran disponibles para cubrir las exigencias de una distribución normal de las instalaciones y de la protección, así como el control de motores (centros de control de motores), para la distribución de la potencia en baja tensión (centros de potencia), para la distribución en media tensión (metal clad). A continuación se describe cada uno de estos tableros.

- TABLEROS PARA EL CONTROL DE MOTORES.

Las principales características de los tableros usados como centro de control de motores son:

- Estructura metálica normalizada, realizada de tal manera que sea fácilmente armada y modular. Cada módulo o compartimento contiene un grupo de paneles en los que se alojan los aparatos de mando y control de los motores.
- Los paneles o módulos, tienen por lo general dimensiones normalizadas, de manera que cada compartimento contenga un número entero de elementos, aunque de características distintas o sean fácilmente sustituibles en caso de ser necesario. Por seguridad se recomienda que la puerta de estos compartimentos no se pueda abrir con el interruptor energizado.
- Cada compartimento o panel contiene por lo general un interruptor automático que constituye un órgano de seccionamiento y protección para la corriente de corto circuito, estaciones de botones para el mando de motores o bien arrancadores con estaciones de botones a control remoto; eventualmente se tienen módulos con instrumentos de medición, lámparas piloto, etc.
- Un sistema de barras generales de distribución, cuchillas o un interruptor general a la entrada y algunos otros aparatos de medición

como por ejemplo watthorímetros.

Los tableros para centros de control de motores se fabrican con corriente nominal de las barras principales, por lo general no superiores a 1000 A y para corrientes de corto circuito no superiores a 50 KA. Por su característica modular, los centros de control de motores pueden ser fácilmente ampliados.

= TABLEROS DE CONTROL DE POTENCIA (TABLEROS DE POTENCIA).

Los tableros de control de potencia reciben la potencia en baja tensión del transformador o de los transformadores y la distribuyen a distintos alimentadores o bien a centros de control de motores.

El correcto y eficiente funcionamiento es fundamentalmente para la continuidad del servicio. Sus características constructivas principales de estos tableros son su concentración constructiva que es análoga a la de los centros de control de motores.

Con este tipo de tableros, por lo general se instalan interruptores del tipo termomagnético con control manual o eléctrico. La corriente nominal en las barras de estos tableros varía de 600 a 4,000 A y el valor de la corriente de corto circuito varía de 15 a 100 kA. En algunos gabinetes se pueden tener instrumentos de medición como amperímetros, voltímetros, etc.

= TABLEROS DE MEDIA TENSION (METAL CLAD).

También para los aparatos en media tensión se ha generalizado la práctica de montar los aparatos dentro de tableros. Esta práctica es extensiva a las llamadas "Subestaciones Unitarias" en donde se forma un "paquete" de tableros en los cuales se encuentran también los transformadores, es decir, se contiene en estas subestaciones los tableros de alta tensión y baja tensión.

Los tableros Metal Clad se construyen en forma análoga a los tableros de potencia, es decir por medio de gabinetes o paneles, en donde se contiene a un aparato. Se emplean interruptores termomagnéticos, electromagnéticos, en

pequeño volumen de aceite o en vacío.

Los factores que intervienen principalmente en la localización de los tableros de pared son:

- Se debe procurar una localización central para reducir la caída de voltaje en los circuitos derivados.
- Se debe tener una caída de voltaje, en los circuitos derivados, del 3 % como máximo.
- Los tableros de pared están limitados a 42 circuitos monopolares.
- Deben instalarse en sitios de fácil acceso.
- Para interrumpir un circuito desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un interruptor termomagnético.
- Para la localización de los tableros, deberá considerarse la menor longitud posible de su alimentador y el mínimo de curvas en su recorrido.
- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables alimentadores para abastecer la carga.
- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar por lo menos un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.

Una vez seleccionados los circuitos derivados para alumbrado y aparatos y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de tableros, deberá consignarse en planos y una tabla que indique: designación de cada tablero; localización, número y capacidad de los circuitos derivados, su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las instalaciones del proyectista.

Por conveniencia, un servicio de 200 A se le denomina arbitrariamente "pequeño" , hasta 600 A "medio" y hasta 4000 A "grande". La distinción entre el tamaño o capacidad de los servicio para las instalaciones eléctricas no

esta claramente definida, de manera que puede existir traslapes, pero el principio de clasificarlas como se ha indicado, es adaptable a la mayoría de los servicios, sean del tipo residencial, industrial o comercial.

Un servicio pequeño (hasta 200 A) es común en grandes casas habitación o pequeños comercios, en tanto que un servicio mediano es común en comercios más o menos grandes o en instalaciones industriales pequeñas en donde por lo general la corriente de corto circuito es pequeña y el tablero principal resulta simple.

Los tableros principales de gran tamaño se supone arbitrariamente que están entre 800 y 4000 A, difieren principalmente de los de pequeño tamaño en que requieren un mayor análisis en cuanto al estudio de corto circuito se refiere, por lo general se requieren también de un lugar independiente dentro del esquema de la instalación eléctrica y un montaje y base especiales, ya que en el caso de las instalaciones comerciales e industriales, para tableros de piso.

En este tipo de tableros es común encontrar los instrumentos de medición en ciertas secciones, ya que en particular, en el campo de las mediciones eléctricas industriales se tienen aplicaciones en donde es necesario efectuar mediciones para controlar el funcionamiento y las condiciones de operación de las instalaciones, desde el punto de vista no sólo técnico, si no también de la energía consumida. Los instrumentos eléctricos que interesan en esta parte son aquellos que se insertan en los tableros para controlar las condiciones de operación de las instalaciones.

Desde el punto de vista del principio de operación de los instrumentos de medición, se puede hacer una clasificación general como la que se muestra en la tabla de la hoja siguiente.

De los instrumentos indicados en la siguiente tabla son muy comunes los instrumentos electromagnéticos, bajo cuyo principio se construyen ampémetros y voltímetros para corriente alterna.

Según sea el tipo de indicación que proporcionen, se distinguen tres tipos de instrumentos:

Indicadores.
 Registradores.
 Integradores.

CARACTERISTICAS DE INSTRUMENTOS DE MEDICION

TIPO DE INSTRUMENTO	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO QUE OPERA	EMPLEO COMUN
Electromagnéticos	Acciones entre circuitos por circulación de corriente y efecto magnético.	Ampérmetro Voltmetro Ohmetro Frecuencímetro	En corriente continua y corriente alterna.
Electrodinámicos	Acciones entre circuitos por los que circula corriente.	Ampérmetro Voltmetro Wattmetro Ohmetro Frecuencímetro	En corriente continua y corriente alterna.
Térmicos	Efectos térmicos de corrientes que circulan por los circuitos.	Ampérmetro Voltmetro Wattmetro	En corriente continua y en corriente alterna son para valores medios.
De inducción	Inducción electromagnética.	Contadores	Solo para corriente alterna.
Digitales	Pulsos digitales obtenidos de las cantidades reales por transformación.	Ampérmegos Voltmetros Ohmetros	Para corriente continua y para corriente alterna.

Las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas en su sección 405 establecen las siguientes disposiciones reglamentarias:

- Aplicación.

Los requisitos de esta sección se aplican a los tableros integrales de piso y de pared usados para la distribución de circuitos de alumbrado y fuerza en instalaciones eléctricas, así como los tableros de control de motores.

- Arreglo de las barras colectoras y otros conductores.

- a) Las barras colectoras y otros conductores de los tableros de piso y de pared, deben estar localizadas de manera que no estén expuestos a daño mecánico y fijados firmemente en su lugar.
- b) La disposición de las barras y otros conductores debe ser tal que se evite el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos.
- c) Las terminales para la conexión de los conductores de la carga deben colocarse, preferentemente, de manera que no sea necesario pasar con dichos conductores a través o por detrás de las barras colectoras.
- d) Se recomienda que la secuencia de fases de las barras colectoras sea A,B,C desde el frente hacia atrás del tablero o de izquierda a derecha viendo el tablero de frente, según sea la colocación de las mismas barras.

- GABINETES

Los gabinetes de los tableros de piso y de pared deben fabricarse de material resistente a la corrosión y no deben ser combustibles.

- TABLEROS DE PISO

- Tableros de piso con partes vivas descubiertas.

Los tableros de piso que tengan alguna parte viva descubierta deben estar ubicados en locales permanentemente secos y ser accesibles sólo a

personas idóneas.

- En lugares mojados.

Los tableros de piso que se instalen en locales mojados o la intemperie deben ser "a prueba de intemperie" o bien estar ubicados de manera que se evite la entrada de humedad o agua al interior de sus gabinetes.

- ubicación con respecto a material fácilmente inflamable.

Los tableros de piso deben colocarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de comunicar el fuego a materiales inflamables.

- Separación entre el tablero y el techo.

Los tableros de piso que se instalen en locales con techos o plafones de materiales combustibles deben estar separados un metro, como mínimo, de tales techos o plafones, a menos que se coloque una barrera de material incombustible entre éstos y los propios tableros, o que se trate de tableros totalmente cerrados, en cuyo caso la distancia puede ser menor.

- Espacio libre alrededor de los tableros.

Debe dejarse espacio libre alrededor de los tableros de piso, para fines de operación y mantenimiento.

- Protección de los circuitos para instrumentos.

Los instrumentos, lámparas indicadoras, transformadores de potencial y otros equipos con bobinas de potencial, deben alimentarse con circuitos que estén protegidos con dispositivos de sobrecorrientes no mayores de 15 A, excepto cuando la operación de éstos dispositivos de sobrecorriente implique algún peligro en la operación de dichos equipos.

- Conexión a tierra de los tableros de piso.

Los gabinetes de los tableros de piso deben conectarse a tierra.

- Conexión a tierra de instrumentos, relevadores y transformadores para instrumentos en los tableros de piso.

Los instrumentos, relevadores y transformadores para instrumentos, instalados en los tableros de piso, deben conectarse a tierra.

- TABLEROS DE PARED

- Número de dispositivos de sobrecorriente en un tablero de pared.

Un tablero de pared para circuitos derivados de alumbrado y aparatos debe proveerse de medios físicos para impedir la instalación de un número mayor de dispositivos de sobrecorriente que el número para el cual fue diseñado y aprobado.

Estos tableros no deben contener más de 42 dispositivos de sobrecorriente para circuitos derivados de alumbrado y aparatos, además del dispositivo de protección general.

Para efectos de este artículo, un interruptor automático de dos polos se considerará como dos dispositivos de sobrecorriente y uno de tres polos como tres dispositivos de sobrecorriente.

- En lugares húmedos o mojados.

Los tableros de pared que se instalen en lugares húmedos o mojados deben estar provistos de gabinetes adecuados para las condiciones existentes en cada caso, o bien estar ubicados de manera que se evite la entrada de humedad o agua a su interior.

- Frente muerto.

Los gabinetes de los tableros de pared deben ser de frente muerto, salvo el caso en que sean accesibles sólo a personas idóneas.

- Conexión a tierra de los tableros de pared.

Los gabinetes de los tableros de pared deben conectarse a tierra.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (C.C.M.)

Un centro de control de motores (CCM) es esencialmente un tablero que se usa en primer término para montar las componentes del alimentador de los motores y de sus circuitos derivados. Desde luego que no necesariamente todas las componentes se deben instalar en el centro de control, por ejemplo, la protección del alimentador se puede instalar en el tablero principal o bien otro ejemplo, la estación de botones se puede localizar en algun lugar más conveniente.

El número de secciones en un centro de control de motores depende del espacio que tiene cada una de sus componentes, de manera que si el ingeniero sabe que componentes se incluirán, se puede diseñar el centro de control de motores.

El centro de control de motores ofrece las siguientes ventajas:

- Permite que los aparatos de control se alejen de lugares peligrosos.
- Permite centralizar el equipo en el lugar más apropiado.
- Facilita el mantenimiento y el costo de la instalación es menor.
- Brindan mayor seguridad, ya que las barras están totalmente cubiertas, van rígidamente sostenidas y son de amplia sección transversal.
- Simplifican las conversiones. Unidades individuales o secciones completas pueden ser agregadas, cambiadas o eliminadas.

Para diseñar el centro de control de motores se debe tener en consideración la siguiente información:

- 1.- Elaborar una lista de los motores o equipos que estaran contenidos en el CCM, indicando para cada motor:
 - a.- Potencia en HP o KW.
 - b.- Voltaje de operación.
 - c.- Corriente nominal a plena carga.
 - d.- Forma de arranque (tensión plena o tensión reducida, estrella-delta).
 - e.- Si tiene movimiento reversible.

- f.- Lámparas de control e indicadores y estaciones de control remoto.
 - g.- Ubicación y distancia del CCM a el motor.
 - h.- Estaciones de control remoto.
- 2.- Elaborar un diagrama unifilar simplificado de las conexiones de los motores indicando la información principal referente a cada uno.
- 3.- Tomando como referencia los tamaños normalizados para centros de control de motores, se puede hacer un arreglo preliminar de la disposición de sus componentes, de acuerdo con el diagrama unifilar, y considerando ampliaciones futuras.

Las especificaciones principales para un centro de control de motores (CCM). son las siguientes.

1.- Características del gabinete.

a) Dimensiones principales.

b) Forma de construcción de los gabinetes. Existen estandar, respaldo contra respaldo, frente muerto, tipo auto soportado para montaje en piso.

c) El tipo de gabinete que se empleará en función del punto de instalación del mismo (características ambientales). Los tipos de gabinetes que existen, de acuerdo a la clasificación NEMA, son las siguientes:

- NEMA 1. Usos Generales. Servicio interior, condiciones atmosféricas normales, construido de lámina de acero del No. 14.

- NEMA 2. A Prueba de Goteo. Servicio interior, ofrece protección contra goteo de líquidos corrosivos, las entradas de conduit requieren de conectores especiales.

- NEMA 3. Servicio Intemperie. Servicio exterior, protección contra aire húmedo y polvo, resistente a la corrosión.

- NEMA 3R. A Prueba de Lluvia. Servicio exterior a prueba de lluvia, resistente a la corrosión, requiere de conectores especiales.

- NEMA 4. A Prueba de Agua y Polvo. Servicio exterior, contra salpicaduras de agua y polvo, construcción de lámina metálica

o gabinete fundido, soportes exteriores de montaje.

- NEMA 5. A Prueba de Polvo. Servicio interior, protección hermética contra polvo.

- NEMA 7. A Prueba de Gases Explosivos. Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas por gases explosivos, gabinete fundido atornillable o roscado, requiere de conectores especiales, soportes exteriores de montaje.

- NEMA 9. A Prueba de Polvos Explosivos. Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas, evita la entrada de polvos explosivos.

- NEMA 12. Servicio Industrial. Servicio interior, protección contra polvos, pelusas, fibras goteo, salpicaduras, insectos, aceite, líquidos refrigerantes, requiere de conectores de sello, soportes exteriores de montaje.

d) El número y calibre de los conductores alimentadores.

e) Las características y voltaje de la fuente de alimentación.

f) Circuitos de control.

2.- Arrancadores. Normalmente son del tipo magnético, con control remoto y/o local por medio de botones y elementos térmicos para protección de los motores. Indicar si son reversibles o no reversibles, así como si se incluirán tableros de alumbrado.

3.- Interruptores. por lo general son del tipo termomagnético en caja moldeada de plástico con operación manual y disparo automático y que pueden ser accionados exteriormente por medio de palancas. Frecuentemente se instala para cada motor una combinación de interruptor y arrancador.

4.- Barras de Conexiones. Cada centro de control de motores tiene sus barras alimentadoras que son normalmente de cobre electrolítico. Se debe indicar la capacidad de corriente de estas barras.

MOTORES

⊗ CALCULO DE CALIBRE DE CONDUCTORES.

A) CIRCUITO DERIVADO.

I) CONDUCTOR ACTIVO.

1.-) Se calcula la corriente nominal del (los) motor(es), de cualquiera de las siguientes formas:

1.1) Para un solo motor monofásico.

- a) De la placa del motor.
- b) De la tabla 403.94, pag. 155 de las NTIE.
- c) Por cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$I_n = \frac{CP \times 746}{V_n \times \eta \times fp} = \frac{W}{V_n \times fp} = \frac{VA}{V_n}$$

Donde:

- I_n = Corriente nominal, en Amperes (A).
- CP = Potencia nominal, en caballos de fuerza (CP).
- W = Potencia, en Watts (W).
- VA = Potencia, en Volt Amperes (VA).
- V_n = Voltaje de fase a neutro, en Volts (V).
- η = Eficiencia del motor.
- fp = Factor de potencia del motor.

1.2) Para varios motores monofásicos.

1.2.a) Se calculan las corrientes nominales de cada motor, de cualquiera de las formas descritas en el inciso anterior (1.1).

1.2.b) Se suman las corrientes nominales de todos los motores y a este valor se le denomina corriente nominal del circuito.

$$I_{nC} = \sum_{i=1}^N I_{nI}$$

Donde:

I_{nC} = Corriente nominal del circuito, en Amperes.

I_n = Corriente nominal de cada motor, en Amperes.

N = Número total de motores alimentados por el mismo conductor.

1.3) Para un solo motor trifásico.

a) De la placa del motor.

b) De la tabla 403.95, pag. 156 de las NTIE.

c) Por cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$I_n = \frac{CP \times 746}{V_r \times \sqrt{3} \times fp \times \eta} = \frac{W}{V_r \times \sqrt{3} \times fp} = \frac{VA}{V_r \times \sqrt{3}}$$

Donde:

I_n = Corriente nominal, en Amperes (A).

CP = Potencia nominal, en caballos de fuerza (CP).

W = Potencia, en Watts (W).

VA = Potencia, en Volt Amperes (VA).

V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).

η = Eficiencia del motor.

fp = Factor de potencia del motor.

1.4) Para varios motores trifásicos.

1.4.a) Se calculan las corrientes nominales de cada motor, de cualquiera de las formas descritas en el inciso anterior (1.3).

1.4.b) Se suman las corrientes nominales de todos los motores y a este valor se le denomina corriente nominal del circuito.

$$I_{nC} = \sum_{i=1}^N I_{nI}$$

Donde:

I_{nc} = Corriente nominal del circuito, en Amperes.

I_n = Corriente nominal de cada motor, en Amperes.

N = Número total de motores alimentados por el mismo conductor.

2.-) Una vez calculada la corriente del (de los) motor (es), el calibre del conductor se debe calcular tanto por ampacidad como por caída de tensión, seleccionándose esté de manera que soporte la corriente para el peor de los casos. Así mismo debe tenerse en cuenta las correcciones que deben de hacerse por los factores de agrupamiento y de temperatura.

2.I.-) Por Ampacidad.

2.I.a.1) De acuerdo al art. 403.14 (pag. 136) de las NTIE, los conductores de un circuito derivado que alimenten un solo motor (monofásico o trifásico) deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que el 125 % de la corriente a plena carga del motor, por tanto:

$$I_c = I_n \times 1.25$$

Donde:

I_c = Corriente del conductor, en Amperes.

I_n = Corriente nominal, en Amperes (A).

:

2.I.a.2) De acuerdo al art. 403.16 (pag. 136) de las NTIE, los conductores de un circuito derivado que alimenten a dos o más motores (monofásicos o trifásicos) deben tener una capacidad igual a la suma del valor nominal de la corriente a plena carga de todos los motores, más el 25 por ciento de la corriente del motor más grande del grupo, por lo tanto.

$$I_c = I_{nc} + (I_{nmm} \times 0.25)$$

Donde:

I_c = Corriente nominal del circuito corregida, en Amperes.

I_{nc} = Corriente nominal del circuito, en Amperes.

I_{nmm} = Corriente nominal del motor mayor, en Amperes.

2.1.b) Factor de Agrupamiento. De acuerdo al art. 302.4-a (pag. 69) de las NTIE, se debe de aplicar un factor de corrección cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor, es mayor de 3. Este factor de corrección se lee de la tabla 302.4a (pag. 79) de dicho reglamento.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una misma canalización, los factores de corrección por agrupamiento de dicha tabla deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado. Por lo tanto, este factor no se aplica a los conductores neutros que transportan solamente la corriente de desequilibrio, o los de puesta a tierra. De esta forma:

$$I_{c1} = \frac{I_c}{FA}$$

Donde:

I_{c1} = Corriente del conductor corregida por el factor de agrupamiento, en Amperes.

FA = Factor de agrupamiento (leído de la tabla 302.4a, pag. 79 de las NTIE).

2.1.c) Factor de Temperatura. De acuerdo al artículo 302.4-b (pag. 69) de la NTIE, debe aplicarse un factor de corrección por temperatura para condiciones de temperatura ambiente, del local o del lugar en que se encuentren los conductores, de 31 °C o mayor. Dicho factor se lee de la tabla 302.4b, pag. 79 de las NTIE. Por lo tanto:

$$I_{c2} = \frac{I_{c1}}{FT}$$

Donde:

I_{c2} = Corriente del conductor corregida, tanto por el factor de agrupamiento, como por el de temperatura, en Amperes.

FT = Factor de temperatura (leído de la tabla 302.4b, pag 79 de las NTIE.)

2.I.d) Con este valor de corriente, I_{c2} , se entra a la tabla 302.4 pag. 75 de las NTIE, donde se indica la capacidad de corriente para conductores de cobre aislado, y se selecciona el adecuado, considerando el tipo de aislamiento y la forma de instalación, es decir, si va en tubería o cable ó al aire (charola, etc.).

2.II.-) Por Caída de Tensión.

De acuerdo al artículo 202.6, pag. 29 de las NTIE, en un circuito derivado que alimente cualquier tipo de carga (alumbrado, fuerza o calefacción), la caída de tensión hasta la salida más lejana del circuito no debe exceder del 3 por ciento. Por otra parte, la caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado no debe exceder del 5 por ciento.

Primero se debe de calcular la sección del conductor.

2.II.a) Para un motor monofásico.

$$S = \frac{4 \times L \times W}{V_n^2 \times e \times f_p} = \frac{4 \times L \times I_n}{V_n \times e}$$

2.II.b) Para varios motores monofásicos.

$$S = \frac{4 \times L \times W}{V_n^2 \times e \times f_p} = \frac{4 \times L \times I_{nc}}{V_n \times e}$$

2.II.c) Para un motor trifásico.

$$S = \frac{2 \times L \times W}{V_r^2 \times e \times f_p} = \frac{2 \times L \times I_n}{V_n \times e} = \frac{2 \times L \times I_n \times \sqrt{3}}{V_r \times e}$$

2. II.d) Para varios motores trifásicos.

$$S = \frac{2 \times L \times W}{V_r^2 \times e \times fp} = \frac{2 \times L \times I_{nc}}{V_n \times e} = \frac{2 \times L \times I_{nc} \times \sqrt{3}}{V_r \times e}$$

Donde:

S = Sección transversal del conductor, en mm².

L = Distancia del CCM ó tablero al motor (longitud del conductor) en metros (m).

W = Carga, en Watts (W).

V_n = Voltaje de fase a neutro, en Volts (V).

V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).

I_n = Corriente nominal, en Amperes (A).

I_{nc} = Corriente nominal del circuito, en Amperes (A).

e = Caída de voltaje, en %.

fp = Factor de potencia.

Con este valor de S se entra a la tabla 1.4, pag. 277 de las NTIE y se obtiene el calibre del conductor.

El calibre del conductor se selecciona para el peor de los casos, ya sea por ampacidad o por caída de tensión.

Debe considerarse, de acuerdo al artículo 202.7 incisos a y b, pag. 29 de las NTIE, que el calibre mínimo para instalaciones de fuerza (motores) es el No. 14 AWG.

II) CONDUCTOR NEUTRO.

1.a) Para motores monofásicos el calibre del conductor neutro es igual al del conductor activo, de acuerdo al artículo 204.9, pag. 38 de las NTIE.

1.b) Para motores trifásicos se calcula de la siguiente forma:

1.b.1) La corriente nominal del motor o la suma de las corrientes de los motores, se divide entre 3.

$$I_{nN} = \frac{I_n}{3}$$

Donde:

I_{nN} = Corriente nominal del conductor neutro, en Amperes (A).

I_n = Corriente nominal del motor, en Amperes (A).

1.b.2) Con este valor de corriente, I_{nN} , se entra a la tabla 302.4 pag. 75 de las NTIE, donde se indica la capacidad de corriente para conductores de cobre aislado, y se selecciona el adecuado, considerando el tipo de aislamiento y la forma de instalación, es decir, si va en tubería o cable ó al aire (charola, etc.).

B) CIRCUITO ALIMENTADOR.

I) CONDUCTOR ACTIVO.

1.a) Tanto para motores monofásicos como trifásicos, primero se debe de calcular la corriente equivalente del alimentador, considerar los factores de reserva y de demanda, para posteriormente calcular el calibre por ampacidad y por caída de voltaje, por lo tanto:

$$I_{nA} = \sum_{i=1}^N I_{n_i}$$

Donde:

I_{nA} = Corriente nominal del alimentador, en Amperes (A).

I_n = Corriente nominal de cada motor, en Amperes (A).

N = Número de motores alimentados por el mismo conductor.

1.b) Factor de Reserva. Se debe de considerar este factor para futuras ampliaciones de la instalación.

$$I_{nA1} = I_{nA} (FR)$$

En donde:

I_{nA1} = Corriente corregida por factor de reserva, en Amperes (A).

FR = Factor de reserva, en por ciento.

1.c) Factor de Demanda. Este factor de debe de considerar de acuerdo a la demanda que se va a tener en los equipos conectados a este conductor.

$$I_{nA2} = I_{nA1} (FD)$$

Donde:

I_{nA2} = Corriente corregida por factor de reserva, en Amperes (A).

FD = Factoro de Demanda, en por ciento.

2.a) Por Ampacidad.

2.a.1) 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 (Art. 403.16).

$$I_{nA3} = I_{nA2} + (0.25)(I_{nmm})$$

Dondo:

I_{nA3} = Corriente corregida del alimentador, en Amperes (A).

I_{nA2} = Corriente nominal del alimentador, en Amperes (A).

I_{nmm} = Corriente nominal del motor mayor, en Amperes (A).

2.a.2) Factor de Agrupamiento. De acuerdo al art. 302.4-a (pag. 69) de las NTIE, se debe de aplicar un factor de corrección cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor,

es mayor de 3. Este factor de corrección se lee de la tabla 302.4a (pag. 79) de dicho reglamento.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una misma canalización, los factores de corrección por agrupamiento de dicha tabla deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado. Por lo tanto, este factor no se aplica a los conductores neutros que transportan solamente la corriente de desequilibrio, o los de puesta a tierra. De esta forma:

$$I_{nA4} = \frac{I_{nA3}}{FA}$$

Donde:

I_{nA4} = Corriente del conductor corregida por el factor de agrupamiento, en Amperes (A).

FA = Factor de agrupamiento (leído de la tabla 302.4a, pag. 79 de las NTIE).

2.a.3) Factor de Temperatura. De acuerdo al artículo 302.4-b (pag. 69) de la NTIE, debe aplicarse un factor de corrección por temperatura para condiciones de temperatura ambiente, del local o del lugar en que se encuentren los conductores, de 31 °C o mayor. Dicho factor se lee de la tabla 302.4b, pag. 79 de las NTIE. Por lo tanto:

$$I_{nA5} = \frac{I_{nA4}}{FT}$$

Donde:

I_{nA5} = Corriente del conductor corregida, tanto por el factor de agrupamiento, como por el de temperatura, en Amperes.

FT = Factor de temperatura (leído de la tabla 302.4b, pag 79 de las NTIE.)

2.a.6) Con este valor de corriente, I_{nA5} , se entra a la tabla 302.4 pag. 75 de las NTIE, donde se indica la capacidad de corriente para conductores de cobre aislado, y se selecciona el adecuado, considerando el tipo de aislamiento y la forma de instalación, es decir, si va en tubería o cable ó al aire (charola, etc.).

2.b) Por Caída de Voltaje.

De acuerdo al artículo 202.6, pag. 29 de las NTIE, en un circuito derivado que alimente cualquier tipo de carga (alumbrado, fuerza o calefacción), la caída de tensión hasta la salida más lejana del circuito no debe exceder del 3 por ciento. Por otra parte, la caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado no debe exceder del 5 por ciento.

Primero se debe de calcular la sección del conductor.

2.b.1.a) Para alimentadores monofásicos.

$$S = \frac{4 \times L \times W}{V_n^2 \times e \times fp} = \frac{4 \times L \times I_{nA2}}{V_n \times e}$$

2.b.1.b) Para alimentadores trifásicos.

$$S = \frac{2 \times L \times W}{V_r^2 \times e \times fp} = \frac{2 \times L \times I_{nA2}}{V_n \times e} = \frac{2 \times L \times I_{nA2} \times \sqrt{3}}{V_r \times e}$$

Donde:

S = Sección transversal del conductor, en mm^2 .

L = Distancia del CCM ó tablero a la subestación o tablero principal (longitud del conductor), en metros (m).

W = Carga, en Watts (W).

V_n = Voltaje de fase a neutro, en Volts (V).

V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).

I_{nA2} = Corriente corregida por factor de demanda y reserva, en Amperes.

e = Caída de voltaje, en %.

fp = Factor de potencia.

Con este valor de S se entra a la tabla 1.4, pag. 277 de las NTIE y se obtiene el calibre del conductor.

El calibre del conductor se selecciona para el peor de los casos, ya sea por ampacidad o por caída de tensión.

Debe considerarse, de acuerdo al artículo 202.7 incisos a y b, pag. 29 de las NTIE, que el calibre mínimo para instalaciones de fuerza (motores) es el No. 14 AWG.

II) CONDUCTOR NEUTRO.

1.a) Para alimentadores monofásicos el calibre del conductor neutro es igual al del conductor activo, de acuerdo al artículo 204.9, pag. 38 de las NTIE.

1.b) Para alimentadores trifásicos se calcula de la siguiente forma:

1.b.1) La corriente nominal del alimentador activo (suma de las corrientes de todos los equipos), corregida por los factores de reserva y demanda (I_{NA2}) se divide entre 3.

$$I_{NAN} = \frac{I_{NA2}}{3}$$

Donde:

I_{NAN} = Corriente nominal del alimentador neutro, en Amperes (A).

I_{NA2} = Corriente nominal del alimentador corregida, en Amperes (A).

1.b.2) Con este valor de corriente, I_{NAN} , se entra a la tabla 302.4 pag. 75 de las NTIE, donde se indica la capacidad de corriente para conductores de cobre aislado, y se selecciona el adecuado, considerando el tipo de aislamiento y la forma de instalación, es decir, si va en tubería o cable ó al aire (charola, etc.).

© CALCULO DE PROTECCIONES (MOTORES MONOFASICOS Y TRIFASICOS).

1.-) PROTECCION CONTRA SOBRECARGA (ELEMENTO TERMICO).

De acuerdo al artículo 403.23, pag. 139, de las NTIE, cada motor de servicio continuo con capacidad mayor de un caballo de potencia, ó que no esté a la vista desde el punto donde se efectúa su arranque, ó que sea arrancado automáticamente aun siendo menor de un caballo de potencia, debé protegerse contra sobrecarga por un dispositivo de sobrecorriente separado que actúe por efecto de la corriente del motor. La capacidad o el ajuste de esté dispositivo no debé ser mayor del 125 por ciento de la corriente a plena carga del motor, sin embargo se recomienda que esté valor no exceda el 115 por ciento, por lo tanto:

$$I_{et} = I_n \times 1.15$$

Donde:

I_{et} = Corriente del elemento térmico, en Amperes.

Con este valor de corriente I_{et} , se selecciona la protección térmica adecuada.

2.-) PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO O FALLAS A TIERRA.

(INTERRUPTOR INDIVIDUAL.)

2.A) CIRCUITO DERIVADO.

2.A.1) Para un solo motor.

En el artículo 403.35, pag. 143, de las NTIE, se indica que el dispositivo de protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado para un solo motor, debe ser capaz de soportar la corriente de arranque, pero su capacidad o ajuste no debe de exceder de los siguientes valores:

a) Para un Interruptor de navajas con fusibles (art. 403.35-a):

$$I_{INT} = 3 \times I_n$$

b) Para un Interruptor termomagnético (Art. 403.35-b):

$$I_{INT} = 2.5 \times I_n$$

Donde:

I_{INT} = Corriente del Interruptor, en Amperes.

Con este valor de corriente, I_{INT} , se determina el dispositivo adecuado.

2.A.2) Para varios motores.

En el Art 403.36 se establece que dos o más motores y otras cargas pueden conectarse en el mismo circuito derivado y quedar protegidos contra corto circuitos o fallas a tierra por el mismo dispositivo de sobrecorriente, si se cumplen las condiciones de cualquiera de los incisos a), b) ó c) siguientes:

a) Hasta un caballo de potencia. Dos o más motores cuya potencia individual no exceda de un caballo de potencia pueden conectarse a un circuito derivado protegido a no más de 20 amperes, siempre que cumplan las condiciones indicadas a continuación:

a.1) Que el valor nominal de la corriente a plena carga de cada motor no exceda de 6 amperes, y

a.2) Que la protección individual contra sobrecarga de los motores esté conforme a lo establecido en el Art. 403.23.

b) Protección del circuito basada en el motor de menor potencia. Si el dispositivo de protección del circuito derivado no es mayor de lo permitido en el Art.403.35 para el motor de menor potencia, pueden conectarse a dicho circuito derivado dos o más motores, o varios motores y otras cargas, siempre que cada motor tenga su propia protección contra sobrecarga y siempre que se determine que dicho dispositivo protector del circuito derivado no abrirá en las condiciones de trabajo normales más severas que puedan ocurrir.

2.B) CIRCUITO ALIMENTADOR.

De acuerdo al Art. 403.44.a el dispositivo de sobrecorriente de un circuito alimentador que abastezca a varios circuitos derivados, debe tener una capacidad o ajuste que no exceda de la capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado correspondiente al motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a plena carga de los motores de los demás circuitos derivados.

Cuando en un grupo de motores haya dos o más de la misma potencia que sean los más grandes en el grupo, debe considerarse a uno solo de ellos como el mayor para los cálculos anteriores.

Si la capacidad obtenida de acuerdo con los cálculos anteriores no corresponde a un dispositivo de sobrecorriente de capacidad normalizada, puede utilizarse el dispositivo de capacidad inmediata superior.

$$I_{INT} = I_{INTmm} + \sum_{i=1}^N I_{nmr}$$

Donde:

I_{INT} = Corriente del Interruptor, en Amperes.

I_{INTmm} = Corriente del Interruptor del motor mayor.

I_{nmr} = Corriente nominal de los motores restantes.

N = Número de motores.

⊕ CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA PARA EQUIPO ELECTRICO.

(MOTORES MONOFASICOS Y TRIFASICOS)

El artículo 206.58 establece que el calibre del conductor para puesta a tierra de equipos y canalizaciones interiores está determinado por la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente (corto circuito) ubicado antes del equipo, conductor, etc.; es decir, con el valor de la corriente del interruptor individual ó de cortocircuito, I_{INT} , se entra a la tabla 206.58, pag. 59 de la NTIE, y se selecciona el calibre adecuado.

$$I_{CPT} = I_{INT}$$

Donde:

I_{CPT} = Corriente del conductor de puesta a tierra, en Amperes.

I_{INT} = Corriente del Interruptor, en Amperes.

© CALCULO DEL DIAMETRO DE LA CANALIZACION (TUBO CONDUIT).

(PARA MOTORES SOLDADORAS, CONTACTOS MONOFASICOS Y TRIFASICOS, ETC.).

Los conductores de fuerza y alumbrado correspondientes a sistemas de tensiones diferentes, así como los de corriente continua y los de corriente alterna de frecuencia especial, no deben ocupar la misma canalización (Art. 301.9).

En general, al instalarse conductores en una canalización debe haber suficiente espacio libre, que permita la disipación del calor generado y una facil instalación y remoción de los mismos conductores (Art. 301.10).

El número máximo de conductores en un tubo debe estar de acuerdo con los factores de relleno que se indican a continuación:

Todos los conductores, sean portadores de corriente o no, incluyendo su aislamiento y otros forros, no deben ocupar más del 40 % de la sección transversal del tubo en el caso de 3 conductores ó más; no más del 30 % cuando sean dos conductores, y no más del 55 % cuando se trate de un solo conductor. Para esto se debe consultar la tabla 1.1 de las NTIE.

El doblado del tubo metálico rígido debe hacerse con las herramientas adecuadas, de manera que no se produzcan grietas y que su diámetro interior no se reduzca apreciablemente. El radio interior de las curvas no debe ser menor de 6 veces el diametro exterior del tubo, excepto cuando los conductores tengan cubierta metálica, en cuyo caso, el radio de las curvas debe aumentarse a 10 veces el diámetro del tubo (Art.304.7).

Se recomienda que en un tramo de tubería entre dos cajas de conexiones consecutivas, entre una caja y un accesorio o entre dos accesorios, no se hagan más de dos curvas de 90° o su equivalente (180° en total), incluyendo las curvas inmediatas a la caja o accesorio; pero en casos especiales, se pueden efectuar hasta 4 curvas de 90° ó su equivalente (360° en total), cuando éstas se hagan con un radio suficiente grande para permitir el alambrado fácil de las tuberías (Art. 304.8).

Para el cálculo de el diámetro de la canalización se procede a llenar la siguiente tabla, considerándose todos los circuitos derivados que irán en una misma canalización, así como los conductores que los integran (activos y neutros, de puesta a tierra y de control).

No. de Conductores	Calibre	Tipo de Aislamiento *	Area por Conductor (mm ²) **	Area de los Conductores (mm ²) ***
↓	↓	↓	↓	↓
Total de Conductores =			Area Total = (mm ²)	

* = Debe de indicarse que tipo de aislamiento tiene el conductor, ó si esté es desnudo.

** = Se lee de la tabla 1.2, de las NTIE, si el conductor tiene aislamiento y cubierta exterior. Si es desnudo se lee de la Tabla 1.4, de las mismas normas.

*** = En está columna se apunta la suma del área de los conductores de ese mismo renglon.

Total de Conductores = Es la suma de todos los conductores alojados en la canalización.

Area Total = Es la suma del área de todos los conductores que se encuentran alojados en la canalización.

Con el número total de conductores y el Area total, de la tabla 1.1, se selecciona el diámetro adecuado de la canalización.

CALCULOS PARA MOTORES

A continuación se ejemplifica el procedimiento para los cálculos.

Debido a que estos son un tanto repetitivos, solo se ejemplifica para un solo equipo, entendiéndose que para los demas es semejante. Estos resultados, junto con los de los demas equipos, son vaciados en los planos No. E-05, E-06, E-07 y E-08, para la posterior selección de equipo.

CIRCUITOS DERIVADOS.

MOTOR:

Para ejemplificar el cálculo, de calibre de conductores, de puesta a tierra, protecciones y canalización, se toma como ejemplo al motor de la bomba No. 1 de la zona de calderas, área de servicios generales.

A) Cálculo de calibre de conductores (activos).

Para este motor los datos técnicos son los siguientes:

Motor trifásico, de 75 CP, alimentado a 440 v, longitud al CCM = 27 m, eficiencia $\eta = 90 \%$, factor de potencia $fp = 0.90$, caída de tensión $e = 2 \%$, temperatura ambiente = 35 °C, canalización tubo conduit, aislamiento tipo THW.

1.- Se calcula la corriente nominal del motor.

$$I_n = \frac{746 \times \text{C.P.}}{\sqrt{3} \times V_r \times \eta \times fp} = \frac{746 \times 75}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.9 \times 0.85}$$

$$I_n = 95.97 \text{ A}$$

I) Por ampaicidad.

a.- De acuerdo al artículo 403.14 de las NTIE:

$$I_c = I_n \times 1.25 = 95.97 \times 1.25 = 120 \text{ A}$$

b.- Debido a que en la misma canalización van los conductores de la bomba 1, la bomba 2 y del ventilador, se tienen 9 conductores; por lo tanto el factor de agrupamiento vale $70 \% = 0.7$.

$$I_{c1} = \frac{I_c}{FA} = \frac{120}{0.7} = 171.43 \text{ A}$$

c.- Como la temperatura ambiente es de $35 \text{ }^\circ\text{C}$, el factor vale 0.82; de este modo:

$$I_{c2} = \frac{I_{c1}}{FT} = \frac{171.43}{0.82} = 209 \text{ A}$$

Con este valor de corriente, $I_{c2} = 209 \text{ A}$, se entra a la tabla 302.4 de las NTIE y se selecciona el calibre del conductor (aislamiento tipo THW, en tubería), que para este caso el calibre es el 4 ceros.

II) Por caída de tensión.

Se calcula el área del conductor (sección transversal) mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \times l \times I_n \times \sqrt{3}}{V_r \times e} = \frac{2 \times 27 \times 95.97 \times \sqrt{3}}{440 \times 2}$$

$$S = 10.2 \text{ mm}^2$$

Con este valor de área, $S = 10.2 \text{ mm}^2$, se entra a la tabla 1.4 de las NTIE y en el área de cables se ve que el calibre es el de 6 AWG.

El calibre del conductor se selecciona para el peor de los casos, por lo tanto se selecciona por ampacidad, correspondiendo un calibre de:

$$\text{Calibre} = 4/0 \text{ AWG}$$

B) Cálculo de la protección contra sobre carga (elemento térmico).

Segun el articulo 403.23 de las NTIE:

$$I_{et} = I_n \times 1.15 = 95.97 \times 1.15 = 110.37 \text{ A}$$

Por lo tanto se selecciona un bimetalico marca Square D tipo 9065 TJ90 con regulación de 90-115 A.

C) Cálculo de la protección contra corto circuito o fallas a tierra.

De acuerdo al articulo 403.35 de las NTIE:

$$I_{INT} = I_n \times 3 = 95.97 \times 3 = 287.91 \text{ A}$$

Por lo que se selecciona un termomagnético marca Square de clase KHL 36125.

D) Cálculo del conductor de puesta a tierra.

Segun el artículo 206.58 de las NTIE:

Como $I_{INT} = 287.91 \text{ A}$, de la tabla 206.58 de las NTIE se tiene que el calibre es del 4 AWG (desnudo).

E) Cálculo de la canalización (tubo conduit).

Como en esta canalización van solo los cables que alimentan a la bomba nada más se tiene:

No. de Conductores	Calibre (AWG)	Aislamiento tipo	Area por conductor (mm ²)	Area total (mm ²)
3 (activos)	4/0	THW	251.8	755.4
1 (pta. tierra)	4	desnudo	21.15	21.15

No. total de conductores = 4

∑ de áreas = 776.55 mm

Con estos valores, número total de conductores = 4 y ∑ de áreas = 776.55 mm, se entra a la tabla 1.1 de las NTIE y se determina el diámetro de la canalización, que para este caso es de:

Diametro de la canalización = 51 mm

E) Cálculo del Centro de Control de Motores.

A continuación se ejemplifica el cálculo de un CCM; el que se utiliza como ejemplo es el CCM1, de la Area de Servicios Generales, Zona de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

El CCM es marca Square D con servicio a 440 V, 3φ, 4 hilos, 60 Hz, y las siguientes características:

- 1.-) Alambrado Clase (NEMA)I, Tipo (NEMA)B.
- 2.-) Secciones de 508 mm(20") de frente y fondo, 2286 mm(90") de altura.
- 3.-) Tablero de un solo frente.
- 4.-) Gabinete Tipo (NEMA3R)3LL.
- 5.-) Provisiones para un conductor de alimentación por fase de 2/0, entrando por la parte superior de la sección 2.
- 6.-) Barra de tierra y barra de neutro para todas las secciones.
- 7.-) Placas de identificación grabadas en cada puerta de las unidades.
- 8.-) Barras horizontales de 600 A.
- 9.-) Capacidad interruptiva de 22 kA.

ESQUEMA DEL CCM1

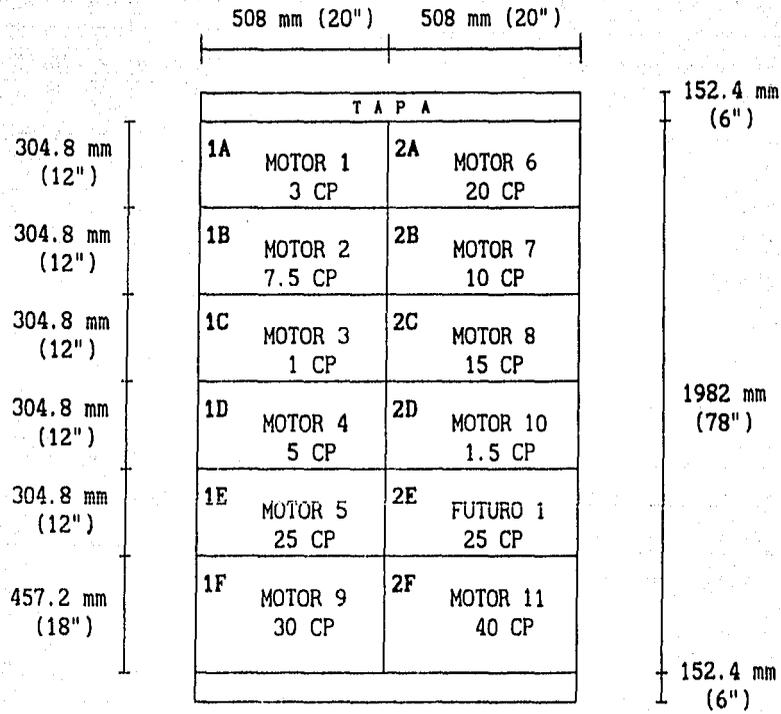


TABLA DE DISEÑO DEL CCM1

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES MARCA SQUARE D.

LOCALIZACION DE LA UNIDAD	DESCRIPCION DE LA UNIDAD O SERVICIO	CLASE 8998 (TIPO)	TAMAÑO (NEMA) DE LA UNIDAD	ALTURA DE LA UNIDAD mm (PUL.)	CAPACIDAD DE LA UNIDAD (CP MAXIMOS)
1A	MOTOR 1	ELC3B	1	305(12")	10
1B	MOTOR 2	ELC3B	1	305(12")	10
1C	MOTOR 3	ELC3B	1	305(12")	10
1D	MOTOR 4	ELC3B	1	305(12")	10
1E	MOTOR 5	ELD3B	2	305(12")	25
1F	MOTOR 9	ELE3B	3	457(18")	50
2A	MOTOR 6	ELD3B	2	305(12")	25
2B	MOTOR 7	ELC3B	1	305(12")	10
2C	MOTOR 8	ELD3B	2	305(12")	25
2D	MOTOR 10	ELC3B	1	305(12")	10
2E	FUTURO 1	ELD3B	2	305(12")	25
2F	MOTOR 11	ELE3B	3	457(18")	50

SOLDADORAS

o CALCULO DE CALIBRE DE CONDUCTORES.

I) CONDUCTOR ACTIVO.

1.-) Se calcula la corriente nominal de la soldadora, dependiendo de si es monofásica o trifásica, por cualquiera de las siguientes formas:

1.a) De la placa de datos de la soldadora.

1.b) Por las fórmulas siguientes.

- Para una soldadora monofásica.

$$I_n = \frac{W}{V_n}$$

- Para una soldadora trifásica.

$$I_n = \frac{W}{\sqrt{3} (V_r)}$$

2.-) La capacidad de corriente de los conductores de alimentación no debe ser menor que el producto de la corriente primaria nominal en amperes por el factor correspondiente, basado en el tipo de soldadora y el ciclo de trabajo; este factor se lee de las tablas del Capítulo 5, Sección 518 (Instalación de Soldadoras) de las NTIE, pag. 338-241.

$$I_c = I_n (F)$$

Donde:

I_c = Corriente corregida por el factor, en Amperes (A).

I_n = Corriente nominal, en Amperes (A).

F = Factor de corrección.

3.1) Por Ampacidad.

3.1.1) Factor de Agrupamiento. De acuerdo al art. 302.4-a (pag. 69) de las NTIE, se debe de aplicar un factor de corrección cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor, es mayor de 3. Este factor de corrección se lee de la tabla 302.4a (pag. 79) de dicho reglamento.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una misma canalización, los factores de corrección por agrupamiento de dicha tabla deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado. Por lo tanto, este factor no se aplica a los conductores neutros que transportan solamente la corriente de desequilibrio, o los de puesta a tierra. De esta forma:

$$I_{c1} = \frac{I_c}{FA}$$

Donde:

I_{c1} = Corriente del conductor corregida por el factor de agrupamiento, en Amperes.

FA = Factor de agrupamiento (leído de la tabla 302.4a, pag. 79 de las NTIE).

3.1.2) Factor de Temperatura. De acuerdo al artículo 302.4-b (pag. 69) de la NTIE, debe aplicarse un factor de corrección por temperatura para condiciones de temperatura ambiente, del local o del lugar en que se encuentren los conductores, de 31 °C o mayor. Dicho factor se lee de la tabla 302.4b, pag. 79 de las NTIE. Por lo tanto:

$$I_{c2} = \frac{I_{c1}}{FT}$$

Donde:

I_{c2} = Corriente del conductor corregida, tanto por el factor de agrupamiento, como por el de temperatura, en Amperes.

FT = Factor de temperatura (leído de la tabla 302.4b, pag 79 de las NTIE.)

3.I.3) Con este valor de corriente, I_{c2} , se entra a la tabla 302.4 pag. 75 de las NTIE, donde se indica la capacidad de corriente para conductores de cobre aislado, y se selecciona el adecuado, considerando el tipo de aislamiento y la forma de instalación, es decir, si va en tubería o cable ó al aire (charola, etc.).

3.II.-) Por Caída de Tensión.

De acuerdo al artículo 202.6, pag. 29 de las NTIE, en un circuito derivado que alimente cualquier tipo de carga (alumbrado, fuerza o calefacción), la caída de tensión hasta la salida más lejana del circuito no debe exceder del 3 por ciento. Por otra parte, la caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado no debe exceder del 5 por ciento.

Primero se debe de calcular la sección del conductor.

3.II.1.a) Para una soldadora monofásica.

$$S = \frac{4 \times L \times W}{V_n^2 \times e \times fp} = \frac{4 \times L \times I_c}{V_n \times e}$$

2.II.1.b) Para una soldadora trifásica.

$$S = \frac{2 \times L \times W}{V_r^2 \times e \times fp} = \frac{2 \times L \times I_c}{V_n \times e} = \frac{2 \times L \times I_c \times \sqrt{3}}{V_r \times e}$$

Donde:

- S = Sección transversal del conductor, en mm^2 .
- L = Distancia del CCM ó tablero al motor (longitud del conductor) en metros (m).
- W = Carga, en Watts (W).
- V_n = Voltaje de fase a neutro, en Volts (V).
- V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).
- I_c = Corriente corregida, en Amperes (A).
- e = Caída de voltaje, en %.
- fp = Factor de potencia.

Con este valor de S se entra a la tabla 1.4, pag. 277 de las NTIE y se obtiene el calibre del conductor.

El calibre del conductor se selecciona para el peor de los casos, ya sea por ampacidad o por caída de tensión.

Debe considerarse, de acuerdo al artículo 202.7 incisos a y b, pag. 29 de las NTIE, que el calibre mínimo para instalaciones de fuerza (motores) es el No. 14 AWG.

CALCULO PARA SOLDADORAS

Para ejemplificar el cálculo, de calibre de conductores, de puesta a tierra, protecciones y canalización, se toma como ejemplo a la soldadora de la zona del taller eléctrico, área de servicios generales.

A) Cálculo de calibre de conductores (activos).

Para esta soldadora los datos técnicos son los siguientes:

Soldadora por arco con transformador, trifásica, 60 Hz, ciclo de trabajo = 30 %, 15 kW, alimentada a 220 V, longitud al tablero = 27 m, temperatura ambiente $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$, caída de tensión $e = 2\%$, canalización en tubo conduit, aislamiento tipo THW.

1.- Se calcula la corriente nominal del motor.

$$I_n = \frac{\text{kW} \times 1000}{\sqrt{3} \times V_r} = \frac{15 \times 1000}{\sqrt{3} \times 220}$$

$$I_n = 39.36 \text{ A}$$

I) Por ampacidad.

a.- De acuerdo al artículo 518.5-a de las NTIE:

$$I_c = I_n \times \text{Factor} = 39.36 \times 0.55 = 21.65 \text{ A}$$

b.- Debido a que en la misma canalización van los conductores de la soldadora y los de la fuente, se tienen 6 conductores; por lo tanto el factor de agrupamiento vale 80 % = 0.8

$$I_{c1} = \frac{I_c}{FA} = \frac{21.65}{0.8} = 27.06 \text{ A}$$

c.- Como la temperatura ambiente es de 25 °C , el factor vale 1.0; de este modo:

$$I_{c2} = \frac{I_{c1}}{FT} = \frac{27.06}{1.0} = 27.06 \text{ A}$$

Con este valor de corriente, $I_{c2} = 27.06 \text{ A}$, se entra a la tabla 302.4 de las NTIE y se selecciona el calibre del conductor (aislamiento THW, en tubería), que para este caso el calibre es el 10 AWG.

II) Por caída de tensión.

Se calcula el área del conductor (sección transversal) mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \times l \times I_n \times \sqrt{3}}{V_r \times e} = \frac{2 \times 21 \times 39.36 \times \sqrt{3}}{220 \times 2} = 6.5 \text{ mm}^2$$

Con este valor de área, $S = 6.5 \text{ mm}^2$, se entra a la tabla 1.4 de las NTIE y en el área de cables se ve que el calibre es el de 8 AWG.

El calibre del conductor se selecciona para el peor de los casos, por lo tanto se selecciona por caída de tensión correspondiéndole un calibre de:

Calibre = 8 AWG

B) Cálculo de la protección contra sobre carga (elemento térmico).

No lleva protección contra sobrecarga.

C) Cálculo de la protección contra corto circuito o fallas a tierra.
(sobrecorriente)

De acuerdo al artículo 518.6 de las NTIE:

$$I_{INT} = I_n \times 1.5 = 39.36 \times 1.5 = 59.04 \text{ A}$$

Se seleccionan 3 fusibles de 63 A marca SIEMENS (3NA1 218).

D) Cálculo del conductor de puesta a tierra.

Segun el artículo 206.58 de las NTIE:

Como $I_{INT} = 59.04 \text{ A}$, de la tabla 206.58 de las NTIE se tiene que el calibre es del 10 AWG (desnudo).

E) Cálculo de la canalización (tubo conduit).

Como en esta canalización van los cables que alimentan a la soldadora y a la fuente, se tiene: (en la siguiente hoja)

No. de Conductores	Calibre (AWG)	Aislamiento tipo	Area por conductor (mm ²)	Area total (mm ²)
3 (activos sold.)	8	THW	30.4	91.2
1 (pta. tierra)	10	desnudo	13.3	13.3
3 (activos fuen.)	2	THW	95.0	285.0
1 (pta. tierra)	8	desnudo	8.37	8.37

No. total de conductores = 8

\sum de áreas = 397.87 mm

Con estos valores, No. total de conductores = 8 y \sum de áreas = 397.87 mm, se entra a la tabla 1.1 de las NTIE y se determina el diametro de la canalización, que para este caso es de:

Diametro de la canalización = 38 mm

CALCULO PARA CIRCUITOS ALIMENTADORES

Para ejemplificar el cálculo del circuito alimentador, se tomará como ejemplo al área del taller mecánico de la zona de servicios generales. Para este caso se considera aislamiento THW, con una temperatura ambiente de 25 °C, y canalización en charola (solo estos conductores van en esta charola).

A) Cálculo de calibre de conductores (activos).

Primero se calcula la corriente nominal del circuito.

Equipo	Amperes
Soldadora	39.36
Fuente	61.75
Taladro 1	3.84
Taladro 2	5.12
Taladro 3	7.68
Esmeril	10.24

Torno	12.78
Punteadora	39.36

$$\sum I = I_{nA} = 180.13 \text{ A}$$

1) Por ampacidad.

a.- De acuerdo al artículo 403.16 de las NTIE (factor de carga):

$$I_A = I_{nA} + 0.25(I_{mn}) = 180.13 + 0.25(61.75) = 195.56 \text{ A}$$

b.- Debido a que en la canalización solo van los conductores de este circuito, se tienen 3 conductores además de que va en charola; por lo tanto el factor de agrupamiento vale 1.

$$I_{A1} = \frac{I_A}{FA} = \frac{180.13}{1.0} = 195.56 \text{ A}$$

c.- Como la temperatura ambiente es de 25 °C, el factor vale 1.0; de este modo:

$$I_{A2} = \frac{I_{A1}}{FT} = \frac{180.13}{1.0} = 195.56 \text{ A}$$

d.- Considerando un factor de reserva del 25 %, se tiene:

$$I_{A3} = I_{A2} \times FR = 195.56 \times 1.25 = 244.45 \text{ A}$$

e.- Considerando un factor de demanda del 80 %, se tiene:

$$I_{A4} = I_{A3} \times FD = 244.45 \times 0.80 = 195.56 \text{ A}$$

Con este valor de corriente, $I_{A4} = 195.56 \text{ A}$, se entra a la tabla 302.4 de las NTIE y se selecciona el calibre del conductor (aislamiento tipo THW, al aire), que para este caso el calibre es el 1 AWG, pero como este calibre no existe comercialmente se selecciona el inmediato inferior, teniendo que el

calibres el el 1 cero (1/0).

II) Por caída de tensión.

Se calcula el área del conductor (sección transversal) mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \times l \times I_{nA} \times \sqrt{3}}{V_r \times e} = \frac{2 \times 25 \times 180.13 \times \sqrt{3}}{440 \times 2}$$

$$S = 17.73 \text{ mm}^2$$

Con este valor de área, $S = 17.73 \text{ mm}^2$, se entra a la tabla 1.4 de las NTIE y en el área de cables se ve que el calibre es el de 4 AWG.

El calibre del conductor se selecciona para el peor de los casos, por lo tanto se selecciona por ampacidad, por lo que el calibre es:

$$\text{Calibre} = 1/0 \text{ AWG}$$

II) Cálculo del conductor neutro.

Se considera que la corriente del conductor neutro es un tercio de la corriente del conductor activo, por lo tanto:

$$I_{CN} = \frac{I_{nA}}{3} = \frac{180.13}{3} = 60.04 \text{ A}$$

Con este valor de corriente, $I_{CN} = 60.04 \text{ A}$, se entra a la tabla 302.4 de las NTIE y se selecciona el calibre del conductor (aislamiento tipo THW, al aire), que para este caso el calibre es el 8 AWG.

III) Cálculo del interruptor general.

Segun artículos 403.44 y 403.45:

$$I_{INTG} = I_{INTmm} + I_{mR}$$

$$I_{mm} = 61.75 \text{ A}$$

$$I_{INTm} = 3 \times I_{mm} = 3 \times 61.75 = 182.25 \text{ a}$$

$$I_{mR} = I_{nA} - I_{mm} = 180.13 - 61.75 = 118.38 \text{ A}$$

$$I_{INTG} = 182.25 + 118.38 = 300.63 \text{ A}$$

Por lo que se selecciona un termomagnético de 300 A.

CONTACTOS

• CALCULO DE CONDUCTORES.

Para el cálculo de los circuitos derivados que alimentan contactos monofásicos debe considerarse una carga mínima de 180 W por cada contacto, según el Art. 204.2-b.3, además de que el calibre mínimo es del No. 12 AWG (Art. 202.7-b) y que la capacidad nominal de los contactos monofásicos no debe ser menor de 15 A para 127 V (Art. 401.65), y de 10 A para contactos trifásicos a 220 V (Art. 401.65)

Para contactos monofásicos el conductor activo y el neutro se calculan por ampacidad y por caída de tensión, seleccionándose para el peor de los casos, recordándose que estos dos conductores deben ser iguales (Art. 204.9)

Primero se debe calcular la corriente nominal de los contactos, de la siguiente forma:

1.A.1) Contactos monofásicos.

$$I_n = \frac{N \times W}{V_n \times fp}$$

1.A.2) Contactos trifásicos.

$$I_n = \frac{N \times W}{\sqrt{3} \times V_r \times fp}$$

Donde:

I_n = Corriente nominal, en Amperes (A).

N = Numero de contactos alimentados por el mismo conductor.

W = Carga en cada contacto, en Watts (W).

V_n = Voltaje de fase a neutro, en Volts (V).

V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).

f_p = Factor de potencia.

1.B.-) Una vez calculada la corriente del circuito, el calibre del conductor se debe calcular tanto por ampacidad como por caída de tensión, seleccionándose esté de manera que soporte la corriente para el peor de los casos. Así mismo debe tenerse en cuenta las correcciones que deben de hacerse por los factores de agrupamiento y de temperatura.

A.-) Por Ampacidad.

a) Factor de Agrupamiento. De acuerdo al art. 302.4-a (pag. 69) de las NTIE, se debe de aplicar un factor de corrección cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor, es mayor de 3. Este factor de corrección se lee de la tabla 302.4a (pag. 79) de dicho reglamento.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una misma canalización, los factores de corrección por agrupamiento de dicha tabla deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado. Por lo tanto, este factor no se aplica a los conductores neutros que transportan solamente la corriente de desequilibrio, o los de puesta a tierra. Por lo tanto:

$$I_{c1} = \frac{I_n}{FA}$$

Donde:

I_{c1} = Corriente del conductor corregida por el factor de agrupamiento, en Amperes.

FA = Factor de agrupamiento (leído de la tabla 302.4a, pag. 79 de las NTIE).

b) Factor de Temperatura. De acuerdo al artículo 302.4-b (pag. 69) de la NTIE, debe aplicarse un factor de corrección por temperatura para condiciones de temperatura ambiente, del local o del lugar en que se encuentren los conductores, de 31 °C o mayor. Dicho factor se lee de la tabla 302.4b, pag. 79 de las NTIE. Por lo tanto:

$$Ic_2 = \frac{Ic_1}{FT}$$

Donde:

Ic₂ = Corriente del conductor corregida, tanto por el factor de agrupamiento, como por el de temperatura, en Amperes.

FT = Factor de temperatura (leído de la tabla 302.4b, pag 79 de las NTIE.)

d) Con este valor de corriente, Ic₂, se entra a la tabla 302.4 pag. 75 de las NTIE, donde se indica la capacidad de corriente para conductores de cobre aislado, y se selecciona el adecuado, considerando el tipo de aislamiento y la forma de instalación, es decir, si va en tubería o cable ó al aire (charola, etc.).

B.-) Por Caída de Tensión.

De acuerdo al artículo 202.6, pag. 29 de las NTIE, en un circuito derivado que alimente cualquier tipo de carga (alumbrado, fuerza o calefacción), la caída de tensión hasta la salida más lejana del circuito no debe exceder del 3 por ciento. Por otra parte, la caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado no debe exceder del 5 por ciento.

Primero se debe de calcular la sección del conductor, de acuerdo a la siguiente fórmula:

B.1) Para contactos monofásicos.

$$S = \frac{4 \times L \times W}{V_n^2 \times e \times x} = \frac{4 \times L \times I_n}{V_n \times e}$$

B.2) Para contactos trifásicos.

$$S = \frac{2 \times L \times W}{V_r^2 \times e} = \frac{2 \times L \times I_n}{V_n \times e} = \frac{2 \times L \times I_n \times \sqrt{3}}{V_r \times e}$$

Donde:

S = Sección transversal del conductor, en mm².

L = Distancia del CCM ó tablero al contacto (longitud del conductor) en metros (m).

W = Carga, en Watts (W).

V_n = Voltaje de fase a neutro, en Volts (V).

V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).

I_n = Corriente nominal, en Amperes (A).

e = Caída de voltaje, en %.

Con este valor de S se entra a la tabla 1.4, pag. 277 de las NTIE y se obtiene el calibre del conductor.

El calibre del conductor se selecciona para el peor de los casos, ya sea por ampacidad o por caída de tensión.

⊙ CALCULO DE PROTECCIONES.

1.-) PROTECCION CONTRA SOBRECARGA (ELEMENTO TERMICO).

La protección térmica para contactos monofásicos y trifásicos se determina a partir de la corriente, como se indica a continuación:

1.A) Para contactos monofásicos:

$$I_{et} = \frac{N \times W}{V_n}$$

1.B) Para contactos trifásicos:

$$I_{et} = \frac{N \times W}{V_r}$$

Donde:

I_{et} = Corriente del elemento termico en Amperes (A).

N = Número de contactos alimentados por el mismo conductor.

W = Carga en cada contacto en Watts (W).

V_n = Voltaje de fase a neutro en Volts (V).

V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).

Con este valor de corriente se selecciona el elemento termico adecuado.

2.-) PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO O FALLAS A TIERRA.

Esta protección se selecciona en base a la corriente nominal.

$$I_{INT} = 2.5 \times I_n$$

Donde:

I_{INT} = Corriente del Interruptor, en Amperes.

Con este valor de corriente, I_{INT} , se determina el dispositivo adecuado.

⊙ CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (PARA CONTACTOS 3Ø Y 1Ø).

El objeto de conectar a tierra un circuito eléctrico es limitar las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a fenómenos transitorios en el propio circuito o a contactos accidentales con líneas de mayor tensión; así como limitar la tensión a tierra del circuito durante su operación normal. Una conexión sólida a tierra facilita también la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en casos de fallas a tierra.

1.B) Para contactos trifásicos:

$$I_{et} = \frac{N \times W}{V_r}$$

Donde:

I_{et} = Corriente del elemento termico en Amperes (A).

N = Número de contactos alimentados por el mismo conductor.

W = Carga en cada contacto en Watts (W).

V_n = Voltaje de fase a neutro en Volts (V).

V_r = Voltaje entre fases, en Volts (V).

Con este valor de corriente se selecciona el elemento termico adecuado.

2.-) PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO O FALLAS A TIERRA.

Esta protección se selecciona en base a la corriente nominal.

$$I_{INT} = 2.5 \times I_n$$

Donde:

I_{INT} = Corriente del Interruptor, en Amperes.

Con este valor de corriente, I_{INT} , se determina el dispositivo adecuado.

⊙ CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (PARA CONTACTOS 3Ø Y 1Ø).

El objeto de conectar a tierra un circuito eléctrico es limitar las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a fenómenos transitorios en el propio circuito o a contactos accidentales con líneas de mayor tensión; así como limitar la tensión a tierra del circuito durante su operación normal. Una conexión sólida a tierra facilita también la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en casos de fallas a tierra.

Las canalizaciones y cubiertas metálicas de conductores ó equipos (ajenas al circuito eléctrico) son puestas a tierra con el objeto de evitar que éstas tengan un potencial mayor que el de tierra en un momento dado y representen riesgos para las personas.

Para el conductor de puesta a tierra debe considerarse que:

a) Los contactos que se empleen para la conexión de aparatos que deban ponerse a tierra deben tener la terminal de tierra efectiva y permanentemente conectada a tierra (Art. 202.12).

b) Las partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente, de equipo conectado mediante cordón y clavija, deben ponerse a tierra (Art. 206.29).

c) Para la conexión de puesta a tierra se puede utilizar cable desnudo, dentro de la misma canalización de los conductores activos (Art. 302).

El calibre del conductor se selecciona con el valor de la corriente de la protección (en este caso contra sobrecarga) ubicada antes del equipo, y se lee de la tabla 206.58.

$$I_{CPT} = I_{et}$$

CALCULO DE ILUMINACION INTERIOR

La calidad y cantidad de iluminación deseado dentro de un local esta determinada en base a la selección del luminario adecuado y la determinación del número de unidades requeridas. Para determinar la cantidad de iluminación requerida, se recomienda tomar los niveles de iluminación para locales interiores propuestos por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (SMII), A.C. o Illuminating Engineering Society (IES).

Por otra parte, la calidad de la iluminación está relacionada con la distribución de contrastes en el ambiente visual. Se debe tener cuidado de evitar deslumbramientos dentro del campo visual normal. Las unidades normalmente seleccionadas para bajo montaje deben ser diseñadas para limitar el contraste abajo de la zona de 45° .

La selección del luminario y lámpara queda restringida si el área es clasificada como peligrosa. En estos lugares, la selección del luminario y temperatura de operación debe ser muy cuidadosa. Si el área no es clasificada como no-peligrosa, la selección de luminario y lámpara es menos restrictiva y debe estar basada en condiciones operacionales y de ambiente.

Selección del tipo de lámpara

A continuación se mencionarán algunas fuentes luminosas, así como algunos de sus campos de empleo, ventajas y desventajas del uso de las mismas para una correcta elección de la lámpara.

Lámparas incandescentes. Su campo de empleo se encuentra principalmente en el alumbrado general y localizado de interiores (casas habitación, oficinas de negocios, etc.). Su uso es recomendado para alturas menores a 3 metros.

Tiene como ventaja el encendido inmediato sin requerir de aparatos auxiliares, un bajo costo inicial, buen control luminoso. Sus desventajas son su bajo rendimiento luminoso y por tanto alto costo de operación, tiene una vida corta (500-2000 hrs.), elevada producción de calor y brillantez.

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

Estas lámparas tienen una buena eficiencia luminosa (de 4 a 6 veces con respecto a las incandescentes), bajo costo de operación, baja brillantez y aceptable vida de la lámpara. Presentan la desventaja de que requieren de elementos auxiliares para el encendido, los luminarios son muy grandes, un alto costo inicial, el control luminoso es pobre y la emisión luminosa puede variar con la temperatura.

Lámparas de vapor de mercurio. Se utiliza para alimentación general en grandes edificios industriales, almacenes de depósito, etc. Se recomienda alturas de montaje de 5 a 8 metros para potencias hasta de 250 watts y de 8 a 20 para potencias mayores. Se acostumbra usar el vapor de mercurio u otra lámpara de alta eficiencia para niveles de iluminación de 300 o más Luxes.

Tiene la ventaja de tener buena eficiencia luminosa, bajo costo de operación, ocupan relativamente poco espacio, no tienen limitación en cuanto a su posición de montaje y su vida útil es larga. Desventajas: El empleo de aparatos auxiliares para su encendido, alto costo inicial, toma de 4 a 5 minutos para tener su máxima emisión luminosa y por tanto en caso de falla del sistema no reenciende inmediatamente.

Lámpara de vapor de sodio a alta presión. Con relación a las lámparas de vapor de mercurio con las cuales se analiza frecuentemente como alternativa para la solución de un problema de iluminación, se puede decir que las de vapor de sodio a alta presión tienen una eficiencia mucho mayor y de hecho son aplicables a soluciones de iluminación en áreas industriales en donde la tonalidad de colores no es muy importante.

Lámparas de aditivos metálicos. La diferencia más notable con las últimas dos mencionadas es que estas tienen una buena definición del color.

Métodos de cálculo para iluminación interior

Método del lumen

Para iluminar uniformemente un área específica, el método del lumen o cavidad zonal es usado para calcular el número de unidades requeridas. Este método toma en cuenta no sólo la cantidad de luz directa de la unidad sino también la reflejada por el techo, pared y piso, para indicar la cantidad de luminarios requeridos. La limpieza y color de las superficies también proporcionan confort visual y sentido de belleza. El coeficiente de utilización aplicado en estos cálculos considera las pérdidas en emisión luminosa debido a la absorción en techo, paredes, piso y la absorbida por el luminario.

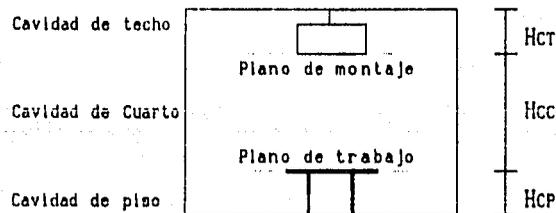
Para obtener el coeficiente de utilización, los factores de reflexión del techo, paredes y piso deben ser estimados. Estas reflectancias deben tener los valores mínimos esperados antes de la limpieza o repintado de las superficies.

Pasos Básicos en el Método de Cavidad Zonal

1) Determinar Radios de cavidad

Existen tres radios de cavidad que deben ser determinados:

- Radio de cavidad de techo (RCT)
- Radio de cavidad de cuarto (RCC)
- Radio de cavidad de piso (RCP)



Fórmulas:

$$RCT = \frac{5 H_{CT} (L + A)}{L \times A}$$

$$RCC = \frac{5 H_{CC} (L + A)}{L \times A}$$

$$RCP = \frac{5 HCP (L + A)}{L \times A}$$

2) Determinar reflectancias

Las reflectancias efectivas de las diferentes cavidades de cuarto, están determinadas en la tabla de reflectancias efectivas (que aquí anexamos), usando las reflectancias estimadas de acuerdo a la superficie en techo, pared y piso, de la tabla de reflexiones aproximadas de superficies y acabados que también incluimos.

3) Determinar coeficiente de utilización (CU)

El coeficiente de utilización es determinado de la tabla de C.U. mostrada en el catálogo del fabricante del luminario previamente seleccionado.

En algunas ocasiones, serán necesarias algunas interpolaciones para obtener el C.U. que no se encuentra tabulado en dicha tabla.

Es conveniente hacer notar que las tablas proporcionan C.U. para una reflectancia efectiva de piso de 20%. Usar este factor para todos los casos proporciona resultados razonables; sin embargo, si se requieren cálculos más precisos es necesario aplicar un factor de corrección cuyo valor se puede obtener de la tabla de factores para reflectancias efectivas de la cavidad del piso diferentes de 20% proporcionada por IES.

4) Determinar el factor de mantenimiento

Al incluir un factor de mantenimiento adecuado en el método de cavidad zonal, se estará asegurando de que el nivel luminoso no será menor del originalmente calculado. El factor de mantenimiento toma en cuenta dos cosas: la depreciación luminosa ocurrida en la lámpara, así como la acumulación de suciedad en la lámpara y en el reflector. La tabla siguiente sugiere factores de mantenimiento totales, acordes a la fuente luminosa así como a condiciones de operación.

Factores totales de mantenimiento recomendados.

Condiciones de operación.

Bueno: Aire limpio, libre de humos y polvos, luminarios programados para limpieza frecuente y reemplazo sistemático de lámparas

Medio: Condiciones atmosféricas menos favorables, limpieza de luminarios a intervalos frecuentes y reemplazo de lámparas sólo después de haberse quemado.

Pobre: Atmósferas y trabajo completamente sucio, mantenimiento pobre del equipo de iluminación. Reemplazo de lámparas sólo las quemadas.

Lámpara y luminario	Bueno	Medio	Pobre
Incandescente	0.75	0.70	0.65
Cuarzo	0.85	0.80	0.75
Mercurio	0.75	0.70	0.65
Aditivo Metálico	0.65	0.60	0.55
Fluorescente	0.75	0.70	0.65
Descarga Cerámica	0.75	0.70	0.65
Sodio alta Presión	0.75	0.70	0.65

5) Cálculo de lúmenes de lámpara requeridos

Fórmula:

$$\text{Lúmenes totales} = \frac{\text{Nivel de iluminación (Luxes)} \times \text{Area del local (m}^2\text{)}}{\text{Coef. de utilización} \times \text{Factor Mantenimiento}}$$

6) Cálculo del número de unidades requeridas

$$\text{Número de luminarios} = \frac{\text{Lúmenes totales}}{\text{Lúmenes por luminario}}$$

Determinación de la distribución de los luminarios

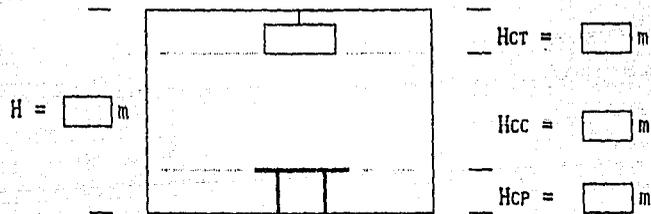
Una vez obtenido el número de unidades requerido, para la distribución correcta en áreas uniformes se utiliza el método de repartición, determinándose el número de unidades por fila, así como el número de filas para el sistema de iluminación. La lógica juega un papel importante, por ejemplo: Si el local es cuatro veces más largo que ancho, se deberá tener cuatro veces más unidades a lo largo que a lo ancho.

En general, la distancia entre unidades no debe exceder la altura de montaje entre éstas y el plano de trabajo, a menos que el fabricante del luminario proporcione algún otro valor. La distancia entre la pared y la primera unidad no debe ser más de la mitad del espaciamiento entre unidades, y en situaciones donde el trabajo es hecho inmediatamente adyacente a la pared, la distancia se debe reducir de 1/3 a 1/4 veces el espaciamiento entre unidades.

Es de suma importancia observar el espaciamiento máximo permisible con relación a la altura de montaje. Si el número de unidades es insuficiente para llenar este requisito, recalcular usando menor wattaje.

HOJA DE CALCULO POR
EL METODO DE CAVIDAD ZONAL

1. Dimensiones del local : L m A m



2. Relaciones de cavidad

A. $RCC = 5 H_{cc} (L + A) / (L \times A) = \text{[]}$

B. $RCT = 5 H_{cr} (L + A) / (L \times A) = \text{[]}$

C. $RCP = 5 H_{cp} (L + A) / (L \times A) = \text{[]}$

3. Reflectancias (reales).

Techo (Pt) % Paredes (Pw) % Piso (Pp) %

4. Reflectancias (efectivas).

PEC = Pw PET = % PEP = %

5. Datos del luminario

Marca

Modelo

Tipo

A. Lámpara B. Lúmenes

C. Lámparas/Luminario D. Lúmenes/Luminario

6. Coeficiente de utilización

C.U. C.U. (corregido) = C.U. x =

7. Factor de Mantenimiento: F.M.

8. Nivel de iluminación requerido (luxes)

9. Lúmenes totales=(Luxes x Area)/ (C.U. x F.M.)=

10.No de Luminarios=Lúmenes totales/Lúmenes por luminario=

Método de punto por punto.

El método de punto por punto permite calcular con más exactitud la intensidad de iluminación sobre puntos determinados; toma en cuenta la iluminación que inside directamante 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 el 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 Lúmenes.

Así pues, este método determina la intensidad de iluminación producida en determinados puntos por fuentes luminosas localizadas de antemano. Por lo tanto, para aplicarlo se debe partir de una distribución de luminarios que sirvan de base al cálculo; esta distribución primaria y estimativa se puede hacer aplicando inicialmente el Método de los Lúmenes; ya con esta base desarrollada se aplica el Método Punto por Punto, y si los resultados obtenidos son como los estimados, el problema esta resuelto, pero si no es así se hará proporcionalmente una modificación a la primera estimación, se volvera a calcular y así hasta que los cálculos resulten como lo deseado.

Como puede observarse, el anterior método sería prácticamente irrealizable en grandes locales, de no contarse con los actuales paquetes para computadora que nos proporcionan un análisis detallado del nivel de iluminación del local en estudio, en cualquier punto que se desee. El presente trabajo cuenta con un listado de resultados obtenido con una de las herramientas antes descritas, de una de las zonas del proyecto, con la que podemos comprobar la importancia de hacer uso de recursos computacionales.

I. EDIFICIOS INDUSTRIALES

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%		I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
ACERO (Véase Hierro y Acero)			EMPACADORAS DE CARNE		
ACUMULADORES, MANUFACTURA DE			Moldeado (Rastro)	300	200
Moldeo caldas	500	300	Limpieza, desmenuado, cocido, moldeo, enlatado y empaquetado	1000	600
ARCILLA Y CEMENTOS, PRODUCTOS DE			ENCUADERNACION		
Molienda, prensa filtrado, hornos de secado, vaciado y devastado	300	200	Doblado, ensamblado, empaste, cortado, punzonado y cocido	700	400
Esmalteado, pintura y vidriado (Trabajo burdo)	1000	600	Grabado en resaca e inspección	2000a	1100a
Pintura y vidriado (trabajo fino)	3000a	1700a	ENLATADORAS DE CONSERVAS		
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE			Clasificación inicial:		
Ensamblado bastidor	500	300	Jitomates	1000	600
Ensamblado Chasis	1000	600	Otras muestras	500	300
Ensamblado final e inspección	2000a	1100a	Clasificación por color (cuartos de cortado)	2000a	1100a
Manufactura carrocerías:			Preparación:		
Ensamblado	1000	600	Selección preliminar:		
Partes	700	400	Chavecanos y diámetros	500	300
Acabado e inspección	2000a	1100a	Jitomates	1000	600
AVIONES, MANUFACTURA DE			Acelunas	1500	900
Partes:			Cortado y picado	1000	600
Producción	1000	600	Selección final	1000	600
Inspección	2000a	1100a	Enlatado:		
Acabado de piezas:			Enlatado en bandas, sin fin	1000	600
Taladrado, remachado y apretado de tornillos	700	400	Enlatado estacionario	1000	600
CUARTO PINTURA	1000	600	Empaquetado a mano	500	300
Trazado sobre aluminio, formado partes pequeñas del fuselaje y alas	1000	600	Acelunas	1000	600
Soldadura:			Inspección de muestras enlatadas	2000a	1100a
Illuminación general	800	500	Manejo de envases:		
ILUMINACION LOCALIZADA	10000	6000	Inspección	2000a	1100a
Subensamblado:			Etiquetado y empaquetado	300	200
Tren de aterrizaje, fuselaje, secciones, alas y otras partes grandes	1000	600	ENSAMBLADO		
ENSAMBLADO FINAL			Tosco, fácil de ver	300	200
Colocación de motores, hélices, secciones ala y tren de aterrizaje	1000	600	Tosco, difícil de ver	500	300
Inspección de la nave ensamblada y su equipo	1000	600	Medio	1000	600
Reparación con máquinas herramientas	1000	600	Fino	3000	1000
ASERRADEROS			Extrafino	10000	6000
Clasificación de la madera	2000	1700	ENSAYOS O PRUEBAS		
AZUCAR, REFINERIAS DE			General	500	300
Clasificación	500	300	Instrumentos, extrafinos, escalas, etc.	2000a	1100a
Inspección color	2000	1100	EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA DE:		
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA DE			Impregnado	500	300
Area general de manufactura	500	300	Aislado, embobinado	1000	600
CARBON, VERTEDORES DE			Pruebas	1000	600
Quebradoras, cerridos y limpiado	100	60	EXTRUCTURAS DE ACERO, MANUFACTURA	500	300
Selección	3000a	1700a	EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE	300	200
CARPINTERIAS			FORJADO, TALLERES DE	500	300
Trabajo burdo de banco y sierra	300	200	FUNDICIONES		
Encolado, cepillado, lijado, trabajo de mediana calidad en máquinas y banco	500	300	Templado (Hornos)	300	200
Trabajo fino de máquina y banco, lijado y acabado fino	1000	600	Limpieza	300	200
CERVECERIAS, INDUSTRIAS			Meclura de corazones:		
Elaboración y lavado de barriles	300	200	Finos	1000	600
Llenado (de botellas, latas, barriles)	500	300	Medianos	500	300
CUARTOS DE CONTROL (Véase Plantas Generadoras)			Inspección:		
DULCES INDUSTRIAS			Fino	5000a	3000a
Departamento de Chocolate:			Mediana	1000	600
Descascarado, selección, extracción, de aceite, quebrado y refinación, alimentación	500	300	Moldeo:		
Limpieza del grano, selección inmersión, empaquetado y envoltura	500	300	Mediano	1000	600
Molienda	1000	600	Grande	500	300
Elaboración de crema:			Colado	500	300
Mezclado, cocción y moldeo	500	300	Selección	500	300
Pastillas de goma y jaleas	500	300	Cubillote	200	100
Decoración a mano	1000	600	Desmoldar	300	200
Caramelos:			GALETERIA	300	200
Mezclado, cocción y moldeo	500	300	MANUFACTURA DE AUTOMOVILES Y CAMIONES		
Corte y selección	1000	600	Talleres servicios:		
Elaboración de pastas y envoltura	1000	600	Rep. motores	1000	600
			Areas activas de tráfico	200	100
			Garages para estacionamiento:		
			Entrada	500	300
			Espacio para circulación	100	100
			Espacio para estacionamiento	50	50
			GRANJAS		
			Establo y Gallinero	100	100
			GRABADO (CERA)	2000a	1100a

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 98%		I.E.S. 99%	S.M.I.I. 98%
GUANTES, MANUFACTURA DE			LAVADO Y MANCHADO, INDUSTRIAS DE:		
Planchado y cardado	3000a	3000a	Checado y selección	800	300
Tejido y clasificacado	1000	800	Lavado en seco, húmedo y vaporizado	800	300
Calado e inspección	8000a	3000a	Inspección y desmanchado	2000a	3000a
MANGARES			Composturas y modificaciones	2000a	1100a
Servicio de reparación únicamente	1000	600	Planchado	1500	900
HIELO, FABRICAS DE			LAVANDERIAS		
Cuarto de compresores y máquinas	300	100	Lavado	300	200
HIERRO Y ACERO, MANUFACTURA DE			Planchado de blancos, pasado, hacer listas, mercado	800	300
Hornos de hogar abierto:			Planchado a máquina y selección	700	400
Patio de almacenaje	100	60	Planchado fino a mano	1000	600
Piso de carga	200	100	LLANTAS DE HULE Y CAMARAS:		
Resbaladera de vehículos:			MANUFACTURA DE		
Focos de escoria	300	100	Preparación materia prima:		
Plataformas de control	300	200	Plasticación, molienda y Benbury	300	200
Patio de moldes	80	30	Prensado en calandra	800	300
Colado	200	200	Preparación de la tela:		
Almacenamiento de coladas	100	60	Cortado y construcción de cajas	800	300
Bodega de pesado	100	60	Máquinas para las cámaras y recubiertas	800	300
Reparaciones	300	200	Construcción de llantas:		
Patio de desmoldo	200	100	Llantas sólidas	300	200
Patio de Chatarra	100	60	Llantas neumáticas	500	300
Edificio de mezcla	300	200	Departamento de vulcanización:		
Edificio de Calcínación	100	60	Cámaras y llantas	700	400
Bala rompadora	100	60	Inspección final	2000a	1100a
Molinos de laminación de:			Envoltura	500	300
Lingotes, planchas, seceras y láminas en caliente	300	200	MOLINOS DE MARINA		
Laminación en frío de placas	300	200	Redillos, cerridores, purificadores	800	300
Tubo, varilla alambón	300	300	Empacado	300	200
Pierro estructural y planchas	300	200	Control de producción	1000	600
Molinos de laminación de hojalata:			Limpiado, cargadores, andenes, tolvas	300	200
Estañado y galvanizado	300	300	PAN, INDUSTRIAS DE		
Laminación en frío	300	300	Cuarto de macedado	800	300
Cuarto de motores y máquinas	300	200	Cuarto de fermentado	200	200
Inspección:			Formado:		
Rebabeo de lámina negra, lingotes y brilletas	1000	600	Pan blanco	300	200
Hojalata y otras superficies brillantes	1000	600	Pastillitas y pan dulce	800	300
HULE, PRODUCTO DE			Cuartos de hornos	300	200
Preparación de la materia prima:			Baleno y otros ingredientes	600	300
Plasticación, molienda y Benbury	300	200	Decorado:		
Prensado en calandra	800	300	Mecánico	800	300
Preparación de la tela:			Manual	1000	600
Cortado y tubos flexibles	800	300	Biscuitos y termómetros	800	300
Productos por extrusión	800	300	Envoltura	300	300
Productos moldeados y vulcanización	500	300	PAPEL MANUFACTURA DE		
Inspección	2000a	1100a	Bestidores, molinos, calandras	300	200
JABONES, MANUFACTURA DE			Azabado, cortado, recorte y máquinas para hacer el papel	800	300
Palla, corte, seceras de jabón y detergentes en polvo	300	200	Cortado a mano, lado húmedo de la máquina de papel	700	400
Troquelado, envoltura y empaque, llenado y detergentes en polvo	800	300	Carrete máquina de papel, inspección y laboratorio	1000	600
LACTEOS, PRODUCTOS			Enrollado	1800	900
Industria líquida:			PIEL, MANUFACTURA DE (TENERÍAS)		
Cuarto mamitas y almácén botellas	300	200	Limpiado, curtido y estirado, pallas	300	200
Botellas	800	300	Cortado, descarnado y secado	800	300
Lavadoras botellas	f	f	Acabado	1000	600
Lavadoras latas	300	200	PIEL, TRABAJO SOBRE		
Equipo refrigeración	300	300	Planchado, trenzado y barnizado	2000	1100
Llenado: Inspección	1000	600	Clasificación, igualado, cortado y cosido	3000	1700
Manómetros y tableros de medidores (sobre carátulas)	300	300	PIEDRA, TRITURADO Y CERNIDO DE		
Laboratorios	1000	600	Transportadores de bandas, espacios de descarga del tiro, cuarto de tolvas, interior de los depósitos	100	60
Pasteurizadores	300	200	Cuarto de quebradoras primarias, quebradoras auxiliares debajo de los depósitos	100	60
Separadores y cuartos refrigerados	300	200	Cernidores	200	100
Tanques, cubas	800	300	PINTURAS, MANUFACTURA DE		
Termómetro (sobre carátula)	800	300	(Iluminación general)	300	200
Cuarto para pesar (iluminación graf.)	300	200	Comparación de las mezclas con las muestras o patrones	2000	1100
Biscuitos	700	400	PINTURAS, TALLERES DE		
LAMINA DE FIERRO Y ACERO, TRABAJOS EN:			Pintura por inmersión o baño con pistola de aire, esmalte a fuego	800	600
Prensas, guillotinas, troqueladoras trabajo melano de banco	800	300			
Purificadoros y rechazado	600	300			
Inspección estañado y galvanizado	2000	1100			
Trazado	2000	1100			

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%		I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Pulido, pintura ordinaria a mano y decorado, incluido especial y con plantilla	500	300	TABACO, PRODUCTOS DE		
-ado de pinturas a mano:			Secado, desmondamiento (iluminación general)	300	200
-abajo fino	1000	600	Clasificación y selección	2000a	1100a
-abajo extra-fino (carrocerías, planos)	3000a	1700a	TALLERES MECANICOS		
PLANTAS GENERADORES			Trabajo burdo de maquinaria y banco	500	300
Equipo de acondicionamiento de aire, precalentadores y piso de ventiladores, exclusión de cenizas	100	60	Trabajo mediano de maquinaria y banco, máquinas automáticas ordinarias, esmerilado burdo, pulido mediano	100	600
Auxiliares, sala de acumuladores, bombas alimentadoras de calderas, tanques, compresores y área de manómetros	200	100	Trabajo fino de maquinaria y banco, máquinas automáticas finas, esmerilado mediano, pulido fino	6000a	3000a
Plataformas calderas	100	60	Trabajo extra-fino de maquinaria y esmerilado fino	10000a	6000a
Plataformas quemador	200	100	TALLERES TEXTILES, ALGODON		
Cuarto de cables, nave de bombas o circuladores	100	60	Abridoras, mezcladoras, batientes	300	200
Transportador carbón, quebradores, alimentadores, básculas, pulverizador, área de ventiladores, torre de transbordo	100	60	Cerdas y estradoras	500	300
Condensadores, piso de areadores, piso evaporador y piso calentadores	100	60	Pabiladoras, veloces, tróviles y cañoneros	500	300
Cuartos de control:			Enrolladores y Engomadores:		
Superficie vertical de los tableros "Simplex" o sección del "Duplex" viendo hacia el operador:			Telas crudas	500	300
Tipo A—Cuarto de control largo, 170 cms., sobre el piso	500	300	Mezillitas	1500	900
Tipo B.—Control de cuarto ordinario, 170 cms., sobre el piso	300	200	Inspección:		
Sección de "Duplex" viéndose desde cualquier ángulo	300	200	Telas crudas (volteadas a mano)	1000	600
Pupitre de distribución (nivel horizontal)	500	300	Atado automático	1500a	900a
Áreas dentro de los tableros "Duplex"	100	60	Teleros	1000	600
Parte posterior de cualquiera de los tableros (vertical)	100	60	Reposo y atado a mano	2000a	1100a
Alumbrado de emergencia en cualquier área	30	20	TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMBE		
Tableros despachadores:			Abridoras, mezcladoras y batientes	300	200
Plano horizontal (nivel de la mesa)	500	300	Clasificación	1000a	600a
Superficie vertical del tablero (1.25 M. sobre el piso viendo hacia el operador):			Cerdado, peinado y repeinado	500	300
Cuarto despachador sistema de cerro	500	300	Estirado:		
Cuarto despachador secundario	300	200	Hilo blanco	500	300
Área para tanques de hidrógeno y bióxido de carbono	200	100	Hilo de color	1000	600
Laboratorio químico	500	300	Tróviles:		
Precipitadores	100	60	Hilo blanco	500	300
Casa de rejillas	200	100	Hilo de color	1000	600
Plataforma, sopledores de hollín o escoria	100	60	Torzales	500	300
Cabezales para vapor y válvulas	100	60	Devenado:		
Cuarto de interruptores de potencia	200	100	Hilo blanco	300	200
Cuarto para equipo telefónico	200	100	Hilo de color	500	300
Túneles o galerías para tubería	100	60	Urdidores:		
Substano (parte inferior turbina)	200	100	Hilo blanco	500	300
Cuarto de turbinas	300	200	Hilo blanco (en el peine)	1000	600
Área para tratamiento de agua	200	100	Hilo de color	1000	600
Plataforma para visitantes	200	100	Hilo de color (en el peine)	3000a	1700a
PULIDORAS Y BRUÑIDORAS QUIMICA, INDUSTRIA			Tejido:		
Hornos manuales, tanques de hervido, secadoras estacionarias, cristalizadores por gravedad y estacionarios	300	200	Telas blancas	1000	600
Hornos mecánicos, generadores y destiladores, secadores mecánicos, evaporadores, filtrado, cristalizadores mecánicos, decolorado	300	200	Telas de color	2000	1100
Tanques para cocción, extractores, coladores, nitradoras, celdas electrolíticas	300	200	Cuarto de telas crudas:		
SOMBREROS, MANUFACTURA DE			Quitar nudos de la tela	1500a	900a
Teñido, tensado, galoneado, limpiado y refinado	1000	600	Cosido	3000a	1700a
Formado, calibrado, reelzado, terminado y planchado	2000a	1100a	Doblado	700	400
Cosido	5000a	3000a	Acabado húmedo	500	300
SOLDADURA			Teñido	1000a	600a
Iluminación general	500	300	Acabado en seco:		
Soldadura Manual de precisión con arco	10000a	6000a	Despeluzado, acondicionamiento y planchado	700	600
			Cortado	1000	600
			Inspección	2000a	1100a
			Doblado	700	400
			TALLERES TEXTILES		
			SEDA Y SINTETICOS.		
			Manufactura:		
			Remojado, teñido fugaz y preparación de torcidos	300	200
			Debenado, torcido, redevanado y coneras, torcido de fantasía, engomado:		
			Hilo claro	500	300
			Hilo oscuro	2000	1100
			Urdidores (seda)		
			En estizola, finales de carrera, devenadora, lenzadera y plegadora	1000	600
			Reposo en lisos y en el peine	2000a	1100a
			Tejido	1000	600
			TAPICERIA DE AUTOMOVILES,		
			MUEBLES, ETC.	1000	600

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 93%		I.E.S. 99%	S.M.I.I. 93%
TELA, PRODUCTOS DE			EDIFICIOS MUNICIPALES.		
Inspección tela	2000a	1000a	BOMBEROS Y POLICIA		
Cortado	300a	200a	Policia:		
Costura	500a	300a	Archivos de identificación		
Planchado	300a	200a	Celdas y cuartos para interrogatorios		
TIPOGRAFICAS, INDUSTRIAS			Bomberos:		
Fundición de tipo:			Dormitorios		
Manufactura matrices, acabado de tipos	1000	600	Sala recreativa		
Preparación de tipos, selección	500	300	Garage carros bomba		
Fundición	500	300	ESCUELAS		
Impresión:			Salones de clase		
Inspección de colores	2000a	1100a	Salones de dibujo (sobre rastreador)		
Linotipos y cajetas	1000	600	Lectura de movimientos de labios (sordo-mudos), pisarrones, costura		
Presas	700	400	GALERIAS DE ARTE		
Mesa de formación	1500	900	Iluminación general		
Corrección de pruebas	1500	900	Sobre pinturas (focalizado)		
Electrotipia:			Sobre estatuas y otras exhibiciones		
Moldeado, sauteado, acabado, nivelado, moldes y recortado	1000	600	IGLESIAS		
Galvanoplastia	500	300	Altar, retablos		
Fotografiado:			Coro (D) y presbiterio		
Grabado el ácido y montado	500	300	Púlpito (iluminación adicional)		
Rauteado, acabado, pruebas, entintado	1000	600	Nave principal de la Iglesia (iluminación general)		
VIDRIO, FABRICAS DE			Ventanales emplomados:		
Cuarto de Hornos y mezcladoras, prensado, máquinas sopladoras y templado	300	200	Color blanco		
Esmerilado, cortado, pleteado	500	300	Color mediano		
Esmerilado fino, biselado, pulido	1000	600	Color obscuro		
Inspección, grabado y decoración	2000a	1100a	Ventanal muy denso		
ZAPATOS DE HULE, MANUFACTURA DE			MERCADOS		
Lavado, recubrimiento, molinos de ingredientes	300	200	Bodegas y Cuartos de Almacenamiento		
Barnizado, vulcanizado, calandras, cortado parte superior y suelas	500	300	Activos		
Rodillos de suelas, procesos de hechura y acabado	1000	600	Inactivos		
ZAPATOS DE PIEL, MANUFACTURA DE			Carnicerías, Barbacoas, Pescaderías		
Cortado y costura:			Cocinas (Áreas de trabajo)		
Tablas de cortado	3000a	1700a	Comedores		
Marcado, ojalado, adelgazado, selección, remendado y contadores	3000a	1700a	Cuartos de máquinas		
Cosido:			Ferreterías y Accesorios eléctricos		
Materiales claros	500	300	Lavadoras para verduras y varios		
Materiales oscuros	3000a	2000a	Mercerías, vestidos y zapaterías		
Hechura y acabado	2000	1100	Mueblerías y artículos para el hogar		
			Papelerías, libros y juguetes		
			Plataformas de descarga		
			Sanitarios y baños		
			Verduras, frutas, flores y plantas		
			MUSEOS (Véase Galerías de Arte)		

2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS

AUDITORIOS		
Para exhibiciones	300	200
Para asambleas	150	100
Para actividades sociales	50	50
BANCOS		
Vestíbulo (iluminación general)	500	300
Pagadores, contadores y recibidores	1500	900
Gerencia y Correspondencia	1500	900
BIBLIOTECAS		
Sala de lectura	700	400
Anaqueles	300	200
Reparación de libros	500	300
Archiveros y catalogar	700	400
Mesa checkadora de salidas y entradas de libros.	700	400
CENTRAL DE BOMBEROS (Véase Edificios Municipales)		
CLUBES		
Salas de descanso y de lectura	300	200
CORREOS		
Vestíbulos, sobre mesas	300	200
Correspondencia, selección, etc.	1000	600
CORTES DE JUSTICIA (O TRIBUNALES)		
Áreas de asientos (público)	300	200
Áreas de actividades propias de la corte	700	400

OFICINAS		
Proyectos y diseños	2000	1100
Contabilidad, auditoria, máquinas de contabilidad	1500	900
Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado activo o continuo	1000	600
Archivado intermitente o discontinuado	700	400
Sala de conferencias, entrevistas, salas de descanso, archivos de poco uso o sean las áreas en las cuales no se exige la fijación de la vista en forma prolongada	300	200
PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA		
TEATROS Y CINES		
Sala de espectáculos:		
Durante intermedios	50	50
Durante exhibición	1	1
Vestíbulo	200	100
Sala de descanso (foyer)	50	30
TERMINALES Y ESTACIONES		
Salas de espera	300	200
Oficina de boletos	1000	600
Oficina de chequear equipaje	500	300
Vestíbulo	100	60
Andenes y Plataformas	200	100
3. HOSPITALES		
Sala de preparación y anestesia	300	200
Autopsia y Anfiteatro:		
Mesa de autopsia	25000	14000
Sala de autopsia (iluminación general)	1000	600

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Anfiteatro (iluminación genl.)	200	100
Central de instrumentos esterilizados:		
Iluminación general	300	200
Afilado agujas	1500	900
Sala de Cistoscópica:		
Iluminación general	1000	600
Mesa Cistoscópica	25000	14000
Sala dental:		
Cuanto de espera	300	200
Cirugía dental (iluminación genl.)	700	400
Silla dental	10000	6000
Laboratorio (banco de trabajo)	1000	600
Sala de recuperación	50	30
Sala de electroencefalogramas:		
Oficina	1000	600
Cuanto de trabajo	300	200
Sala de espera	300	200
Sala de emergencias:		
Iluminación general	1000	600
Iluminación localizada	20000	9000
Sala de electrocardiogramas, de metabolismo y de muestras:		
Iluminación general	200	100
Mesa de muestras	500	300
Salas de reconocimiento y tratamiento:		
Iluminación general	500	300
Mesas de reconocimiento	1000	600
Sala para ojos, oídos, nariz y gargantas:		
Cuanto oscuro	100	60
Cuanto de reconocimiento y tratamiento	500	300
Sala de Fracturas:		
Iluminación general	500	300
Mesa de fracturas	2000	1100
Laboratorio:		
Cuartos de ensayo	300	200
Mesas de trabajo	800	300
Trabajos más precisos	1000	600
Vestíbulo	300	200
Salas de reposo	300	200
Cuartos para archivar historias clínicas	1000	600
Sala de Rayos X:		
Radiografía y Fluoroscopia	100	60
Terapia superficial y profunda	100	60
Cuanto oscuro	100	60
Sala para ver placas	300	200
Archivos, revelado	300	200
Closet de blancos	100	60
Guardería infantil:		
Iluminación general	100	60
Mesa de reconocimiento	700	400
Cuanto de juego, pediátrico	300	200
Obstetricia:		
Cuanto de limpieza (instrumentos)	300	200
Sala de preparación	200	100
Sala de partos (iluminación genl.)	1000	600
Mesa para partos	25000	14000
Farmacia:		
Iluminación general	300	200
Mesa de trabajo	1000	600
Almacén activo	300	200
Cuartos privados y salas comunes:		
Iluminación general	100	60
Iluminación localizada (lectura)	300	200
Area para desequilibrados mentales	100	60
Tratamiento con isótopos radioactivos:		
Laboratorio radioquímico	300	200
Mesa de reconocimiento	500	300
Cirugía:		
Cuanto de limpieza (instrumentos)	1000	600
Sala de operaciones, iluminación general	1000	600
Lavabo de cirujano	300	200
Mesa de operaciones	25000	14000
Sala de restablecimiento	300	200
Terapia:		
Física	200	100
Ocupacional	300	200

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Salas de espera	300	200
Cuarto utilería	200	100
Puesto de enfermeras:		
Iluminación general	200	100
Escriforio	500	300
Mostrador para medicinas	1000	600

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	6000
Zonas comerciales secundarias:		
General	2000	1100
Atracciones principales	10000	6000
COCINAS (Véase restaurantes o residencias)		
ESCAPARATES (o)		
Alumbrado diurno:		
General	1000	600
Atracciones principales	5000	3000
GASOLINERAS:		
Area de servicio	300	200
Cuanto de ventas	500	300
Estantes	1000	600
HOTELES		
Recámaras:		
Iluminación general	100	60
Para lectura y escritura	300h	200h
Administración	500	300
Vestíbulo:		
Areas de trabajo y lectura	300	200
Iluminación general	100	200
Marquesina	500	300
JOYERIA Y RELOJES, MANUFACTURA DE		
RESIDENCIAS		
Tareas visuales específicas (1):		
Juegos de mesa	300	200
Cocina (sobre fregadero u otra superficie de trabajo)	500	300
Lavadero, mesa de planchado	500	300
Cuanto de estudio (sobre escritorio)	700	400
Costura	1000	600
Iluminación general:		
Entradas, halls, escaleras y descanso de escaleras	100m	60m
Salas, comedores, recámaras, cuartos de estudio, biblioteca y cuartos de recreo o juego	100m	60m
Cocina, lavandería, cuarto de baño	300	200
RESTAURANTES Y CAFETERIAS		
Area de comedor:		
Cajera	500	300
Del tipo íntimo.		
Con ambiente ligero	100	60
Con ambiente acogedor	30	30
Del tipo ordinario:		
Con ambiente ligero	300	200
Con ambiente acogedor	150	100
Del tipo servicio rápido		
Cocina:		
Inspección, etiquetado y precio	700	400
Otras áreas	300	200
SALONES DE BAILES		
TIENDAS (o)		
Areas de circulación	300	200
Areas de mercancías:		
Con servicio de vendedores	1000	600
Autoservicio	2000	1100
Mostradores y vitrinas en muro:		
Con servicio de vendedoras	2000	1100
Autoservicio	5000	3000

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Atracciones principales:		
Con servicio de vendedores	8000	3000
Autoservicio	10000	6000
5. AREAS COMUNES		
BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO	50	50
Inactivas	50	30
Activas:		
Piezas toscas	100	60
Piezas medianas	200	100
Piezas finas	500	300
ELEVADORES DE CARGA Y PASAJEROS	200	100
ESCALERAS	200	100
PASILLOS Y CORREDORES	200	100
BAÑOS Y TOCADORES		
Iluminación general	100	60
Espejo	300g	200g

Dado que en el curso de 10 años, los niveles de iluminación recomendados por el I.E.S., para Alumbrado Exterior, Areas Deportivas y transportes, prácticamente no han variado habiendo demostrado durante ese lapso buenos resultados en su aplicación, la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación, A. C. —Illuminating Engineering Society— México Chapter, aprobó recomendar los mismos niveles de iluminación, teniéndose presente que los lugares en que se aplican, son servicios públicos y en el caso de los espectáculos deportivos, son de paga y susceptibles de televisarse.

6. ALUMBRADO EXTERIOR

	I.E.S.	S.M.I.I.	LUXES
ALUMBRADO DE PROTECCION			
Alrededores de áreas activas de embarque	50		
Alrededores de edificios	10		
Areas de almacenamiento activas	200		
Areas de almacenamiento inactivas	10		
Entradas:			
Activas (peatones y/o transportes)	50		
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10		
Límites de propiedad:			
Deslumbramiento por medio de la técnica de protección (Reflectores de dentro hacia afuera)	1.5		
Técnica de iluminación general	2		
Iluminación general áreas inactivas	2		
Plataformas de carga y descarga	200		
Ubicaciones y estructuras de importancia	50		
ASTILLEROS			
Iluminación general	50		
Caminos, sondas	100		
Area de construcción	300		
BANDERAS, ILUMINACION CON PROYECTORES (Véase Tableros para boletines y Carteles)			
CALLES	4		
CAMINOS	4		
CÁNTERAS	50		
CARBON, PATIOS PARA (de protección)	2		
CARRETERAS	4		
DRAGADO	20		
EDIFICIOS			
Construcción general	100		
Trabajos de excavación	20		
ESTACIONAMIENTOS	50		
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS			
Iluminación con proyectores:			
Alrededores brillantes:			
Superficies claras	150		
Superficies medio claras	200		
Superficies medio oscuras	300		
Superficies oscuras:	500		
Alrededores oscuros:			
Superficies claras	50		
Superficies medias claras	100		
Superficies medio oscuras	150		
Superficies oscuras	200		

FERROCARRIL, PATIOS DE

	I.E.S.	S.M.I.I.	LUXES
De recepción:			
Clasificación			2
GASOLINERAS:			
Alrededores brillantes:			
Acceso			30
Calzada para coches			50
Areas bombas de gasolina			300
Fachadas edificios (de vidrio)			300
Area de servicio			70
Alrededores oscuros:			
Acceso			15
Calzadas para coches			15
Area bombas de gasolina			200
Fachadas edificio (de vidrio)			100
Area de Servicio			30
JARDINES (p)			
Iluminación general			8
Senderos, escalones, lejanos de la casa			10
Parte posterior de la casa, bardas, paradas, árboles, arbustos			20
Flores, jardines entre rocas			50
Arboles y arbustos, cuando se quieren hacer destacar			50
MADERAS PARA CONSTRUCCION, PATIOS DE MUELLES			10
PATIOS DE ALMACENAMIENTO (Activos)			200
PLANTAS GENERADORAS			
Pasarelas			20
Tiradero de ceniza			1
Descarga de carbon:			
Rampa (Zona de carga y descarga)			30
Area almacenamiento chalana			5
Vaciador de carros			50
Volcador			50
Area de almacenamiento de carbón			1
Transportadores			20
Entradas:			
Edificio de servicio o generación:			100
Principal			20
Secundaria			20
Caseta de compuertas:			
Entrada de peatones			100
Entrada transportadores			50
Cerca o alambrada			2
Colectores de entrega del aceite combustible			50
Tanque de almacenamiento aceite			10
Patio descubierto			2
Plataformas-Caldera, cubierta de turbina			50
Caminos:			
Entre o a lo largo de los edificios			10
Que no estén bordeados por edificios			5
Subestación:			
Iluminación general horizontal			20
Iluminación vertical especifica (sobre desconectores)			20
PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA			200
Interior de los furgones			100
PRESIDIO, PATIOS DE			50
TABLEROS PARA BOLETINES, CARTELES O LETREROS			
Alrededores brillantes			
Superficies claras			500
Superficies oscuras			1000
Alrededores Oscuros:			
Superficies claras			200
Superficies oscuras			500

7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS

ALBERCA			
Iluminación general desde la planta alta			100
Bajo el agua:			
Exterior			
Interior			

	I.E.S.	S.M.I.I.	LUXES	I.E.S.	S.M.I.I.	LUXES
ARQUERIA						
Blanco:						
Torneo			100r			
Recreativo			50r			
Línea de tiro:						
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				
Liga menor (Clase I y Clase II)	300	400				
Sobre asientos, durante juego			20			
Sobre asientos antes y después [go.]			50			
BASKETBALL	Jardines	Cuadro				
Universitario y profesional		500				
Dentro de Colegios y Secundarias, con espectadores			300			
Sin espectadores			200			
Recreativo (exterior)			100			
BILLARES (sobre mesa)						
Torneo			500			
Recreativo			300			
Área general			100			
BOLICHES						
Mesas:						
Torneo			200			
Recreativo			100			
Pinos:						
Torneo			500r			
Recreativo			300r			
BOX O LUCHA (ring)						
Campeonato			5000			
Profesional			2000			
Amateur			1000			
En asientos durante el encuentro			20			
En asientos antes y después del encuentro			50			
CARRERAS						
De motor (autos enanos o motocicletas)			200			
Bicicletas			200			
Caballos			200			
Perros			300			
CROQUET						
Torneo			100			
Recreativo			50			
FRONTENIS						
Profesional			1000			
Aficionados			750			
Sobre asientos			50			
FRONTON O CESTA						
Profesional			1500			
Aficionados			1000			
Sobre asientos			100			
FRONTON A MANO						
Torneo			300			
Club			200			
Recreativo			100			
FOOTBALL SOCCER Y AMERICANO						
(Índice: Distancia de la línea de banda a file más alejada 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 alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de paga y televisados, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el						
factor determinante que debe tomarse en cuenta para lo cual se da 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 (Refiérase a deportes específicos enumerados en forma separada)						
Exhibiciones, encuentros						300
Para recreación y ejercicio general						200
Asambleas						100
Bailes						50
Regaderas y vestidores						100
GOLF, CAMPOS DE PRACTICA						
Iluminación general sobre los "Tees"						100
A 1.85 Mts.						50r
Práctica en los "greens"						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)						50
Laguna, estanque o área inundada						10
PING-PONG						
Torneo						500
Club						300
Recreativo						200
PLAYAS						
En tierra						10
A 50 Mts. de la orilla (en mar)						30r
PLAZA DE TOROS						
En el ruedo						1000
Pasillos, túneles, palcos, 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
TENIS						
Torneo						300
Club						200
Recreativo						100
8. ALUMBRADO DE TRASPORTES.						
AEROPUERTOS						
Plataforma frente hangares						10
Plataforma frente edificio de la terminal:						
Área de estacionamiento						5
Área de carga						20
AUTOBUSES						
Urbanos						300
Foráneos						150
AUTOMOVILES						
Sobre placas						5
AVIONES						
Compartimientos pasajeros:						
Iluminación general						50
Lectura (en asientos)						200
BARCOS						
Camarote						500
Literas, sobre plano de lectura						150
Espejo, sobre cara						500
Baños						50
Pasillos y corredores						50
Escaleras:						

	I.E.S. LUXES \$M.I.	I.E.S. \$M.I. LUXE:	
Pasajeros	100	Imprenta	300
Tripulación	50	Saetería	500
Entrada pasajeros	100v	Oficinas postales	200
Salas de descanso, pasajeros y oficiales	100x	Vestidores	30
Cuartos de esparcimiento tripulación	200	Central telefónica	100
Sobre mesas	300	Cuarto para almacén	50
Comedor pasajeros	100w	Áreas de operación:	
Salón comedor, oficiales y tripulación	100	Cuarto máquinas (áreas de trabajo)	100.
Sobre mesas	150	Cuarto calderas (áreas de trabajo)	100.
Bibliotecas	100	Cuarto ventiladores	50
Para lectura	300	Cuartos grupos Motor-Generador	50
Salones fumadores	5x	Cuartos de generación y tablero de control	100
Cubiertas cerradas	100	Cuarto de montecargas	50
Palquería y salón de belleza	200	Tableros de control, iluminación vertical:	
Sobre la persona	500	Parte alta	300
Salones de Cocktail y Cantina	50w	A 90 cms. desde el piso	100
Salón de baile	50w	Cuarto del mecanismo del timón	50
Piscinas, playas interiores	100y	Cuarto de bombas	10
Tiendas	200u	Tablero de medición y control (iluminación vertical):	
Teatros:		Sobre medidores	300
Durante el espectáculo	1	Túnel del eje	30
Intermedio	80	Bodega seca para cargamento (Unidad de iluminación permanente)	10.
Gimnasios	200	Carga y descarga de cargamento refrigerado	30.
Hospitals:		Talleres	200
Sala de operaciones	500u	Sobre trabajo	500
Sala dental	300u	Escotillas de la bodega:	
Dispensario	300u	Área sobre escotilla	50
Sala de encamados	50u	Área adyacente a la cubierta	30
Oficina doctor	200u	CARROS DE FF.CC. PARA CORREO	
Sala de espera	100x	Bultos de correo y cajas para cartas	300
TIRO AL BLANCO		Almacén correo	150
Sobre el blanco	500r	CARROS DE FF.CC. PARA PASAJEROS	
Línea de tiro	100	Escritura y lectura:	
Área intermedia	50	General	200
Cabina de radio, vestíbulo pasajeros	100x	Sobre escritorio	500
Mostrador para pasajeros oficina sobrecargo	200	Sección de baños:	
Áreas de navegación:		General:	150
Timonera (sobre puente de mando)	50	Espejo	300
Cuarto de mapas	100	Sanitario	50
Sobre mesa de mapas y cartas de navegación	500	Cerro comedor	150
Cuarto del radar	50	Cantina	100
Cuarto de giroscopios	50	Áreas sociales	200
Cabina de radio	100u	Escalones y puertas	100
Oficina del barco	200	TRANVIAS y TROLEBUSES	300
Sobre escritorios y mesas de trabajo	500	TIRO AL PICHON	
Para teneduría de libros y auditoría	500	Blanco, a 50 Mts.	300r
Cuarto de registro (cuaderno bitácora)	100	Línea de tiro, general	100
Sobre escritorio	500	VOLLEYBALL	
Áreas de servicio:		Torneo	200
Galera	200u	Recreativo	100
Lavandería	150u	WATER POLO	
Dispensa	150u	Torneo	300
Fregaderos	150u	Club	200
Preparación comida	200u	Recreativo	100
Almacén comida (sin y con refrigerador)	50		
Carnitería	150u		

NOTAS

- Se puede obtener con la combinación de alumbrado general y alumbrado suplementario especializado, manteniendo las relaciones de brillantez recomendadas. Estos efectos visuales generalmente hacen intervenir la discriminación de los detalles delicados por largos periodos 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, eliminar el deslumbramiento directo o reflejado como sombras desagradables.
- Las pinturas o cuadros con colores oscuros y con detalles delicados o finos, deberán tener una iluminación de 2 a 3 veces mayor.
- En algunos casos, una iluminación mayor de los 1000 Luxes, es necesaria para hacer resaltar la belleza de las estatuas.
- La iluminación se puede reducir o aminorar durante el sermón, la introducción o la meditación.
- Si los acabados interiores son oscuros (menos de 10% de reflexión), la iluminación será de 2/3 partes del nivel recomendado para evitar altos contrastes en brillantez, como en el caso de las páginas de los libros de salmos o cantos y el medio semiobscuras que lo rodea. Es esencial un diseño cuidadoso para evitar brillantes desagradables.

- f. Alumbrado especial, tal que (1) el área luminosa sea lo suficientemente grande para cubrir completamente la superficie que está siendo inspeccionada y (2) la brillantez deberá estar dentro de los límites necesarios para obtener condiciones de contrastes confortables. Esto implica el uso de fuentes luminosas de gran área y relativa baja brillantez en los casos en que la brillantez de la fuente luminosa se considere como un factor principal en vez de los luxes producidos en un punto considerado.
- g. Para inspección minuciosa, 800 luxes.
- h. Los manuscritos a lápiz y la lectura de reproducción y copias pobres requieren 700 luxes.
- i. Para inspección minuciosa, 500 luxes. Esto se puede hacer en el cuarto de baño, pero si se tiene un torador, es necesario un alumbrado localizado para obtener un nivel recomendado.
- j. La superficie especular del material puede hacer necesaria una recomendación necesaria una recomendación especial en la selección y localización del equipo de alumbrado, o alguna determinada orientación del trabajo.
- k. O no menos de 1/5 del nivel de las áreas adyacentes.
- l. La brillantez de la tarea visual debe relacionarse con la brillantez que la rodea.
- m. La iluminación general de éstas áreas no necesariamente tiene que ser muy uniforme.
- n. Incluyendo calles y establecimientos cercanos.
- o. (A) Los valores recomendados son iluminación sobre la mercancía o aparadores. El plano en el cual la luz sea más importante puede variar desde el horizontal al vertical. (B) Áreas específicas en las cuales se involucre una difícil visión, se puede iluminar con niveles de iluminación considerablemente más altos. (C) La selección del color de las lámparas fluorescentes es importante. Para una mejor apariencia de la mercancía se puede combinar los sistemas fluorescentes e incandescentes. (D) La iluminación puede hacerse muchas veces no uniforme para hacer resaltar la distribución de la mercancía.
- p. Estos valores están basados en un 25% de reflexión, ya que éste es el promedio de reflexión de la vegetación y superficies exteriores típicas. Estos valores se deben ajustar para las reflexiones de materiales específicos iluminados, para obtener una brillantez equivalente. Estos niveles dan una brillantez satisfactoria cuando son vistos desde interiores o terrazas en penumbra. Cuando son vistos desde áreas oscuras se pueden reducir cuando menos a la mitad o se pueden doblar cuando se desee un efecto más dramático.
- q. Iluminación promedio recomendada (Luxes).

TRANSITO DE PEATONES

CLASIFICACION DE TRANSITO DE VEHICULOS POR HORA

	Muy escaso (Menos de 150)	Escaso (150 a 500)	Mediano (500 a 1200)	Intenso (más de 1200)
Intenso	6	8	10	12
Mediano	4	6	8	10
Escaso	2	4	6	8

Estos valores están basados en condiciones de reflexión del pavimento muy favorables, del orden de 10%.

Cuando la reflexión sea pobre (del orden de 3%, como en el asfalto) la iluminación recomendada deberá aumentarse 50%. Cuando la reflexión sea raramente alta (20% o más, como en el concreto claro) los valores recomendados pueden reducirse un 25%.

Los valores recomendados se supone que deberán mantenerse en servicio.

Si el mantenimiento es bajo, estos valores deberán aumentarse.

El valor más bajo en cualquier punto de la carretera no deberá ser menos de 1/10 de los valores indicados en la tabla para carreteras con tránsito de vehículos muy escaso y con tránsito de peatones escaso, y no menor de 1/4 de los valores anteriores indicados para todos los demás casos de carreteras.

r. Vertical.

s. 600 lúmenes por metro cuadrado de superficie.

t. 1000 lúmenes por metro cuadrado de superficie.

u. En este espacio se deberá usar alumbrado suplementario con objeto de poder obtener los niveles de iluminación recomendados que requiere cada tarea visual involucrada.

v. La instalación deberá ser tal, que el nivel de la iluminación pueda ser aumentado por lo menos 400 luxes para embarques diurnos.

w. En las áreas públicas, tales como salas de descanso, salones de baile, fumadores, cantinas y comedores, los valores de Luxes pueden variar ampliamente, dependiendo de la atmósfera, deseada, los decorados interiores y el uso que se vaya a dar a cada uno de estos lugares.

Reflectancia efectiva de techo

% Reflectancia de Techo o Piso	90				80				70			50			30				10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0.1	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10
0.2	89	88	88	85	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	29	29	28	10	10	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	52	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	7
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	7
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	6
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	6
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	6
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	6
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	6
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	9	6
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	6
2.5	82	66	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	36	29	20	26	21	15	10	13	8	4
4.0	78	58	44	33	61	52	40	30	46	35	26	36	29	20	26	21	15	9	13	8	4
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	4
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4
4.5	77	55	41	30	58	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4

Radio de Cavidad de Techo o Piso

Factores para reflectancias efectivas de la Cavidad del Piso Diferentes de 20 por ciento.
 Para obtener reflectancias de 30 por ciento, multiplíquese por el factor adecuado mencionado abajo.
 Para 10 por ciento de reflectancia efectiva, divídase por el factor apropiado mencionado arriba.

% DE REFLECTANCIA EFECTIVA DE LA CAVIDAD DEL TECHO, pct	80			70			50			10		
	30	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RELACION DE CAVIDAD DEL LOCAL												
1	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.01	1.01	1.01
2	1.07	1.06	1.05	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.01	1.01	1.01
3	1.05	1.04	1.03	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01
4	1.05	1.03	1.02	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00
5	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00
6	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00
7	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
8	1.03	1.02	1.01	1.02	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
9	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
10	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00

TABLA DE REFLEXIONES APROXIMADAS

I SUPERFICIES DE PINTURA

TONO	COLOR	REFLEXION EN %
Muy claro	Blanco nuevo	88
	Blanco viejo	76
	Azul verde	76
	Crema	81
	Azul	65
	Miel	76
Claro	Gris	83
	Azul verde	72
	Crema	79
	Azul	55
	Miel	70
Mediano	Gris	73
	Azul verde	54
	Amarillo	65
	Miel	63
Oscuro	Gris	61
	Azul	8
	Amarillo	50
	Café	10
	Gris	25
	Verde	7
	Negro	3

II. SUPERFICIES DE MADERA CON BARNIZ

COLOR	REFLEXION %
Maple	43
Nogal	16
Caoba	12
Pino	48

III. ACABADOS METALICOS

COLOR	REFLEXION %
Blanco polarizado o esmalte horneado	70-85
Aluminio pulido	75
Aluminio mate	75
Aluminio claro	79
Aluminio medio	59

IV ACABADOS DE CONSTRUCCION APARENTES

TIPO	REFLEXION %
Roca basáltica	18
Cantera clara	18
Tabique muy pulido	48
Tabique rojo vidriado	30
Tabique pulido	40
Tabique rojo barnizado	30
Cemento	27
Concreto	40
Mármol blanco	45
Vegetación	25
Asfalto limpio	7
Adoquín de roca ígnea	17
Grava	13
Pasto (verde oscuro)	6
Pizarra	8

Cálculo en zona de compresores.

El nivel de iluminación recomendado para un local industrial en el que se manejan compresores, es de 200 luxes para la I.E.S. y de 100 luxes para la S.M.I.I., en nuestro caso usaremos un promedio de ambas; es decir, 150 luxes.

Dadas las características del local, se seleccionó un luminario tipo industrial, para suspensión y gabinete tipo gavilán. Dos lámparas fluorescentes de 38 W luz de día, encendido rápido. Los lúmenes iniciales por cada tubo es de 2400.

Las características del local son las siguientes: Ancho=25m, largo=10m y altura=4m. La altura del plano de montaje al techo es de 0.7m, la altura entre el plano de trabajo y el plano de montaje es 2.0m y por último, la altura entre el piso y el plano de trabajo es 1.3m.

Radio de cavidad.

$$A. RCC = 5 H_{cc} (L + A) / (L \times A) = 5(2.0)(25+10)/(25 \times 10) = 1.4$$

$$B. RCT = 5 H_{cr} (L + A) / (L \times A) = 5(0.7)(25+10)/(25 \times 10) = 0.49$$

$$C. RCP = 5 H_{cp} (L + A) / (L \times A) = 5(1.3)(25+10)/(25 \times 10) = 0.91$$

Supondremos paredes y techo pintadas de gris mediano, y piso con acabado de cemento. Por tanto tendremos unas reflectancias reales de techo (Pr) del 50%, de paredes (Pw) del 50% y de piso (Pp) del 10%.

Con éstos últimos datos, y los radios de cavidad de techo y piso obtenemos de la tabla de reflectancias efectivas los valores para piso (PEP) y techo (PET), 7% y 46% respectivamente. El coeficiente de utilización lo obtenemos del catálogo del fabricante para una PEP del 20% y cuyo valor es de 0.49. Es necesario aplicar un factor de corrección a nuestro último resultado debido a que el valor obtenido corresponde al calculado para el 20% de PEP y no del 7% que es el que nos interesa.

El coeficiente de utilización corregido es ahora:

$$C.U. = 0.49 / 1.04 = 0.4711$$

El factor de mantenimiento para un local bajo condiciones de suciedad media, tenemos un valor aproximado de 0.7:

$$\text{Lúmenes totales} = (\text{Luxes} \times \text{Area}) / (\text{C.U.} \times \text{F.M.}) = (150)(10 \times 25) / (0.47 \times 0.7) = 113702.62$$

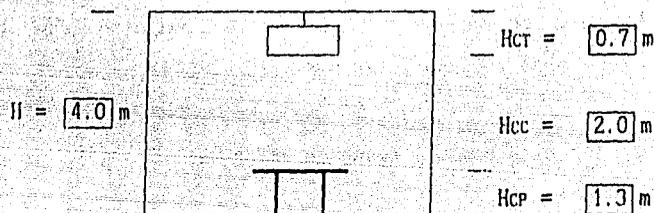
$$\text{Número de luminarios} = \text{Lúmenes totales} / \text{Lúmenes por luminario}$$

$$\text{Número de luminarios} = 113702.62 / (2 \times 2400) = 23.6$$

Por tanto, son necesarios 24 luminarios para alcanzar el nivel de iluminación requerido. Se colocaran 3 hileras de 8 luminarios cada una, con un espaciado entre columnas de 3.125m y de 3.3m el espaciado entre hileras. Con los anteriores resultados los espaciados entre luminarios son correctos, así como la distancia entre pared y luminario, por lo que no es necesario recalcular usando menor potencia en los luminarios.

Hoja de calculo

1. Dimensiones del local : L m A m



2. Relaciones de cavidad

$$A. \text{RCC} = 5 \text{Hcc} (L + A) / (L \times A) = \text{1.4}$$

$$B. \text{RCT} = 5 \text{Hcr} (L + A) / (L \times A) = \text{0.49}$$

$$C. \text{RCP} = 5 \text{Hcp} (L + A) / (L \times A) = \text{0.91}$$

3. Reflectancias (reales).

Techo (T) % Paredes (Pw) % Piso (Pp) %

4. Reflectancias (efectivas).

$$\text{PEC} = \text{Pw} \quad \text{PET} = \text{0.46} \% \quad \text{PEP} = \text{0.07} \%$$

5. Datos del luminario

Marca: ILIN, SA

Modelo: FSA Tipo: gabilán

A. Lámpara B. Lúmenes

C. Lámparas/Luminario D. Lúmenes/Luminario

6. Coeficiente de utilización

$$\text{C.U.} \text{ } \quad \text{C.U. (corregido)} = \text{C.U.} \times \text{1.04} \times \text{0.49} = \text{0.4711}$$

7. Factor de Mantenimiento: F.M. $\boxed{0.7}$
8. Nivel de Iluminación requerido (luxes) $\boxed{150}$
9. Lúmenes totales=(Luxes x Area)/ (C.U. x F.M.)= $\boxed{113702.62}$
- 10.No de Luminarios=Lúmenes totales/Lúmenes por luminaire= $\boxed{23.6}$

**Cálculo del calibre del conductor y canalización
del circuito de iluminación interior de la zona de compresores.**

De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo de iluminación, tendremos 3 circuitos de 8 luminarias cada una. La potencia individual será de 2x38 Watts más el 25% de pérdidas en el balastro. Por tanto, para cada circuito tendremos 760 Watts (2x38x8x1.25 = 760).

La corriente nominal tiene un valor de:

$$I = 760/127 = 5.98$$

Si suponemos una temperatura ambiente de 25°C y que en en tubería solo tenemos dos conductores vivos, por ampacidad el calibre necesario será THW-14.

Por caída de tensión:

Circuito I

L=29.5m

In=5.98A

En=127V

e=2% máximo

$$S = (4XLIn)/(EnXe) = (4X29.5X5.98)/(127X2) = 2.77 \text{ mm}^2$$

De la tabla 1.4 de las NTIE encontramos que el calibre que cubre la anterior área de la sección transversal del conductor, corresponde a un calibre 12 AWG. Por tanto este último valor de conductor será el óptimo.

Circuito II

L=28m

In=5.98A

En=127V

e=2% máximo

$$S = (4 \times 28 \times 5.98) / (127 \times 2) = 2.63 \text{mm}^2$$

Por tanto al calibre óptimo es 12 AWG.

Circuito III

L=32m

I=5.98A

En=127V

e=2% máximo

$$S = (4 \times 32 \times 5.98) / (127 \times 2) = 3.01 \text{mm}^2$$

Por tanto el calibre óptimo es 12 AWG.

Cálculo de canalización

Cada tubo conduit de los circuitos llevará dos conductores vivos tipo THW calibre 12 AWG y uno de puesta a tierra desnudo calibre 14 AWG. De acuerdo a la tabla 1.3 de las NTIE, el número máximo de conductores que se pueden alojar en una canalización de 13mm calibre 12 AWG del tipo antes mencionado es siete para alambres y seis para cables. De este modo, una canalización de tubo conduit de 13mm es suficiente para alojar los tres conductores de cada circuito de alumbrado de la zona de compresores.

ILUMINACION EXTERIOR

Tipos de sistemas.

Las luminarias de descarga de alta intensidad que se utilizan para iluminación exterior pueden ser de dos tipos: reflectores con base móvil que pueden dirigirse hacia la posición deseada y luminarias con base fija, tales como la de los postes de alumbrado público y las de poste elevado.

Los sistemas con luminarias fijas son más eficientes que los de reflectores, pero por lo mismo son menos flexibles. Las luminarias para alumbrado público funcionan mejor en áreas relativamente largas y estrechas, tales como caminos o cercas, en donde el anchura del área iluminada es menor de 2 veces la altura de montaje de la luminaria. Para mayor eficiencia, tanto las luminarias para caminos como de postes altos deben colocarse dentro del área que va a iluminarse. En general, los reflectores se instalan sobre postes localizados fuera del área que se va a iluminar, o donde se requiere una iluminación a una distancia de más de dos veces la altura de montaje del reflector.

Diseño de sistemas de iluminación con reflectores.

Clasificación de los reflectores.

Los reflectores se clasifican con base en la dispersión horizontal o vertical de su haz luminoso. Hay una dispersión del haz luminoso para el haz horizontal y otro para el haz vertical. Estas dispersiones del haz están divididas en tipos, a las cuales la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) ha asignado un número, como se muestra en la siguiente tabla:

Dispersión del haz luminoso, grados	Identificación del tipo NEMA
10 a 18	1
18 a 29	2
29 a 46	3
46 a 70	4
70 a 100	5
100 a 130	6
130 y mayor	7

Cuando más pequeño el número NEMA menor será la dispersión del haz. Si se le asigna un solo número NEMA al reflector, esto significa que es simétrico. Los reflectores asimétricos generalmente tienen un haz que es más ancho en dirección horizontal que en vertical y se le asignan dos números NEMA, de los cuales se da el primero el de la dispersión horizontal.

Método del Lumen

El método del lumen es el que más frecuentemente se utiliza para estimar el número de lúmenes de lámpara que se necesitan para iluminar un área en particular. A partir de esta información, el diseñador puede estimar el número de reflectores que se necesitarán. Por el momento, todo lo que se sabe es el nivel de iluminación que se proporcionará al área. Aunque esta información es necesaria, no indica cómo estará distribuida la luz sobre el área. Para averiguar el grado de uniformidad, el diseñador debe utilizar uno de los métodos que existen para verificar los valores punto por punto.

Para obtener los lúmenes de lámpara, se utiliza la siguiente ecuación:

$$LL = \frac{E \times \text{área}}{CU \times FPL}$$

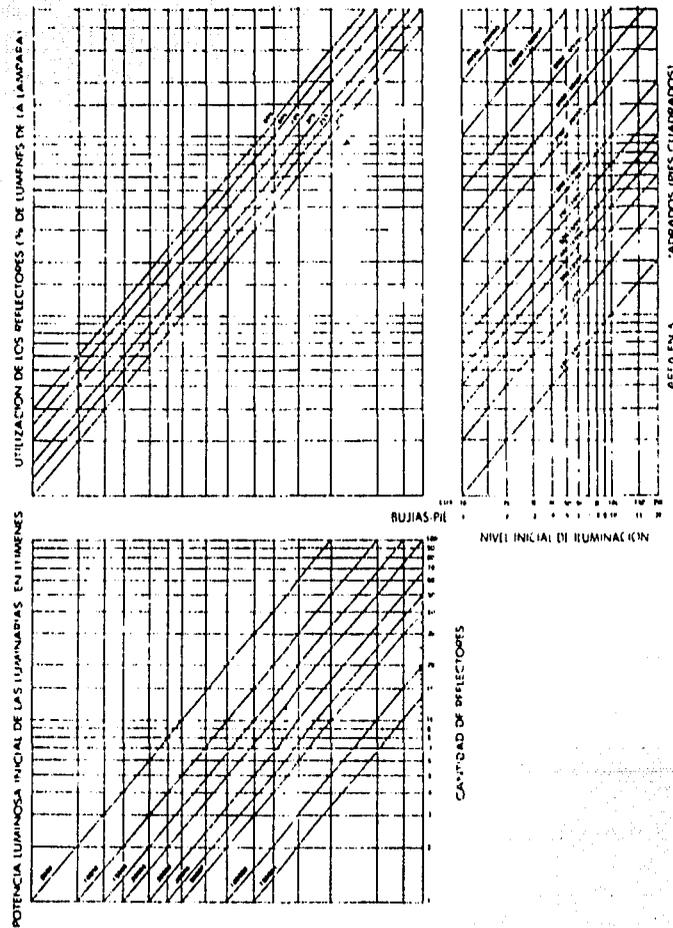
En donde: LL = Lúmenes de lámpara

E = nivel de iluminación inicial, en lux o bujías-pie

CU = coeficiente de utilización

FPL = Factor de pérdida de luz

En lugar de la ecuación, se puede utilizar un método alternativo descrito, conjuntamente con las gráficas que a continuación se reproducen.



Gráfica utilizada para elegir el reflector correcto, así como el número de ellos que se necesitará. Debe utilizarse un mismo sistema de unidades durante todo el proceso.

Paso 1

Seleccionar el tipo de lámpara que se utilizará y determinar el nivel de luz promedio que se mantendrá.

Paso 2

Utilizar el factor pérdida de luz para hallar el nivel inicial recomendado. Este factor está constituido de la depreciación de lúmenes de lámpara (DLL) y de la depreciación de luminaria por polvo (DLP). Los anteriores factores son proporcionados por los fabricantes donde el factor DLL indica cuánta de la luz que produce una lámpara estará disponible en el punto medio de su vida útil. El DLP toma en cuenta el efecto del polvo sobre la producción de luz de la luminaria. Algunos valores típicos son proporcionados en la siguiente tabla:

Depreciación de luminaria por polvo

Tipo de luminaria	Baja	Media	Alta
Sellada y con filtro	0.97	0.93	0.88
Protegida	0.94	0.86	0.77
Abierta y ventilada	0.94	0.84	0.74

En algunas fuentes, tales como las de mercurio y las de alógeno metálico, se debe considerar el factor de inclinación. Los lúmenes iniciales de lámpara deben determinarse de acuerdo con la posición de operación de la lámpara. El valor para el factor de inclinación puede obtenerse de los datos publicados por el fabricante.

Si se conoce el nivel de luz que se desea mantener, puede determinarse el nivel inicial con la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Lux o bujías-ple(cte)}}{\text{DLL x DLP X Factor de inclinacion}} = \text{Lux o bujías ple(iniciales)}$$

Paso 3.

Utilizando el plano preliminar de localización de los reflectores, calcular el tamaño del área que va a ser iluminada.

Paso 4.

Estimar el coeficiente de utilización (CU) para la combinación lámpara-reflector que se haya elegido. El CU es el porcentaje de lúmenes de lámpara que cae dentro del área que se requiere iluminar y contribuye el nivel

de iluminación. (Se utiliza el coeficiente de utilización del haz luminoso cuando se trata de lúmenes de haz, en vez de lúmenes de lámpara; en este caso, sin embargo, no se aplica este método).

En la tabla siguiente se presentan las eficiencias estimadas para varios tamaños de área y ubicación de postes. Se tratan de simples aproximaciones, que deben ajustarse cuando se conozca el rendimiento del reflector seleccionado. En la tabla se da por sentado que los postes están en el perímetro del área iluminada. Si los postes se instalan fuera del perímetro del área, el área iluminada se extenderá hasta la base de los postes, por lo que se tendrá que partir de un valor más alto al utilizar la gráfica.

Utilización estimada del reflector			
Postes de un lado		Postes en ambos lados	
Ancho	Utilización	Ancho	Utilización
2AM o menos	50%	4AM o menos	50%
2 a 3AM	40%	4 a 6AM	40%
Más de 3AM	30%	Más de 6AM	30%

Paso 5.

Haciendo uso de las gráficas, se determina el número de reflectores.

Uniformidad.

Después de determinar el número de reflectores que utilizará y hacer una elección preliminar del tipo de reflectores, el diseñador debe calcular el nivel máximo de iluminación que puede tolerarse. Ningún sistema de iluminación puede ser absolutamente uniforme, a pesar de que haya sido diseñado con el mejor cuidado. No obstante, mientras las razones de máxima a mínima iluminación sean menores que 10:1, el sistema parecerá aceptablemente uniforme. A menos que se haya especificado un nivel mínimo de iluminación, la razón promedio a mínimo de iluminación se recomienda 3:1.

Diseño de sistemas de iluminación con luminarias para caminos, áreas abiertas y poste elevado.

Existen tres tipos de luminarias para exteriores con apuntamiento vertical fijo: las de caminos, las de áreas abiertas y las de poste elevado. Estas luminarias están diseñadas para ser montadas en una posición paralela al piso, de este modo, la luz que emiten cae directamente bajo ellas. La orientación de luminarias para caminos y áreas abiertas es fija, y la determina la posición de la ménsula de montaje. Las luminarias para poste elevado también tienen una posición fija, pero el conjunto óptico en su interior puede rotarse para cambiar la orientación del patrón luminoso.

En general, las luminarias para caminos y áreas abiertas se montan a una altura accesible para prestarle servicio de mantenimiento desde el suelo. Las de poste elevado, por otro lado, se instalan a mayores alturas de montaje, sobre postes equipados con un dispositivo con el que se pueden bajar éstas para darles servicio de mantenimiento. No existe una altura predeterminada a partir de la cual se pueda considerar a un poste como elevado; luego, el término se aplica a un poste de cualquier altura que esté equipado con un mecanismo para bajar o subir la luminaria.

Iluminación de estacionamientos.

Los estacionamientos se iluminan de la misma manera que otras áreas al aire libre, excepto que en este caso los postes deben instalarse fuera del paso de los vehículos. En general, los estacionamientos están divididos por áreas de estacionamiento o "cajones" de 18.3 metros de ancho, con dos carriles de estacionamiento de 6.1 metros y uno de acceso, también de 6.1 m. Las salidas, entradas y pasillos de peatones pueden modificar ligeramente este patrón.

Las filas de postes, por lo tanto, se pueden instalar en los centros de las áreas de estacionamiento en múltiplos de 18.3, 36.6 metros, etc., dependiendo de su altura y del tamaño del lugar.

Si se instala más de una fila de postes, el espaciado entre fila y fila dependerá de la anchura del estacionamiento. Cada poste puede iluminar de manera eficaz hasta una distancia de 2.25 AM en todas direcciones, ya que el

espaciamiento entre ellos puede ser 4.5 AM. Esto significa que los postes pueden estar hasta 2 AM del perímetro del lugar.

Si el estacionamiento tiene forma irregular, puede dividirse en áreas más pequeñas para facilitar el diseño. Se pueden utilizar luminarias para carreteras, áreas abiertas, de poste elevado o una combinación de estos sistemas. Si hay limitaciones para la ubicación de los postes, en ocasiones se tiene que utilizar reflectores.

Iluminación con una fila de postes.

1. Seleccionar el nivel de iluminación. La IES recomienda 10.76 lux en estacionamientos de autoservicio o áreas industriales sin eulpos de vigilancia por televisión.

2. Elegir una altura del poste tentativa con base en la altura del área de estacionamiento. La anchura que se puede iluminar con un poste equivale a 4 veces la altura de éste.

3. Medir la longitud del estacionamiento, localizar las áreas del estacionamiento y marcarlas. Los postes deben estar en medio de las áreas de estacionamiento y no debe haber ningún poste a menos de 2 AM en el perímetro del estacionamiento.

4. Utilizando el plano, calcular el número de postes necesarios para cubrir todo el terreno, así como su ubicación óptima.

5. Hacer una elección tentativa de luminaria. El sistema más económico será el que utilice el menor número de luminarias, y que sea de poco consumo, pero con una potencia suficiente para producir el nivel requerido de iluminación

6. Utilizar la fórmula:

$$E = \frac{N \times LL \times CU \times FPL}{\text{área}}$$

para determinar el número total de luminarias (N) que se necesitarán para iluminar el estacionamiento a un nivel de iluminación mantenido (E). LL es la potencia nominal de una luminaria.

El CU para la luminaria seleccionada se obtiene de el catálogo del fabricante, al igual que el factor de pérdida de luz (FPL).

7. Rectificar los puntos en los que posiblemente se encontrará el nivel más bajo de iluminación. Debido a que la uniformidad es tan importante como el nivel de luz, la razón del nivel promedio de iluminación al nivel mínimo de iluminación debe ser lo más cercana posible a 3:1.

Cálculo de iluminación exterior

Diseño de iluminación exterior del área de la planta de tratamiento de aguas residuales por medio de reflectores.

1. La lámpara seleccionada será vapor de sodio a alta presión de 250 Watts, y una curva NEMA 7x6(135°H y 100°V). El nivel de iluminación que debe mantenerse es de 50 luxes.

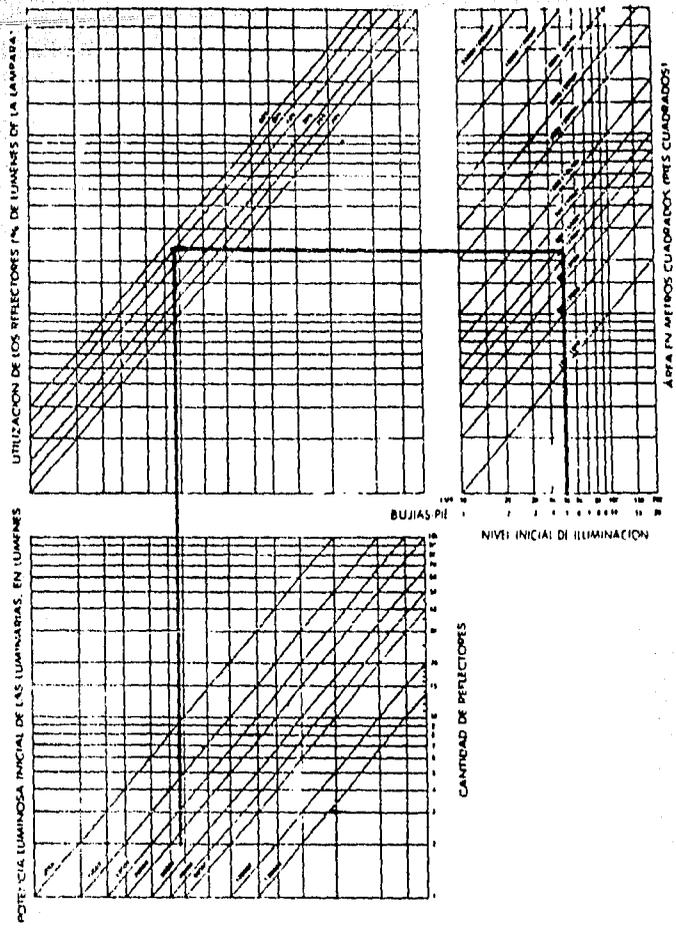
2. La depreciación de lúmenes de lámpara (DLP) es 0.86 (protegida media) y la depreciación de la luminaria por polvo (DLL) es 0.9. El factor de inclinación para vapor de sodio a alta presión es 1.

Con los datos anteriores encontramos un nivel de iluminación inicial de:

$$\frac{50}{0.86 \times 0.9 \times 1} = 64.59$$

3. El área que va a ser iluminada es de 15 por 30 metros (450 m²)

4. La utilización estimada del reflector usando postes a un lado y un ancho de 1.25 AM sera del 50%



Gráfica utilizada para elegir el reflector correcto, así como el número de ellos que se necesitará. Debe utilizarse un mismo sistema de unidades durante todo el proceso.

Si suponemos tres reflectores iniciales, la potencia luminosa inicial de las luminarias caería entre los valores de 1500 y 2000 lúmenes (como lo indican las graficas). Por tanto utilizaremos lamparas de sodio a alta presión que proporcionan 27500 lúmenes iniciales.

Diseño de iluminación exterior en el área de estacionamiento usando luminarias con apuntamiento fijo.

1.El nivel de iluminación recomendado es de 10.76 lux por la IES

2.La altura del poste tentativa es de 12 metros.

3.El estacionamiento constará de dos carriles de acceso de 6.1 metros cada uno, así como dos carriles de estacionamiento de iguales dimensiones que los anteriores. El area total que abarca el estacionamiento es de $2342m^2$ (96m por 24.4m). En la dirección transversal, los postes pueden colocarse a 24 metros de las orillas; en dirección longitudinal, la proporción disminuye a aproximadamente 1AM.

4.En base al punto anterior, el número de postes necesarios para cubrir todo el terreno es de 2 unidades.

5.Se seleccionará luminarias de vapor de sodio a alta presión de 250 Watts con una potencia luminosa de 27500 lúmenes iniciales.

6.Sabemos que el FPL esta formado por el producto de DLL y DLP y cuyos valores respectivamente son 0.9 y 0.77. Por tanto FPL es igual a 0.603.

El número total de luminarias (N) quedará definido por:

$$N = \frac{E \times AREA}{LL \times CU \times FPL} = \frac{10.76 \times (24.4 \times 96)}{27500 \times 0.7 \times (0.9 \times 0.77)} = 1.88$$

Como se utilizarán dos postes, se requiere $1.88 / 2 = 0.92$ luminarias por poste. Debido a la forma del área utilizada para estacionamiento, el uso de una luminaria por cada poste ,no cumpliría con los requerimientos previamente establecidos. Por tanto, se colocarán dos luminarias por cada poste.

Tabla 302.3

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule Resistente al calor	RH RHH	75 90	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Hule Mítex, resistente al calor	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule Mítex, resistente a la humedad	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90			Aplicaciones especiales en equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon	THWN	60	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales con grama, aceite y gasolina
		75			Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad (doble forro)	DF *	75	Termoplástico, resistente a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos y húmedos Hasta 1 000 V.

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Cambrey Barnizado	V	85	Asbesto y Cambrey Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambrey Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambrey Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alumbrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente. Instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos ó estén en su interior. Limitado a 300 V.
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas o con permiso especial

* Estos tipos corresponden a cables multiconductores cuya designación se refiere a las características de la cubierta o forro del cable y no a la del aislamiento del conductor.

TABLA 302.4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
	Tipos		Tipos		Tipos		Tipos	
Calibre AWG MCM	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AYD SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
	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	90	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

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Sólo alambrado de tableros
Aislante mineral cubierta metálica	MI	85	Oxido de magnesio	Cobre	Locales húmedos y secos
		250			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales
Silicón Asbesto	SA	90	Hule Silicón	Asbesto o vidrio	Locales secos
		125			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales
Etileno propileno	EP	90	Etileno Propileno	No metálica, resistente a la humedad y al calor y retardadora de la flama	Locales húmedos y secos y directamente enterrados
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos
	FEPD	200	Etileno Propileno Fluorinado	Malla de vidrio o malla de asbesto	Aplicaciones especiales en locales secos

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico resistente a la humedad y a la corrosión (cable plano bipolar o tripolar)	NMC *	90	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad, a los hongos, a la corrosión y retardadora de la flama	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad, para alumbrado industrial	NMC-ASP *	60	Termoplástico resistente a la humedad y retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad y retardadora de la flama	Alumbrado industrial
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado	No metálica, resistente a la humedad	Locales húmedos y directamente enterrados
		90		Ninguna	Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, para máquinas herramientas	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama	Ninguna o Nylon	Locales húmedos y alambrado en máquinas herramientas
		90			Locales secos, alambrado en máquinas herramientas
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto	No metálica retardadora de la flama	Alambrado de tableros de distribución solamente
Termoplástico y malla de fibra	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama	Sólo alambrado de tableros

Continúa TABLA 302.4

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	110 °C		125 °C		90 °C	
Tipo	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FEFB	
Calibre AWG / MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
350	390	410	420	655	—	—
400	420	665	450	710	—	—
500	470	765	500	815	—	—
600	525	855	545	910	—	—
700	560	940	600	1 005	—	—
750	580	980	620	1 045	—	—
800	600	1 020	640	1 085	—	—
900	—	—	—	—	—	—
1 000	680	1 165	730	1 240	—	—

(Véase las notas de esta tabla en la siguiente página).

Notas de la Tabla 302.4

Nota 1. Los valores de la Tabla 302.4 son aplicables cuando se tienen 3 conductores como máximo alojados en una canalización o en un cable multiconductor. Para un número mayor de conductores, deben aplicarse los siguientes factores de corrección (excepto en casos específicos en que se indique lo contrario):

Tabla 302.4a). Factores de corrección por agrupamiento

Número de conductores	Por ciento del valor indicado En la tabla 302.4
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
Más de 42	50

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.

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.

Nota 2. Los valores de la Tabla 302.4 deben corregirse para temperaturas ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) mayores de 30°C, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 302.4b). Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento, °C						
	60	75	85	90	110	125	200
31-40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95	-
41-45	0.71	0.82	0.85	0.87	0.90	0.92	-
46-50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.87	0.89	-
51-55	0.41	0.67	0.74	0.76	0.83	0.86	-
56-60	-	0.58	0.67	0.71	0.79	0.83	0.91
61-70	-	0.35	0.52	0.58	0.71	0.76	0.87
71-80	-	-	0.30	0.41	0.61	0.68	0.84
81-90	-	-	-	-	0.50	0.61	0.80
91-100	-	-	-	-	-	0.51	0.77
101-120	-	-	-	-	-	-	0.69
121-140	-	-	-	-	-	-	0.59

Tabla 1.1
Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro interior (mm)	Área interior total (mm ²)	Área disponible para conductores (mm ²)	
mm	pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	$\frac{1}{2}$	15.81*	196	78	59
19	$\frac{3}{4}$	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	$1\frac{1}{4}$	35.31*	979	392	294
38	$1\frac{1}{2}$	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	$2\frac{1}{2}$	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	$3\frac{1}{2}$	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

Tabla 1.2
Dimensiones de conductores con aislamiento de hule y termoplástico¹

Calibre AWG, MCM	Tipos T, TW y THW ² RHW y RHH (sin cubierta exterior)		Tipos RHW y RHH (con cubierta exterior)		Tipos THWN y THHN		
	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	
A							
L 14	3.3	8.7	-	-	2.7	5.9	
A 14	4.1 ^a	13.3 ^a	5.2	21.1	-	-	
M 12	3.8	11.1	-	-	3.2	7.9	
B 12	4.5 ^a	16.2 ^a	5.6	24.7	-	-	
R 10	4.3	14.3	-	-	4.0	12.3	
E 10	5.0 ^a	20.1 ^a	6.1	29.7	-	-	
S							
C	14	3.6	9.9	-	-	3.0	6.9
	14	4.3 ^a	14.8 ^a	5.4	23.0	-	-
	12	4.0	12.8	-	-	3.4	9.3
	12	4.8 ^d	18.4 ^d	5.9	27.3	-	-
	10	4.6	16.8	-	-	4.3	14.7
	10	5.4 ^d	23.0 ^d	6.5	33.3	-	-
	8	6.2	30.4	-	-	5.6	25.0
	8	7.0 ^a	38.6	8.3	54.5	-	-
A	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6	34.2
	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4	55.2
	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9	77.1
	L 1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5	123.5
	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7	147.6
	E 3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0	176.7
	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4	211.2
	S						
S	250	29.0	314.6	22.0	381.8	18.2	261.3
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6	302.6
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	-	-
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1	384.3
	500	26.1	536.5	28.4	634.4	24.3	463.0
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	-	-
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	-	-
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	-	-
1 250	40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	-	-	
1 500	43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	-	-	

Tabla 1.2

Notas:

- El diámetro y el área de la sección transversal de los conductores, que se indican en esta tabla, incluyen el aislamiento y la cubierta, en su caso. Estas dimensiones son aproximadas y permiten calcular el número máximo de conductores que pueden alojarse en una canalización. Sólo se incluyen los conductores más usuales que se instalan en tubos y otras canalizaciones.
- Los conductores tipo THW corresponden al de espesor normal de aislamiento; comercialmente este tipo también se encuentra con aislamiento más grueso.
- Estas dimensiones corresponden a los tipos RHW y RHH sin cubierta.

Tabla 1.3
Número máximo de conductores que pueden alojarse en tubo conduit

Tipo de conductor	Calibre de conductor AWC NCM	Diámetro nominal de tubo (mm)									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
T, TW y THW	14*	9	16	25	45	61					
	14	8	14	22	39	54					
	12*	7	12	20	35	48	78				
	12	6	11	17	30	41	68				
	10*	5	10	15	27	37	61				
	10	4	8	13	23	32	52				
	8	2	4	7	13	17	28	40			
RHW y RHH (sin cubierta exterior)	14*	6	10	16	29	40	65				
	14	5	9	15	26	36	59				
	12*	4	8	13	24	33	54				
	12	4	7	12	21	29	47				
	10*	4	7	11	19	26	43	61			
	10	3	6	9	17	23	38	53			
	8	1	3	5	10	13	22	32	49		
T, TW y THW, RHW y RHH (sin cubierta exterior)	6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	
	4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	2	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34
	1/0	-	1	1	2	3	5	8	12	16	21
	2/0	-	1	1	1	3	5	7	10	14	18
	3/0	-	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	4/0	-	-	1	1	1	3	5	7	10	13
	250	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10
	300	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
	350	-	-	-	1	1	1	3	4	6	8
	400	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
	500	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6

Tabla 1.3
Número máximo de conductores que pueden alojarse en tubo conduit

Tipo de conductor	Calibre de conductor AWC NCM	Diámetro nominal de tubo (mm)									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
RHW y RHH (con cubierta exterior)	14*	3	6	10	18	25	41	58			
	14	3	6	9	17	23	38	53			
	12*	3	5	9	16	21	35	50			
	12	3	5	8	14	19	32	45			
	10*	2	4	7	13	18	29	41			
	10	2	4	6	12	16	26	37			
	8	1	2	4	7	9	16	22	35	47	
	6	1	1	2	5	7	11	15	24	32	41
	4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31
	2	1	1	1	3	4	7	9	14	19	24
RHW y RHH (con cubierta exterior)	1/0		1	1	1	2	4	6	9	12	16
	2/0			1	1	2	3	5	8	11	14
	3/0			1	1	1	3	4	7	9	12
	4/0			1	1	1	2	4	6	8	10
	350				1	1	1	3	5	6	8
300				1	1	1	3	4	5	7	
350				1	1	1	2	4	5	6	
400				1	1	1	1	3	4	6	
500				1	1	1	1	3	4	5	

* Alambres.

Tabla 1.3
Número máximo de conductores que pueden alojarse en tubo conduit

Tipo de Conductor	Calibre de conductor AWG MCM	Diámetro nominal de tubo (mm)									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
THWN y THHN	14*	13	24	37	66						
	14	11	20	32	57						
	12*	10	18	28	49	67					
	12	8	15	23	42	57					
	10*	6	11	18	32	43	71				
	10	5	9	15	26	36	59				
	-8	3	5	9	15	21	35	49			
	6	2	4	6	11	15	25	36	56		
	4	1	2	4	7	9	16	22	34	46	
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	42
	1/0	-	1	1	3	4	7	10	15	20	26
	2/0	-	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	3/0	-	1	1	1	3	5	7	11	14	18
	4/0	-	-	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	-	-	1	1	1	3	4	7	10	12
	300	-	-	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
	400	-	-	-	1	1	1	3	5	6	8
	500	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7

*Alambres.

Nota:

- Esta tabla está basada en factores de relleno de 40 por ciento para tres conductores o más, 30 por ciento para dos conductores y 55 por ciento en el caso de un solo conductor.
- Debe tenerse en cuenta que para más de tres conductores en un tubo, la capacidad de corriente permisible en los mismos se ve reducida de acuerdo con los factores de corrección de la Tabla 302.4 a).

Tabla 1.3
Número máximo de conductores que pueden alojarse en tubo conduit

Tipo de Conductor	Calibre de conductor AWG MCM	Diámetro nominal de tubo (mm)									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
THWN y THHN	14*	13	24	37	66						
	14	11	20	32	57						
	12*	10	18	28	49	67					
	12	8	15	23	42	57					
	10*	6	11	18	32	43	71				
	10	5	9	15	26	36	59				
	-8	3	5	9	15	21	35	49			
	6	2	4	6	11	15	25	36	56		
	4	1	2	4	7	9	16	22	34	46	
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	42
	1/0	-	1	1	3	4	7	10	15	20	26
	2/0	-	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	3/0	-	1	1	1	3	5	7	11	14	18
	4/0	-	-	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	-	-	1	1	1	3	4	7	10	12
	300	-	-	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
	400	-	-	-	1	1	1	3	5	6	8
	500	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7

*Alambres.

No las:

- Esta tabla está basada en factores de relleno de 40 por ciento para tres conductores o más, 30 por ciento para dos conductores y 55 por ciento en el caso de un solo conductor.
- Debe tenerse en cuenta que para más de tres conductores en un tubo, la capacidad de corriente permisible en los mismos se ve reducida de acuerdo con los factores de corrección de la Tabla 302.4 a).

Tabla 1.4
Resistencia eléctrica de conductores de cobre

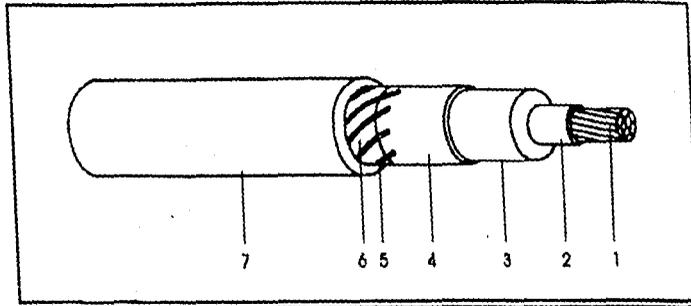
	Calibre AWG MCM	Área de la sección transversal (mm ²)	Número de hilos	Resistencia eléctrica C.D. 20°C (ohm/km)
A L A M B R E S	18	0.823	—	21.0
	16	1.308	—	13.2
	14	2.08	—	8.27
	12	3.31	—	5.22
	10	5.26	—	3.28
C A B L E S	18	0.823	7	21.3
	16	1.308	7	13.42
	14	2.08	7	8.45
	12	3.31	7	5.32
	10	5.26	7	3.35
	8	8.37	7	2.10
	6	13.30	7	1.322
	4	21.15	7	0.830
	2	33.6	7	0.523
	1/0	53.5	19	0.329
2/0	67.4	19	0.261	
3/0	85.0	19	0.207	
4/0	107.2	19	0.1640	
E S	250	126.7	37	0.1390
	300	152.0	37	0.1157
	350	177.4	37	0.0991
	400	202.7	37	0.0867
	500	253.3	37	0.0695
	600	304.1	61	0.0578
	750	380.0	61	0.0463
	1 000	506.7	61	0.0348
	1 250	633.3	91	0.0278
	1 500	760.1	91	0.0232

CABLES DE ENERGIA VULCANEL 2000^{M.R.}

EP ó XLP 5, 15, 25 Y 35 KV

DESCRIPCION

1. Conductor compacto cableado clase "B", de cobre suave.
2. Pantalla semiconductora extruida sobre el conductor.
3. Aislamiento de EP ó XLP.
4. Pantalla semiconductora extruida sobre aislamiento.
5. Pantalla electrostática a base de alambres de cobre suave.
6. Cinta separadora.
7. Cubierta exterior de PVC.



APLICACIONES:

Sistemas trifásicos de distribución. Es apropiado para instalaciones aéreas, en ducto, directamente enterrado y en charolas, cuando se requiera de máxima seguridad en la instalación.

TENSION MAXIMA DE OPERACION:

5, 15, 25 y 35 kV.

TEMPERATURA MAXIMA EN EL CONDUCTOR:

Normal	90 °C
Sobre carga	130 °C
Cortocircuito	250 °C

PROPIEDADES:

- Proceso de triple extrusión que mejora notablemente las características eléctricas.
- El aislamiento de XLP (Poliétileno de cadena cruzada) ofrece:
 - o Resistencia excelente al calor y a la humedad.
 - o Resistencia excepcional a las descargas parciales.
 - o Alta rigidez dieléctrica.
 - o Baja absorción de humedad.
 - o Bajas pérdidas dieléctricas.
- El aislamiento de EP (Etileno Propileno) ofrece:
 - o Resistencia excelente al calor y a la humedad.
 - o Resistencia excepcional a las descargas parciales.
 - o Alta rigidez dieléctrica.
 - o Baja absorción de humedad.
 - o Gran resistencia a las arborescencias.
 - o Bajas pérdidas dieléctricas.
- El cable terminado ofrece:
 - o Resistencia a la propagación del

REGISTRO:

Autorización

DATOS PARA PEDIDO:

Cable de energía VULCANEL 2000^{M.R.} EP ó XLP, tensión entre fases, nivel de aislamiento, calibre, longitud en metros y número de producto.

ESPECIFICACIONES:

AEIC-CS-5 (XLP)
AEIC-CS-6 (EP)

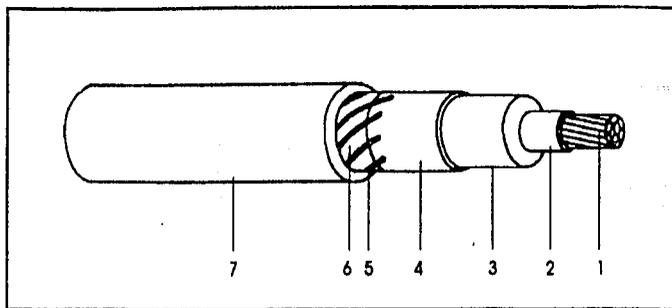
Calibre	Número de producto							
	XLP				EP			
AWG/kCM	5 kV	15 kV	25 kV	35 kV	5 kV	15 kV	25 kV	35 kV
8	161138	-	-	-	160405	-	-	-
6	161089	-	-	-	161216	-	-	-
4	161088	-	-	-	161217	-	-	-
2	160057	160210	-	-	161108	161109	-	-
1/0	161204	160212	161214	161128	161107	161110	161111	160595
2/0	161205	161249	161140	160295	161222	161195	160617	-
3/0	161206	161211	160234	161268	161218	161223	161274	161229
4/0	160038	160215	160235	161269	161105	161182	161233	160620
250	160053	161267	160236	161270	161219	160547	160579	160513
350	161207	160228	160238	161271	161104	161125	160580	160615
500	161208	160288	160240	160240	161103	160521	161275	161129
600	161209	160253	161215	161072	160418	161227	160583	160600
750	160041	160280	160242	161272	161131	160560	160584	160621
1000	160050	160258	160244	161273	160381	160540	160586	160612

NOTA: Los números de producto mostrados se refieren a productos estándar. Si se requiere de alguna construcción distinta a la descrita, favor de incluir en el pedido el número de producto base del cable, indicando las modificaciones correspondientes.

CABLES DE ENERGIA VULCANEL 2000^{M.R.} EP ó XLP 5, 15, 25 Y 35 kV

DESCRIPCION

1. Conductor compacto cableado clase "B", de cobre suave.
2. Pantalla semiconductora extruida sobre el conductor.
3. Aislamiento de EP ó XLP.
4. Pantalla semiconductora extruida sobre aislamiento.
5. Pantalla electrostática a base de alambres de cobre suave.
6. Cinta separadora.
7. Cubierta exterior de PVC.



APLICACIONES:

Sistemas trifásicos de distribución. Es apropiado para instalaciones aéreas, en ducto, directamente enterrado y en charcos, cuando se requiera de máxima seguridad en la instalación.

TENSION MAXIMA DE OPERACION:

5, 15, 25 y 35 kV.

TEMPERATURA MAXIMA EN EL CONDUCTOR:

Normal	90 °C
Sobre carga	130 °C
Curto circuito	250 °C

PROPIEDADES:

- Proceso de triple extrusión que mejora notablemente las características eléctricas.
- El aislamiento de XLP (Polietileno de cadena cruzada) ofrece:
 - o Resistencia excelente al calor y a la humedad.
 - o Resistencia excepcional a las descargas parciales.
 - o Alta rigidez dieléctrica.
 - o Baja absorción de humedad.
 - o Bajas pérdidas dieléctricas.
- El aislamiento de EP (Etileno Propileno) ofrece:
 - o Resistencia excelente al calor y a la humedad.
 - o Resistencia excepcional a las descargas parciales.
 - o Alta rigidez dieléctrica.
 - o Baja absorción de humedad.
 - o Gran resistencia a las arborescencias.
 - o Bajas pérdidas dieléctricas.
- El cable terminado ofrece:
 - o Resistencia a la propagación del

REGISTRO:

Autorización

DATOS PARA PEDIDO:

Cable de energía VULCANEL 2000^{M.R.} EP ó XLP, tensión entre fases, nivel de aislamiento, calibre, longitud en metros y número de producto.

ESPECIFICACIONES:

AEIC-CS-5 (XLP)
AEIC-CS-6 (EP)

Calibre	Número de producto							
	XLP				EP			
AWG/kCM	5 kV	15 kV	25 kV	35 kV	5 kV	15 kV	25 kV	35 kV
8	161138	-	-	-	160405	-	-	-
6	161089	-	-	-	161216	-	-	-
4	161088	-	-	-	161217	-	-	-
2	160057	160210	-	-	161108	161109	-	-
1/0	161204	160212	161214	161128	161107	161110	161111	160595
2/0	161205	161249	161140	160295	161222	161195	160617	-
3/0	161206	161211	160234	161268	161218	161223	161274	161229
4/0	160038	160215	160235	161269	161105	161182	161233	160620
250	160053	161267	160236	161270	161219	160547	160579	160513
350	161207	160228	160238	161271	161104	161125	160580	160615
500	161208	160288	160240	160240	161103	160521	161275	161129
600	161209	160253	161215	161072	160418	161227	160583	160600
750	160041	160280	160242	161272	161131	160560	160584	160621
1000	160050	160258	160244	161273	160381	160540	160586	160612

NOTA: Los números de producto mostrados se refieren a productos estándar. Si se requiere de alguna construcción distinta a la descrita, favor de incluir en el pedido el número de producto base del cable, indicando las modificaciones correspondientes.

CALCULO DE CORTO CIRCUITO

El cálculo de corto circuito en AC es de primordial importancia para la adecuada elección de los equipos de protección en sistemas de potencia, ya sea de tipo industrial o comercial.

Hoy en día los sistemas de potencia se vuelven cada vez más complejos y más grandes por lo que adquieren una mayor importancia para la seguridad y óptima operación de la planta industrial, debido a esto se tienen grandes requerimientos de seguridad en el diseño. Estos requerimientos contemplan, primordialmente, la aplicación de criterios, basados esencialmente en las NTIE, tanto en el diseño del sistema como en la elección del equipo que se requiera (en este caso equipo de protección contra corrientes de corto circuito).

Los procedimientos y técnicas para el cálculo de corto circuito se ven día con día mejorados gracias al gran avance tecnológico en sistemas computacionales. Esto trae como consecuencia la elaboración de paquetería cada vez más sofisticada para el análisis de corto circuito.

La finalidad de éste capítulo es el de mostrar los principios básicos (conceptos y métodos de cálculo) del análisis de corto circuito de la planta industrial que nos ocupa, teniendo en cuenta, como anteriormente se menciono, que existen métodos computacionales que agilizan los cálculos y la elección de equipo.

NATURALEZA DE LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO.

Una de las mayores consideraciones que se deben tener en el diseño de un sistema de potencia es la elección del control y protección contra corto circuito.

La pérdida o falta de control de corto circuito puede causar daños en el servicio, lo que ocasiona pérdidas de tiempo y por ende de producción, la

interrupción de procesos vitales con la consecuente pérdida de materia prima y, en el peor de los casos, la posible pérdida de vidas humanas.

Los motivos o causas de falla en un sistema eléctrico son de una gran variedad, los más comunes ocurren por fallas de operación de personal mal capacitado, por un mal diseño en el sistema eléctrico y de protección, fallas en la alimentación (pérdida de alguna fase), fallas de aislamiento y un sin fin de causas que provocan fallas en el sistema.

Algunos de los principales características que presenta un sistema eléctrico cuando ocurre una falla de corto circuito son los siguientes:

- 1.- En la localización de la falla, se produce un arqueo y puede causar un incendio.
- 2.- La corriente de corto circuito fluye de diversas fuentes hacia la falla.
- 3.- Todos los componentes y dispositivos que están en la trayectoria de la corriente de falla están sujetos a esfuerzos térmicos y mecánicos. Estos esfuerzos varían en razón del cuadrado de la corriente y a la duración del flujo de corriente.
- 4.- El voltaje disminuye en forma proporcional a la magnitud de la corriente de corto circuito; y la disminución de voltaje máxima ocurre en la falla, partes del sistema estarán sujetas a cierta disminución del voltaje.

La falla puede ser aislada del sistema en forma rápida y éste es la función de los sistemas de protección como los interruptores termomagnéticos y los interruptores de fusibles.

El máximo valor de la corriente de corto circuito está directamente relacionado con el tamaño y la capacidad de la Compañía Suministradora y es independiente de la corriente de carga del circuito protegido. A mayor capacidad de la fuente de suministro mayor corriente de corto circuito existirá.

FUENTES DE CORTO CIRCUITO

Para determinar las magnitudes de corto circuito, es extremadamente importante que todas las fuentes de aportación de corto circuito sean consideradas y que la impedancia característica de éstas fuentes sea conocida.

Existen 4 fuentes básicas de corriente de corto circuito:

- 1.- Generadores.
- 2.- Motores síncronos.
- 3.- Motores de inducción.
- 4.- Compañía de Suministro eléctrico.

Generadores.

Los generadores síncronos están constituidos de un estator o armadura de acero laminado con tres embobinados, en los cuales se inducen tres fuerzas electromotrices alternas de igual magnitud y desplazadas 120° eléctricos, y un rotor con bobinas, que forman el campo, recorridas por una corriente continua, la cual induce un flujo constante que gira con el rotor.

Si una carga trifásica balanceada se conecta al generador circulan por los embobinados del estator tres corrientes alternas que constituyen un sistema trifásico equilibrado. Las fuerzas magnetomotrices producidas por estas tres corrientes dan lugar a una fuerza magnetomotriz resultante que, en las condiciones normales de funcionamiento, o sea cuando la máquina gire a la velocidad de sincronismo, producen un flujo (la reacción de armadura) que gira a la misma velocidad y en el mismo sentido que el rotor y que se combina con el flujo producido por el campo para dar el flujo resultante en el entrehierro.

Los generadores son movidos por turbinas, motores diesel, o algún otro tipo de primotores. Cuando ocurre un corto circuito en el sistema que es alimentado por un generador, el generador continúa produciendo un voltaje debido a la excitación de campo y dado que el primotor hace girar al generador a velocidad normal. El voltaje generado produce corriente de corto circuito de gran magnitud que fluye desde el generador hacia la falla. La corriente de corto circuito sólo es limitada por la impedancia del generador y la del circuito entre el generador y la falla.

Motores síncronos.

El motor síncrono es de construcción muy semejante al generador, éste tiene una excitación de corriente directa en el campo y un devanado de estator por el cual fluye una corriente alterna. Normalmente, el motor síncrono consume potencia de la línea y convierte la energía eléctrica en mecánica.

Durante un corto circuito del sistema, el motor deja de dar energía mecánica a la carga y comienza a detenerse. Así como un primotor mueve al generador, la inercia de la carga y la del rotor hacen que el motor síncrono genere electricidad, y produce corriente de corto circuito por muchos ciclos después de que el corto circuito ha ocurrido. El valor de corriente de corto circuito producida por el motor depende de la impedancia de éste y de la impedancia del sistema al punto de corto circuito.

Motores de inducción.

La inercia de la carga y del rotor tienen el mismo efecto tanto en un motor de inducción como en un motor síncrono, es decir, mueven al motor aún después de que se ha producido el corto circuito. Sin embargo, existe una diferencia importante, aunque el motor de inducción no tiene devanado de campo de corriente directa, pero durante su operación normal existe un flujo en el motor de inducción. Dicho flujo actúa como el flujo que se presenta en el devanado de campo de CD del motor síncrono.

El estator de éste tipo de motor induce en el rotor un campo y un flujo equivalentes al campo de CD de un máquina síncrona. El flujo del rotor existe

mientras exista un voltaje externo aplicado al estator del motor, sin embargo, si el suministro de voltaje cesara repentinamente, como ocurre en un corto circuito, el flujo del rotor no puede cambiar instantáneamente debido a la inercia que presenta el devanado a los cambios de corriente. Por lo anterior y por el hecho de que el rotor mecánicamente posee inercia al movimiento rotativo se produce un efecto de generación de voltaje, es decir que un campo magnético que se mueve por un conductor produce una corriente y voltaje en los extremos de éste, y una corriente de corto circuito que durará, hasta que el flujo del rotor se reduzca a cero.

El flujo tiene una duración suficiente como para que la corriente de corto circuito producida por el motor afecte a los interruptores de respuesta rápida (uno o dos ciclos después del corto). De ahí que esta corriente debe de ser considerada en los cálculos de corto circuito.

Compañía de Suministro eléctrico.

La acometida de la Cía. Suministradora o el transformador de alimentación son considerados frecuentemente como una fuente de corriente de corto circuito. Estrictamente hablando lo anterior no es correcto porque el transformador o la acometida solo transmiten la corriente de corto circuito de los generadores del sistema. Un transformador solo cambia la magnitud del voltaje y la de la corriente pero no genera energía, la corriente de corto circuito que el transformador provee es determinada por el voltaje del secundario, por su impedancia, por la impedancia de los generadores y del sistema a las terminales del transformador y la impedancia del circuito desde el transformador hasta el punto de corto circuito.

Impedancia de una máquina rotatoria.

La impedancia de una máquina rotatoria es esencialmente reactiva y es variable con el tiempo. Por ejemplo, si analizamos la corriente durante un corto circuito en las terminales de un generador, la corriente tiene un valor elevado al principio, este valor decrece hasta llegar a un estado estacionario tiempo después de que ha ocurrido el corto circuito, para explicar el cambio en el valor de la corriente se asume que la reactancia de la máquina cambia

con el tiempo después de que se inicia el corto circuito.

El modelo matemático para expresar esta reactancia variable en cualquier instante involucraría al tiempo como una variable y sería muy complejo. Como una simplificación sólo serán considerados tres valores de reactancia para generadores y motores con el propósito de calcular la corriente de corto circuito en instantes específicos de tiempo, éstos valores son llamados Reactancia Subtransitoria, Reactancia Transitoria y Reactancia Síncrona:

1.- Reactancia subtransitoria X''_d : es la reactancia aparente del devanado del estator en el instante en que ocurre el corto circuito y ésta impedancia determina el valor de la corriente durante los primeros ciclos después del corto circuito.

2.- Reactancia transitoria X'_d : controla el valor de la corriente en el período siguiente al que la corriente ha sido determinada por la reactancia subtransitoria, este valor de reactancia limita a la corriente medio segundo o más después de que ha ocurrido el corto circuito, dependiendo del diseño de la máquina.

3.- Reactancia síncrona X_d : la corriente en el estado estable esta en función de ésta reactancia y sólo es alcanzado este valor después de que ha ocurrido el corto circuito, por lo tanto no se usa frecuentemente para cálculos de corto circuito.

Un motor síncrono tiene la misma clase de reactancia que un generador pero son diferente en valor, el motor de inducción sólo presenta reactancia subtransitoria.

Corriente Simétrica y Asimétrica.

Si unimos los picos de una señal senoidal tendremos entonces la envolvente de la señal, así pues las palabras simétrica y asimétrica describen la posición de esta envolvente con respecto al eje de las abscisas. Si la envolvente es simétrica a dicho eje entonces se trata de una corriente simétrica. Si la envolvente es asimétrica al eje de las abscisas tenemos una

corriente asimétrica.

La mayoría de las corrientes de corto circuito son asimétricas durante los primeros ciclos y el valor máximo se presenta en el primer ciclo y gradualmente pocos ciclos después se vuelve simétrica.

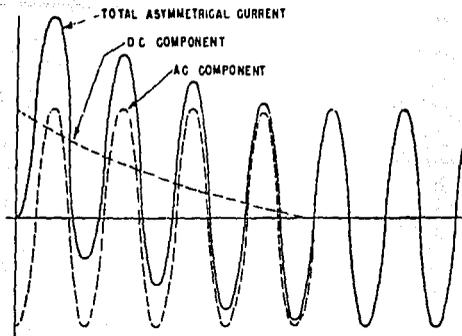


Fig. 11. Oscillogram showing decay of dc component and effect of asymmetry of current.

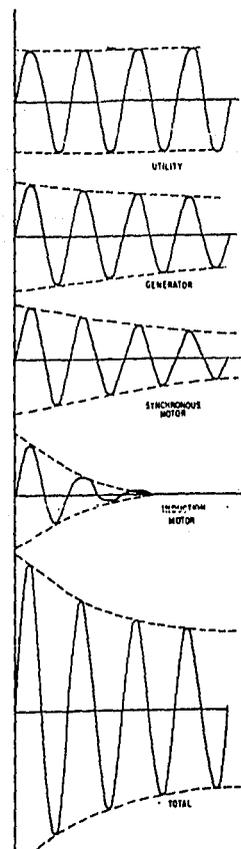


Fig. 12. Symmetrical short-circuit currents from four sources combined into total.

Características de la corriente asimétrica.

Los voltajes de generación son de forma sinusoidal y cuando un corto circuito ocurre el resultado es una corriente de forma senoidal también.

El factor de potencia en un corto circuito es determinado por la resistencia y la reactancia del circuito (desde la falla hasta las fuentes de corto circuito). Por ejemplo si suponemos que la reactancia es igual al 19 %, la resistencia es del 1.4 %, el factor de potencia del corto circuito es 7.4 % calculado con la siguiente fórmula,

$$FP = \left(\frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}} \right)$$

La relación entre la resistencia y reactancia de un circuito es expresada en términos del cociente X/R que en la figura anterior es de 13.6.

En los sistemas de potencia de alto voltaje, la resistencia total es mucho menor que la reactancia del sistema, por esta razón la corriente de corto circuito se retrasa con respecto al voltaje aproximadamente 90 grados. Los circuitos de potencia de baja tensión (menor de 600 volts) tienen un porcentaje mayor de resistencia y la corriente se retrasa al voltaje por menos de 90 grados.

Si el corto circuito ocurre en el pico positivo de la señal de voltaje en un circuito puramente resistivo, la corriente de corto circuito empezará en cero y su forma de onda será simétrica con respecto al eje de las abscisas. Si el corto ocurriera en el cero de la señal de voltaje la corriente empezaría en cero pero no sería simétrica con respecto al eje de las abscisas, debiendo estar retrasada 90 grados con respecto al voltaje. Los dos casos anteriores son los extremos, por lo general la falla ocurre en cualquier punto entre el valor pico y el cero de la señal, entonces la corriente tendrá cierto grado de asimetría dependiendo del punto donde ocurra el corto.

Las corrientes asimétricas son analizadas en términos de dos componentes una corriente simétrica y una componente de CD, la corriente simétrica es máxima en el momento en que ocurre el corto circuito y decrece al valor de estado estable, la componente de CD decaerá a cero debido a que se disipará en forma de pérdidas I^2R en la resistencia del circuito. El grado en que decrece la componente de CD está en función de la resistencia y de la reactancia del circuito. En la práctica la componente de CD decae al valor de cero en un lapso de 1 a 6 ciclos.

Corriente total de corto circuito.

La corriente total de corto circuito simétrica tiene varias fuentes, como primera de ellas se incluyen los generadores tanto los de la planta como los del sistema de generación, en segundo lugar tenemos los motores síncronos y los motores de inducción ocupan el tercer lugar y éstos se encuentran en cualquier planta o edificio. Debido a que la corriente decrece con el tiempo, producto de la reducción del flujo en las máquinas después del corto circuito, la magnitud de la corriente es la mayor en el primer medio ciclo y es de menor valor pocos ciclos después. Se debe hacer notar que la componente del motor de inducción desaparece completamente después de los dos primeros ciclos.

Tipos de fallas en sistemas eléctricos de potencia.

Las fallas o cortos circuitos pueden ocurrir en los sistemas trifásicos de potencia de diferentes formas y el dispositivo de protección debe tener la capacidad de interrumpir cualquier tipo de falla que pueda ocurrir. A continuación se describirán los tipos básicos de fallas.

Falla trifásica.

La falla trifásica es cuando los tres conductores quedan físicamente unidos sin ningún tipo de impedancia entre ellos, sin embargo este tipo de falla no es la más frecuente pero si es la más severa, teniéndose como resultado el valor máximo de corriente de corto circuito y por ésta razón es

la base del cálculo de corto circuito tanto en sistemas comerciales como industriales.

Falla entre fases.

En la mayoría de los sistemas trifásicos los niveles de corriente de una falla entre fases son del 87 % de la corriente de una falla trifásica, pero el cálculo de esta corriente es difícilmente requerido, porque no representa el valor máximo de corto circuito.

Falla de fase a tierra.

En sistemas sólidamente aterrizados la corriente de éste tipo de falla es igual o menor que la de falla trifásica, algunas veces es significativamente menor debido a la alta impedancia de tierra que cierra el circuito (que puede ser el tubo conduit, el conductor de puesta a tierra, y la estructura metálica del edificio).

Falla con arco

La mayoría de las fallas, especialmente en baja tensión, producen un arco eléctrico cuando ocurren. Este tipo de fallas producen una corriente de corto circuito menor que la de una falla franca en el mismo punto del circuito, esto se debe a que el arco introduce una gran impedancia en el circuito.

CORTO CIRCUITO TRIFASICO

A continuación se analizará detalladamente, el cálculo de la corriente de corto circuito trifásico en el punto de falla para fallas equilibradas y corto circuito monofásico para fallas desequilibradas y, el cálculo de las corrientes y los voltajes en distintos puntos de un sistema interconectado afectado por un corto circuito en un punto determinado.

En las secciones anteriores se han dado las bases conceptuales para tratar de entender mejor la naturaleza y el comportamiento de las corrientes

de corto circuito. A continuación analizaremos los detalles en el cálculo de las corrientes de corto circuito.

Como ya mencionamos anteriormente esta corriente se determina por la ecuación básica $I = E/Z$, donde E representa el voltaje del sistema y Z (o X) es la impedancia (o reactancia) propia equivalente del sistema en el punto de falla, incluyendo a las fuentes de corriente de corto circuito.

El método en por unidad es uno de los más socorridos para el cálculo de las corrientes de corto circuito. Puesto que las corrientes de corto circuito dependen de los valores de reactancia X, desde e incluyendo las fuentes hasta el punto de falla; el problema principal en el cálculo es la determinación de la reactancia total equivalente del circuito. Para obtenerla primero se debe determinar la reactancia de cada fuente y elemento del circuito para posteriormente obtener el equivalente utilizando reducciones en serie y paralelo.

Una vez que se ha obtenido la reactancia total, se calcula la corriente simétrica de corto circuito. El voltaje E es el voltaje del sistema en el punto de falla.

La impedancia Z se expresa mediante la fórmula:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Sin embargo, la resistencia R no se toma en cuenta en el cálculo de fallas en sistemas mayores a 600v, resultando en un pequeño error de porcentaje que se considera insignificante. En sistemas de 600v y menores, la resistencia de los alimentadores y barras se convierte en significativa cuando su valor es mayor de un cuarto del valor de la reactancia que hay entre la fuente y el punto de falla. En nuestro caso se despreciaran las resistencias de los alimentadores y barras por no ser tan significativo su valor.

Hay tres sistemas principales para expresar las reactancias de los elementos de un circuito, pueden ser expresados en ohms, en por ciento o en unidades tomando como base un valor elegido en KVA.

El sistema en por unidad es un medio conveniente para expresar diferentes números, facilitando su comparación. El valor unitario es igual a la relación:

$$\text{Valor unitario} = \frac{\text{Número}}{\text{Num. base elegida}}$$

El método unitario aplicado a cálculos de corto circuito convierte todas las diferentes reactancias de un circuito a una relación con base en un número convenientemente elegido. Este número base es un valor en KVA, frecuentemente el del transformador de mayor capacidad en el circuito.

A continuación se da un brevario de fórmulas que son necesarias para convertir los datos de reactancia a valores unitarios y combinar éstos en una reactancia unitaria total sobre una base elegida. En las fórmulas, ohms es el valor de resistencia del conductor unifilar al neutro, KVA es la base elegida en KVA trifásicos y KV es el voltaje de línea a línea.

Fórmula 1: Se utiliza para convertir los KVA posibles de corto circuito del servicio de suministro público a reactancia unitaria:

$$X_{pu} = \frac{KVA_B}{KVA_{cc3f}} (E_{pu})^2$$

Donde: E_{pu} es el voltaje en por unidad del sistema y generalmente su valor es 1 ya que se toman como voltajes base los mismos voltajes del sistema.

En sistemas de bajo voltaje, la compañía suministradora puede expresar la corriente posible de corto circuito en amperes. Se debe determinar si éste valor de corriente es simétrico o asimétrico así como el valor de X/R en la toma de servicio:

$$A \text{ simétricos} = \frac{A \text{ asimétricos}}{\text{Factor}}$$

Fórmula 2 : Convierte amperes (rnc) simétricos a reactancia unitaria :

$$X_{pu} = \frac{KVAB}{A_{sim} (KV) \sqrt{3}}$$

Fórmula 3 : Esta fórmula se utiliza para convertir la reactancia de cables, barras conductoras y otros elementos en ohms a valores unitarios :

$$X_{pu} = \frac{\text{ohms (KVAB)}}{1000 (KV)^2}$$

Fórmula 4 : Se utiliza para convertir la reactancia en % basada en la capacidad nominal de un equipo, a reactancia unitaria sobre la base elegida en KVA. La reactancia de motores, generadores y transformadores generalmente se expresa en % de su propia capacidad nominal en KVA la cual se puede convertir a la nueva base mediante :

$$X_{pu} = \frac{X \% (KVAB)}{100 (KVA_{equipo})}$$

Fórmula 5 : Se usa para calcular los amperes simétricos de corto circuito :

$$I_{cc} = \frac{KVAB}{X_{pu} \sqrt{3} KV}$$

Fórmula 6 : Se utiliza para calcular los KVA simétricos de corto circuito a partir de la reactancia unitaria total :

$$KVA_{Acc} = \frac{KVA_B}{X_{pu}}$$

Para facilitar el análisis de las corrientes de corto circuito conviene establecer una serie de pasos que simplifican y organizan los cálculos en forma más eficiente.

1.- Diagrama unifilar : Debe mostrar todas las fuentes de corto circuito y todos los elementos de impedancia. Este diagrama debe incluir el suministro del exterior, todas las máquinas eléctricas así como sus dispositivos de protección.

2.- Seleccionar las bases apropiadas tanto de potencia como de voltaje. Como ya se mencionó se elige la base de potencia como el valor en KVA del transformador mayor y la base de voltaje igual al voltaje del sistema en el punto de falla.

3.- Obtener los valores de reactancia preferentemente de la información que da el fabricante; si se carece de esta información se puede recurrir a tablas. En este trabajo se utilizan tablas de un manual de la General Electric las cuales se anexan para una mejor comprensión de la obtención de datos, en éste caso, de reactancias propias de equipo eléctrico.

4.- Trazar el diagrama de reactancias convirtiendo el diagrama unifilar a valores unitarios sobre una base seleccionada. Este diagrama debe incluir todas las reactancias y resistencias del circuito. Como ya se mencionó con anterioridad se utilizan únicamente reactancias para evitar el manejo del cálculo vectorial, generalmente la componente resistiva de la mayoría de los elementos del sistema resulta muy pequeña en comparación con la componente reactiva lo que arroja un error despreciable en nuestros cálculos.

Una vez trazado el diagrama se deben indicar o etiquetar los buses o puntos de falla de interés para el cálculo de las corrientes de corto circuito.

5.- Obtener la reactancia equivalente con respecto al bus o al punto de falla de interés, utilizando las fórmulas dadas anteriormente.

6.-Determinar el valor de la corriente simétrica de corto circuito utilizando la fórmula 5, posteriormente determinar la corriente asimétrica utilizando los multiplicadores de desplazamiento.

APLICACION DEL METODO EN POR UNIDAD AL PROYECTO

Así pues, partimos del diagrama unifilar de la planta mostrado en los planos generales E-01, E-02, E-03 y E-04.

Utilizaremos un $KVA_B = 1000$ y KV_B serán los valores de voltaje existentes en el punto de falla (para nuestro caso estos niveles serán 23Kv, 4160v, 500v, 440v y 220v).

Los datos de la compañía suministradora (compañía de luz), para los niveles de corto circuito, se muestran en la tabla que se encuentra al final del capítulo. Para nuestro caso en particular la planta industrial se encuentra localizada a 6 Km de la subestación de Iztapalapa, por lo que observando la tabla tenemos:

23Kv 3H 3F

$P_{cc3F} = 123$ MVA

$P_{cc1F} = 72$ MVA

Frecuencia : 60 Hz

Estos datos son valores reales promedio para un suministro con las características del proyecto ya establecidas.

CALCULO DE REACTANCIAS EN POR UNIDAD

Cia. de suministro : Se utiliza la fórmula 1.

$$\begin{aligned} \text{KVAB} &= 1000 \\ \text{KVb} &= 23\text{Kv} \end{aligned}$$

$$X_{pu} = \frac{1000}{123\ 000} = 0.00813$$

Transformadores de distribución : Como ya se mencionó, para el cálculo de las reactancias de transformadores y motores se utiliza la fórmula 4 :

$$X_{pu} = \frac{X\% \quad (\text{KVAB})}{100 \quad (\text{KVA equipo})}$$

Es importante en este punto tener a la mano los datos de placa del equipo, si no se cuenta con ellos se pueden consultar en tablas. En nuestro caso empleamos tablas las cuales anexamos al final de éste capítulo.

Para no hacer repetitivo el cálculo de las reactancias se darán como ejemplo 2 casos y el resultado de todo el conjunto de reactancias se dará en una tabla.

TRD1 : Consultando la tabla # 12 se tiene :

Transformador 3F, 1000 KVA, Z% = 5.75

$$X_{pu} = \frac{5.75 \quad (1000)}{100 \quad (1000)} = 0.0575$$

TRD2 : Consultando la tabla # 12 se tiene :

Transformador 3F, 750 KVA, Z% = 5.75

$$X_{pu} = \frac{5.75 \quad (1000)}{100 \quad (750)} = 0.0767$$

TABLA DE REACTANCIAS DE TRANSFORMADORES

TRANSF.	KVA	Z%	X _{pu}
TRD1	1000	5.75	0.0575
TRD2	750	5.75	0.0767
TRD3	750	5.75	0.0767
TRD4	500	5.75	0.115
TRD5	750	5.75	0.0767
TRD6	1000	5.75	0.0575
TRD7	750	5.75	0.0767
TRD8	75	5.00	0.767
TRA1	50	5.00	1.00
TRA2	50	5.00	1.00
TRA3	75	5.00	0.767

Motores de inducción : En nuestro proyecto el 100% de la carga compuesta por motores, esta dada por máquinas de inducción, en su mayoría con rotor jaula de ardilla, exceptuando 2 motores de gran capacidad (1000 y 700 HP) a un voltaje de 4160v que son de anillos rozantes; obviamente las características de éstos motores modifican las reactancias propias de cada uno.

En este proyecto no se tiene carga compuesta por máquinas síncronas, ni motores ni generadores. Como sabemos en este tipo de máquinas eléctricas su reactancia se modifica en un lapso de tiempo relativamente corto después del inicio de la falla, pasando de la reactancia subtransitoria X_d'' a la transitoria X_d' y finalmente la reactancia síncrona X_d .

En los motores de inducción solo se tiene asignada la reactancia subtransitoria X_d'' y sólo se toma en cuenta para el cálculo de la capacidad momentánea (0.5 a 2 ciclos) de interrupción de fusibles e interruptores. Por lo tanto no se toman en cuenta para cálculos de capacidad interruptiva de interruptores de potencia de más de 600v por lo que deben eliminarse del diagrama (sólo en este caso).

Para el cálculo de reactancias por unidad de motores se utiliza la fórmula 4; al igual que en el caso de los transformadores daremos el ejemplo de cálculo de la reactancia equivalente de un CCM, ahorrándonos procesos repetitivos y tediosos; posteriormente mostraremos en una tabla las reactancias equivalentes dadas por CCM o por tableros.

Cálculo de reactancias del CCM1.

Para la obtención de las reactancias en % de los motores se utilizó la tabla #17 (anexada al final del capítulo).

Motor #1 : 3F, 3HP, Z% = 25.

$$X_{pu} = \frac{25}{100} \frac{(1000)}{(3)^*} = 83.334$$

* NOTA : Por cuestiones de simplificación de cálculos consideramos que 1 HP = 1 KVA sin incurrir en un error muy significativo.

Motor #2 : 3F, 7.5HP, Z% = 25.

$$X_{pu} = \frac{25}{100} \frac{(1000)}{(7.5)} = 33.334$$

Motor #3 : 3F, 1HP, Z% = 25.

$$X_{pu} = \frac{25}{100} \frac{(1000)}{1} = 250$$

De manera semejante se calculan para los demas motores, indicandose en la siguiente tabla.

TABLA DE REACTANCIAS DEL CCM1

MOTOR	HP	Z%	ZPU
1	3	25	83.334
2	7.5	25	33.334
3	1	25	250
4	5	25	50
5	25	25	10
6	20	25	12.5
7	10	25	25
8	15	25	16.667
9	30	25	8.334
10	1.5	25	166.667
11	40	25	6.25

Obteniendo la X_{eq} del CCM1, puesto que todas las reactancias están dispuestas en paralelo obtenemos : $X_{CCM1} = 1.582$

Siguiendo un proceso similar al anteriormente mostrado, se realizan los cálculos para cada uno de los CCM's y tableros existentes obteniendo las reactancias equivalentes de cada uno. A continuación mostramos la tabla de reactancias equivalentes.

En esta tabla incluimos la reactancia equivalente de los 4 compresores de 200 HP como si estuvieran incluidos en un solo tablero, por supuesto en el diagrama unifilar se indican en tableros independientes; se realizó esto con el único fin de simplificar cálculos y tomamos la X_{eq} de los 4 compresores en paralelo; asimismo se dan las reactancias de los 2 motores de anillos rozantes (M31 y M32 con una $Z\% = 20$), para así tener incluidos todos los motores de la planta en esta tabla.

TABLA DE REACTANCIAS EQUIVALENTES

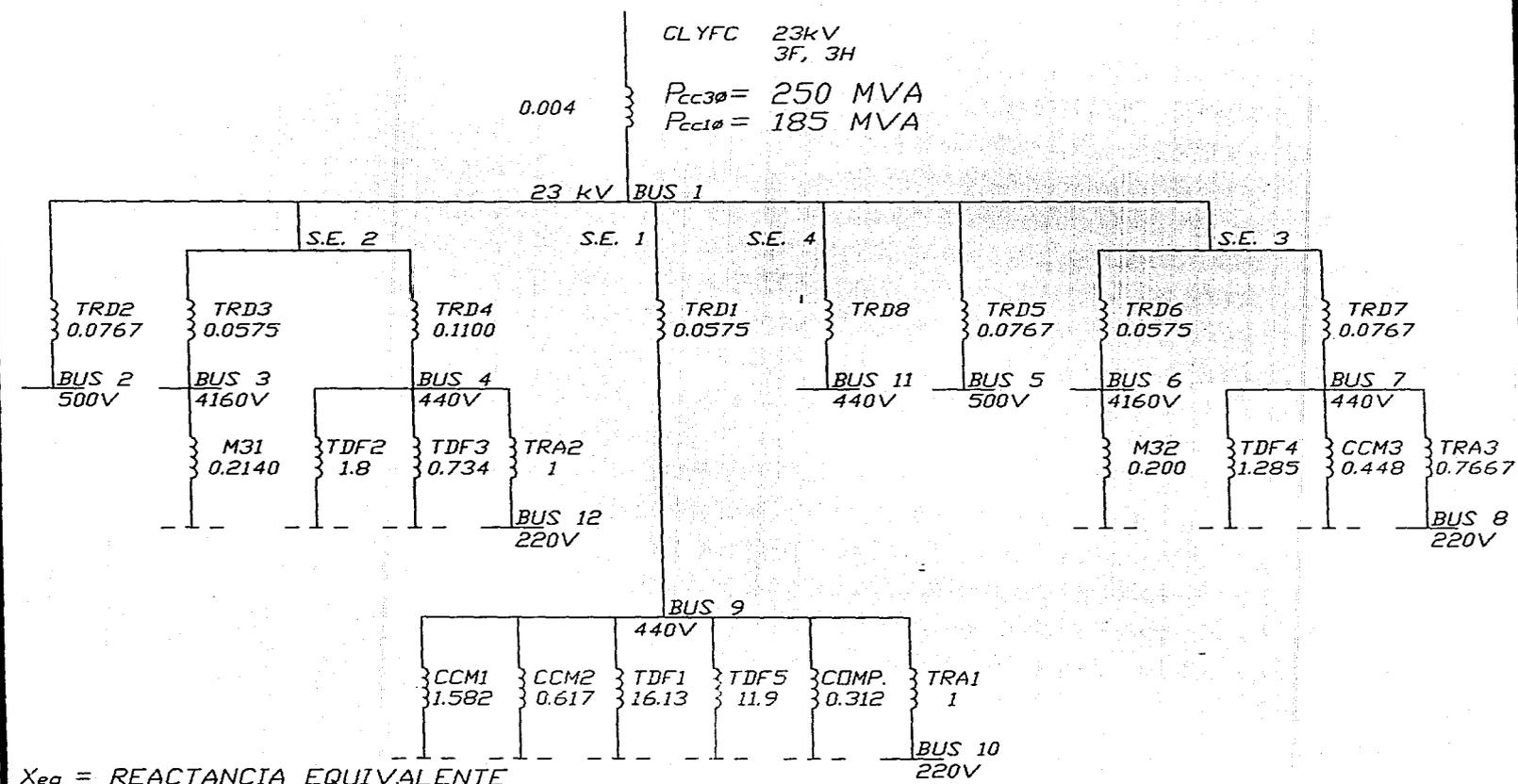
CCM o TABLERO	No. Motores	X_{eq}
CCM1	11	1.582
CCM2	7	0.617
CCM3	12	0.448
TDF1	5	16.13
TDF2	9	1.8
TDF3	16	0.734
TDF4	16	1.285
TDF5	4	11.9
CMPRRS	4	0.312
M31	1	0.214
M32	1	0.2

Siguiendo el procedimiento que hemos establecido para el cálculo de las corrientes de corto circuito, una vez que hemos obtenido las reactancias en por unidad de todo el sistema, el siguiente paso es el de elaborar, con los datos obtenidos, el diagrama de reactancias, indicando en éste, todos los valores de reactancias así como los buses o puntos de falla de interés para obtener los niveles de corto circuito.

En la siguiente hoja se muestra el diagrama de reactancias de la planta industrial que nos ocupa en este trabajo, tratando de ser lo más específico y concreto posible.

Una vez que se ha obtenido el diagrama de reactancias el siguiente paso es obtener la reactancia equivalente, desde el bus de referencia "0" al bus o punto de falla de interés y una vez que se tiene la reactancia equivalente en el punto de interés se procede a calcular la corriente de corto circuito empleando las fórmulas 5 y 6. Así pues, de la manera que se han venido realizando los cálculos se ejemplificará con 3 casos y posteriormente se dará la tabla en donde aparezcan los niveles de corto circuito en cada punto de interés marcado en el diagrama de reactancias (siguiente hoja).

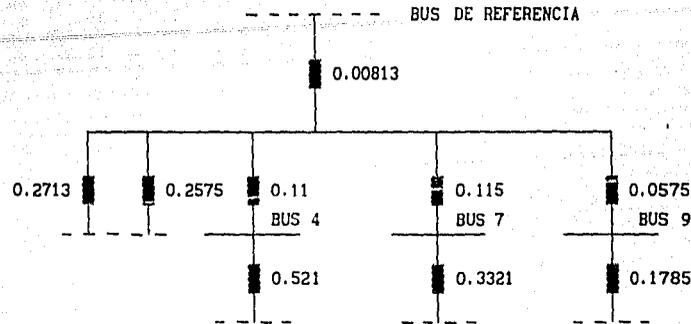
DIAGRAMA DE REACTANCIAS SECUENCIA POSITIVA



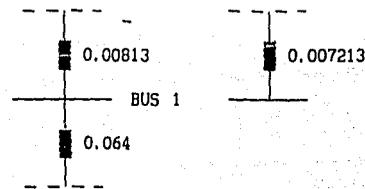
X_{eq} = REACTANCIA EQUIVALENTE

Cálculo de corriente de corto circuito en el BUS1.

Como ya se mencionó se procede a obtener la X_{eq} con respecto al BUS1.



Seguimos reduciendo el diagrama hasta obtener :

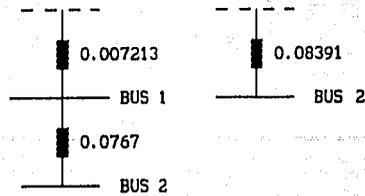


Aplicando la fórmula 5 y 6 para calcular la corriente de corto circuito tenemos :

$$I_{cc} = \frac{1}{0.007213} \frac{(1000)}{\sqrt{3} (23)} = 3480 \text{ Asim}$$

$$KVA_{cc} = \frac{1000}{0.007213} = 138.88 \times 10^3$$

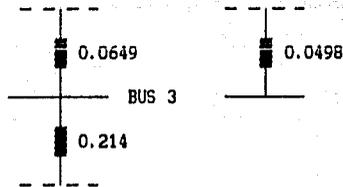
Utilizando los mismos principios para calcular el nivel de corto-circuito en el bus 2 :



$$I_{cc} = \frac{1}{0.08391} \frac{(1000)}{\sqrt{3} (0.5)} = 13761 \text{ Asim}$$

$$KVA_{cc} = \frac{1000}{0.08391} = 11917.53$$

Para el bus 3 tenemos :



$$I_{cc} = \frac{1}{0.0498} \frac{(1000)}{\sqrt{3} (4.160)} = 2787 \text{ Asim}$$

$$KVA_{cc} = \frac{1000}{0.0477} = 20\ 080 \text{ Asim}$$

Prosiguiendo de la misma forma para el cálculo de la X_{eq} de cada uno de los buses restantes obtenemos la siguiente tabla :

TABLA DE NIVELES DE CORTO CIRCUITO

BUS	V	I_{cc} (Asim)	MVA _{cc}
1	23000	3480	138.88
2	500	13761	11.917
3	4160	2787	20.08
4	440	13703	10.44
5	500	13760	11.916
6	4160	2828	20.37
7	440	14677	11.18
8	220	3065	1.168
* * 9	440	27556	21.00
10	220	2486	0.946
11	220	2606	0.9928
12	220	2395	0.912

* * Es importante hacer notar que el nivel de corto circuito de éste bus 9 (27556 Asim) resulta peligroso para el uso de interruptores termomagnéticos que se tienen proyectados (SQUARE D tipo FH); para éste tipo de interruptor se tiene una capacidad interruptiva máxima de 25 kA a 440 V. Por lo tanto es necesario bajar el nivel de corto circuito en el bus; para esto se tienen algunas opciones como son : la utilización de fusibles de alta capacidad interruptiva en baja tensión, aumentar la impedancia del transformador (Esto se solicita directamente a la fábrica) y la instalación de un reactor limitador de corriente apropiado a las características del sistema.

En nuestro caso elegimos aumentar la impedancia del transformador (TRD1) a $Z= 7.5\%$, como ya se mencionó esta impedancia se solicita a la fábrica proveedora. Utilizando el nuevo valor de impedancia tenemos que el nivel de corto circuito es:

$$X_{eq} = 0.05639 \quad I_{cc3F} = 23268 \text{ Asim} \quad MVA_{cc} = 17.732$$

Por lo tanto el uso de interruptores termomagnéticos SQUARE D tipo FH quedan dentro de un marco de protección aceptable para el equipo existente en el bus 9.

Una vez obtenidos los niveles de corto circuito se debe verificar que la capacidad interruptiva de los equipos de protección seleccionados con anterioridad, tanto para circuitos alimentadores y derivados y equipo eléctrico en general, estén dentro del límite de los valores de corto circuito calculados.

ANALISIS DE CORTO CIRCUITO MONOFASICO

Es de vital importancia el conocer la magnitud de las corrientes de corto circuito monofásico, primordialmente para la protección del personal así como del equipo instalado en la planta.

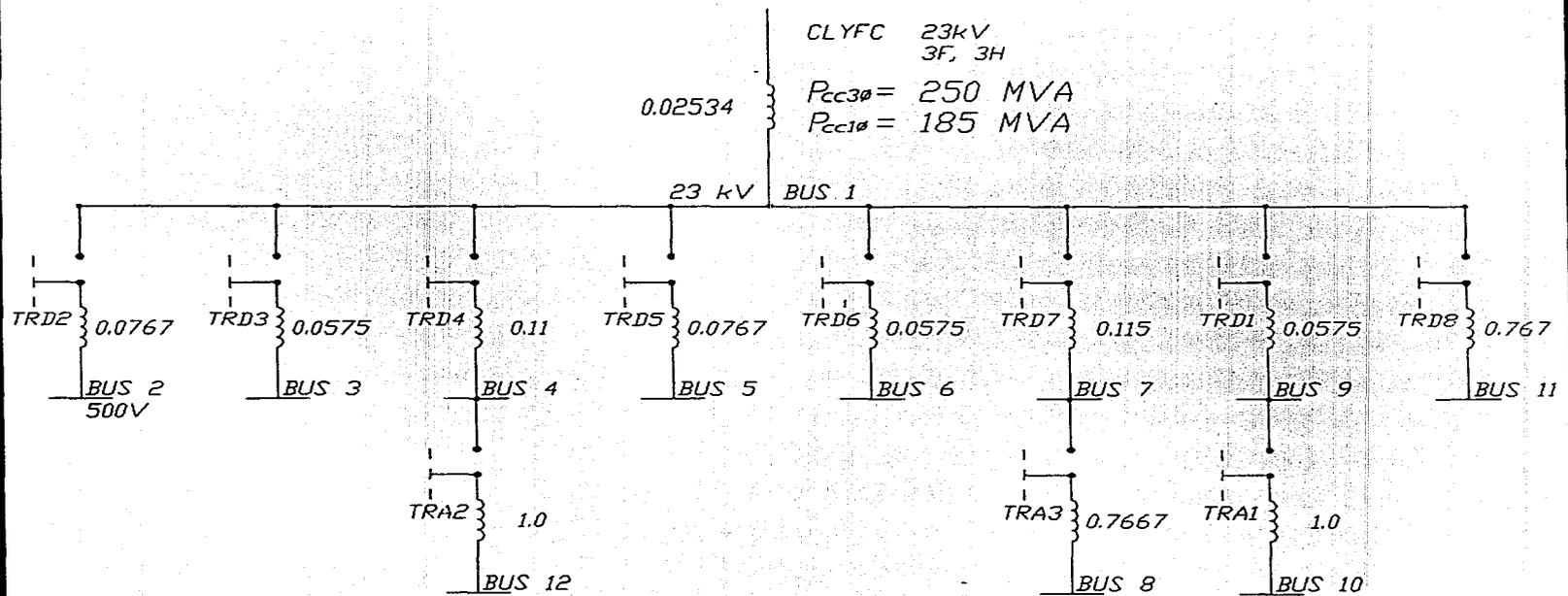
La importancia de conocer las corrientes de corto circuito monofásico estriba en que, una vez conocida su magnitud en el punto de interés (En nuestro caso es el bus 1), se procede al cálculo y diseño de la red de tierras que resulta imprescindible en cualquier sistema eléctrico.

A este respecto, sobre la importancia del correcto diseño de la red de tierras y su importancia, se dedicó un capítulo para explicar, con lujo de detalles, su importancia y método de diseño.

El cálculo de corto circuito monofásico se realizó a través de las componentes simétricas del sistema (Reactancias en secuencia positiva negativa y cero). Al igual que en el análisis de corto circuito trifásico es conveniente utilizar la misma metodología, cambiando únicamente las fórmulas y cálculos, para llegar a unos resultados satisfactorios.

En la siguiente hoja se muestra el diagrama de reactancias en secuencia cero.

DIAGRAMA DE REACTANCIAS
SECUENCIA CERO



CALCULO DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO MONOFASICO

Se tiene que:
$$I_{a0} = \frac{E_{a0}}{X_1 + X_2 + X_0}$$

En donde:

I_{a0} : Corriente de corto circuito en por unidad.

E_{a0} : Voltaje del sistema en por unidad.

X_1 : Reactancia de secuencia positiva.

X_2 : " " negativa.

X_0 : " " cero.

$I_a = 3I_{a0}$, I_a : Corriente de corto circuito.

A continuación realizamos el cálculo de corto circuito en 3 buses para ejemplificar y posteriormente se muestran los niveles de corto circuito monofásico en una tabla.

Cálculo en Bus 1 : Se tienen las mismas bases tanto de potencia (1000 KVA) como de voltaje (voltaje del sistema en el punto de falla).

Las reactancias de secuencia positiva y negativa las consideraremos iguales ($X_1 = X_2$). Para el Bus 1 tenemos $X_1 = X_2 = 0.00813$ (este valor lo obtuvimos de la aportación de corto circuito trifásico de la Compañía Suministradora).

Para la obtención de X_0 es necesario conocer el nivel de corto circuito monofásico que aporta la Compañía Suministradora, que en nuestro caso es de 1810 A, por lo tanto tenemos :

$$I_a = \frac{I_{cc1F}}{I_B} \quad I_B = \frac{1000}{\sqrt{3}} = 25.102 \text{ A} \quad (23)$$

$$I_{ao} = \frac{I_a}{3} \quad I_{ao} = \frac{1810}{3 (25.102)} = 24.035 \text{ pu}$$

Sustituyendo valores tenemos :

$$24.035 = \frac{1}{2 (0.00813) + X_o} \quad X_o = 0.02534$$

Recalculando, una vez obtenida la X_o en el bus 1 :

La $X_1 = X_2 = 0.00721$ la obtuvimos del equivalente de reactancias en secuencia positiva con respecto al bus 1.

$$I_{ao} = \frac{1}{2 (0.00721) + 0.02534} \quad I_{ao} = 25.1473 \text{ pu}$$

$$I_a = 3 I_{ao} \quad I_a = 75.44 \text{ pu} \quad I_a = 1894 \text{ A}$$

Cálculo en el bus 2 : $X_1 = X_2 = 0.08391$, $X_o = 0.0767$

$$I_{ao} = \frac{1}{2 (0.08391) + 0.0767} \quad I_{ao} = 4.0896 \text{ pu}$$

$$I_a = 12.269 \text{ pu} \quad I_B = 1154.7 \text{ A} \quad I_a = 14167 \text{ A}$$

Cálculo en el bus 3 : $X_1 = X_2 = 0.0498$, $X_o = 0.0575$

$$I_{ao} = \frac{1}{2 (0.0498) + 0.0575} \quad I_{ao} = 6.3653 \text{ pu}$$

$$I_a = 19.096 \text{ pu} \quad I_B = 138.78 \text{ A} \quad I_a = 2651 \text{ A}$$

En seguida se muestra la tabla de niveles de corto circuito monofásico por buses en la planta.

NIVELES DE CORTO CIRCUITO MONOFASICO

BUS	V	Icc
1	23000	1894
2	500	14167
3	4160	2651
4	440	13054
5	500	14168
6	4160	2675
7	440	13395
8	220	3176
9	440	23116
10	220	2588
11	220	2612
12	220	2466

COMPARIA DE LUZ Y FUENZA DEL CENTRO, S.A. (EN LIQUIDACION)
DEPARTAMENTO DE PLANEACION, SECCION DE ESTUDIOS ELECTRICOS

VALORES DE FALLA TRIFASICA Y DE LINEA A TIERRA EN KAMP PARA ALIMENTADORES DE 23 KV
(CONDICIONES ACTUALES)

SUBESTACION	EN ALIMENTADOR ACSN336 CON UNA LONGITUD DE												
	SUBESTACION		EN ALIMENTADOR ACSN336 CON UNA LONGITUD DE										
	Z+10/11 Z010/11	ANGILO	3F 1F	1KM 3F 1F	2KM 3F 1F	3KM 3F 1F	4KM 3F 1F	5KM 3F 1F	6KM 3F 1F	7KM 3F 1F	8KM 3F 1F	9KM 3F 1F	10KM 3F 1F
UAJIMALPA	0.3489 0.3321	85.27 87.00	7.19 7.31	5.92 4.08	5.01 3.66	4.34 2.92	3.83 2.43	3.42 2.08	3.09 1.82	2.81 1.62	2.59 1.45	2.39 1.32	2.22 1.21
UAHUTITLAN	0.5190 0.7526	86.89 88.17	4.83 4.20	4.23 3.27	3.75 2.67	3.37 2.26	3.05 1.96	2.79 1.72	2.57 1.54	2.38 1.39	2.21 1.27	2.07 1.17	1.94 1.08
HALCO	0.6108 0.7526	86.13 88.17	4.10 3.81	3.66 3.03	3.30 2.51	3.00 2.14	2.75 1.87	2.53 1.65	2.35 1.48	2.19 1.35	2.05 1.23	1.92 1.13	1.81 1.05
CATEPEC	0.4935 0.7079	87.10 86.98	5.79 4.78	4.94 3.61	4.30 2.90	3.80 2.42	3.41 2.07	3.08 1.81	2.81 1.61	2.58 1.45	2.39 1.32	2.22 1.21	2.08 1.11
GUADALUPE	0.4984 1.2644	86.49 87.14	5.03 3.33	4.38 2.71	3.87 2.29	3.46 1.98	3.13 1.74	2.85 1.56	2.62 1.41	2.42 1.28	2.25 1.18	2.10 1.09	1.97 1.01
WASTECA	0.5242 0.7526	86.78 88.17	4.78 4.18	4.19 3.26	3.72 2.66	3.35 2.25	3.03 1.95	2.77 1.72	2.55 1.54	2.37 1.39	2.20 1.27	2.06 1.17	1.94 1.08
INDIANILLA	0.5443 0.7526	86.92 88.17	4.59 4.08	4.04 3.20	3.61 2.62	3.25 2.22	2.96 1.93	2.71 1.70	2.50 1.52	2.32 1.38	2.16 1.26	2.03 1.16	1.90 1.07
INSURGENTES	0.5191 0.7526	86.78 88.17	4.83 4.20	4.23 3.27	3.75 2.67	3.37 2.26	3.05 1.96	2.79 1.72	2.57 1.54	2.38 1.39	2.21 1.27	2.07 1.17	1.94 1.08
IZTAPALAPA	0.3591 0.3624	87.04 87.11	7.10 7.04	5.87 4.77	4.99 3.59	4.33 2.88	3.82 2.40	3.41 2.06	3.08 1.81	2.81 1.60	2.58 1.44	2.39 1.31	2.22 1.20
YAMAICA	0.5406 0.7526	87.10 88.17	4.64 4.10	4.08 3.21	3.64 2.63	3.28 2.23	2.98 1.94	2.73 1.71	2.51 1.53	2.33 1.38	2.17 1.26	2.04 1.16	1.91 1.07
0-0	0.3595 0.3622	87.07 87.12	7.10 7.04	5.87 4.76	4.98 3.59	4.32 2.88	3.81 2.40	3.41 2.06	3.08 1.81	2.81 1.60	2.58 1.44	2.39 1.31	2.22 1.20

Table 11—Distribution Transformers—Single-phase

kVA	Low Voltage	%IR	%IX	%IZ	kVA	Low Voltage	%IR	%IX	%IZ
HIGH VOLTAGE 2400/4160Y					HIGH VOLTAGE 7200/12470Y OR 12470GRDY/7200				
5	120/240	2.0	1.5	2.5	5	120/240	2.2	2.2	3.1
10		1.2	0.7	1.4	10		1.4	0.8	1.6
15		1.2	1.1	1.6	15		1.3	1.2	1.8
25		1.1	1.4	1.8	25		1.2	1.6	2.0
37½		0.9	1.2	1.5	37½		1.0	1.3	1.6
50		0.9	1.3	1.6	50		1.0	1.4	1.7
75		0.9	1.3	1.6	75		0.9	1.6	1.8
100	0.9	1.4	1.8	100	0.9	1.4	1.7		
167	0.9	1.6	1.8	167	0.9	1.4	1.7		
10	240/480	1.1	1.0	1.5	10	240/480	1.4	0.8	1.6
15		1.1	1.0	1.5	15		1.3	0.9	1.6
25		1.1	1.5	1.9	25		1.2	1.6	2.0
37½		0.9	1.3	1.6	37½		1.1	1.3	1.7
50		0.9	1.3	1.6	50		1.1	1.2	1.6
75	0.9	1.4	1.7	75	0.9	1.6	1.8		
100	0.9	1.4	1.7	100	0.9	1.4	1.7		
167	0.9	1.3	1.6	167	0.9	1.3	1.6		
HIGH VOLTAGE 4160/7200Y					HIGH VOLTAGE 7620/13200Y OR 13200GRDY/7620				
5	120/240	2.1	1.5	2.6	5	120/240	2.2	2.2	3.1
10		1.2	0.7	1.4	10		1.4	0.8	1.6
15		1.2	1.1	1.6	15		1.3	1.2	1.8
25		1.1	1.4	1.8	25		1.2	1.6	2.0
37½		0.9	1.2	1.5	37½		1.0	1.3	1.6
50		0.9	1.3	1.6	50		1.0	1.5	1.8
75		0.9	1.3	1.6	75		0.9	1.6	1.8
100	0.9	1.7	1.9	100	0.9	1.6	1.8		
167	0.9	1.7	1.9	167	0.9	1.7	1.9		
10	240/480	1.2	0.9	1.5	10	240/480	1.4	0.9	1.6
15		1.2	1.1	1.6	15		1.3	1.0	1.6
25		1.1	1.4	1.8	25		1.2	1.4	1.9
37½		1.0	1.1	1.5	37½		1.1	1.3	1.9
50		1.0	1.3	1.6	50		1.1	1.7	2.0
75	0.9	1.3	1.6	75	0.9	1.5	1.8		
100	0.9	1.3	1.6	100	0.9	1.5	1.7		
167	0.9	1.3	1.6	167	0.9	1.5	1.8		
HIGH VOLTAGE 4800/8320Y					HIGH VOLTAGE 14400/24940GRDY OR 24940GRDY/14400				
5	120/240	2.1	1.5	2.6	5	120/240	2.2	2.5	3.3
10		1.2	0.9	1.5	10		1.6	1.0	1.9
15		1.2	0.9	1.5	15		1.4	1.1	1.8
25		1.1	1.4	1.8	25		1.3	1.8	2.2
37½		0.9	1.2	1.5	37½		1.1	1.8	2.1
50		0.9	1.3	1.6	50		1.1	1.8	2.1
75		0.9	1.3	1.6	75		1.0	2.0	2.2
100	0.9	1.4	1.7	100	1.0	2.0	2.2		
167	0.9	1.6	1.8	167	0.9	1.6	1.8		
10	240/480	1.2	0.7	1.4	10	240/480	1.6	1.0	1.9
15		1.2	0.9	1.5	15		1.4	1.3	1.9
25		1.1	1.5	1.9	25		1.3	1.9	2.3
37½		1.0	1.1	1.5	37½		1.1	1.8	2.1
50		1.0	1.1	1.5	50		1.1	1.8	2.1
75	0.9	1.1	1.5	75	1.0	2.0	2.2		
100	0.9	1.4	1.7	100	1.0	1.8	2.1		
167	0.9	1.3	1.6	167	0.9	1.3	1.6		
167	0.9	1.4	1.7	167	0.9	1.4	1.7		
100	0.9	1.3	1.6	100	1.1	1.2	1.4		
167	0.9	1.4	1.7	167	1.0	1.8	2.1		

Table 12—Distribution Transformers—Three-phase Padmount—Single-voltage Primary Maximum Line-to-Line Primary Voltage—25 kV WYE—18 kV Delta

kVA	Low Voltage						kVA	Low Voltage					
	208Y/120			480Y/277				208Y/120			480Y/277		
	%IZ	%IR	%IX	%IZ	%IR	%IX		%IZ	%IR	%IX	%IZ	%IR	%IX
75	1.55	1.27	0.90	1.60	1.29	0.94	300*	5.25	0.95	5.70	4.95	0.88	6.29
75*	2.70	1.34	1.29	2.90	1.37	1.35	500	2.00	0.89	1.80	2.10	0.85	1.92
112	1.60	1.10	1.16	1.60	1.11	1.16	500*	5.50	0.89	6.98	5.35	0.85	7.21
112*	3.55	1.10	2.76	3.60	1.11	2.77	750	5.75	0.93	6.56	5.75	0.88	7.32
150	1.95	1.08	1.63	1.90	1.11	1.55	1000	5.75	0.93	6.53	5.75	0.86	7.71
150*	4.65	1.08	3.98	4.65	1.11	3.66	1500	.....	.....	.....	5.75	0.74	10.32
225	2.00	1.05	1.70	2.00	1.01	1.73	2000	.....	.....	.....	5.75	0.70	11.82
225*	4.65	1.09	3.85	4.75	1.05	4.13	2500	.....	.....	.....	5.75	0.63	14.40
300	2.05	1.05	1.82	2.15	0.88	1.96							

Table 13—Transformers for Integral Distribution Centers and Secondary Unit Substations

kVA	Dry-type						Liquid-filled		
	480V		2400-4800V		6.9kV-15kV		2400-15,000V		
	%Z	X/R	%Z	X/R	%Z	X/R	Percent Impedance %Z	X/R	
75	3.0	0.83	6.2	2.15					
112.5	4.6	1.63	4.5	1.77	6.1	1.93			
150	5.5	2.08	4.2	1.95	5.3	2.33			
225	5.9	4.58	4.6	1.75	6.1	2.48	2.0†	2.5	
300	4.9	2.50	5.2	3.57	6.0	3.22	4.3†	3.0	
500	6.1	3.69	5.3	4.33	6.4	4.43	4.5†	3.5	
			2400-15,000V						
			%Z		X/R				
730	5.2	2.88	5.75		5.0		5.75	4.0	
1000	4.7	3.46	5.75		5.7		5.75	4.75	
1500			5.75		6.5		5.75	5.5	
2000			5.75		7.2		5.75	5.9	
2500			5.75		7.5		5.75	6.0	

* Typical ratios based on several manufacturers' data.
 † Minimum impedance.

Table 14—Dry-type transformers—Type QHT, % Impedance, Reactance and Resistance (Temp. Base 170°C)†

kVA	Single-phase			Three-phase			
	%IX	%IR	%IZ	kVA	%IX	%IR	%IZ
5	1.68	2.94	3.4	6	1.72	2.72	3.2
7.5	1.84	2.42	3.0	9	1.16	2.31	2.4
10	1.92	2.04	2.75	15	1.82	2.1	2.8
15	2.02	1.60	2.6	30	1.37	3.6	4.0
25	2.3	1.4	2.7	45	1.73	2.52	3.1
37.5	2.7	3.6	4.5	75	1.91	2.27	3.0
50	2.8	3.1	4.2	112 1/2	3.87	2.43	4.6
75	3.7	2.48	4.45	150	3.0	2.35	5.5
100	3.55	2.12	4.14	225	5.5	1.15	5.9
167	3.73	1.60	3.63	300	4.5	1.8	4.9
				500	5.9	1.6	6.1

† Typical values based on data from several manufacturers.

Table 16--Approximate Machine Reactances**LARGE INDUCTION MOTORS**

The short-circuit reactance of an induction motor (or induction generator) in percent on its own kVA base may be taken as percent $X'' d =$

$$100$$

*times normal stalled rotor current

*with rated voltage and frequency applied.

The reactance of such a machine will generally be approximately (in percent on own kVA base).

X''d	
Range	Most Common
15-25	25

Table 17--Grouped Small Motors

In many short-circuit studies, the number and size of motors, either induction or synchronous, is not known precisely. However, the short-circuit contribution from these motors must be estimated. In such cases the following table of reactances is used to account for a large number of small induction and synchronous motors.

Item	Motor Ratings and Corrections	Subtransient Reactance X''d (Percent)	Transient Reactance X'd (Percent)
1	600 volts or less—induction	25	—
2	600 volts or less—synchronous (Items 1 and 2 include motor leads)	25	33
3	600 volts or less—induction	31	—
4	600 volts or less—synchronous (Items 3 and 4 include motor leads and step-down transformers)	31	39
5	Motors above 600 volts—induction	20	—
6	Motors above 600 volts—synchronous	15	25
7	Motors above 600 volts—induction	26	—
8	Motors above 600 volts—synchronous (Items 7 include step-down transformers)	21	31

INTRODUCCION.

Es un conjunto de dispositivos eléctricos, que forman parte de un sistema de potencia, que transforma tensiones y deriva otros circuitos.

Las subestaciones se pueden clasificar, de acuerdo al tipo de función que desarrollan en tres tipos:

- 1) Subestaciones variadoras de tensión.
- 2) Subestaciones de maniobra o seccionadoras de circuito.
- 3) Subestaciones mixtas, son una combinación de las anteriores.

De acuerdo con la potencia y tensión que manejan las subestaciones, éstas se pueden agrupar en:

- 1) Subestación de transmisión. Tensión mayor de 230kV.
- 2) Subestación de subtransmisión. Tensión Entre 230 y 115kV.
- 3) Subestación de distribución primaria. Tensión entre 115 y 23kV.
- 4) Subestación de distribución secundaria. Tensión menor de 23kV.

NORMATIVIDAD

El capítulo 6 de las NTIE contiene los requisitos que se aplican, en particular, a las subestaciones de usuarios; pero son aplicables a instalaciones similares que forman parte del sistema de suministro de energía eléctrica.(Art. 601.1 NTIE).

El equipo debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal.

El equipo normal debe ser mantenido en condiciones correctas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo. El equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.

El equipo de uso eventual se recomienda sea revisado y probado antes de usarse. (Art. 601.2 NTIE).

Las partes que se muevan repentinamente que puedan lastimar a personas deben de protegerse con medios de resguardo adecuados. (Art.601.3 NTIE).

Cuando el equipo de medición del suministrador esté en el lado primario, deben de instalarse tres juegos de cuchillas desconectadoras que permitan intercalar los aparatos de prueba, éstas no son necesarias si se puede interrumpir el servicio. (Art.601.9 NTIE).

Locales para subestaciones

Cada una de las subestaciones estará resguardada por muros de concreto, divisiones, locales o salas especiales si se encuentran en el interior y por cercas de alambre o bardas si son a la intemperie y la entrada estará restringida. Los locales deben estar hechos de materiales no combustibles y no debe ser usado para ningún tipo de actividad que no este relacionada con el funcionamiento y operación del equipo (Art. 602.1 y 602.2 NTIE). El croquis del local de las subestaciones 2',2,3' y 3 está en el plano E-28 que se encuentra al final de la tesis.

Instalación de alumbrado

Las salas o espacios donde esté localizado el equipo eléctrico deben estar iluminados artificialmente. (Art.602.3 NTIE).

Niveles de iluminación.

Area	Luxes
Frente de tableros de control con instrumentos diversos, interruptores, etc.	300

Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "duplex"	60
Pupitres de distribución o de trabajo	300
Cuarto de baterías	200
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	20

Protección contra incendio

Existen extinguidores a base de CO₂ en todos los locales para subestaciones que deben ser revisados periódicamente para que siempre estén en condiciones correctas de operar (Art. 602.6 NTIE). La localización de los extinguidores se puede consultar en el plano E-28 al final de la tesis.

Sistemas de tierras

Las subestaciones deben de contar con un adecuado sistema de tierras, cuyas funciones son: proporcionar un circuito de muy baja impedancia para las corrientes de falla o de operación de apartarrayos, evita formación de potenciales durante la circulación de estas corrientes, da mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico. (Art. 603.1 NTIE). La topología de la malla de tierra se encuentra en el plano E-28 al final de la tesis. El capítulo 6 explica con detalle el cálculo de un sistema de tierras, en nuestro caso el anillo de tierra de las subestaciones se une a la malla de tierra del Metal-Clad.

Resguardo de partes vivas y espacios de seguridad

Todas las partes vivas que operen a una tensión mayor de 150 volts a tierra sin recubrimiento aislante adecuado, deben protegerse de acuerdo con su tensión, contra el contacto accidental de personas. Secc. 604 de las NTIE.

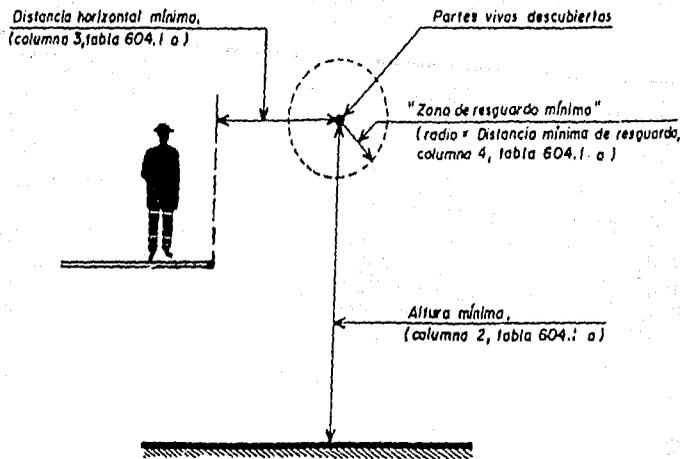
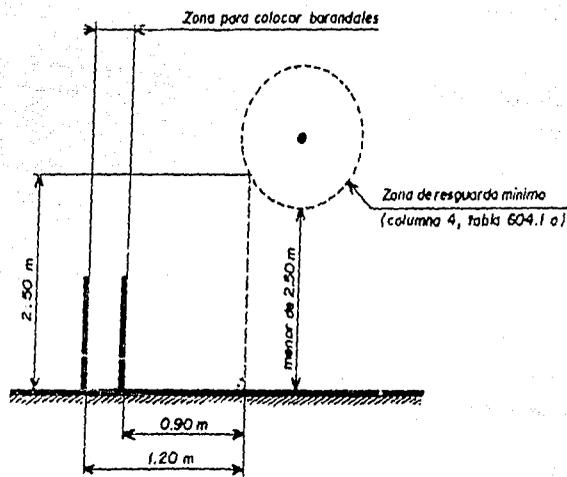


Figura 604.1 a) - Distancias mínimas a partes vivas descubiertas



Uso de barandales como resguardo

Distancias mínimas a partes vivas descubiertas.

Tensión nominal entre fases, Volts	Altura mínima metros	Distancia hori- zontal mínima, metros	Distancia mínima de resguardo a partes vivas metros
Hasta 600	2.40	1.00	0.05
(600, 6 600]	2.50	1.00	0.15
13 800	2.70	1.10	0.20
23 000	2.80	1.10	0.25
34 500	2.90	1.20	0.35

Todos los elementos que tengan un potencial indeterminado, tales como circuito telefónicos expuestos a inducción de líneas de alta tensión, deben de estar resguardados también. (Art. 604.1 NTIE).

La distancia mínima entre fase y tierra depende del nivel básico al impulso que se requiera en cada caso. (Art. 604.7 NTIE).

Distancias mínimas entre fase y tierra, en conductores rígidos desnudos.

Tensión nominal entre fases kV	Nivel básico de aisla- miento al impulso kV		Distancia mínima cm			
			Entre fases		De fase a tierra	
	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
2.4-4.16	60	95	12	18	8	15
6.6	75	95	14	18	10	15
13.8	95	110	19	31	13	18
23	125	150	27	38	19	26
34.5	150	150	32	38	24	26

Apartarrayos

Los apartarrayos se emplean en subestaciones con objeto de limitar las sobretensiones que se producen por efecto de descargas atmosféricas y limitar, así mismo, las ondas de sobretensión debidas a la operación de interruptores, a niveles en el que los aislamientos no sufran deterioro y el servicio sea continuo. (Art. 605.28 NTIE).

Deben instalarse apartarrayos en lugares donde las tormentas eléctricas son frecuentes. La localización de los apartarrayos deben estar fuera de pasillos y alejados de otro tipo de equipo, y pueden ser instalados tanto en el interior como en exterior del local. (Art. 605.29 NTIE).

Los conductores de puesta a tierra de los apartarrayos deben conectarse a tierra lo más directamente posible, con un conductor de baja impedancia y de amplia capacidad de corriente. (Art. 605.32 NTIE).

Apartarrayos instalados en terminales de cables subterráneos. Cuando los apartarrayos se instalan en terminales de cables subterráneos con cubiertas metálicas, éstas deben conectarse al mismo sistema de tierra de los apartarrayos.

La localización de los apartarrayos así como sus características se encuentran en los planos E-25, E-26, E-27 y E-30, es decir, que cada subestación compacta tiene una sección de apartarrayos.

A lo largo del capítulo se citan los artículos correspondientes de las NTIE para los temas específicos del mismo.

ARREGLOS ELECTRICOS

Uno de los puntos más importantes en el diseño de los sistemas eléctricos, ya sea que pertenezcan a empresas privadas o estatales, es el arreglo eléctrico. La planeación de sus características debe proveer gran flexibilidad ya que la expansión de los complejos industriales en México es grande.

Se tienen tres tipos de diseño en los que es posible dividir los arreglos eléctricos:

- Diseño eléctrico.
- Diseño mecánico.
- Diseño económico.

La selección del tipo de arreglo eléctrico dependerá del proceso de manufactura, de las características específicas de cada sistema eléctrico y de la función que realiza dicha subestación en el sistema, dicho arreglo tendrá que ser el más adecuado a los requerimientos de la planta.

Los criterios que se utilizan para seleccionar el diagrama unifilar más adecuado y económico de una instalación, son los siguientes:

- 1) Continuidad de servicio.
- 2) Versatilidad de operación.
- 3) Facilidad de mantenimiento de los equipos.
- 4) Cantidad y costo del equipo eléctrico.
- 5) Densidad carga.
- 6) Tipo de carga:
 - Residencial.
 - Comercial.
 - Industrial.
 - Mixta.
- 7) Localización geográfica de la carga.
- 8) Area de expansión de la carga.

Existen procesos que no toleran interrupciones (cementeras, fundiciones, generación eléctrica) y requieren de un sistema más confiable (con ayuda de fuentes de emergencia auxiliares).

El criterio de selección del arreglo eléctrico tiene que considerar la factibilidad para realizar el mantenimiento. Si el proceso es continuo se requiere un sistema secundario selectivo diseñado para trabajar con seguridad,

esto consiste en que toda la carga del sistema sea soportada por uno de los transformadores en caso de falla o mantenimiento del otro.

El tipo de arreglo, determinará en gran parte el costo de la instalación. Este depende de la cantidad de equipo considerado en el diagrama, lo que a su vez repercute en el uso de mayor área de terreno y, finalmente en un costo mayor.

A continuación se muestran las características y figuras principales para los diferentes tipos de arreglos de distribución.

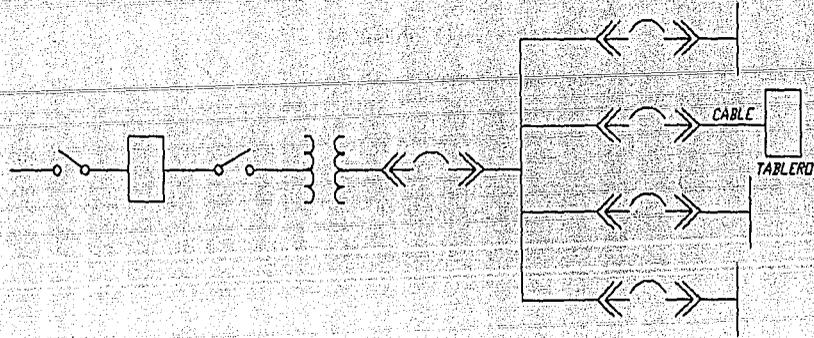
Sistema	Ventajas y usos	Desventajas
Radial	<p>Es el sistema más económico. Operación y expansión simples. Satisfactorio para pequeñas - industrias donde el proceso - pueda interrumpirse y la plan- ta pueda alimentarse con un - solo transformador.</p>	<p>Baja confiabilidad si no se usan elementos de muy buena calidad.</p> <p>Una falla de cualquier elemento deja fuera al sistema.</p> <p>El equipo debe desco- nectarse para manteni- miento rutinario.</p>
Radial expandido	<p>Son las mismas ventajas que en el caso anterior.</p> <p>Se utiliza cuando la magni- tud de la carga requiere usar más transformadores.</p>	<p>Mismas que en el caso del Radial simple.</p>

Sistema	Ventajas y usos	Desventajas
---------	-----------------	-------------

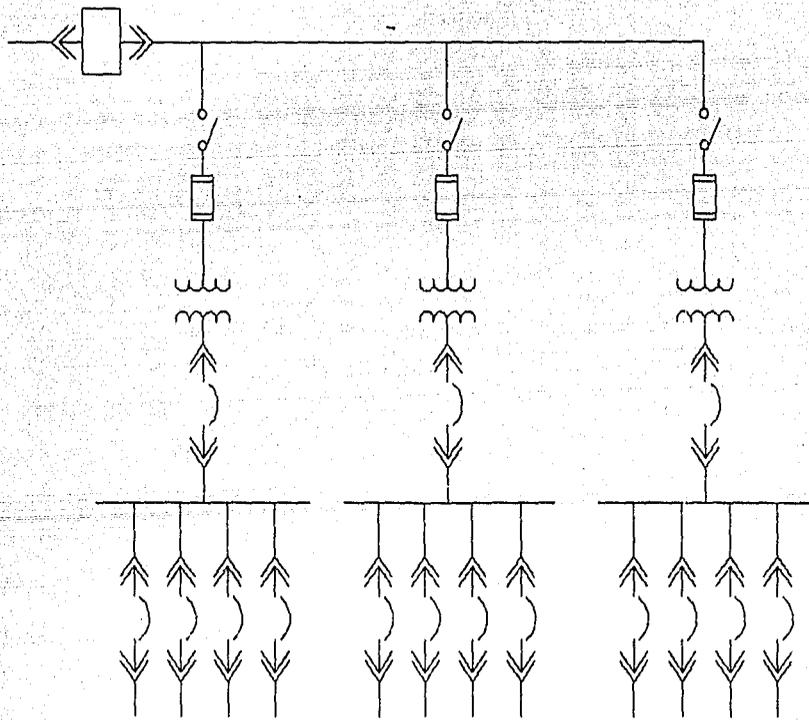
Primario Selectivo	<p>Se tienen dos fuentes DISTINTAS de alimentación en el primario.</p> <p>Se puede dar un mejor mantenimiento al equipo primario de buses e interruptores.</p>	<p>Más costoso que el radial.</p> <p>Pérdida de carga en el transformador que falla o en el tablero secundario.</p>
Primario en anillo.	<p>Ofrece las mismas ventajas del sistema primario selectivo.</p> <p>Ligeramente más económico que el primario selectivo.</p>	<p>Mismas que en el caso anterior.</p> <p>Es difícil encontrar una falla en el cable del anillo.</p> <p>Es peligroso porque se puede energizar un punto por dos lados.</p>
Secundario selectivo.	<p>Si falla el sistema primario o el transformador, el servicio no se interrumpe, esto requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobredimensionar los transformadores o, - aire forzado durante la emergencia o, - hechar fuera carga esencial o, 	<p>Más costoso que los anteriores.</p> <p>Para dar mantenimiento al tablero de baja tensión se requiere hechar la carga fuera.</p> <p>Operación más compleja</p>

Sistema	Ventajas y usos	Desventajas
<p data-bbox="309 717 476 830">Red Secundaria con Protectores.</p>	<p data-bbox="526 326 867 439">- sobrecargar un transforma- dor aceptando pérdida en la vida útil del mismo.</p> <p data-bbox="526 498 852 612">Combinado con el primario - selectivo es el sistema más conflable.</p> <p data-bbox="515 717 858 916">Muy confiable, no hay inte- rrupciones de ninguna espe- cie, a menos que falle algu- no de los alimentadores pri- marios.</p> <p data-bbox="515 982 855 1009">Adecuado para cargas grandes</p>	<p data-bbox="919 717 1014 745">Costoso.</p> <p data-bbox="919 807 1185 920">Si falla el tablero - secundario, falla el - sistema.</p> <p data-bbox="913 982 1170 1049">Elevadas corrientes - de corto circuito.</p>

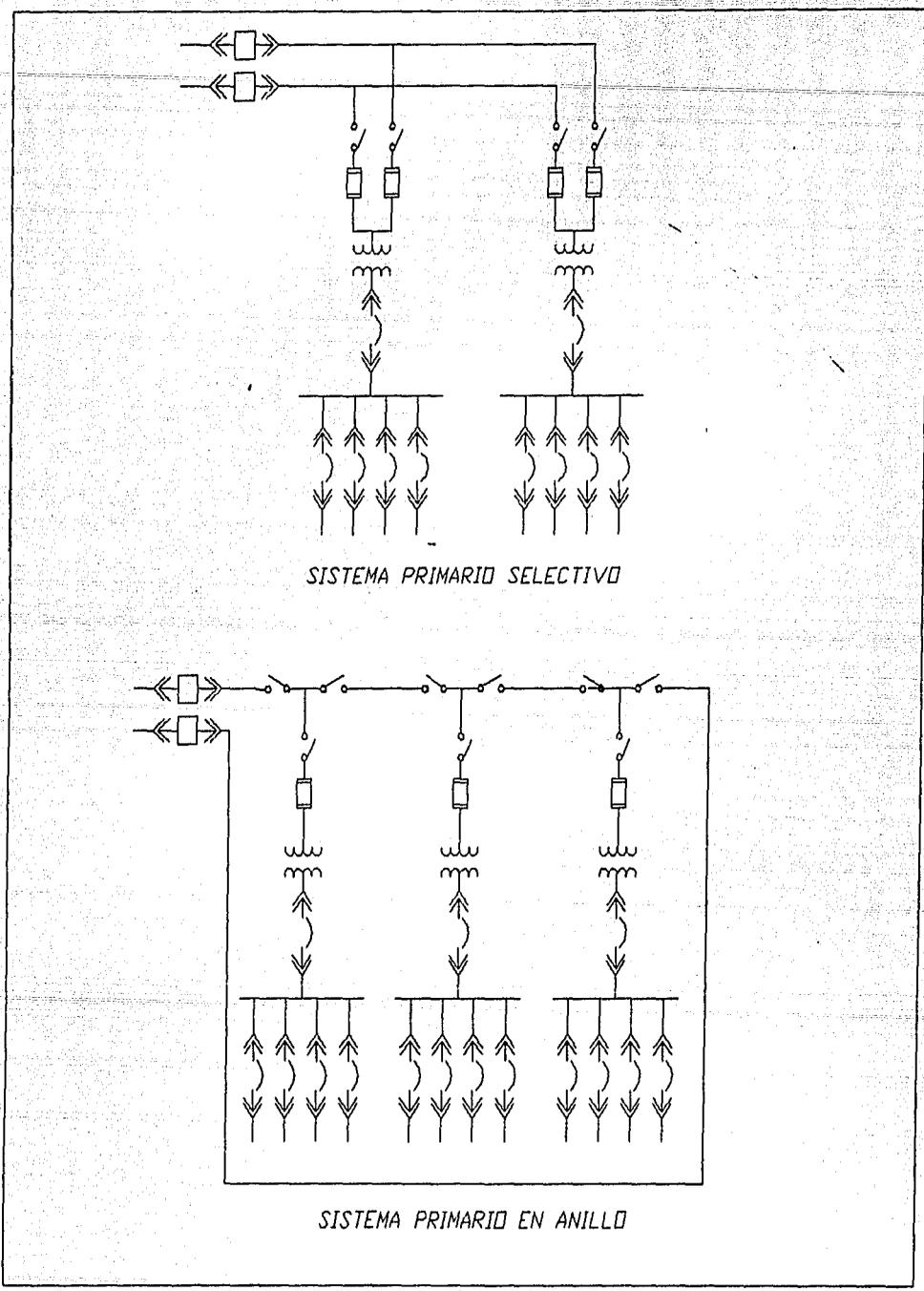
Para el proyecto se ha seleccionado por simplicidad como sistema de distribución el arreglo radial expandido. Sin embargo, existe la posibilidad de emplear el sistema de secundario selectivo en donde una falla del transformador sería controlada inmediatamente, o el de anillo de alta tensión que tiene la ventaja sobre el sistema radial simple de poder aislar una sección de cable defectuosa y restaurar el servicio en el resto del sistema, mientras se lleva a cabo la reparación. Es posible, sin embargo, que la falla no se localice pronto y entonces la interrupción sea larga. Para evitar esta contingencia, puede dotarse a los interruptores con protección direccional de tal manera que la seccionalización del tramo defectuoso sea automática. Esto eleva el costo del sistema desproporcionalmente con relación a la ventaja ganada. Por otro lado, sin los interruptores y protección seccionalizante, el sistema solo es más peligroso y con mayor corriente de cortocircuito que los radiales.



SISTEMA RADIAL SIMPLE

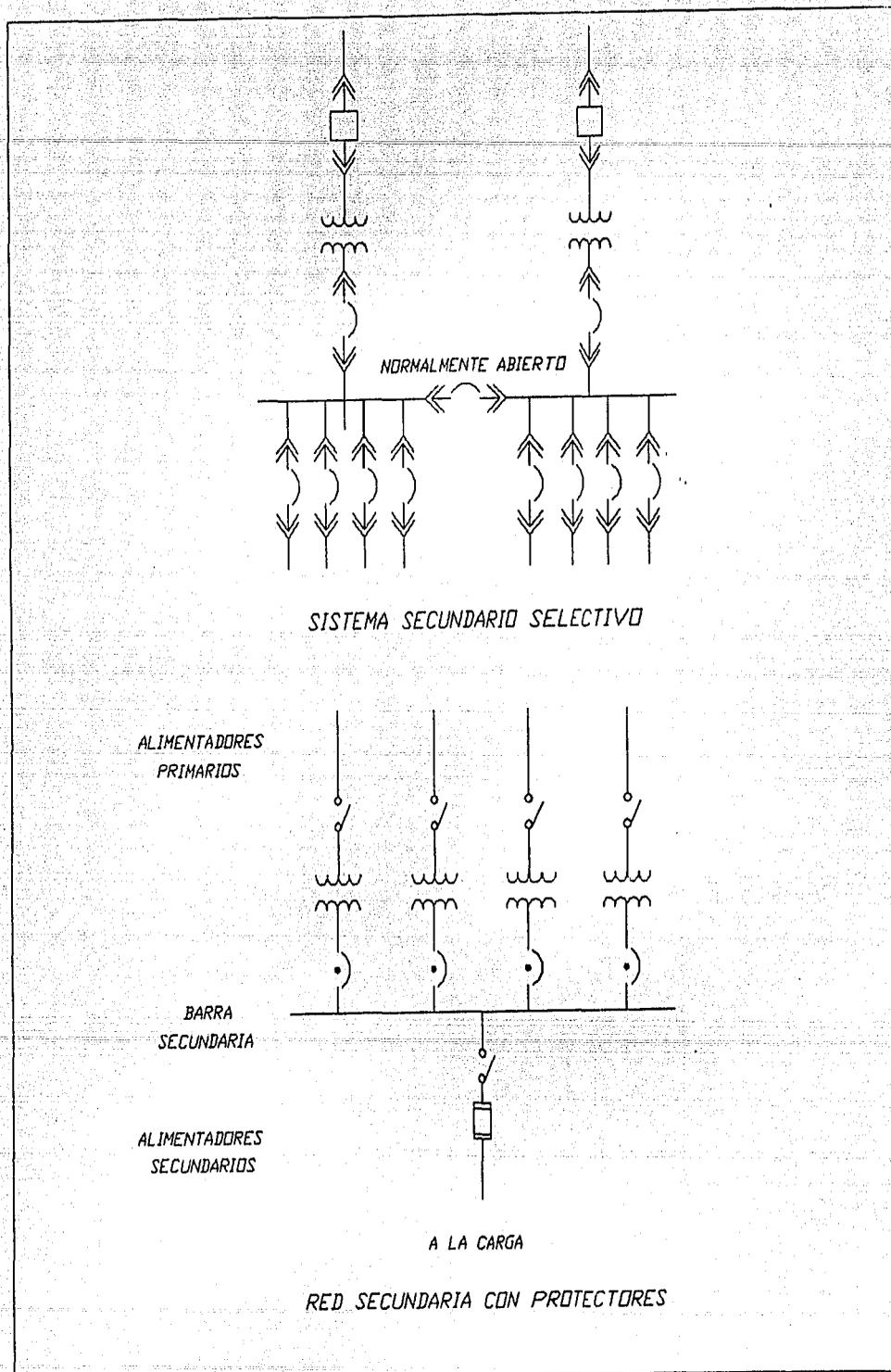


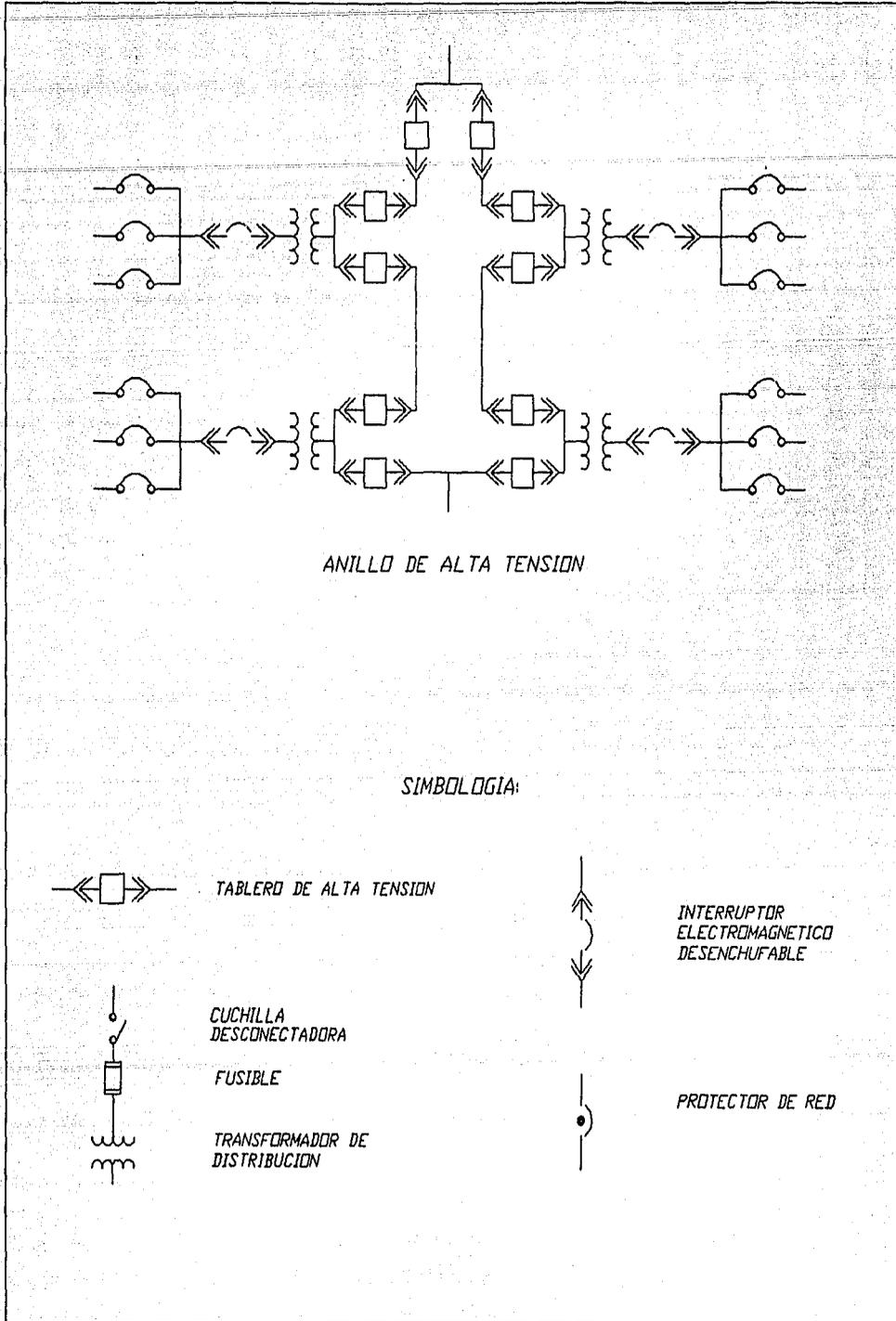
SISTEMA RADIAL EXPANDIDO



SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO

SISTEMA PRIMARIO EN ANILLO





DISEÑO DE LA SUBESTACION

La acometida de la Compañía Suministradora llegará al equipo de medición y de ahí a un interruptor automático en vacío alojado en un tablero blindado "Metal-Clad", las funciones principales de tal interruptor son: proteger la instalación en caso de corto circuito y servir como medio de desconexión general en condiciones de carga máxima (Art.601.5 y 601.6 NTIE). En este tablero se distribuirá el suministro de energía eléctrica, a través de interruptores en vacío a cada una de las subestaciones compactas.

Las características del interruptor automático así como el arreglo del Metal-Clad se encuentran en el Plano E-24.

Los dispositivos contra sobrecorriente, tanto en el lado primario como el secundario, deben ser de capacidad interruptiva adecuada. En el caso del dispositivo del lado primario, su capacidad interruptiva debe estar de acuerdo con la potencia máxima que pueda presentarse en el lugar de la subestación. (Art.601.7 NTIE).

Tensión.

Para la selección de la tensión de recepción del complejo industrial se podrían considerar los siguientes factores:

- 1) Si la subestación es alimentada en forma radial, la tensión se puede fijar en función de la potencia de la misma.
- 2) Si la alimentación proviene de un anillo, la tensión queda obligada por la misma del anillo.
- 3) Si la alimentación se toma de una línea de transmisión cercana, la tensión de la subestación queda obligada por la de dicha línea.

La selección de la tensión de la acometida está en función de la carga total que demandará el complejo industrial, si consideramos que la demanda de una planta industrial grande fluctua entre 2 MVA y 10 MVA, la tensión generalizada de recepción será de 23 KV.

La demanda máxima del complejo industrial es 6.5 MVA, por lo que la tensión de la acometida es de 23 KV.

El voltaje de alta tensión del complejo industrial es el parámetro determinante para la selección del interruptor principal, así como el estudio de corto circuito que fijará la capacidad interruptiva de dicho equipo.

Corriente nominal del complejo 165 A a 23 KV
Capacidad interruptiva máxima 138.88 MVA

Para nuestro caso las características del interruptor principal son :

Modelo: VAD-27050-12

Tensión Nominal: 25 KV rms

Potencia trifásica nominal: 500 MVA

Tensión Nominal Máxima: 27 KV

Corriente Nominal Continua a 60 Hz: 1200 A rms

Corriente de corto circuito nominal a la tensión nominal: 11 KA rms

Tiempo máximo de interrupción nominal: 3 ciclos

Máxima Capacidad Interruptiva Simétrica: 24 KA rms 253 MVA

(Art.601.7 NTIE).

Las características de los interruptores derivados del tablero metal-clad son similares a las del interruptor principal. Consultar plano E-24 al final de la tesis.

TABLERO BLINDADO METAL-CLAD.

- Interruptor en vacío.

Las características funcionales de estos interruptores son las siguientes:

- Corto tiempo de interrupción (3 ciclos).

- Larga vida de servicio.

- Mantenimiento mínimo.

Estos interruptores están diseñados para interrumpir en forma segura y efectiva sistemas primarios de distribución y asegurar continuidad del servicio. También son adecuados para aquellas aplicaciones que requieren un gran número de operaciones de interrupción, ya que los costos de servicio y de mantenimiento son reducidos. Consultar plano E-24 al final de la tesis.

- Funcionamiento de los interruptores en vacío.

Un interruptor en vacío está formado por un aislador tubular, dos tapas, un escudo de arco, un fuelle, un sistema mecánico para contactos fijos y móviles y dos contactos. La envolvente cilíndrica mantiene un alto vacío; el contacto fijo y el móvil están colocados uno frente al otro. El cierre y apertura de los mismos es ejecutado por medio de un mecanismo externo que opera al contacto móvil. Cuando los contactos están cerrados, la corriente fluye, y cuando se abren, un arco se genera entre ellos. Una vez que la corriente alterna alcanza su valor de corriente cero natural y gracias a la acción centrífuga de los contactores, el arco se extingue. Las partículas cargadas y el vapor de metal existente entre los contactos son rápidamente difundidos hacia el escudo de arco, haciendo esto que las propiedades dieléctricas del interruptor se restablezcan.

Por otra parte, mientras el arco es generado, los contactos suministran una cantidad suficiente de vapor metálico, tal fenómeno mantiene una tensión de arco extremadamente baja. La condensación del vapor metálico y la difusión de las partículas cargadas en el escudo de arco, asegura el rápido restablecimiento del vacío y evita en forma efectiva la contaminación en el interior de la botella de vacío. El material del contacto fijo y del contacto móvil, es una aleación de cobre-bismuto. Consultar plano E-24 al final de la tesis.

SUBESTACIONES COMPACTAS

Las subestaciones compactas ofrecen una gran seguridad de operación, facilidad de mantenimiento y gran capacidad de funcionabilidad.

Los interruptores usados son una combinación de navajas desconectoras y/o fusibles en un mismo marco, proporcionando una larga vida de operación con un mínimo mantenimiento.

La construcción de este tipo de subestaciones es a base de secciones modulares, las principales son:

Sección para recibir la línea de alimentación de alta tensión. Sección que aloja una cuchilla desconectadora de paso. Sección que aloja un juego de apartarrayos, la sección que aloja al interruptor, los transformadores y los tableros en baja tensión.

TRANSFORMADORES

La selección de los transformadores de la subestaciones compactas se realiza en función de la potencia que cada subestación deberá suministrar, es decir que la potencia que resulte de aplicar el factor de demanda debe de ser la potencia del transformador. Consultar planos E-25, E-26, E-27 y E-30.

Cálculo del transformador

La potencia del transformador es la suma de las cargas conectadas y modificadas por los factores de Reserva y Demanda.

El método a seguir para el cálculo del transformador de una subestación cualquiera es:

- 1) Cálculo de la potencia de todas y cada una de las cargas conectadas al transformador.
- 2) Corregir la potencia de todas y cada una de las cargas conectadas al

transformador por los factores de Reserva y de Demanda.

3) Sumar las potencias corregidas, el valor resultante es igual a la potencia real de transformador requerido.

Cálculo del transformador de la subestación 1.

La carga está agrupada por tableros de distribución.

Tablero

PT-CCM1	POT. NOM. = 158 HP POT. CORREG. = POT. NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD) POT. CORREG. = 158(746)(1.15)(0.9) = 121 993.8 W
CA-CCM2	POT. NOM. = 405 HP POT. CORREG. = POT. NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD) POT. CORREG. = 405(746)(1.25)(0.8) = 302 130 W
TM-TDF1	POT. NOM. = 82.5 HP POT. CORREG. = POT. NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD) POT. CORREG. = 82.5(746)(1.25)(0.5) = 38 465.6 W
GA-TDF5	POT. NOM. = 21 HP POT. CORREG. = POT. NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD) POT. CORREG. = 21(746)(1.25)(0.5) = 9 791.25 W
CO-A1	POT. NOM. = 200 HP POT. CORREG. = POT. NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD) POT. CORREG. = 200(746)(1)(1) = 149 200 W
CO-A2	POT. NOM. = 200 HP POT. CORREG. = POT. NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD) POT. CORREG. = 200(746)(1)(1) = 149 200 W
CO-A3	POT. NOM. = 200 HP POT. CORREG. = POT. NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)

$$\text{POT. CORREG.} = 200(746)(1)(1) = 149\,200 \text{ W}$$

CO-A4 POT.NOM. = 200 HP
POT. CORREG. = POT.NOM. (746) (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 200(746)(1)(1) = 149 200 W

CA-TDA1 POT.NOM. = 17 375 W
POT. CORREG. = POT.NOM. (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 17 375(1.2) = 20 850 W

CA-TDA2 POT.NOM. = 6 180 W
POT. CORREG. = POT.NOM. (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 6 180(1.2) = 7 416 W

TM-TDA3 POT.NOM. = 9 840 W
POT. CORREG. = POT.NOM. (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 9 840(1.2) = 11 808 W

TE-TDA4 POT.NOM. = 10 778 W
POT. CORREG. = POT.NOM. (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 10 778(1.2) = 12 933 W

SE-TDA5 POT.NOM. = 5 010 W
POT. CORREG. = POT.NOM. (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 5 010(1.2) = 6 012 W

AG-TDA6 POT.NOM. = 15 750 W
POT. CORREG. = POT.NOM. (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 15 750(1.2) = 18 900 W

GA-TDA11 POT.NOM. = 1 845 W
POT. CORREG. = POT.NOM. (FACTOR DE RESERVA) (F. DIVERSIDAD)
POT. CORREG. = 1 845(1.2) = 2 214 W

TOTAL 900 kW

La potencia real de un transformador de 1 MVA a un factor de potencia de 0.9 es 900 kW, siendo el transformador seleccionado de 1 000 kVA.

El cálculo de los otros transformadores se realiza de la misma forma.

Para consulta de los valores de carga de los tableros ver plano E-05 al final de la tesis.

Transformador del horno

La selección de los transformadores de los hornos de arco eléctrico contempla la función específica de dichos dispositivos, así pues el transformador es de tipo acorazado con devanados tipo galleta y con reactores limitadores de corriente, que además filtran las variaciones bruscas de corriente, la potencia de dichos transformadores debe de ser la potencia requerida por los hornos para su perfecto funcionamiento. (Consultar plano E-29).

Sección de barras

En cuanto a la selección de las barras, estas deben de ser capaces de conducir la corriente nominal sin dificultad y deben de tener la capacidad de soportar las condiciones de corto circuito. Consultar planos E-25, E-26, E-27, y E-30.

Características de los interruptores en aire.

1. Combinación de interruptor y fusibles en alta tensión para proporcionar la protección de "Corto Circuito", los fusibles normalmente se montan en posición vertical para evitar fallas en su mecanismo de operación. El disparo es rápido para limitar la corriente de corto circuito, operación silenciosa, recargable (en fábrica), alta capacidad interruptiva, indicador de operación del fusible. Consultar planos E-25, E-26, E-27, y E-30.

2. Dispositivos de disparo tripolar, a la función de un fusible, lo cual evita la operación monofásica ó bifásica del equipo conectado.

3. Se cuenta con la opción de disparo remoto mediante una bobina.

La selección de los fusibles se debe apoyar en el cálculo previo del corto circuito para conocer la corriente máxima y en el estudio de coordinación de protecciones para determinar el tiempo de disparo. Cuando se utilizan para protección de transformadores, es recomendable que la corriente nominal del fusible esté entre los límites de 1.6 a 3 veces el valor de la corriente nominal del transformador a proteger.

- Interruptores en aire y autoneumáticos.

Las principales características son:

- Combinación de las navajas desconectadoras y fusibles en un mismo marco.
- Dispositivo de disparo tripolar, a la fusión de un fusible, lo cual evita la operación monofásica ó bifásica del equipo conectado.
- Se puede adicionar una bobina de disparo en CA o CD, en caso de que se necesite disparo remoto.
- Protección térmica primaria con relevadores (sólo interruptor autoneumático) con límites de calibración de 1 a 1.6 veces la corriente nominal.
- Tablero en baja tensión. Tensión CBI (Marca Square D).

Este equipo está diseñado para lograr la máxima seguridad de operación, la mayor facilidad de mantenimiento y una larga vida de operación.

El tablero está formado por secciones de interruptores termomagnéticos, los cuales son montados individualmente sobre un soporte alojado en la parte frontal del tablero.

Los interruptores están colocados verticalmente con la palanca de operación sobresaliendo de las cubiertas frontales de la sección. Cada interruptor está conectado individualmente con conectores de cobre a las barras principales del tablero. En el lado de carga de cada interruptor se colocan conectores de cobre; a estos conectores de cobre, opcionalmente se le colocan zapatas de acuerdo con los requerimientos de uso. (Consultar planos E-25, E-26, E-27, y E-30).

CAPITULO 6

SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS

Si bien la necesidad de un adecuado diseño del sistema de tierra ha sido reconocido por muchos años, los criterios normalizados de diseño fueron establecidos hace aproximadamente 30 años con la publicación en 1961 de la Norma AIEE Std 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding del American Institute of Electrical Engineers (AIEE).

Desde esa fecha se han publicado muchos trabajos que han mejorado los criterios de diseño y han desarrollado mejores métodos de análisis para determinar la eficacia de los sistemas de tierra.

En 1976 aparece la edición de la Norma IEEE Std 80 del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) conteniendo solo algunos cambios de la edición anterior, siendo el principal, la revisión de un valor más estricto para la corriente permisible en el cuerpo humano. En la edición 1986 se contemplan mayores cambios en los pasos a seguir en el procedimiento del diseño.

Introducción

El objeto de conectar a tierra un circuito eléctrico es limitar las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a fenómenos transitorios en el propio circuito o a contactos accidentales con líneas de mayor tensión; así como limitar la tensión a tierra del circuito durante su operación normal. Una conexión sólida a tierra es indispensable para facilitar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en caso de fallas a tierra.

Si no se cuenta con un sistema de tierras adecuado, hay otros sistemas que dependen de éstos y por lo tanto no van a funcionar adecuadamente, por ejemplo el sistema de pararrayos, que da protección contra descargas atmosféricas, el sistema de apartarrayos que protege los equipos contra sobretensiones en las líneas, el sistema de protección contra cortocircuito ya que al no haber tierra buena no existen fallas a tierra, lo cual puede ser

peligroso ya que puede quedar energizada la carcasa de algún equipo.

Las canalizaciones y cubiertas metálicas de conductores o equipo (ajenas al circuito eléctrico) son puestas a tierra con el objeto de evitar que éstas tengan un potencial mayor que el de la tierra en un momento dado y representen riesgos para las personas.

Existen tres sistemas de tierra principalmente:

1.- Sistema de tierra de potencia, para conectar los NEUTROS de los sistemas, las carcasas de los equipos y estructuras que se requiera estar a potencial de tierras.

2.- Sistema de tierra para conectar los pararrayos.

3.- Sistema de tierra para equipos electrónicos.

En cada uno de estos sistemas, hay subdivisiones que especializan cada caso de acuerdo a una necesidad específica, por ejemplo en los sistemas de tierra para conectar equipos electrónicos, se manejan con diferentes criterio un equipo de energía ininterrumpible (UPS) que un equipo de telefonía.

Se consideran básicamente tres sistemas:

- a) Sistema Radial
- b) Sistema de Anillo
- c) Sistema de Malla

a) Sistema Radial.- Es económico pero tiene el inconveniente que al haber una falla, se producen gradientes de potencial peligrosos. Consisten en uno o varios electrodos a los cuales se conectan los equipos.

b) Sistema de Anillo.- Es económico y eficiente, se disminuyen los potenciales peligrosos al disiparse las corrientes de falla por varios caminos en paralelo. Consiste en un cable de suficiente calibre colocado en forma de anillo, alrededor de la superficie ocupada por los equipos y conectado el

mismo a electrodos y a los equipos con cables más delgados.

c) Sistema de Malla.- Es más caro pero también el más eficiente. Consiste, como su nombre lo indica, en una malla formada con cables de cobre, misma que se conecta a electrodos y a los equipos.

Los elementos de una red de tierra son:

- a) Conductores
- b) Electrodos
- c) Conectores y accesorios

a) Conductores.- Formados generalmente con cables de cobre desnudo, debido a su buena conductividad y resistencia a la corrosión y fusión. El calibre de los conductores se determinará por requerimientos de conducción de corriente.

b) Electrodos.- Generalmente se utilizan varillas de acero con cobre, llamados "COPPERWELD" cuyas dimensiones más comerciales son de 2.5 y 3 metros de longitud, mismas que se clavan en el terreno para buscar zonas húmedas que ofrecen menor resistencia eléctrica. Pueden ser también tubos de fierro galvanizado u otro tipo de varilla.

c) Conectores y accesorios.- Nos sirven para conectar los conductores entre si o bien a los electrodos y a los equipos. Estos son de tres tipos: mecánicos, soldables y a presión. Siendo los dos últimos los más comunes.

Los conectores mecánicos se unen por tornillos y ofrecen la ventaja de poder desconectarse para hacer verificaciones de medición. Estos deberán utilizarse en puntos accesibles para inspección y mantenimiento, sin embargo tiene el inconveniente de resistir menos temperatura (250°C) para fines de cálculo.

Los conectores soldables ofrecen una conexión permanente y eliminan la resistencia de contacto y la corrosión; su límite de temperatura para fines de cálculo es mayor (450° C) además de que se facilita mucho su conexión sobre

todo cuando son muchas las conexiones que se van a hacer. Tiene el inconveniente de que no se puede verificar aisladamente los elementos de la red.

Los conectores de presión incluyen todas las conexiones que mediante presión mantienen en contacto al conductor con el conector, estos conectores deberán diseñarse para una temperatura de 250-350 °C.

Puesta a Tierra según las NTIE

En las NTIE existe una sección (206) que contiene los requisitos para la puesta a tierra de instalaciones eléctricas y equipos, como medio de protección para las personas y las propias instalaciones.

También se establece, en forma general, en que casos deben conectarse a tierra los circuitos, las canalizaciones y cubiertas metálicas de cables y partes metálicas de los equipos, así como los métodos para efectuar dicha conexión a tierra.

Creemos conveniente explicar algunas de las condiciones que existen según las NTIE para la puesta a tierra, así como la definición de los siguientes conceptos:

- Puesta a tierra o conexión a tierra, es la acción y efecto de conectar a tierra efectivamente a ciertos elementos de un equipo o de un circuito, en la forma y por los métodos establecidos en estas Normas Técnicas.

- Conductor de puesta a tierra es definido como el conductor que se usa para conectar a tierra, en el punto requerido, las cubiertas metálicas de los equipos, las canalizaciones metálicas y otras partes metálicas no portadoras de corriente. (Se le llama también conductor de puesta a tierra).

Corriente en los conductores de puesta a tierra

La conexión a tierra de sistemas, circuitos, apartarrayos, canalizaciones y cubiertas metálicas de cables y equipos, debe hacerse en tal forma que no circulen corrientes inconvenientes por los conductores de puesta a tierra: no deben considerarse como inconvenientes a las corrientes momentáneas que se producen bajo condiciones anormales, cuando los conductores de puestas a tierra están desempeñando sus funciones de protección.

En caso de que circule una corriente inconveniente en un conductor la puesta a tierra, debido al uso de tierras múltiples, debe adoptarse alguna de las soluciones siguientes:

- a) Suprimir una o más de dichas tierras.
- b) Cambiar su localización.
- c) Interrumpir adecuadamente la continuidad del conductor entre las conexiones a tierra.
- d) Recurrir a otro medio adecuado para limitar la corriente, a satisfacción de la Secretaría.

Puesta a tierra de equipo

Equipo fijo en general.

Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, de equipo fijo, incluyendo sus cubiertas y soportes metálicos, que pudieran quedar energizados bajo condiciones anormales, deben ponerse a tierra en cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) Cuando el equipo opere a una tensión mayor de 150 volts a tierra.
Excepción. Puede omitirse, con autorización de la Secretaría, la conexión a tierra de aparatos calentados eléctricamente, cuando ésta sea impracticable, en cuyo caso los armazones de estos aparatos deben aislarse permanentemente y efectivamente de tierra.

b) Cuando el equipo esté instalado en lugares húmedos o mojados y esté fácilmente accesible o no esté protegido por resguardos, cualquiera que sea su tensión de operación.

c) Cuando dichas partes se encuentren accesibles y en contacto eléctrico con estructuras metálicas que no están puestas a tierra.

d) Cuando dichas partes se encuentren dentro de una distancia de 2.50 metros, verticalmente, o de 1.50, horizontalmente con respecto a tierra u objetos metálicos puestos a tierra y estén expuestas a contactos de personas.

e) En lugares clasificados como peligrosos según se requiere en las secciones 501 a 509 de las NTIE.

Equipos fijos específicos.

Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los siguientes equipos, cualquiera que sea su tensión de operación, deben ponerse a tierra:

a) Equipo eléctrico de ascensores y grúas.

b) Equipos de proyección cinematográfica del tipo profesional.

c) Anuncios luminosos y equipo auxiliar, a menos que sean inaccesibles a personas no idóneas y estén aislados de tierra o de cualquier parte conductora.

d) Armazones de generadores o de grupos motor-generator, a menos que el generador esté eficazmente aislado de tierra y en el caso de grupo motor-generator, también del motor que lo acciona.

e) Estructura de los tableros de piso y gabinetes de tableros de pared.

Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos

No debe ser menor al indicado en la tabla, excepto los casos particulares como: equipo portátil o colgante, alumbrado de contorno o realce y transformadores de instrumentos y cubiertas de instrumentos, para los cuales recomendamos consultar las NTIE.

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
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 MCM
1600	4/0	350 MCM
2000	250 MCM	400 MCM
2500	350 "	500 MCM
3000	400 "	600 MCM
4000	500 "	800 MCM
5000	700 "	1000 MCM
6000	800 "	1200 MCM

Sistema de tierras para Subestaciones

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

Características. 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.

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 la conexión a los mismos. Se recomienda que los conductores de la malla sean de cobre, con calibre mínimo de 4/0 AWG (107.2 mm^2) y que los conductores de puesta a tierra del equipo no sean de un calibre menor al No. 2 AWG (33.6 mm^2).

En cada cruce de conductores de la malla, estos deben conectarse rígidamente entre sí y, en los puntos adecuados, conectarse a electrodos de tierra de 2.50 metros de longitud o más, clavados verticalmente. Donde sea posible, se recomienda construir registros en los mismos puntos.

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, incluyendo todos los elementos que forman el sistema de tierras, esto es, la malla, los electrodos y los conductores de puesta a tierra). Para reducir la resistencia total del sistema se puede aumentar el área total de la malla, reduciendo los espaciamentos entre los conductores de ésta, o bien, usar un mayor número de electrodos.

Se recomienda hacer las pruebas necesarias para comprobar que los valores reales de la resistencia a tierra de la malla se ajustan a los valores que da el diseño; por otra parte, se recomienda repetir periódicamente estas pruebas, para comprobar que se conservan las condiciones originales, en el curso del tiempo o que se mantienen dentro de límites aceptables.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

El diseño de una red de tierras puede ser muy simple o muy complicado dependiendo de la ubicación, ya que hay factores que son determinantes y que son directamente proporcionales al costo.

Paso 1. Datos de campo.

Area ocupada por la malla de tierra (A) y resistividad del terreno (ρ). EL área que ocupará la malla podrá determinarse a partir del plano general de arreglo de la subestación, en el cual estarán indicados los límites y la disposición de equipos.

La resistividad del terreno podrá determinarse de datos promedio proporcionado por tablas o con alguno de los siguientes métodos: de Wenner o de 4 puntos y de caída de potencial o de tres puntos. Las pruebas de resistividad determinarán el perfil de resistividad y el modelo a utilizar (suelo uniforme o modelo de dos capas).

Paso 2. Dimensionamiento del conductor.

Cálculo de la corriente de falla. Tiempo de duración de la falla y diámetro del conductor de la malla.

El tamaño del conductor se determina con la ecuación:

$$A_{mm}^2 = I \sqrt{\frac{tc\alpha_r\rho_r 10^4}{TCAP} \ln \left[1 + \left(\frac{T_m - T_a}{K_o + T_a} \right) \right]}$$

donde:

I = corriente rms en Kiloamperes.

A = sección transversal del conductor en mm^2 .

T_m = temperatura máxima permisible en °C.

T_a = temperatura ambiente en °C.

α_r = coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia T_r en $\mu\Omega / cm^3$.

$$K_0 = 1 / \alpha_0, \text{ ó } (1 / \alpha r) - T_r$$

t_c = tiempo de duración del flujo de corriente en segundos.

TCAP = factor de capacidad térmica en $J/cm^3 / ^\circ C$.

La corriente de falla podrá calcularse con la potencia de corto circuito monofásico y será la máxima que podrá conducir cualquier conductor en el sistema de tierra. El tiempo de duración de la falla reflejará el tiempo máximo posible para la liberación de la falla, incluido el tiempo de una protección de respaldo.

El diámetro del conductor de la malla se calculará a partir de la sección del conductor.

Paso 3. Cálculo de potenciales de paso y de contacto tolerables.

Los voltajes de paso y de contacto tolerables se calcularán con las siguientes ecuaciones:

$$E_{paso} = (R_B + R_{2F_s}) I_B$$

$$E_{paso50} = (1000 + 6C_s(h_s, K)\rho_s) 0.116 / \sqrt{t_s}$$

$$E_{paso70} = (1000 + 6C_s(h_s, K)\rho_s) 0.157 / \sqrt{t_s}$$

$$E_{cont} = (R_B + R_{2F_p}) I_B$$

$$E_{cont50} = (1000 + 1.5C_s(h_s, K)\rho_s) 0.116 / \sqrt{t_s}$$

$$E_{cont70} = (1000 + 1.5C_s(h_s, K)\rho_s) 0.157 / \sqrt{t_s}$$

donde:

C_s = factor de reducción del valor nominal de la resistividad superficial, el cual es 1 para cuando no existe una capa superficial en la subestación.

ρ_s = resistividad del material de la superficie en ohms-metro.

t_s = duración de la corriente en segundos.

La selección del tiempo t_s está basando en el criterio del ingeniero de diseño apoyado en la norma.

Paso 4. Diseño inicial de la malla.

El diseño preliminar de la malla deberá incluir un conductor rodeando el área completa de la subestación, además de conductores cruzados en dos direcciones formando una retícula para permitir la conexión a tierra de los diferentes equipos.

El espaciamiento entre conductores y la localización de varillas de tierra deberá basarse en la corriente I_c y en el área a proteger con la malla.

Paso 5. Resistencia a tierra de la malla.

Puede determinarse un valor preliminar de la resistencia con las ecuaciones indicadas en el punto 3. Para el diseño final pueden encontrarse estimaciones más precisas de esta resistencia, especialmente cuando se usan varillas para alcanzar capas de mayor conductividad en el subsuelo. Para esta aplicación se utilizarán las ecuaciones para incluir el efecto de dos diferentes resistividades en el cálculo de la resistencia de la red y del grupo de varillas.

Paso 6. Corriente de malla.

La corriente I_c se determina por las ecuaciones estudiadas anteriormente. Para evitar un sobredimensionamiento del sistema de tierra, deberá usarse en el diseño de la malla solamente aquella parte de la corriente total de falla I_{f0} que fluye de la malla hacia el terreno (y que contribuye a los voltajes de paso y de malla, y a la elevación de potencial de la malla).

La corriente I_c deberá reflejar la peor condición de falla (tipo y localización), el factor de decremento y cualquier expansión futura del sistema eléctrico.

Paso 7. Comparación de potenciales.

Si la máxima elevación de potencial de la malla del diseño preliminar está por debajo del valor del voltaje de contactos tolerables, ya no es necesario realizar más cálculos, únicamente se agregarán si se requieren,

conductores adicionales para puesta a tierra de equipos.

Paso 8. Cálculo de potenciales de paso y de contacto en la malla.

Los potenciales de paso y de contacto en la malla, se calcularán con las ecuaciones descritas en los párrafos correspondientes.

Paso 9. Comparación del potencial de contacto en la malla, con el potencial de contacto tolerable.

En este paso se compararán el potencial de contacto en la malla llamado también potencial de malla, con el potencial de contacto tolerable calculado en paso 3. Si el potencial de malla es menor que el potencial de contacto tolerable, el diseño puede completarse (ver paso 10) y si no, tendrá que modificarse el diseño preliminar (ver paso 11).

Paso 10. Si los voltajes de paso y de contacto en la malla son menores a los voltajes tolerables, el diseño necesitará solamente de conductores adicionales para puesta a tierra de equipos, si no, tendrá que revisarse el diseño preliminar.

Paso 11. Si se excede los límites de los potenciales tolerables, se requerirá de una revisión en el diseño de la malla. Esta revisión incluirá espaciamientos más pequeños entre conductores, varillas de tierra adicionales, etc.

Paso 12. Detalles en el diseño.

Después de satisfacer los requerimientos para cumplir con los voltajes tolerables, deberá revisarse el diseño final para incluir conductores que hagan falta cerca de los equipos que se van a conectar a tierra, o adicionar varillas en las bases de los apartarrayos o en los neutros de transformadores, etc.

Diseño de la red de tierras del Metalclad

Datos para el Cálculo.

Corriente de cortocircuito	1894 A.
Resistividad del terreno	$\rho = 100 \Omega \text{ m}$
Resistividad superficial	$\rho_s = 3000 \Omega \text{ m}$
Tiempo de duración de la falla	$t = 0.5 \text{ seg.}$
Longitud del Metalclad	$L = 7.85 \text{ m}$
Ancho del Metalclad	$W = 2.55 \text{ m}$
Profundidad de la red	$h = 0.6 \text{ m}$
Espesor de la superficie del Metalclad	$h_s = 0.15 \text{ m}$

Cálculo de la sección del conductor

Para el cálculo se considerará la corriente en el bus de 23 kV que es 1894 A.

El factor de decremento (D_f), de acuerdo a la siguiente tabla para una relación $X/R = 10$ en el punto de falla y un $t_f = 0.5 \text{ seg}$ con frecuencia de 60 Hz es de 1.026.

Factor de decremento para varias relaciones de X/R

Duración de la falla t_f (seg)	60 Hz Ciclos	Factor de Decremento D_f			
		X/R=10	X/R=20	X/R=30	X/R=40
.05	3	1.232	1.378	1.462	1.515
.10	6	1.125	1.232	1.316	1.378
.30	18	1.043	1.085	1.125	1.163
.50	30	1.026	1.052	1.077	1.101
.75	45	1.018	1.035	1.052	1.068
1.00	60	1.013	1.026	1.039	1.052

Diseño de la red de tierras del Metalclad

Datos para el Cálculo.

Corriente de cortocircuito	1894 A.
Resistividad del terreno	$\rho = 100 \Omega \text{ m}$
Resistividad superficial	$\rho_s = 3000 \Omega \text{ m}$
Tiempo de duración de la falla	$t = 0.5 \text{ seg.}$
Longitud del Metalclad	$L = 7.85 \text{ m}$
Ancho del Metalclad	$W = 2.55 \text{ m}$
Profundidad de la red	$h = 0.6 \text{ m}$
Espesor de la superficie del Metalclad	$h_s = 0.15 \text{ m}$

Cálculo de la sección del conductor

Para el cálculo se considerará la corriente en el bus de 23 kV que es 1894 A.

El factor de decremento (D_f), de acuerdo a la siguiente tabla para una relación $X/R = 10$ en el punto de falla y un $t_r = 0.5 \text{ seg}$ con frecuencia de 60 Hz es de 1.026.

Factor de decremento para varias relaciones de X/R

Duración de la falla t_f (seg)	60 Hz Ciclos	Factor de Decremento D_f			
		X/R=10	X/R=20	X/R=30	X/R=40
.05	3	1.232	1.378	1.462	1.515
.10	6	1.125	1.232	1.316	1.378
.30	18	1.043	1.085	1.125	1.163
.50	30	1.026	1.052	1.077	1.101
.75	45	1.018	1.035	1.052	1.068
1.00	60	1.013	1.026	1.039	1.052

Se considerará un factor de crecimiento o proyección (Cp) para la subestación igual a 1.0.

$$I_c = 1894 \times 1.0 \times 1.026 = 1943.244 \text{ A}$$

La sección del conductor será de acuerdo con la tabla de la norma 80-IEEE que para un $t_s = 0.5$ seg y temperaturas máximas de 450°C y 250°C indica un factor de 6.6 y 8.3 respectivamente.

$$450^\circ\text{C} \quad A = 1943.244 \times 6.6 = 12825.41 \text{ CM}$$

$$250^\circ\text{C} \quad A = 1943.244 \times 8.3 = 16128.93 \text{ CM}$$

Calibre 8 AWG (16510 CM)

Por Norma utilizaremos 4/0 AWG (211, 600 CM) con diámetro $d = 0.0134 \text{ m}$

Preliminar de R_g , resistencia a tierra.

Para subestaciones de potencia es recomendable tener valores de resistencia a tierra cercanos a 1 ohm o menos; mientras que en subestaciones de distribución un rango aceptable es de 1 a 5 ohms dependiendo de las condiciones locales.

La resistencia depende del área y como primera aproximación, el valor mínimo de la resistencia a tierra en la subestación en suelo uniforme puede estimarse por medio de la fórmula de una placa metálica circular una vez que se ha determinado la resistividad del suelo.

$$R_g = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{A}} = \frac{100}{4} \sqrt{\frac{\pi}{60.22}} = 5.71 \Omega$$

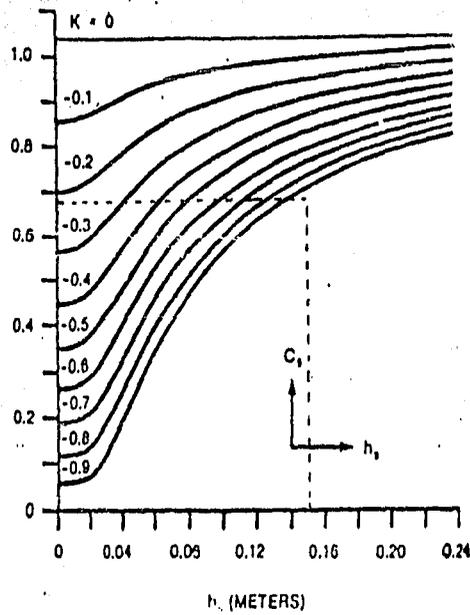
Para profundidades entre 0.25 y 2.5 metros se requiere una corrección por profundidad:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20} A} \left(1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{20/A}} \right) \right]$$

$$R_g = 100 \left[\frac{1}{104.2} + \frac{1}{\sqrt{20}(60.22)} \left(1 + \frac{1}{1 + .6 \sqrt{20/60.22}} \right) \right] = 1.41 \Omega$$

Cálculo de Cs. Factor de reflexión K.

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s} = \frac{100 - 3000}{100 + 3000} = -0.935$$



$C_s = 0.67$, siendo este el factor de reducción del valor nominal de la resistividad superficial en función de (h_s , K) y que puede leerse en la figura anterior.

Cálculo de potenciales tolerables.

$$t_s = t_r = 0.5 \text{ seg (30 ciclos a 60 Hz)}$$

- Potencial de paso tolerable.

$$E_{\text{paso}50} = (1000 + 6(.67)3000) 0.116 / \sqrt{.5} = 2142.48 \text{ V}$$

$$E_{\text{paso}70} = 2899.73 \text{ V}$$

$$E_{\text{cont}50} = (1000 + 1.5(.68)3000) 0.116 / \sqrt{.5} = 658.66 \text{ V}$$

$$E_{\text{cont}70} = 891.46 \text{ V}$$

Disposición de los conductores en la red

Se considerarán 5 conductores paralelos y 9 conductores transversales como se muestra en la figura de la red de tierras.

Cálculo de potenciales en la malla

$$D = 1.356 \text{ m}$$

Cálculo de L_c , longitud de conductores enterrados en la malla.

$$9 \times 5.55 = 49.95 \text{ m}$$

$$5 \times 10.85 = 54.25 \text{ m}$$

$$\text{total} \quad \underline{104.2 \text{ m}}$$

Cálculo de L_r , longitud total de las varillas de tierra en donde el factor de multiplicación 1.15 toma en cuenta que la densidad de corriente es mucho mayor en las varillas cerca del perímetro que en los conductores.

$$L_r = 1.15 (14 \times 3) = 48.3 \text{ m}$$

Cálculo de L

$$L = 104.2 + 48.3 = 152.5 \text{ m}$$

Cálculo de n , es la media geométrica del número de conductores en ambas direcciones y sirve para determinar los factores K_m y K_i para el cálculo de E_m .

$$n = \sqrt{n_A n_B} = \sqrt{5 \times 9} = 6.71$$

Cálculo del factor K_m (factor geométrico) y K_i (factor de corrección).

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{i1}}{K_h} \ln \frac{8}{\pi(2n-1)} \right]$$

$K_{ii} = 1$ para mallas con varillas de tierra a lo largo del perímetro o con varillas en las esquinas de la malla o con varillas a lo largo del perímetro y por toda la malla. K_h es igual a $\sqrt{1 + h/h_0}$, en donde $h_0 = 1$ m (profundidad de referencia de la malla) y h es la profundidad de la malla.

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{1.356^2}{16(.6)(.0134)} + \frac{(1.356+2(0.6))^2}{8(1.356)(.0134)} - \frac{0.6}{4(0.134)} \right) + \frac{1}{1.2649} \ln \frac{8}{\pi(2(6.71)-1)} \right] = .417$$

$$K_i = .656 + .172n = .656 + .172(6.71) = 1.81$$

Cálculo del potencial de contacto (E_m).

$$E_m = \rho K_m K_i I_c / L = 100 \times .417 \times 1.81 (1943.244 / 152.5) = 961.77 \text{ V}$$

Cálculo del factor geométrico K_s .

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0.5^{n-2}) \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2(.6)} + \frac{1}{1.356+.6} + \frac{1}{1.356} (1 - 0.5^{9-2}) \right] = .661$$

$$K_i = .656 + (0.172 \times 9) = 2.204$$

Cálculo del potencial de paso

$$E_s = \rho K_s K_i I_c / L = 100 \times .661 \times 2.204 (1943.244 / 152.5) = 1856.4 \text{ V}$$

Verificación de potenciales

$$E_m < E_{cont} \quad 961.77 < 658.66$$

$$E_s < E_{paso} \quad 1856.4 < 2142.48$$

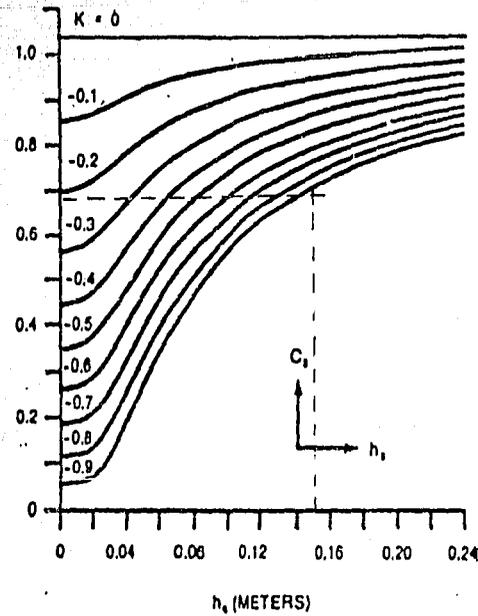
La red se considera que no es segura ya que no cumple con potenciales.

Una solución es aumentar la resistividad superficial para tener potenciales tolerables más altos:

$$\rho_s = 5000 \Omega \cdot m$$

Cálculo de C_s : Factor de reflexión K .

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s} = \frac{100 - 5000}{100 + 5000} = -0.961$$



- Potencial de paso tolerable.

$$E_{paso50} = (1000 + 6(.68)5000) 0.116 / \sqrt{.5} = 3510.64 \text{ V}$$

$$E_{paso70} = 4751.47 \text{ V}$$

$$E_{cont50} = (1000 + 1.5(.68)5000) 0.116 / \sqrt{.5} = 1000.7 \text{ V}$$

$$E_{cont70} = 1354.4 \text{ V}$$

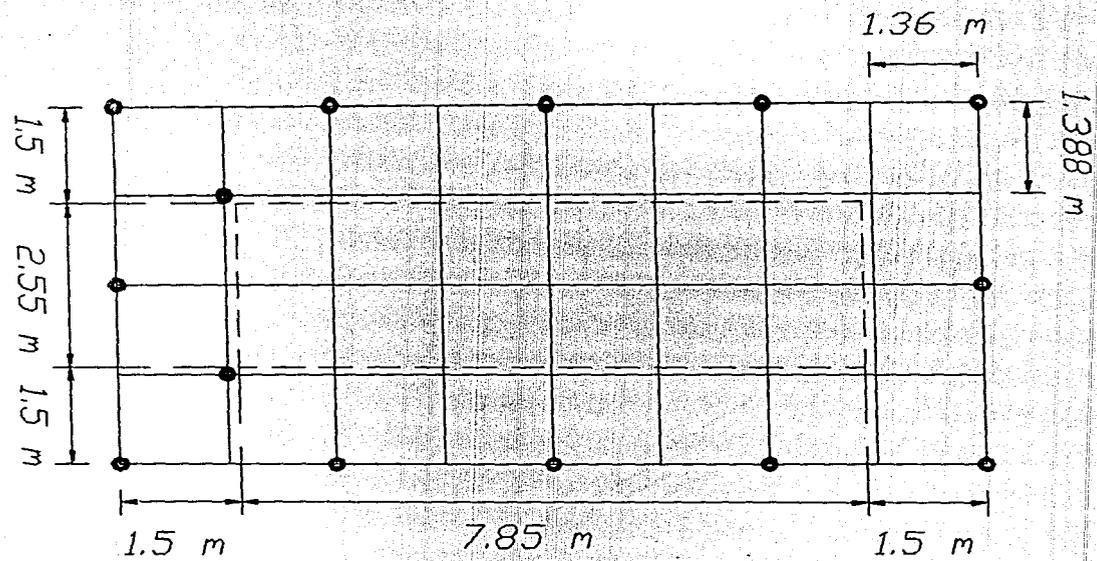
Verificación de potenciales

$$E_m < E_{cont} \quad 961.77 < 1000.7$$

$$E_s < E_{paso} \quad 1856.4 < 3510.64$$

La red se considera segura ya que cumple con potenciales.

DISEÑO PRELIMINAR



5 CONDUCTORES PARALELOS

9 CONDUCTORES TRANSVERSALES

PARARRAYOS

Las especificaciones para la construcción de los sistemas de pararrayos, que se detallan a continuación, en su mayoría han sido tomadas de las Normas Americanas "National Fire Protection Association" (NFPA). A continuación, se indican los puntos básicos de éstas disposiciones.

I CLASIFICACION DE EDIFICIOS

- 1.-) Diferentes tipos de edificios a considerar en protección contra descargas atmosféricas.

Para el objeto de estas normas, se puede considerar que los edificios se dividen en dos categorías principales, las cuales a su vez se subdividen cada una en dos tipos diferentes.

CLASIFICACION GENERAL

- 1.- Basada en la altura de los edificios.
- 2.- Basada en la pendiente de los techos.

SUBDIVISIONES

- 1.- La clasificación basada en la altura de las construcciones considera dos tipos diferentes:

- A.- Edificios de clase I.
- B.- Edificios de clase II.

Un edificio de clase I es todo edificio con una altura inferior a 23 m. Un edificio de clase II es aquel cuya altura rebasa los 23 m, o bien todo edificio que tiene una estructura de acero, de cualquier altura, cuya estructura puede substituir los conductores de bajadas a tierra. La distinción, determina el tipo de conductor que se debe usar ya que los conductores para las estructuras de clase II son de dimensiones más grandes y de conductancia más alta que los valores mínimos permitidos para los edificios de clase I.

2.- En lo referente a la inclinación o pendiente de los techos, éstos quedan clasificados en los dos tipos que se indican a continuación:

A.- Techos o azoteas planas o de pendiente ligera.

Estos son todos aquellos que no exceden de 12 m de ancho y cuya inclinación es menor de 1/8.

Están considerados dentro de esta misma categoría, los que sobrepasan 12 m de ancho, con una pendiente de 1/4 o menos.

B.- Techos inclinados.

Son todos aquellos que tienen una inclinación mayor a las indicadas en el párrafo anterior.

II ESPECIFICACIONES

Una vez definido y clasificado el edificio a proteger, las especificaciones que regirán para su protección contra descargas atmosféricas serán las que se detallan a continuación y que serán aplicadas de acuerdo con la clasificación que le corresponda.

Estas especificaciones se dividen en dos:

A.- Especificaciones sobre materiales.

B.- Especificaciones sobre instalaciones.

A.- Especificaciones sobre materiales.

Generalidades. Los materiales empleados en los sistemas de protección contra descargas atmosféricas deben ser resistentes a la corrosión y han de estar debidamente protegidos contra ella. No se utilizará combinación alguna de materiales que formen un par eléctrico de tal naturaleza que la corrosión se acelere en presencia de humedad. Deberán estar contruidos con los

siguientes materiales:

a.-) Cobre. Cuando se use cobre, el mismo deberá ser de la calidad que normalmente se exige para los trabajos eléctricos industriales, generalmente especificados con 95 por ciento de conductividad.

b.-) Aleación de cobre. Estas deberán ser, sustancialmente, tan resistentes a la corrosión como el cobre en igualdad de condiciones.

c.-) Diseño. Los diseños de los materiales que se utilicen en protección contra rayos deberán ser los que permiten el mejor aprovechamiento de los materiales y que, además, sean adecuados para cada función determinada. Su diseño será especialmente para pararrayos. En ningún caso se aceptarán improvisaciones con materiales diseñados y construidos para otros fines.

A-1 TERMINALES AEREAS O PUNTAS.- Las terminales aéreas, deberán ser fabricadas con varilla maciza de cobre electrolítico. Su diámetro será de 13 mm y el largo de las mismas habrá de ser tal que su extremo cónico quede a no menos de 25 cm del objeto que haya de protegerse. Las terminales aéreas estarán soportadas por bases fundidas y sujetas directamente a ellas, mediante una cuerda roscada de no menos de 5 hilos. Para su mayor conservación y presentación, deberán ser níqueladas o cromadas.

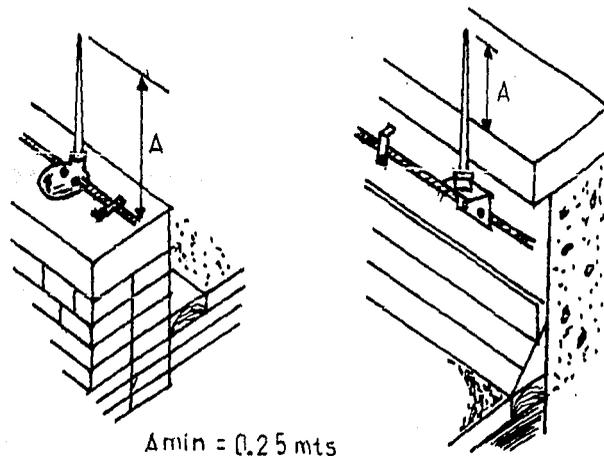


FIG. 1

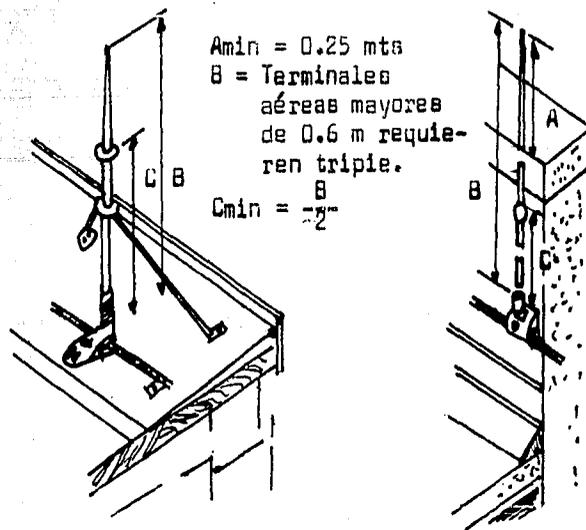


FIG. 2

Quando se usen terminales aéreas de más de 60 cm éstas deberán quedar sustentadas por triples unidos en forma rígida y permanente al edificio. El punto de sustentación de éstos triples con las terminales deberá quedar cuando menos a la mitad de su altura.

A-2 CONDUCTORES.- Los conductores que se emplearán para estas protecciones, deberán estar diseñados y fabricados especialmente para pararrayos. Estarán trenzados con alambres de cobre suave del calibre indicado adelante, y deberán también ofrecer en peso y conductividad lo que señalan estas especificaciones, para usarse en edificios clase I o clase II, según sea el caso.

No se aceptarán conductores de cobre duro o semi duro normalmente usados para sistemas de tierras u otros usos eléctricos.

Los conductores para interconexión de sistemas metálicos, de conducción de agua, de calefacción por agua caliente, o bien masas metálicas que tengan baja resistencia a tierra, deberán tener la misma medida que el conductor principal.

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE CONDUCTORES

	EN EDIFICIOS	EN EDIFICIOS
	CLASE I	CLASE II
Calibre mínimo de cada hilo.	17 AWG	15 AWG
Peso por MT.	278 gr	558 gr
Conductividad.	57,400 CM	115,000 CM
	29 mm ²	58 mm ²

CM = Circular Mil

A-3 BASES CONECTORES Y DESCONECTORES.- Todo el material empleado en estas instalaciones para cruces, derivaciones y empalmes, así como las base para terminales aéreas, abrazaderas para tierra y desconectores de tierra deberán ser fundidos en alguna aleación de cobre con un espesor mínimo de 2.38 mm.

A-4 TERMINALES A TIERRA O ELECTRODOS.- Las terminales a tierra deberán de ser de acero chapado con cobre, de cobre macizo o de acero inoxidable de 13 mm de diámetro y 2.44 m de largo como dimensiones mínimas o bien rehiletos construidos con lámina de cobre calibre 20 AWG como mínimo y una superficie de contacto no menor de 0.20 m².

A-5 ABRAZADERAS PARA CABLE.- Las abrazaderas para sujetar los conductores deberán ser resistentes a toda rotura, y deberán ser, junto con los clavos, tornillos o pernos con que se fijen, del mismo material que el conductor.

A-6 PREVENCIÓN DE DAÑOS MECANICOS.- Cuando cualquier parte de un sistema de protección esté expuesto a daños mecánicos, deberá protegersele recubriéndola con una cubierta moldeada o tubería. Si en torno del conductor se utilizan tubos o conductos de un metal ferroso, el conductor deberá estar eléctricamente conectado por sus dos extremos a la tubería o ducto.

B.- Especificaciones sobre instalaciones.

B-1-A.- INSTALACION DE TERMINALES AEREAS O PUNTAS EN TECHOS INCLINADOS.

Las terminales aéreas se deberán colocar en la cumbre de los techados, a intervalos de no más de 6 metros, salvo cuando se trate de terminales aéreas de 60 cm o más altas, a las que se podrán colocar a intervalos no mayores de 7.6 m. Las terminales aéreas deberán colocarse a 60 cm o menos de los extremos, bordes y ángulos de los techos.

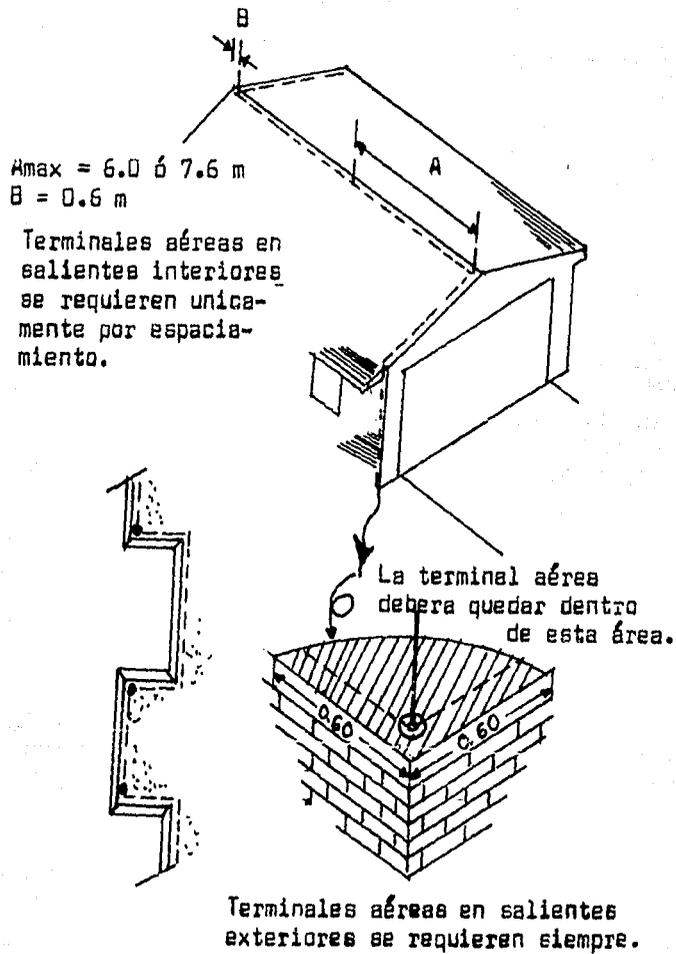


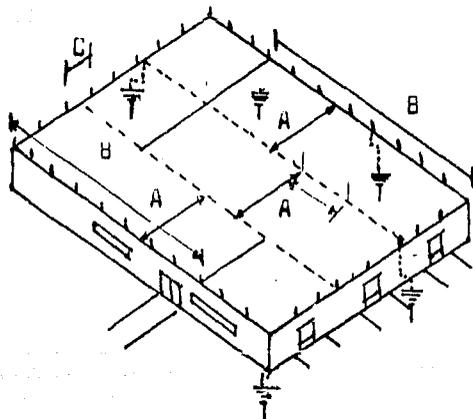
FIG. 3

B-1-B.- INSTALACION DE TERMINALES AEREAS O PUNTAS EN AZOTEAS PLANAS O DE PENDIENTE LIGERA

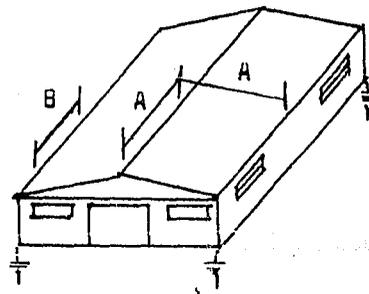
En las azoteas o techos de pendiente ligera, las terminales aéreas deberán ir localizadas en torno al perímetro.

Cuando se trate de edificios que excedan 15 m de ancho, deberán además llevar terminales aéreas adicionales a intervalos no mayores de 15 m en las zonas intermedias. Los intervalos entre terminales no serán mayores de 6 m en los perímetros y 15 m en las zonas intermedias.

Como en el caso anterior, cuando se usen terminales aéreas de 60 cm los intervalos de los perímetros no deberán ser mayores de 7.6 m. Los techados con pendiente ligera son los que tienen una extensión de 12 m o menos y una pendiente de 1/8 o los que tienen una anchura de más de 12 m y una pendiente de 1/4 o menos.



Amax = 15.0 m
Bmax = 45.0 m
Cmax = 6.0 ó 7.6 m



Amax = 15.0 m
Bmax = 6.0 ó 7.6 m

FIG. 4

B-1-C INSTALACION DE TERMINALES AEREAS EN SALIENTES CON TECHOS INCLINADOS

Las salientes que tienen la misma, o mayor, altura que el techado principal, deben protegerse con terminales aéreas, cable, conductores de bajada y toma de tierra en la forma normalmente especificada. Las salientes localizadas abajo de la cumbre principal necesitan protección en todas las superficies que sobresalgan de una zona de protección según relación de 2 a 1, tal como se ve en la figura 5.

B-1-D INSTALACION DE TERMINALES AEREAS EN AZOTEAS CON SALIENTES EN SUS PERIMETROS

Cuando existen salientes en los perímetros de las azoteas planas, se considerará que el borde de la azotea es continuo, y se colocarán terminales aéreas a una distancia no mayor de 60 cm de las salientes más prominentes del borde del techado.

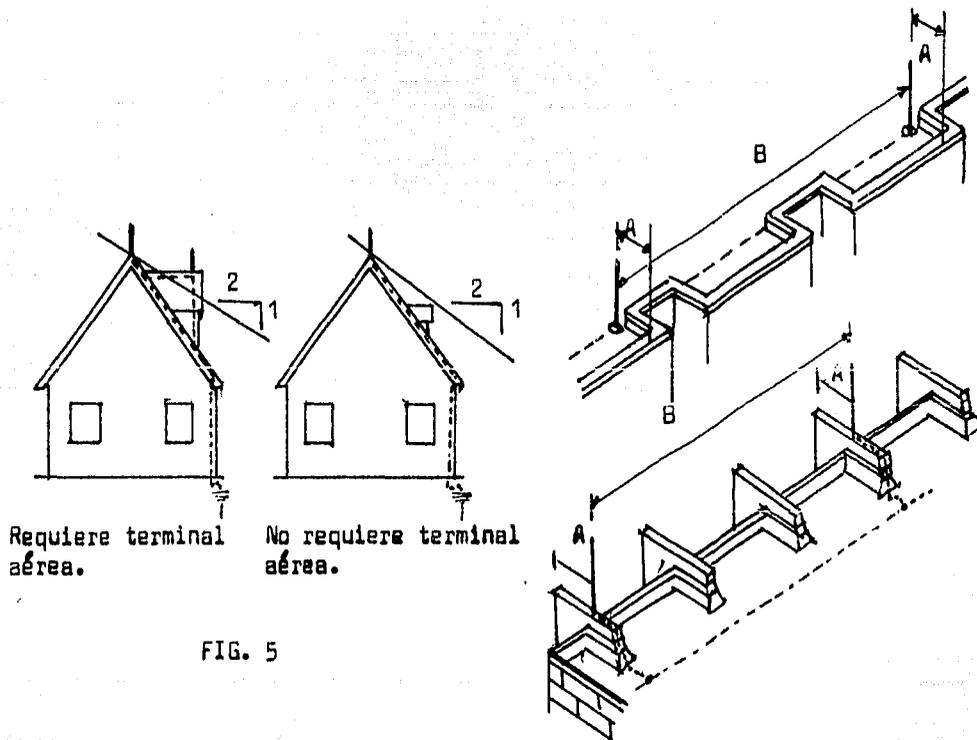


FIG. 5

$A_{max} = 0.6 \text{ m}$
 $B_{max} = 6.0 \text{ ó } 7.6 \text{ m}$

FIG. 6

B-1-E PROTECCION PROPORCIONADA POR TERMINALES AEREAS INSTALADAS SOBRE EDIFICIOS O NIVELES ALTOS A ZONAS SITUADAS EN NIVELES MAS BAJOS

Se considera que los edificios que no rebasan 7.5 m sobre el nivel del suelo, protegen las zonas situadas en niveles más bajos formando una zona de protección, según una relación de 2 a 1, como se indica en la figura 7.

Para las construcciones hasta de 15 m de altura sobre el nivel del terreno, se considera que estas ofrecen también una zona de protección en la misma forma que para el caso anterior, pero según una relación de únicamente 1 a 1 como se ve en la figura 7.

Se considera también que los edificios que rebasan los 15 m arriba del terreno, protegen las partes situadas en niveles más bajos, si éstas se encuentran localizadas dentro de la área situada debajo de un arco de 45 m de radio, cuyos extremos queden tangentes al punto más elevado del edificio y al terreno, como se indica en la figura 8.

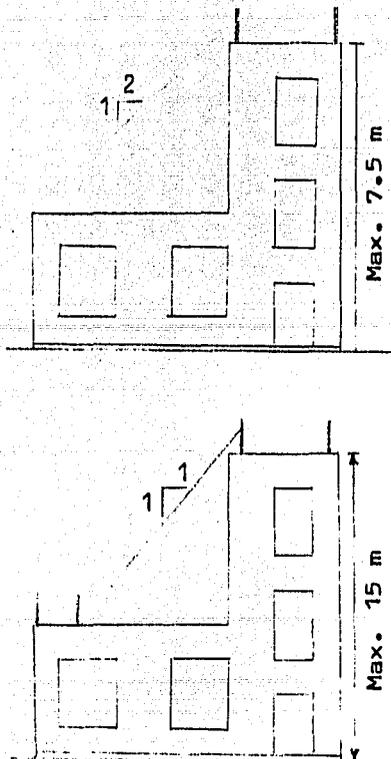


FIG. 7

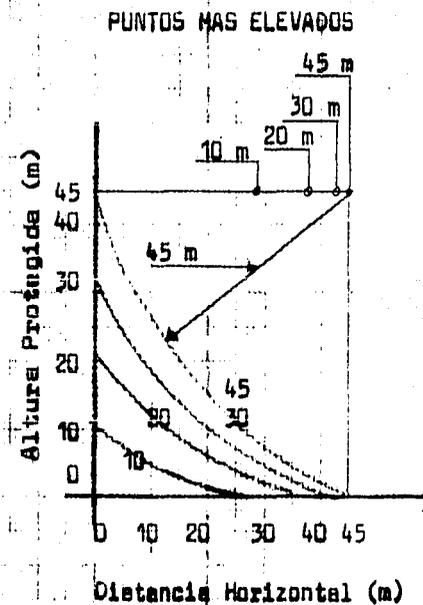


FIG. 8

B-1-F INSTALACION DE TERMINALES AEREAS EN CUBOS DE LUZ O SUPERFICIES ABIERTAS EN AZOTEAS

El perímetro de extensiones abiertas, tales como cubos de luz o mecánicos, que estén situados en azoteas, deberán quedar protegidos si su perímetro mide más de 92 m, o bien siempre que cualquiera de los lados de la extensión abierta rebase 15 m.

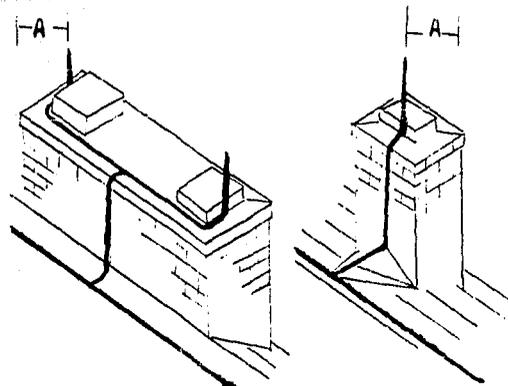
B-1-G INSTALACION DE TERMINALES AEREAS EN TECHOS CURVOS O EN FORMA DE CUPULA

En la cima de la curva o en la cúpula de un techo rematado en una cúpula se colocará una o varias terminales aéreas, según sea necesario para que establezcan una protección de zona de acuerdo con una relación 1 a 2.

B-1-H INSTALACION DE TERMINALES AEREAS EN CHIMENEAS Y VENTILAS

En todas las chimeneas habrán de colocarse terminales aéreas, inclusive en las chimeneas y ventilas metálicas prefabricadas cuya lámina metálica tenga un espesor menor de 4.8 mm (3/16 de pulgada), cuando tales chimeneas o ventilas no estén dentro de una zona de protección según una relación 2 a 1 de una terminal aérea (figura 9).

Si el metal tiene un espesor superior a 4.8 mm solo se necesitará interconectar al sistema. Las terminales aéreas para chimenea se colocarán de modo que ninguna arista de la chimenea esté a más de 60 cm de una terminal aérea.



$A_{max} = 0.6 \text{ m}$

FIG. 9
276

B-2- INSTALACION DE CONDUCTORES

I.- EN TECHOS Y AZOTEAS

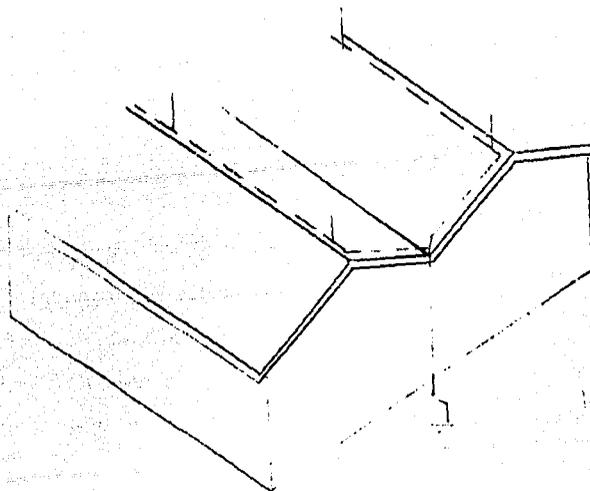
B-2-1-A.- TENDIDO DE CONDUCTORES EN TECHOS Y AZOTEAS

Los conductores ligarán entre sí todas las terminales aéreas, y deberán formar un sendero de doble dirección, horizontal o descendente, desde cada una de las terminales aéreas hasta las conexiones con las terminales a tierra.

Los conductores deberán tenderse en un plano horizontal a lo largo de cumbres, de techados abovedados en torno del perímetro de techados planos; detrás o en lo alto de parapetos, y a través de extensiones planas de azoteas.

B-2-1-B.- ELIMINACION DE DESNIVELES

El recorrido de los conductores deberá ser siempre horizontal o descendente, libre de cualquier desnivel "U" o en "V", tanto hacia arriba como hacia abajo. Estos desniveles que a menudo se presentan con chimeneas deberán de estar previstos de un conductor de bajada desde la parte inferior del desnivel a tierra o al conductor principal.



Bolsas en "V" o en "U"

FIG. 10

B-2-I-C.- CURVAS LIGERAS

Ninguna curva de conductor deberá formar un ángulo de más de 90°, ni deberá tener un radio de curvatura de menos de 20 cm.

B-2-I-D SOPORTES Y EMPALMES

SOPORTES

Los conductores pueden tenderse en forma aérea sin soporte alguno, en distancias de 90 cm o menos. Por medio de una varilla de 15.9 mm (5/8 de pulgada) o su equivalente, firmemente sujeta en cada extremo, sirviendo de soporte, puede tenderse en forma aérea un conductor hasta una distancia que no rebase 1.8 m.

EMPALMES

En todos los empalmes de conductores, tanto "a tope", como en "T" o en "Y", habrán de utilizarse conectores "rectos" o "T" y deberán soportar una prueba de tracción de 900 kg.

Dentro de los requisitos para la Clase I son aceptables los empalmes con conectores, tanto de tipo plegado como con tornillos, de metal estampado o colado. En instalaciones Clase II no habrán de usarse empalmes con conectores de tipo plegado.

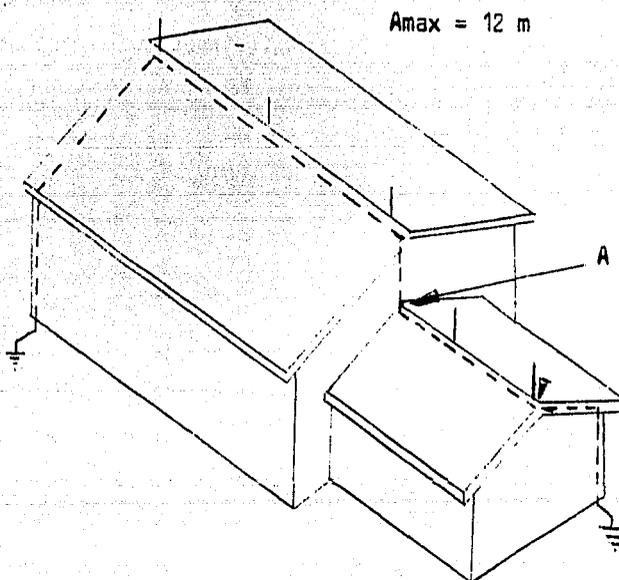
B-2-I-E.- TRAMOS TRANSVERSALES EN TECHADOS

Los techos planos o de pendiente ligera cuyas dimensiones excedan de 15 m de ancho y/o 45 m de largo deberán llevar además del conductor principal de perímetro, tramos adicionales de conductor de mismas especificaciones, localizadas en forma tal, que dependiendo de las dimensiones del techo, formen una malla ligada al conductor perimetral cuyos rectángulos que la constituyen no excedan de 15 m por 45 m (ver figura 4).

B-2-I-F.- SALVEDADES A LA REGLA DEL DOBLE CONDUCTOR HACIA TIERRA

Como quedó indicado en párrafos anteriores, los conductores en el techado, habrán de conectar entre si todas las terminales aéreas y deberán proporcionarles a cada una de ellas, un doble camino hacia tierra. Sin embargo, se establece la salvedad siguiente:

- 1.-) Se permiten las bajadas desde un nivel de techado más alto a través de otro más bajo, sin ninguna otra bajada extra, siempre que el tramo de conductor del techado más bajo no tenga más de 12 m.



Bajada desde un nivel más alto a través de otro más alto.

FIG. 11

II INSTALACION DE CONDUCTORES EN BAJADAS A TIERRA

B-2-II-A.- RECORRIDO Y CANTIDAD

Cualquier tipo de construcción tendrá cuando menos, dos conductores de bajada. La localización de los mismos dependerá de la colocación de las terminales aéreas, del tamaño de la estructura, de que su recorrido a tierra sea el más directo posible y del lugar en que se encuentren cuerpos metálicos y tuberías de agua, y también de las condiciones del subsuelo. Los conductores de bajada han de estar separados por una distancia promedio de 30 m como máximo. Las estructuras de forma irregular en ciertos casos pueden requerir conductores extra de bajada para lograr un camino de doble dirección a tierra desde las terminales aéreas, de las cumbreras principales o de las alas laterales. Para determinar el número necesario de conductores de bajada, ha de medirse solo el perímetro "protegido", es decir, las extensiones de techado que necesiten protección, excluyendo los techados y salientes bajos. En estructuras de techado empinado, el perímetro protegido habrá de medirse de modo que sea comparable con el contorno del alero o su equivalente.

B.- PROTECCION DE LOS CONDUCTORES DE BAJADA

B-2-II-B.- PROTECCION

Los conductores de bajada deberán contar con protectores que les eviten daños materiales o desplazamientos. Estos protectores serán de tubería de PVC rígido. El conductor de bajada habrá de estar protegido en una distancia mínima de 1.8 m arriba del nivel del suelo y deberá llevar en la parte superior del protector de bajada un desconectador de tierra que permita desconectar del sistema cada toma para medir su resistencia, sin necesidad de escarbar y destapar la terminal misma.

B-3-A.- INSTALACION DE BASES Y ABRAZADERAS PARA CABLE

B-3-A.- SUJETADORES

Las bases para punta y las abrazaderas para cable deberán estar firmemente sujetas a la construcción o a otro objeto sobre el que se les haya colocado mediante tornillos y taquetes.

Los tornillos que se usen, deberán ser del mismo material que las piezas que valla a sujetar o de un material que no tenga corrosión electrolítica en presencia de humedad o por contacto entre materiales diferentes.

Las abrazaderas para cable irán separadas una de otra 90 cm como mínimo.

B-3-B ANCLAJE DE SUJETADORES

Los sujetadores deberán tener un diámetro de no menos de 6.4 mm (1/4 de pulgada) y habrá de instalárseles cuidadosamente. Los agujeros que hayan de recibir la espiga del sujetador habrán de ser del tamaño correcto, hechos con herramientas adecuadas y abiertos en tabique o piedra más que en juntas de mortero. Una vez instalado, el ajuste no ha de permitir el paso de la humedad y ser capaz de resistir una prueba de tracción de 450 kg.

B-4.- INSTALACION DE TERMINALES DE TIERRA O ELECTRODOS

B-4-A.- ABRAZADERAS PARA TIERRA

Cada conductor de bajada deberá rematarse en una terminal de tierra del tipo mencionado en el párrafo A-4. La unión entre el conductor y la terminal deberá hacerse por medio de una abrazadera para tierra de tipo especial que permita un contacto en paralelo de por lo menos 38 mm entre cable y terminal.

B-4-B VARIACIONES DEBIDAS A LAS CONDICIONES DEL SUBSUELO

Ninguna terminal de tierra deberá estar localizada a menos de 60 cm de la pared de los cimientos. El diseño, el tamaño, la profundidad, la forma y el número de terminales a tierra que se utilicen deberán cumplir con las disposiciones contenidas en los párrafos: B-4-C, B-4-D, B-4-E Y B-4-F

B-4-C SUBSUELO ARCILLOSO HUMEDO PROFUNDO

La terminal de tierra deberá penetrar verticalmente no menos de 3.00 m en el suelo; deberá apisonarse la tierra, dejándola bien apretada a todo lo largo del conductor y de la terminal de tierra (figura 13).

B-4-D SUBSUELO ARENOSO O DE GRAVILLA

En arena o gravilla deberán penetrar verticalmente, a una profundidad mínima de 3.00 m debajo del nivel del suelo, dos o más terminales de tierra con separación de no menos de 3.00 m entre ellas.

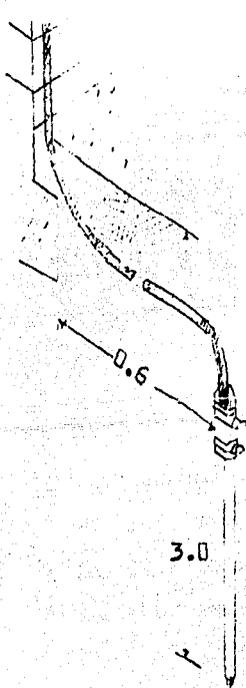


FIG. 13

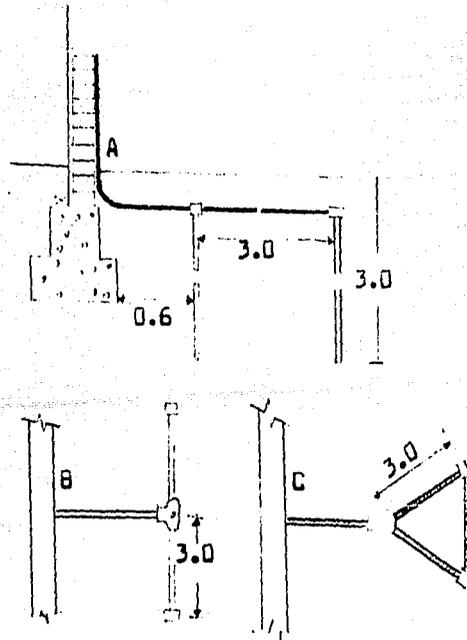


FIG. 14

B-4-E.- SUBSUELOS TEPATATOSOS

En los lugares en que el subsuelo es de tepetate, resultaría imposible clavar una varilla de tierra; para esos casos, el uso de rehiletos representa la solución más práctica y adecuada. Cada conductor de bajada habrá de ir tendido en una zanja de 30 a 60 cm de profundidad, hasta una distancia mínima de 3.00 m del edificio protegido. En ese lugar, se hará un pozo de 1.00 x 1.00 y 1.5 metros de profundidad; el rehilete deberá quedar enterrado en dicho pozo, en una mezcla de carbón y sal con una relación de una parte de sal por tres de carbón (figura 15).

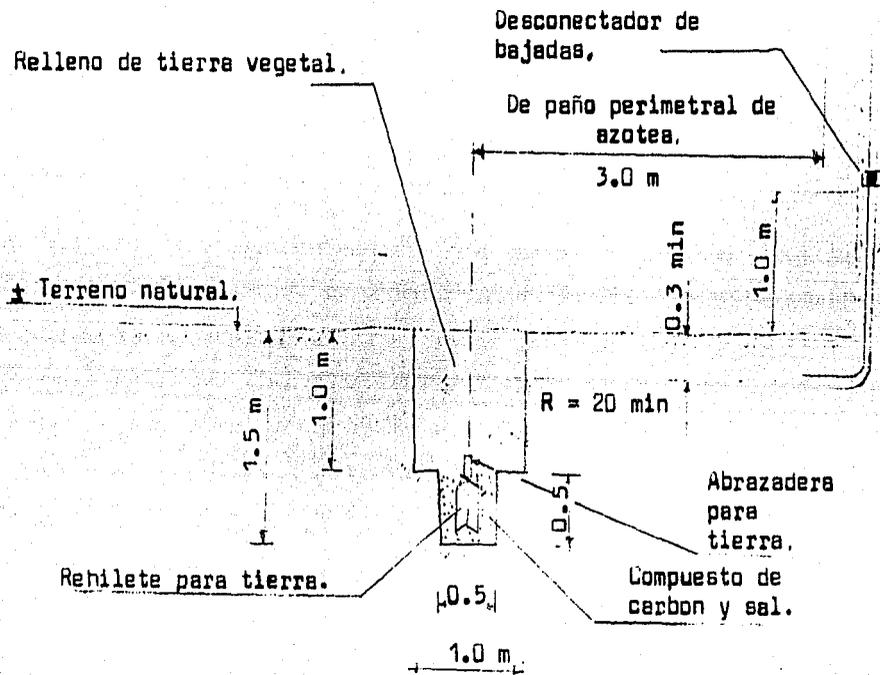


FIG. 15

B-4-F.- SUBSUELO POCO PROFUNDO

En los lugares en que el lecho rocoso está cerca de la superficie, los conductores habrán de tenderse en zanjas que alejen del edificio cada uno de los conductores de bajadas. Estas zanjas no habrán de tener menos de 3.7 m de longitud y de 30 a 60 cm de profundidad, cuando sea en suelo arcilloso; en suelo arenoso o de gravilla, la zanja no habrá de tener menos de 7.3 m de longitud y 60 cm de profundidad. Si no fuese posible llevar a la práctica estos métodos, una alternativa aceptable de los mismos será tender el cable en zanjas de la profundidad antes especificada o, si esto tampoco fuese posible, tenderlo directamente en el lecho de roca hasta una distancia mínima de 60 cm de los cimientos o de la zapata exterior, y unirlo a una placa de cobre, enterrada en el piso, esta placa de cobre deberá tener un espesor de, cuando menos, 0.8 mm y una superficie mínima de contacto de 0.18 m^2 .

Si el subsuelo tiene menos de 30 cm de profundidad, el edificio protegido deberá estar rodeado por un conductor igual al principal (Anillo Perimetral) tendido en una zanja o bien en grietas de la roca. Partiendo de este anillo perimetral, deberá tenderse un conductor que llegue hasta fosos u oquedades en los que se depositará metal adicional. Esto se llevará a cabo depositando una placa de cobre de aproximadamente 0.84 m^2 de extensión y de 0.8 mm de espesor, o su equivalente de metal resistente a la corrosión, conectada a los conductores laterales y cubierta con tierra suelta para que absorba la humedad.

Placas de tierra
opcionales

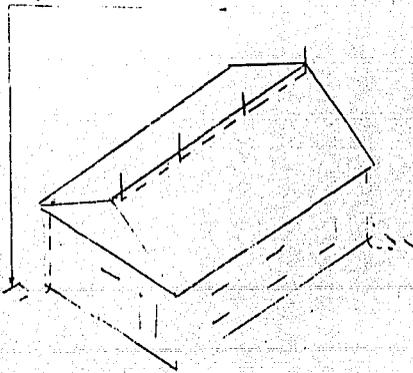


FIG. 16

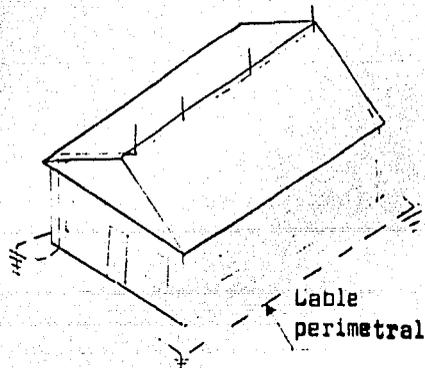


FIG. 17

B-4-G. - RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA

Cada toma de tierra deberá ofrecer una resistencia menor de 25 Ohms. En caso de que con una sola varilla o rehilete se obtenga una resistencia mayor, se deberán agregar tantas tomas adicionales como sean necesarias para obtener la resistencia antes mencionada.

B-4-H. - LIGAS DE TOMAS DE TIERRA

Todos los sistemas de tierra de un edificio habrán de estar ligados juntos entre sí. Esta conjunción comprenderá las tomas de tierra de los sistemas eléctricos, de antenas, y otros sistemas subterráneos de tuberías metálicas que penetran en el edificio. Estos sistemas de tubería incluirán: suministro de agua, tuberías conduit metálicas, tuberías de gas, etc.

Las interconexiones entre los diferentes sistemas de tierra habrán de hacerse utilizando conductores y conectores del tamaño y tipo de los usados en el sistema de pararrayos.

B-4-I. - LIGAS DE ANTENAS DE RADIO Y T.V.

Los mástiles de metal de las antenas de radio y televisión situados en un edificio protegido habrán de estar ligados al sistema de protección contra rayos por medio de un conductor y conectores del mismo tipo que los usados en el Sistema de pararrayos.

CONCLUSIONES

La instalación eléctrica tiene base de diseño bastante conocida, sin embargo cada instalación tiene sus características y problemas particulares cuya solución se debe realizar tomando en cuenta las Normas al respecto, así como la aplicación del criterio y experiencia del Ingeniero.

El presente trabajo está preparado para brindar un campo más amplio de consulta, donde los desarrollos de los métodos de cálculo más comúnmente usados den resultados que cumplan con las especificaciones del reglamento oficial contenido en las NTIE, así como con algunas otras Normas y Reglamentos aplicables al diseño de instalaciones eléctricas. Esperamos que sea un buen ejemplo de referencia para determinar y conocer las características principales del equipo de instalaciones que van desde una casa habitación hasta un complejo industrial con carga bastante alta.

Hemos abordado temas que como el de la instalación de equipos especiales (motores de alta capacidad), hornos, etc; así como instalaciones peligrosas (gasolinera), las cuales merecen una atención especial y de una continua supervisión en su mantenimiento. Otro aspecto, que actualmente, adquiere alta significancia es el ahorro de energía, el cual no debe tomarse como una moda pasajera y en donde todos podemos cooperar.

Consideramos que la situación actual que se presenta con el problema de energéticos debe crear una amplia conciencia y cultura. El ahorro de energía es un concepto que toma cada día mayor importancia y participación, y ya que en éste proyecto se contempló el diseño de la instalación eléctrica para un edificio, podemos afirmar que el "Ahorro de Energía" es uno de los conceptos primordiales que debe considerar todo diseñador de sistemas eléctricos.

En todo proyecto es importante buscar la adecuada relación entre los siguientes tres factores para lograr un diseño eléctrico óptimo:

Seguridad.

Economía.

Eficiencia.

La búsqueda constante de nuevos conocimientos y de la actualización de las normas (reglamentos) que rigen el diseño y desarrollo de los proyectos permite al Ingeniero ser ejemplo de profesionistas que se preocupan por la superación propia y gremial.

Debido al extenso campo de desarrollo que tiene la ingeniería eléctrica, es obvio pensar que los ingenieros se vean obligados a tomar un campo de especialización, teniendo como consecuencia una falta de actualización (y algunas veces de interés) en los demás campos, por lo que tendran que buscar elementos de apoyo cuando así lo requieran. De esta forma, con el presente trabajo pretendemos conjuntar algunas de éstas principales áreas de especialización con la intención de que el lector comprenda y sienta un interés más amplio de investigación, mediante un método práctico de referencia y sin entrar en detalles específicos propios de un análisis más exhaustivo.

Trabajos como el que presentamos permiten conocer con cierto detalle los problemas a los cuales se enfrenta la ingeniería eléctrica de potencia en su desarrollo dentro del campo mexicano; anteriormente comentamos que no pretendemos criticar o crear una discusión sobre las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE) sino asentar las bases para reflexionar sobre la correcta aplicación y actualización de éstas; ya que ante los cambios que próximamente se avecinan en México (esencialmente de carácter económico) necesitamos contar con elementos que nos permitan lograr un desarrollo tecnológico competitivo a nivel internacional; por supuesto, se necesita toda una actualización en la infraestructura industrial y académica de nuestro país.

Así mismo, pretendimos manejar un enfoque amplio y equilibrado de los distintos temas que abarca el diseño de una planta industrial, apoyándonos en fundamentos conceptuales, tablas de datos prácticos, ilustraciones y los cálculos necesarios para un entendimiento más claro de la metodología del diseño.

Tomando como base primordial los requerimientos de las NTIE, el desarrollo de cada "parte" de la nave industrial se ha visto amparado bajo los artículos que correspondan, logrando con esto cumplir los requisitos mínimos de seguridad en el diseño o selección del equipo en cuestión, no olvidando que en los casos que así lo requieran se debe consultar la bibliografía correspondiente al tema y de esta forma obtener el mejor diseño.

Consideramos un aspecto trascendente el hecho de que, para una completa formación, el ingeniero debe desarrollar y aplicar sus conocimientos académicos en forma constante y práctica de acuerdo a las necesidades imperantes de nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

- Aire comprimido.
 - Editorial Prentice-Hall.
 - Carniser.
 - México, 3era. edición, 1982.
-
- Calderas. Tipos, características y funciones.
 - Editorial Gustavo Gili.
 - Card D. Shielós.
 - España, 1era. edición, 1970.
-
- Capacitores de potencia.
 - BALMEC, S.A.
 - Alfredo Navarro Crespo.
 - México.
-
- Catálogo general.
 - Condumex.
 - 1990.
-
- Catálogo General.
 - Holophane.
 - México, 1991.
-
- Catálogo General.
 - Siemens.
 - México, 1991.

- Catálogo general.

- Square-D.

- 1991.

- Curso Básico de Iluminación.

- Illuminating Engineering Society.

- Sociedad Mexicana de Ingeniería en Iluminación, A.C.

- México, 1era. edición, 1976.

- Curso de electricidad e instalaciones eléctricas.

- Eusebio Fernández Rodas.

- México, 1era. edición, 1989.

- Curso sobre "Diseño de subestaciones eléctricas".

- División de Educación Continua. Facultad de Ingeniería UNAM.

- Varios autores.

- México, 1991.

- Diseño de instalaciones Industriales.

- Editorial Noriega-Limusa.

- Stephan Konz.

- México, 1era. edición, 1991.

- Diseño de Subestaciones Eléctricas.

- Editorial McGraw-Hill.

- José Raúl Martín.

- México, 1era. edición, 1990.

- El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión.
- Editorial Limusa-Noriega.
- Gilberto Enriquez Harper.
- México, 1era. edición, 1987.

- El ABC de las instalaciones eléctricas industriales.
- Editorial Limusa-Noriega.
- Gilberto Enriquez Harper.
- México, 1era. edición, 1990.

- Electricidad Práctica Aplicada.
Tomo III.
Unión Tipográfica, Editorial Hispano-Americana.
México, 2da. edición, 1970.

- Fusibles, bases, cuchillas desconectoras, desconectores,
refacciones y accesorios.
- Driescher y Wittjohann, S.A.

- Introducción a máquinas eléctricas y transformadores.
- Editorial Limusa.
- George McPherson.
- México, 1era. edición, 1987.

- Manual de alumbrado.
- Editorial Dossat
- Westinghouse
- 2da. edición.

- Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.
- SECOFI-DGN.
- México, 1981.

- Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (The Red Book).
- IEEE.
- Std 141-1976, 5ta. edición.

- Redes eléctricas (Segunda parte).
- Representaciones y servicios de Ingeniería.
- Jacinto Viqueira Landa.
- México, 3ra. edición, 1987.

- Sistemas de distribución.
- Editorial Noriega-Limusa.
- Roberto Espinosa y Lara.
- México, 1era. edición, 1990.

- Sistemas de Iluminación Industriales.
- Editorial Limusa
- John P. Frier y Mary E. Gazley
- México, 1era. edición, 1986.

- Sistema de soporte para cables (Catálogo).
- Crouse-Hinds.
- México, 1990.

- Sistemas de Tierras.
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas.
- Rodolfo Lorenzo Bautista.
- México, 1era. edición, 1991.

***** *** * ***
 * * * * *
 * ***** *****
 * * * * *
 ***** * * ***** * *

PRECALA INDOOR LIGHTING ESTIMATOR
 April 22, 1992
 HOLOPHANE company, Inc
 214 Oakwood Avenue Newark OH 43055

HOLOPHANE, S.A. DE C.V.
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
 Km. 31 CARRETERA MEXICO CUAUTITLAN
 TULTITLAN, ESTADO DE MEXICO 54900
 MEX. 872-8000; GUAD 53-1828; MTY 42-0685; TORR 17-5296

LUMINAIRE INFORMATION -----

Comment: 92-04-182/1 AREA DE COMPRESORES 10 x 25 M.

File ID.....
 Luminaire Catalog Number.. HIL - 238
 Lamp Catalog Number..... F48T12/CW
 Total Test Lumens..... 6000
 Total Lumens Used..... 6000
 Light Loss Factor..... 0.70
 Input Watts..... 100.0

ROOM CAVITY INFORMATION -----

```

=====
ñ e Rc: 0.00 %
ñ ---RW: 0.00%
ñ ----- MOUNTING HEIGHT-----
ñ e 0.00%
ñ ---Rw: 0.00%
ñ ----- MOUNTING HEIGHT
ñ e
ñ Rcc: 0.00
ñ CCR: 0.49
ñ LENGIH: 25.00
ñ --- RW: 0.91
ñ Rfc: 14.10%
ñ V
ñ ----- WORK PLANE
ñ ---RW: 0.00 %
ñ v Rf: 20.00 %
=====
ñ e Area/Luminaire:
ñ hcc: 0.70
ñ v
ñ --- Theoretical Spacing:
ñ 3.66
ñ Maximum Spacing:
ñ 2.73
ñ
ñ
ñ hrc: 2.00
ñ
ñ
ñ hfc: 1.30
=====

```

STATISTICS -----

	NO. OF LUMINAIRES	AVE	WATTS PER UNIT AREA	C.U.
INDOOR	18.66	150.00	7.46	0.479

```

*****      ***      *      ***
*            * *      *            * *
*            * * * * *      *            * * * * *
*            * *      *            * *      *
*****      * *      * * * * *      * *      *

```

PRECALA INDOOR LIGHTING ESTIMTOR

April 22, 1992

HOLOPHANE Company, Inc.
214 Oakwood Avenue Newark OH 43055

HOLOPHANE, S.A. DE C.V.
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
km. 31 CARRETERA MEXICO CUAUTITLAN
TULTITLAN, ESTADO DE MEXICO 54900
MEX.872-8000;GUAD.53-1828;MTY.42-0685;TORR.17-5296

LUMINAIRE INFORMATION-----

Comment:92-04-182/2 (AREA DE COMPRESORES 10 x 25 M.)

```

Fila ID..... E:12001E
Luminaira Catalog Number.. HIL - 238
Lamp Catalog Number..... F48T12/CW
Total Test Lumens..... 6000
Total Lumens Used..... 6000
Light Loss Factor..... 0.70
Input Watts..... 100.0

```

ROOM CAVITY INFORMATION-----

```

-----
ā Rc: 0.00%                ā                Are/Luminaire:
                                hcc: 0.70                10
(---Rw: 0.00 %            v
-----MOUNTING HEIGHT-----
                                ā                Theoretical Spacing:
                                ā                3.23
Rcc: 0.00 %
CCR: 0.49                Maximum Spacing:
                                2.73

```

LENGTH: 25.00

```

(---Rw: 0.00 %            hrc: 2.00
RCR: 1.40

```

WIDTH: 10.00

```

FCR: 0.91
Rfc: 14.10 %
v
-----WORK PLANE-----
(---Rw: 0.00 %            ā
                                hfc: 1.30
v Rf: 20.00 %            v
-----

```

STATISTICS-----

	NO. OF LUMINAIRES	AVE	WATTS PER UNIT AREA	C.U.
INDOOR	24.00	192.95	9.60	0.479

```

*****      ***      *      ***
*           *  *      *      *  *
*           *      *      *      *
*           *  *      *      *  *
*****      *  *      *      *  *
* Holophane 214 Oakwood Avenue Newark 011 43055

```

HOLOPHANE, S.A. DE C.V.
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
 Km. 31 CARRETERA MEXICO CUAUITLAN
 TULTITLAN, ESTADO DE MEXICO 54900
 MEX. 872-8000;GUAD.53-1828;MTY.42-0685;TORR. 17-5296

PROJECT I D/NAME..... 92-04-182/1 ARMA DE COMPRESORES
 LOCATION..... MEXICO, D.F.
 CLIENT..... PARQUE INDUSTRIAL RAACII
 DESIGNER..... ING. FCO. GUTIERREZ/ING.M.I. URRUTIA/ING.C.RODRIGUEZ
 DATE..... April 22, 1992 SN. 1663

COMMENTS -----

SE ANALIZA AREA 10 x 25 M., CON EL LUMINARIO
 TIPO INDUSTRIAL, IIII.- 238, 38 W. FLUORESCENTE
 llm=3.3 M., llcc=2 M., llcp= 1.3 M.
 ASESOR TECNICO: ING. JAVIER BROSA CURCO

SUMMARY INFORMATION -----

NUMBER OF LOCATIONS: 24
 NUMBER OF LUMINAIRES: 24

TYPE	NUMBER	LUMINAIRE NAME
1	24	111L - 238

LIGHTMETER ORIENTATION:
 PERPENDICULAR TO THE PLANE OF ANALYSIS

STATISTICS -----

POINTS	NUMBER	MAX	MIN	MAX/MIN	AVE	AVE/MIN	U.I
MAIN AREA (.)	640	296.55	43.47	6.82	202.98	4.67	81

LEGEND: 99.9 - Pints contained in MAIN AREA.
 99+9 - Points contained in SUB-AREA.
 99+9 - Points contained in LINES & POINTS.
 U.I.= (1-(MEAN DEVIATION/AVERAGE))x100 100% IS PERFECT

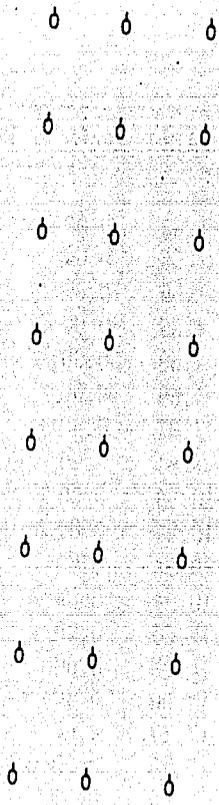
LUMINAIRE INFORMATION -----

TYPE-1

FILE ID:	12001E
Luminaire name:	IIIL - 238
Description:	HOLOPHANE RLM INDUSTRIAL
:	38 W. COOL WILITE MEXICO
Lamp description:	F48T12/CW
Test lumens:	6000
Lumens used:	6000
Test report:	12001-E
Photometry type:	A
Light loss factor:	0.7
Explanation (LLF):	
Tilt correction:	NO

PLAN VIEW SKETCH

NOTE: The HINGE LINE is marked with two large dots.



LUMINAIRE LAYOUT INFORMATION UNITS METERS -----

ST	No.	X	Y	Z	ORIENT	TILT	X-AIM	Y-AIM	Z-AIM	MULT	TYPE
N	1	1.67	1.56	3.30	0.0	0.0	1.67	1.56	0.00	1.00	1
N	2	5.00	1.56	3.30	0.0	0.0	5.00	1.56	0.00	1.00	1
N	3	8.33	1.56	3.30	0.0	0.0	8.33	1.56	0.00	1.00	1
N	4	1.67	4.69	3.30	0.0	0.0	1.67	4.69	0.00	1.00	1
N	5	5.00	4.69	3.30	0.0	0.0	5.00	4.69	0.00	1.00	1
N	6	8.33	4.69	3.30	0.0	0.0	8.33	4.69	0.00	1.00	1
N	7	1.67	7.81	3.30	0.0	0.0	1.67	7.81	0.00	1.00	1
N	8	5.00	7.81	3.30	0.0	0.0	5.00	7.81	0.00	1.00	1
N	9	8.33	7.81	3.30	0.0	0.0	8.33	10.94	0.00	1.00	1
N	10	1.67	10.94	3.30	0.0	0.0	1.67	10.94	0.00	1.00	1
N	11	5.00	10.94	3.30	0.0	0.0	5.00	10.94	0.00	1.00	1
N	12	8.33	10.94	3.30	0.0	0.0	8.33	10.94	0.00	1.00	1
N	13	1.67	14.06	3.30	0.0	0.0	1.67	14.06	0.00	1.00	1
N	14	5.00	14.06	3.30	0.0	0.0	8.33	14.06	0.00	1.00	1
N	15	8.33	14.06	3.30	0.0	0.0	8.33	14.06	0.00	1.00	1
N	16	1.67	17.19	3.30	0.0	0.0	1.67	17.19	0.00	1.00	1
N	17	5.00	17.19	3.30	0.0	0.0	5.00	17.19	0.00	1.00	1
N	18	8.33	17.19	3.30	0.0	0.0	8.33	17.19	0.00	1.00	1
N	19	1.67	20.31	3.30	0.0	0.0	1.67	20.31	0.00	1.00	1
N	20	5.00	20.31	3.30	0.0	0.0	5.00	20.31	0.00	1.00	1
N	21	8.33	20.31	3.30	0.0	0.0	8.33	20.31	0.00	1.00	1
N	22	1.67	23.44	3.30	0.0	0.0	1.67	23.44	0.00	1.00	1
N	23	5.00	23.44	3.30	0.0	0.0	5.00	23.44	0.00	1.00	1
N	24	8.33	23.44	3.30	0.0	0.0	8.33	23.44	0.00	1.00	1

=====

ST	No.	X	Y	Z	ORIENT.	TILT	X-AIM	Y-AIM	Z-AIM	MULT	TYPE
----	-----	---	---	---	---------	------	-------	-------	-------	------	------

=====

Status: N=Normal Luminaire T=Tracking luminaire
 ORIENTATION: The clockwise angular displacement from the positive y axis.
 TILT: The angle the luminaire is aimed up from nadir (straight down).

=====

ILLUMINEERING (R) ANALYSIS hy CALA 7.3-----

April 22, 1992 SN. 1663 HOLOPHANE, S.A. DE C.V.

HINGE LINE ELEVATION 1.3 METERS

ROTATION ABOUT ILINGE LINE 0 DEGREES

NOTE: The HINGE LINE is at the hottom of your analysis.

RESULTS ARE IN LUX

RATIO OF PRINTOUT LEFT TO RIGHT 50

RATIO OF PRINTOUT TOP TO BOTTOM 50

--A--

54.	97.	137.	145.	123.	106.	113.	140.	151.	133.	109.	108.	130.	145.	129.	85.
84.	152.	206.	219.	192.	167.	181.	211.	228.	203.	172.	171.	200.	221.	195.	137.
02.	181.	25.	229.	230.	202.	214.	254.	23.	243.	209.	208.	240.	241.	235.	161.
97.	174.	238.	253.	221.	192.	206.	244.	264.	234.	199.	198.	231.	255.	225.	156.
85.	154.	214.	228.	197.	167.	179.	222.	238.	213.	171.	170.	209.	229.	204.	136.
85.	154.	215.	228.	196.	167.	178.	223.	238.	212.	172.	170.	207.	229.	204.	135.
99.	176.	240.	256.	224.	195.	211.	248.	267.	238.	202.	201.	234.	258.	227.	158.
09.	191.	26.	193.	244.	216.	228.	269.	20.	258.	223.	222.	254.	211.	247.	171.
00.	178.	242.	258.	226.	197.	213.	250.	270.	240.	204.	203.	236.	260.	229.	160.
87.	156.	217.	231.	200.	170.	182.	227.	242.	216.	175.	174.	211.	232.	207.	138.
88.	157.	218.	232.	201.	171.	183.	227.	243.	217.	176.	175.	213.	233.	208.	139.
02.	180.	244.	260.	228.	200.	215.	252.	272.	243.	207.	206.	238.	262.	231.	161.
10.	192.	26.	164.	245.	217.	230.	271.	171.	260.	225.	223.	255.	18.	248.	172.
00.	178.	241.	256.	225.	196.	212.	249.	268.	239.	203.	202.	234.	258.	228.	160.
87.	156.	218.	231.	199.	170.	182.	226.	242.	214.	175.	174.	210.	232.	206.	137.
89.	160.	220.	234.	204.	173.	186.	229.	245.	220.	178.	177.	215.	235.	209.	141.

103.	182.	247.	263.	231.	203.	217.	255.	276.	245.	210.	209.	241.	265.	234.	1
111.	192.	261.	314.	245.	217.	230.	271.	141.	260.	225.	224.	255.	151.	248.	1
99.	176.	239.	254.	223.	194.	211.	247.	266.	237.	200.	199.	232.	256.	226.	1
87.	155.	217.	231.	197.	169.	181.	224.	242.	213.	174.	173.	208.	232.	204.	1
90.	161.	221.	236.	207.	175.	188.	230.	247.	221.	180.	179.	216.	237.	210.	1
105.	183.	250.	266.	233.	205.	219.	258.	279.	248.	213.	212.	243.	269.	236.	1
110.	192.	264.	283.	244.	217.	229.	270.	296.	259.	224.	223.	254.	285.	247.	1
97.	175.	236.	251.	221.	191.	208.	244.	263.	234.	198.	196.	230.	253.	224.	1
87.	154.	215.	230.	196.	168.	180.	222.	242.	211.	173.	172.	206.	232.	202.	1
91.	163.	222.	237.	209.	176.	191.	231.	248.	222.	182.	181.	217.	238.	211.	1
106.	184.	251.	269.	235.	207.	221.	259.	282.	249.	216.	214.	244.	272.	238.	1
110.	191.	262.	281.	243.	215.	228.	268.	294.	258.	223.	222.	253.	284.	246.	1
95.	173.	233.	248.	218.	188.	204.	241.	260.	231.	194.	193.	227.	250.	221.	1
86.	153.	213.	228.	194.	167.	179.	220.	239.	209.	172.	171.	205.	230.	200.	1
91.	165.	223.	238.	210.	177.	192.	232.	249.	222.	183.	182.	218.	239.	212.	1
106.	185.	252.	271.	235.	208.	221.	260.	284.	249.	217.	215.	245.	274.	238.	1
108.	188.	259.	278.	240.	212.	225.	265.	290.	254.	220.	219.	250.	280.	243.	1
93.	170.	228.	243.	214.	182.	198.	236.	254.	226.	189.	188.	222.	245.	216.	1
83.	150.	209.	223.	190.	163.	175.	216.	234.	205.	168.	167.	201.	225.	197.	1
89.	163.	220.	234.	206.	174.	189.	227.	245.	218.	180.	179.	214.	236.	209.	1
101.	179.	246.	264.	228.	200.	213.	252.	277.	241.	209.	208.	238.	268.	232.	16
98.	174.	240.	258.	221.	194.	206.	244.	269.	234.	202.	201.	231.	261.	226.	15

74. 136. 182. 193. 170. 145. 157. 186. 201. 179. 150. 149. 176. 194. 172. 119.

43. 77. 107. 114. 97. 84. 90. 111. 120. 105. 87. 86. 103. 115. 101. 69.

X= 0.0

Y= 0.0

Z= 1.3

X= 10

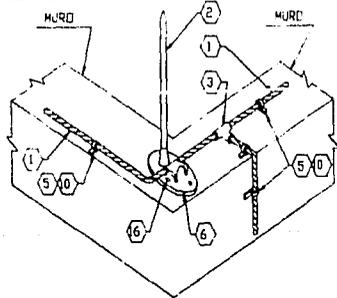
Y= 0

Z= 1

--B--

The information provided in this report is calculated from assumptions that may differ materially from the actual conditions upon installation. Input photometric data is based on nominal values for voltage, ballasts, and lamps. Input design parameters such as room reflectances, size, mounting height, depreciation factors, orientation, and tilt are supplied by the customer, and are not verified by HOLOPHANE Company, inc. Variations in these parameters may affect the results obtained.

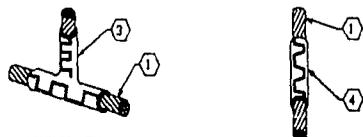
HOLOPHANE Company, Inc. does not warrant that this report is free from errors or that its lighting products, when installed, will produce measured lighting values matching the projected values shown in this report. THE INFORMATION PROVIDED IN THIS REPORT IS FURNISHED - AS IS. HOLOPHANE COMPANY, INC. DISCLAIMS ALL IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING THE IMPLIED - WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. HOLOPHANE COMPANY, INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES.



INSTALACION DE PUNTAS PARARRAYOS
EN TECHO

DETALLE 1

SIN ESC.



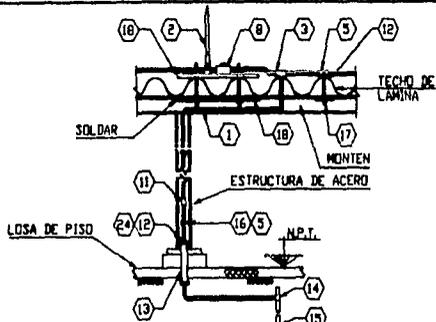
ABRAZADERA PARA CABLE

CONEXIONES DE CABLES PARA PARARRAYOS HORIZONTALES

CABLE A CABLE

DETALLE 2

SIN ESC.

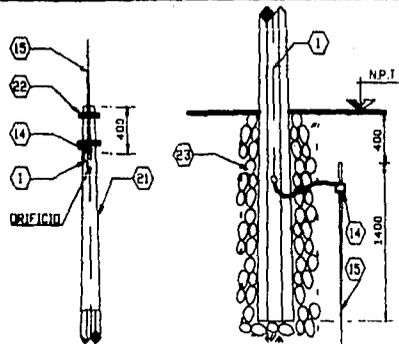


INSTALACION A PUNTA DE PARARRAYOS EN TECHO DE LAMINA

BAJADA DE CABLE A VARILLA

DETALLE 3

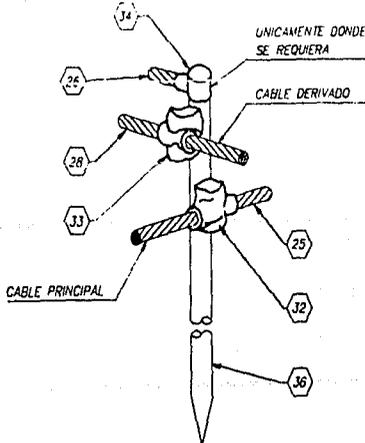
SIN ESC.



INSTALACION DE PUNTA PARARRAYOS EN POSTE DE CONCRETO

DETALLE 4

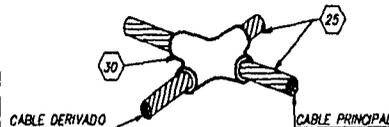
SIN ESC.



CONEXION DE CABLE A VARILLA

DETALLE 5

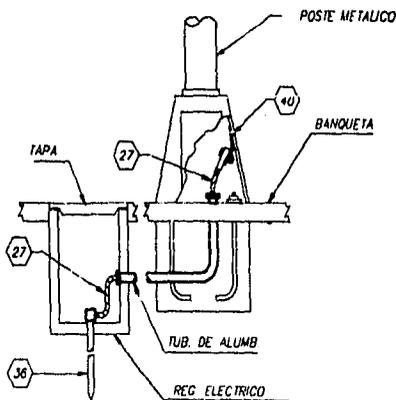
SIN ESC.



TIPOS DE CONEXIONES DE CABLES

DETALLE 6

SIN ESC.

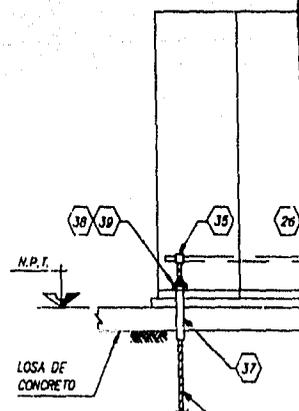


CONEXION DE PUESTA A TIERRA DE POSTE

DETALLE 7

SIN ESC.

| PART | DESCRIPCIÓN |
|------|---|
| 1 | CABLE DE COBRE DESNUDO CLASE 1 DE 35 |
| 2 | PUNTA MACIZA CROMADA DE 300mm DE LON |
| 3 | CONECTOR "I" |
| 4 | CONECTOR RECTO |
| 5 | ABRAZADERA PARA CABLE |
| 6 | BASE PLANA PARA PUNTA DE PARARRAYOS |
| 7 | BASE PLANA DE PRETIL PARA PUNTA DE PA |
| 8 | BASE PARA TECHO DE LAMINA |
| 9 | RODILLA NIVELADORA PARA PUNTA DE PARA |
| 10 | TORNILLO DE 5 x 38 mm (3/16"x1 1/2") CO |
| 11 | TUERCA HEXAGONAL PARA LAMINA Y ROLDA |
| 12 | DESCONECTOR DE TIERRA |
| 13 | COMPUESTO SELLADOR |
| 14 | TUBERIA CONDUIT DE PVC, TIPO PESADO DE |
| 15 | ABRAZADERA PARA BANQUETA DE TIERRA |
| 16 | BANQUETA DE TIERRA |
| 17 | PERNO ROSCADO DE ACERO GALVANIZADO DE |
| 18 | CARGA CALIBRE 22 |
| 19 | TORNILLO CON TUERCA Y CABEZA HEXAGONA |
| 20 | DE HULE Y DE PRESION DE 10mm X 84mm. |
| 21 | PLACA DE Fe DE 400 X 200 X 6mm |
| 22 | ANGULO DE Fe GALV. DE 100 X51 X 6mm |
| 23 | PLACA DE ACERO AL CARBON DE 120 X 100 |
| 24 | POSTE DE CONCRETO ARMADO DE 13000 mm |
| 25 | INTERIOR, 600 kg DE RESISTENCIA DE SEC |
| 26 | ABRAZADERA PARA POSTE DE SOLERA GALV |
| 27 | PIEDRA TIPO BRAZA SI LAS CONDICIONES DE |
| 28 | CONECTOR PARA TUBO DE PVC, TIPO PESADO |



CONEXION A TIERRA DE TABLA

DETALLE

SIN ESC.

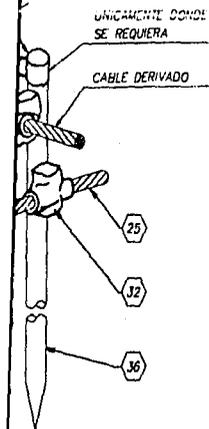


TITULO D

DETALLE
PARARRAYOS
PUESTA A

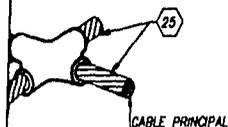
LISTA DE MATERIALES

| PART. | DESCRIPCION | PART. | DESCRIPCION |
|-------|---|-------|---|
| 1 | CABLE DE COBRE DESNUDO CLASE 1, DE 29 HILOS, 30mm ² TRENZADO | 25 | CABLE DE COBRE DESNUDO, TEMPLE SEMIDURO, TRENZADO, CALIBRE 4/0 AWG |
| 2 | PUNTA MACIZA CROMADA DE 300mm. DE LONGITUD. | 26 | IDEM A PART. (25); PERO CAL. 2/0 AWG. |
| 3 | CONECTOR "T" | 27 | IDEM A PART. (25); PERO CAL. 2 AWG. |
| 4 | CONECTOR RECTO. | 28 | IDEM A PART. (25); PERO CAL. 4 AWG. |
| 5 | ABRAZADERA PARA CABLE. | 29 | MOLDE PARA CONEXION SOLDABLE DE CABLE A CABLE. |
| 6 | BASE PLANA PARA PUNTA DE PARARRAYOS. | 30 | TIPO "XB" DE CAL. 4 X 4 AWG. |
| 7 | BASE PLANA DE PRETIL PARA PUNTA DE PARARRAYOS. | 31 | TIPO "SS" DE CAL. 2/0 A 2/0 AWG |
| 8 | BASE PARA TECHO DE LAMINA. | 32 | MOLDE PARA CONEXION SOLDABLE DE CABLE A VARILLA DE 19 mm DE # (3/4"). |
| 9 | RODILLA NIVELADORA PARA PUNTA DE PARARRAYOS | 33 | TIPO "GY" DE CAL. 2 AWG. |
| 10 | TORNILLO DE 5 x 38 mm. (3/16"x1 1/2") CON ROLDANA DE PRESION Y TUERCA HEXAGONAL PARA LAMINA Y ROLDANA DE HULE. | 34 | TIPO "OR" DE CAL. 4/0 AWG. |
| 11 | BDESCONECTOR DE TIERRA | 35 | CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA. |
| 12 | COMPUESTO SELLADOR. | 36 | VARILLA COPPERMELD DE 19 mm # (3/4") x 3000 mm DE LONGITUD. |
| 13 | TUBERIA CONDUIT DE PVC, TIPO PESADO DE 19mm#. | 37 | TUBERIA CONDUIT DE PVC, TIPO PESADO, DE 19 mm #. |
| 14 | ABRAZADERA PARA BAYONETA DE TIERRA. | 38 | COMPUESTO SELLADOR. |
| 15 | BAYONETA DE TIERRA. | 39 | CONECTOR PARA TUBO DE PVC, TIPO PESADO DE 19 mm #. |
| 16 | PERNO ROSCADO DE ACERO GALVANIZADO DE ALTA VELOCIDAD CON CARGA, CALIBRE 22 | 40 | SOLERA DE ACERO AL CARBON DE 6 x 51 x 90 mm, CON DOBLEZ A 45°. |
| 17 | TORNILLO CON TUERCA Y CABEZA HEXAGONAL, CON ROLDANAS PLANAS DE HULE Y DE PRESION DE 10mm# X 84mm. DE LONG. | | |
| 18 | PLACA DE Fe DE 400 X 200 X 6mm. | | |
| 19 | ANGULO DE Fe GALV. DE 108 X 51 X 6mm. | | |
| 20 | PLACA DE ACERO AL CARBON DE 120 X 100 X 6mm. | | |
| 21 | POSTE DE CONCRETO ARMADO DE 13,000 mm DE LONGITUD, HUECO EN SU INTERIOR, 600 kg DE RESISTENCIA DE SECCION INFERIOR ORTOGONAL. | | |
| 22 | ABRAZADERA PARA POSTE DE SOLERA GALVANIZADA DE 6 X 38mm. | | |
| 23 | PIEDRA TIPO BRAZA SI LAS CONDICIONES DEL TERRENO SON MALAS. | | |
| 24 | CONECTOR PARA TUBO DE PVC, TIPO PESADO, DE 19mm#. | | |



DE CABLE A VARILLA

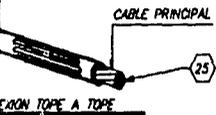
DETALLE 5



CONEXION EN "X"



CONEXION EN "T"

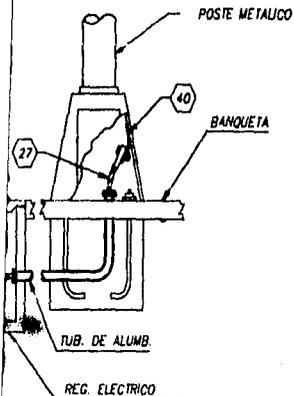


CON TOPE A TOPE

DE CONEXIONES DE CABLES

DETALLE 6

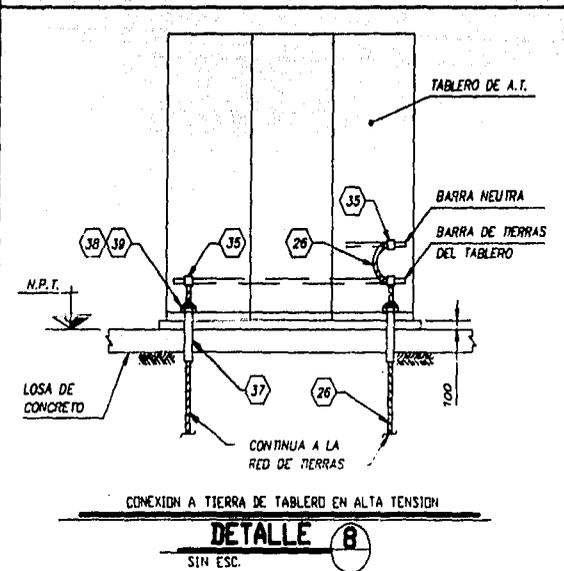
SIN ESC.



CON DE PUESTA A TIERRA DE POSTE

DETALLE 7

SIN ESC.



DETALLE 8

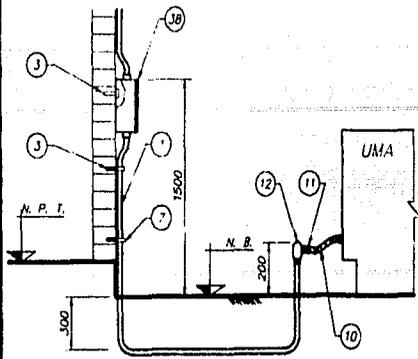
SIN ESC.

NOTAS

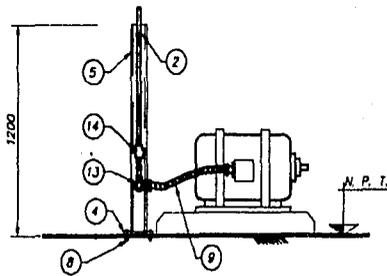
1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-22, E-24 Y E-25.

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS
DE LA BASE - SIGUE

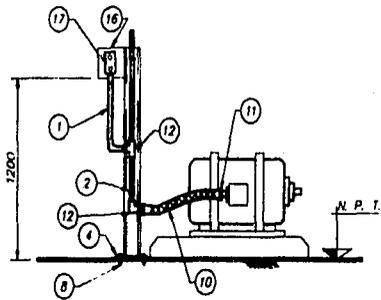
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|---------------------|--|----------------|----------------|-------|------|-----------|----------------|----------------|--------|--|------|----------------|----------------|--|--|--|
| | TITULO DE PLANO: | PUESTO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ING. | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07850, DP. IZTAPALAPA, MEXICO DF. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | REG. No.: | ZONA: | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | FIRMA: | AREA: | | | | | | | | | | | | | | | |
| | DETALLES DE PARARRAYOS Y PUESTA A TIERRA | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DIBUJO: A.M.A.</td> <td>FECHA: MAYO/92</td> <td>ESC.:</td> <td>1:50</td> <td>PLANO No.</td> </tr> <tr> <td>REVISO: J.B.C.</td> <td>FECHA: MAYO/92</td> <td>ACOT.:</td> <td></td> <td>E-33</td> </tr> <tr> <td>APROBO: A.M.H.</td> <td>FECHA: MAYO/92</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | DIBUJO: A.M.A. | FECHA: MAYO/92 | ESC.: | 1:50 | PLANO No. | REVISO: J.B.C. | FECHA: MAYO/92 | ACOT.: | | E-33 | APROBO: A.M.H. | FECHA: MAYO/92 | | | |
| DIBUJO: A.M.A. | FECHA: MAYO/92 | ESC.: | 1:50 | PLANO No. | | | | | | | | | | | | | | |
| REVISO: J.B.C. | FECHA: MAYO/92 | ACOT.: | | E-33 | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBO: A.M.H. | FECHA: MAYO/92 | | | | | | | | | | | | | | | | | |



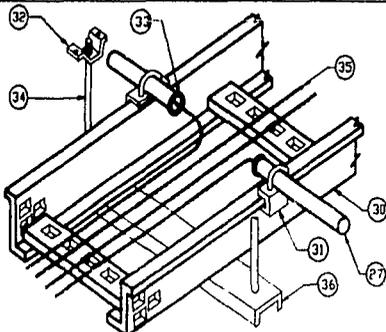
**DETALLE DE FUERZA DE
UNIDAD MANEJADORA DE AIRE**



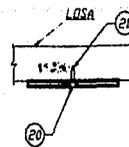
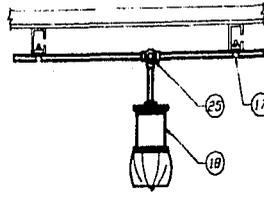
**DETALLE DE FUERZA DE
MOTOR EN AREA PELIGROSA**



**DETALLE DE FUERZA DE
MOTOR EN AREA NO PELIGROSA**

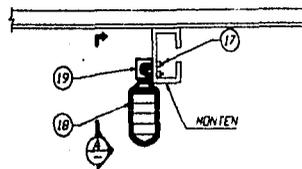


**DETALLE DE CHAROLA Y
FIJACION DE CONDUITS A ESTA**

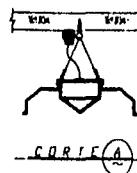
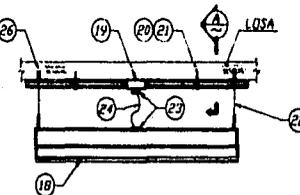


DONDE APLIQUE

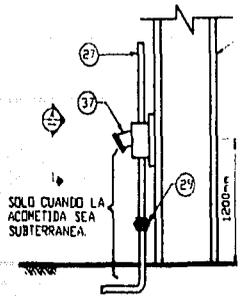
**DETALLE ALUMBRADO
EN AREA PELIGROSA**



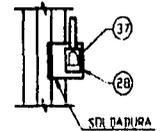
**DETALLE ALUMBRADO
EN AREA NO PELIGROSA**



**DETALLE ALUMBRADO
EN AREA NO PELIGROSA**



SOLO CUANDO LA
ACOMETIDA SEA
SUBTERRANEA.



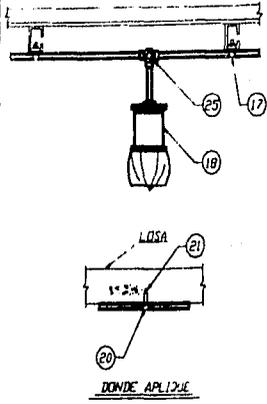
VISTA (A)
S/E.

**DETALLE DE CON
10, 30 o' 60'
ACOMETIDA AERE
SUBTERRANEA**

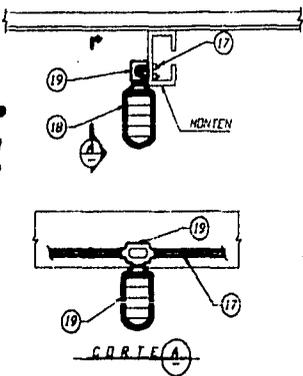
NOTAS:

1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON
E-10, E-13, E-15, E-17 Y E-18.

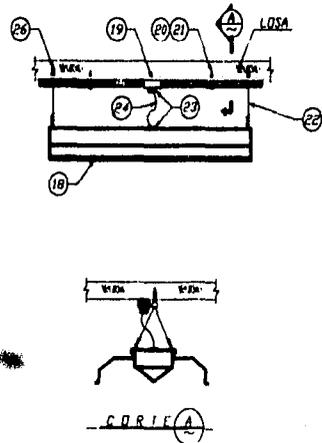
| | |
|----|---|
| 33 | MONITOR DE F ₂ GALVANIZADO # |
| 34 | VARILLA ROSCADA EN AMBOS EXTREMOS Y (2) RODAMAS DE 12" |
| 35 | CABLE DE COBRE SUAVE HOMOPOLE VINANEL 2000. |
| 36 | CANAL HORIZONTAL "CPM", LARGO |
| 37 | CONTACTO TRIFASICO 3 HILOS, DUPLES 127 VCA POLARIZADOS. |
| 38 | INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 1 |



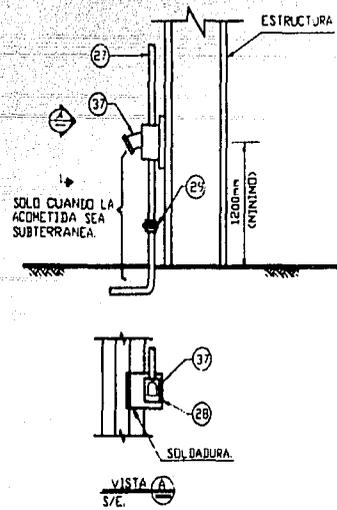
DETALLE ALUMBRADO EN AREA PELIGROSA



DETALLE ALUMBRADO EN AREA NO PELIGROSA



DETALLE ALUMBRADO EN AREA NO PELIGROSA



DETALLE DE CONTACTO 10, 30 o' AMBOS, ACOMETIDA AEREA o' SUBTERRANEA

NOTAS:

1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-04, E-11, E-13, E-15, E-17 Y E-18.

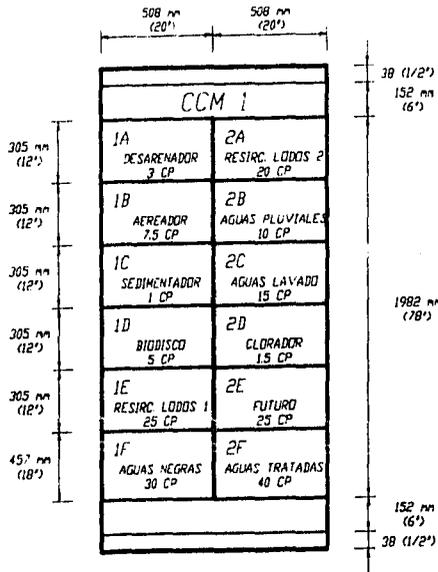
LISTA DE MATERIALES

| PARTIDA No. | DESCRIPCION |
|-------------|--|
| 1 | TUBO DE Fe. GALVANIZADO, PARED GRUESA, # SEGUN SE REQUIERA. |
| 2 | ABRAZADERA TIPO "U" DE Fe. GALVANIZADO, CON TUERCAS, ROLDANAS PLANA Y DE PRESION, PARA TUBO CONDUIT, # SEGUN SE REQUIERA. |
| 3 | TAQUETE DE EXPANSION DE 7.9 mm # INTERIOR (5/16") x 38 mm. (1 1/2") DE LONGITUD CON TORNILLO CABEZA HEXAGONAL DE 5/16" # x 1 1/4" DE LONGITUD. |
| 4 | PLACA DE ACERO AL CARBON DE 150 x 150 x 6.35 mm. DE ESPESOR PARA BASE CANAL LIMANA. |
| 5 | CANAL LIMANA DE ACERO AL CARBON DE 101 mm. (4") x 6.35 mm. (1/4") DE ESPESOR. |
| 6 | ABRAZADERA TIPO "UNA" DE Fe. GALV. PARA TUBO CONDUIT, # SEGUN SE REQUIERA. |
| 7 | PERNO ROSCADO PARA HERRAMIENTA DE ALTA VELOCIDAD DE 9 mm. (3/8") #, 50 mm (2") LARGO TOTAL Y 31 mm. (1 1/4") LARGO DE ESPIGA, CAT. 3446 CON CARGA CAL. 22 CORTO COLOR ROJO, CAT. 522W (PARA CONCRETO). |
| 8 | COPILE FLEXIBLE TIPO "EC" PARA AREAS CLASIFICADAS (CLASE I, OPOS. A, B, C Y D, CLASE II OPOS. E, F, Y G) DE 304.8 mm (12") DE LARGO Y # SEGUN SE REQUIERA. |
| 9 | TUBERIA CONDUIT FLEXIBLE A PRUEBA DE LIQUIDOS TIPO "LIQUITITE" # Y LONGITUD SEGUN SE REQUIERA. |
| 10 | CONECTOR RECTO A PRUEBA DE LIQUIDOS DE ALUMINIO, # SEGUN SE REQUIERA. |
| 11 | CAJA REGISTRO "CONDULET" DE ALUMINIO SERIE OVALADA PARA AREAS NO PELIGROSAS CON TAPA CIEGA Y EMPAQUE DE NEOPRENO, # Y TIPO SEGUN SE REQUIERA. |
| 12 | CAJA REGISTRO SERIE GUA PARA AREAS PELIGROSAS USO INTERFERIE CON TAPA Y EMPAQUE DE NEOPRENO, # Y TIPO SEGUN SE REQUIERA. |
| 13 | SELLO PARA TUBERIA CONDUIT TIPO "EYS" MACHO-HEMBRA # SEGUN SE REQUIERA. |
| 14 | ESTACION DE BOTONES ARRANQUE-PARO, CON LUZ PILOTO Y SEGURO EN EL BOTON DE PARO, PARA USO EN AREAS PELIGROSAS (NEMA 3, 7CO, 9EQ, 12) Y ENTRADA PARA TUBERIA DE 19 mm. (3/4") #. |
| 15 | PLACA DE ACERO AL CARBON DE 230 x 140 x 6.35 mm. DE ESPESOR. |
| 16 | ESTACION DE BOTONES ARRANQUE-PARO, CON LUZ PILOTO Y SEGURO EN EL BOTON DE PARO, PARA USO EN AREAS NEMA 1 Y ENTRADA PARA TUBERIAS DE 19 mm #. |
| 17 | ABRAZADERA TIPO "U" DE Fe. GALVANIZADO CON TUERCA Y ROLDANA PLANA Y DE PRESION, PARA TUBO CONDUIT # SEGUN SE REQUIERA. |
| 18 | UNIDAD DE ALUMBRADO (VER IDENTIFICACION Y DESCRIPCION EN PLANO DE ALUMBRADO). |
| 19 | CAJA REGISTRO CONDULET DE ALUMINIO PARA AREAS NO PELIGROSAS, USO INTERFERIE SERIE OVALADA, CON TAPA Y EMPAQUE DE NEOPRENO TIPO Y # SEGUN SE REQUIERA. |
| 20 | ABRAZADERA TIPO UNA DE Fe. GALVANIZADO PARA TUBO CONDUIT, CON # SEGUN SE REQUIERA. |
| 21 | PERNO ROSCADO DE ACERO DE ALTA VELOCIDAD CON TUERCA HEXAGONAL Y ROLDANA PLANA Y DE PRESION DE 6.35 mm # (1/4") x 47 mm. (1 7/8") DE LONG. Y 16 mm. DE GUERDA. |
| 22 | ALAMBRE DE Fe. GALVANIZADO, CAL. No. 14, MCA VICTOR o' EQUIVALENTE. |
| 23 | CONECTOR DE GLANDULA DE ALUMINIO TIPO "GGB" MACHO, CAT. No. CGB-294. |
| 24 | CABLE USO RUDO TIPO "SJT", DE 2 x 12 AVG. 300 V. |
| 25 | CAJA CONDULET PARA AREAS PELIGROSAS SERIE REDONDA "GUM" TIPO "L" O "I", DIAMETRO SEGUN SE REQUIERA. |
| 26 | CLAVO CON OJO DE ALTA VELOCIDAD DE 6.35 mm # (1/4") x CL. 1/64" DE LARGO. |
| 27 | TUBO CONDUIT DE Fe. GALV. POR INMERSION EN CALIENTE, CEDULA 40, # SEGUN SE REQUIERA. |
| 28 | PLACA DE ACERO AL CARBON ASTM-36 DE 150x200x4 mm. |
| 29 | TUERCA UNION DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE TIPO "UM" HEMBRA # SEGUN SE REQUIERA. |
| 30 | TRAMO RECTO DE CHAROLA DE Fe. GALVANIZADO CAL. No. 14, ESPACIAMIENTO ENTRE TRAVESAÑOS DE 228 cm ANCHO SEGUN SE REQUIERA. |
| 31 | ABRAZADERA PARA CHAROLA Y TUBO CONDUIT TIPO "LCC" # SEGUN SE REQUIERA. |
| 32 | CLIP TIPO "U" P/VARILLA DE 12.7 mm DE # (1/2"). |

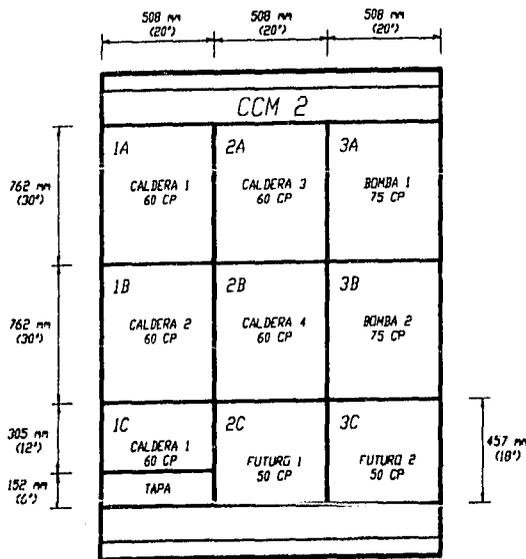
| | |
|----|--|
| 19 | MONITOR DE Fe GALVANIZADO # SEGUN SE REQUIERA. |
| 34 | VARILLA ROSCADA EN AMBOS EXTREMOS DE Fe GALVANIZADO CON (2) TUERCAS Y (2) ROLDANAS DE 12.7 mm DE # LONGITUD SEGUN SE REQUIERA. |
| 35 | CABLE DE COBRE SUAVE MONOPOLAR AISLAMIENTO THW-600 V, 75° VITRUEL 2000. |
| 36 | CANAL HORIZONTAL "CPH", LARGO SEGUN SE REQUIERA. |
| 37 | CONTACTO TRIFASICO, 3 HILOS, 4 POL.DS. 220 VCA, 60A, Y CONTACTO DUPLES 127 VCA POLARIZADOS. |
| 38 | INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE CAPACIDAD INDICADA. |

| ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA OGE - SIEPT | | | |
|---|--|--|--|
| | | | |
| FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM ELECTRICA | | TITULO DE PLANO:
DETALLES DE FUERZA Y ALUMBRADO | |
| PROYECTO RESPONSABLE:
ING.
REG. No.
F. INSA | | PARQUE INDUSTRIAL RAACH
Domicilio Monte 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050, D.P. TETAPALAPA, MEXICO D.F. | |
| AREA:
DIBUJO: A.M.A.
REVISO: J.B.C.
APROBO: A.M.H. | | FECHA: MAYO/92
ESC.: 150
FECHA: MAYO/92
ACOPI: 4E TROS
FECHA: MAYO/92 | |
| | | PLANO No.
E-32 | |



| CCM1 (PTA. DE TRAT. DE AGUAS) | | | | | |
|-------------------------------|--|-------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| LOCALI-ZACION DE LA UNIDAD | DESCRIPCION DE LA UNIDAD O DEL SER-VICIO (PLACA DE IDENTIFICACION) | CLASE 8998 (TIPO) | TAMANO (NEMA) DE LA UNIDAD | ALTURA DE LA UNIDAD mm (Pulg.) | CP MAXIMOS A 440 V |
| 1A | MOTOR DE DESARENADOR | ELC3B | 1 | 305 (12') | 10 |
| 1B | MOTOR DE AERADOR | ELC3B | 1 | 305 (12') | 10 |
| 1C | MOTOR DE SEDIMENTADOR | ELD3B | 1 | 305 (12') | 10 |
| 1D | MOTOR DE BIODISCO | ELC3B | 1 | 305 (12') | 10 |
| 1E | MOTOR DE RESIRCU-LACION DE Lodos 1 | ELD3B | 2 | 305 (12') | 25 |
| 1F | MOTOR DE AGUAS NEGRAS | ELE3B | 3 | 457 (18) | 50 |
| 2A | MOTOR DE RESIRCU-LACION DE Lodos 2 | ELD3B | 2 | 305 (12') | 25 |
| 2B | MOTOR DE AGUAS PLUVIALES | ELC3B | 1 | 305 (12') | 10 |
| 2C | MOTOR DE AGUAS DE LAVADO | ELD3B | 2 | 305 (12') | 25 |
| 2D | MOTOR DE CLORADOR | ELC3B | 1 | 305 (12') | 10 |
| 2E | FUTURO 1 | ELD3B | 2 | 305 (12') | 25 |
| 2F | MOTOR DE AGUAS TRATADAS | ELE3B | 3 | 457 (18) | 50 |



| CCM2 (CALDERAS) | | | | | |
|----------------------------|--|-------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| LOCALI-ZACION DE LA UNIDAD | DESCRIPCION DE LA UNIDAD O DEL SER-VICIO (PLACA DE IDENTIFICACION) | CLASE 8998 (TIPO) | TAMANO (NEMA) DE LA UNIDAD | ALTURA DE LA UNIDAD mm (Pulg.) | CP MAXIMOS A 440 V |
| 1A | CALDERA 1 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 1B | CALDERA 2 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 1C | VENTILADOR | ELD3B | 2 | 305 (12) | 25 |
| 2A | CALDERA 3 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 2B | CALDERA 4 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 2C | FUTURO 1 | ELE3B | 3 | 457 (18) | 50 |
| 3A | BOMBA 1 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 3B | BOMBA 2 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 3C | FUTURO 2 | ELF3B | 3 | 457 (18) | 50 |

NOTAS:

1- LOS 3 CCMs TIENEN LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

- SERVICIO A 440 V, 3Ø, 4 HILOS, 60 Hz.
- ALAMBRAJE CLASE (NEMA) 1, TIPO (NEMA) B.
- SECCIONES DE 308 mm (20') DE FRENTE Y FONDO, 2286 mm (90') DE ALTURA.
- TABLERO DE UN SOLO FRENTE.
- GABINETE TIPO (NEMA 3R) 3LL.
- BARRA DE TIERRA Y BARRA DE NEUTRO PARA TODAS LAS SECCIONES.
- PLACA DE IDENTIFICACION GRABADAS EN CADA PUERTA DE LAS UNIDADES.
- BARRAS HORIZONTALES DE 600 A.

2- LA ALIMENTACION AL CCM1 ES DE UN CONDUCTOR POR FASE DEL CALIBRE 2/0, ENTRANDO POR LA PARTE SUPERIOR DE LA SECCION 2A.

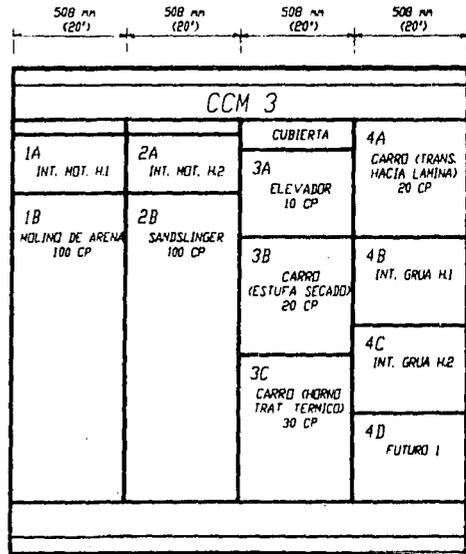
3- LA ALIMENTACION AL CCM2 ES DE UN CONDUCTOR POR FASE DEL CALIBRE 900 MCM, ENTRANDO POR LA PARTE SUPERIOR DE LA SECCION 3A.

3- LA ALIMENTACION AL CCM2 ES DE UN CONDUCTOR POR FASE DEL CALIBRE 600 MCM, ENTRANDO POR LA PARTE SUPERIOR DE LA SECCION 4A.



A. DE TRAT. DE AGUAS)

| DESCRIPCION DE LA UNIDAD O DEL SERVICIO (PLACA DE IDENTIFICACION) | CLASE 899B (TIPO) | TAMANO (NEMA) DE LA UNIDAD | ALTURA DE LA UNIDAD mm (Pulg.) | CP MAXIMOS A 440 V |
|---|-------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| MOTOR DE ARENADOR | ELC3B | 1 | 305 (12) | 10 |
| MOTOR DE ARENADOR | ELC3B | 1 | 305 (12) | 10 |
| MOTOR DE ARENADOR | ELD3B | 1 | 305 (12) | 10 |
| MOTOR DE ARENADOR | ELC3B | 1 | 305 (12) | 10 |
| DE RESIRCU- DE LODO 1 | ELD3B | 2 | 305 (12) | 25 |
| MOTOR DE AS NEGRAS | ELC3B | 3 | 457 (18) | 50 |
| DE RESIRCU- DE LODO 2 | ELD3B | 2 | 305 (12) | 25 |
| MOTOR DE PLUVIALES | ELC3B | 1 | 305 (12) | 10 |
| MOTOR DE DE LAVADO | ELD3B | 2 | 305 (12) | 25 |
| MOTOR DE ELIMINADOR | ELC3B | 1 | 305 (12) | 10 |
| FUTURO 1 | ELD3B | 2 | 305 (12) | 25 |
| MOTOR DE AS TRATADAS | ELE3B | 3 | 457 (18) | 50 |



CCM2 (CALDERAS)

| LOCALIZACION DE LA UNIDAD | DESCRIPCION DE LA UNIDAD O DEL SERVICIO (PLACA DE IDENTIFICACION) | CLASE 899B (TIPO) | TAMANO (NEMA) DE LA UNIDAD | ALTURA DE LA UNIDAD mm (Pulg.) | CP MAXIMOS A 440 V |
|---------------------------|---|-------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1A | CALDERA 1 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 1B | CALDERA 2 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 1C | VENTILADOR | ELD3B | 2 | 305 (12) | 25 |
| 2A | CALDERA 3 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 2B | CALDERA 4 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 2C | FUTURO 1 | ELE3B | 3 | 457 (18) | 50 |
| 3A | BOMBA 1 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 3B | BOMBA 2 | ELF3B | 4 | 762 (30) | 100 |
| 3C | FUTURO 2 | ELE3B | 3 | 457 (18) | 50 |

CCM3 (FUNDICION)

| LOCALIZACION DE LA UNIDAD | DESCRIPCION DE LA UNIDAD O DEL SERVICIO (PLACA DE IDENTIFICACION) | CLASE 899B (TIPO) | TAMANO (NEMA) DE LA UNIDAD | ALTURA DE LA UNIDAD mm (Pulg.) | CP MAXIMOS A 440 V |
|---------------------------|---|-------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1A | INTERRUPTOR MOTOR HORNO 1 | --- | --- | 305 (12) | --- |
| 1B | MOLINO DE ARENA | GLEA3B | 4 | 1600 (63) | 100 |
| 2A | INTERRUPTOR MOTOR HORNO 2 | --- | --- | 305 (12) | --- |
| 2B | SANDSLINGER | GLEA3B | 4 | 1600 (63) | 100 |
| 3A | ELEVADOR | FLCA3B | 1 | 457 (18) | 10 |
| 3B | CARRO (ESTUFA SECA) | FLDA3B | 2 | 610 (24) | 20 |
| 3C | CARRO (HORNO TRAT. TERMICO) | FLEA3B | 3 | 762 (30) | 30 |
| 4A | CARRO (TRANS. HACIA LAMINA) | FLDA3B | 2 | 610 (24) | 20 |
| 4B | INTERRUPTOR GRUA HORNO 1 | --- | --- | 457 (18) | --- |
| 4C | INTERRUPTOR GRUA HORNO 2 | --- | --- | 457 (18) | --- |
| 4D | FUTURO 1 | FLCA3B | 1 | 457 (18) | 10 |

1/2")
mm
5")

82 mm
(78")

82 mm
(16")
(1/2")

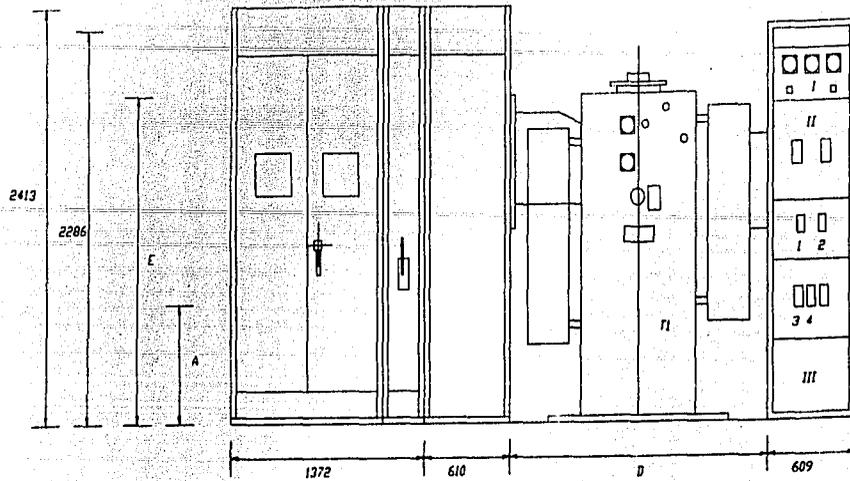
INDICACION AL CCM3 ES DE UN CONDUCTOR POR FASE LIBRE 600 MM, ENTRANDO POR LA PARTE SUPERIOR SECCION 4A

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA B.G.C. - SECC 01

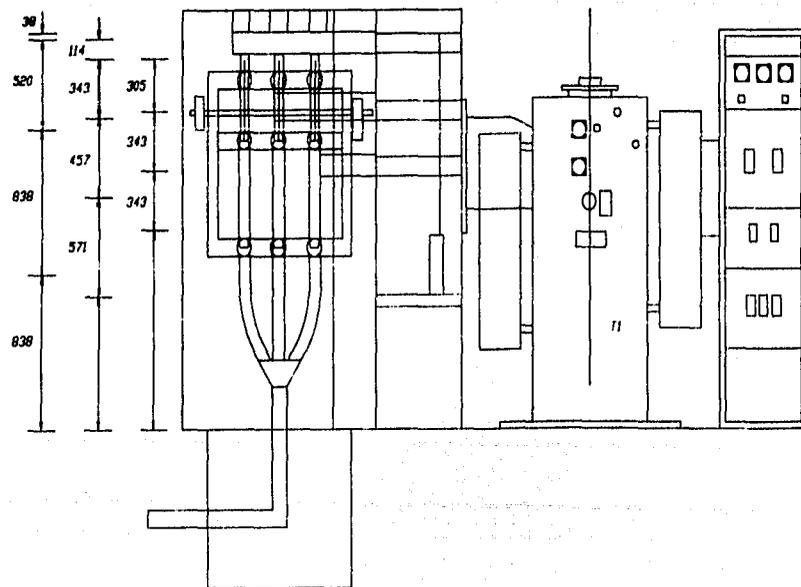
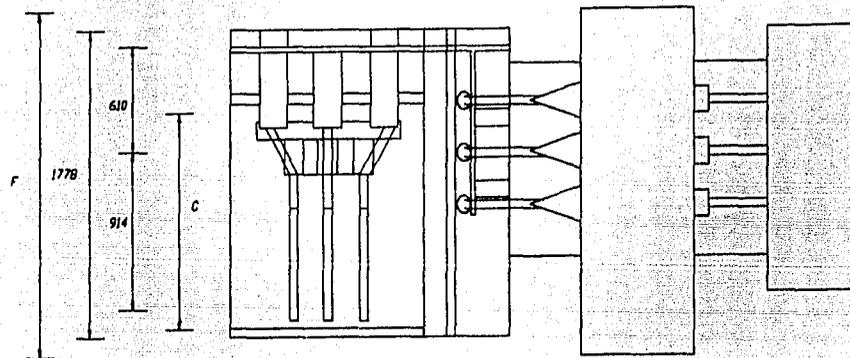


TITULO DE PLANO: **PARQUE INDUSTRIAL RAACH**
DETALLES CCM's

| | | | |
|--------------------|--|---------------|-----------|
| PERITO RESPONSABLE | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07059 D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | | |
| ING. | ZONA: | | |
| REG. No. | AREA: | | |
| FIRMA | AREA: | ESC.: | PLANO No. |
| | DIBUJO A.M.A. | FECHA JUL./92 | 1:100 |
| | REVISO J.B.C. | FECHA JUL./92 | ACOT. mm |
| | APROBO A.M.H. | FECHA JUL./92 | E-31 |



ALIMENTACION
4160 V
3 FASES,
60 Hz

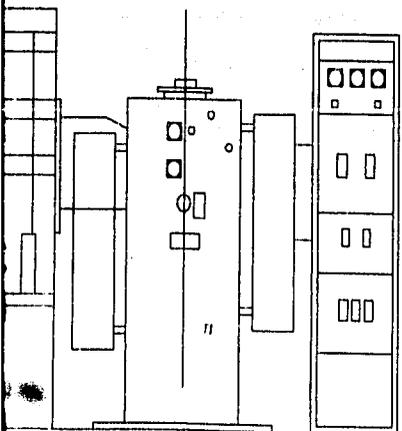
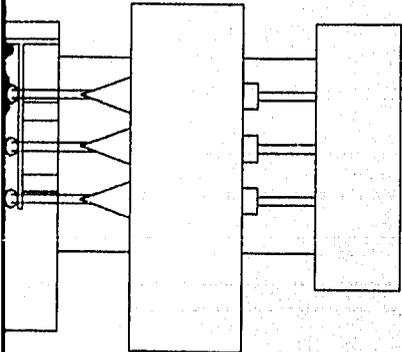
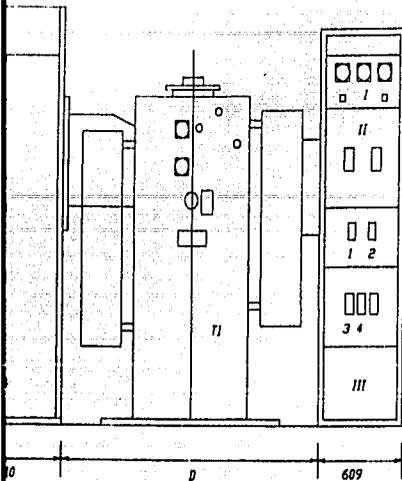


DE

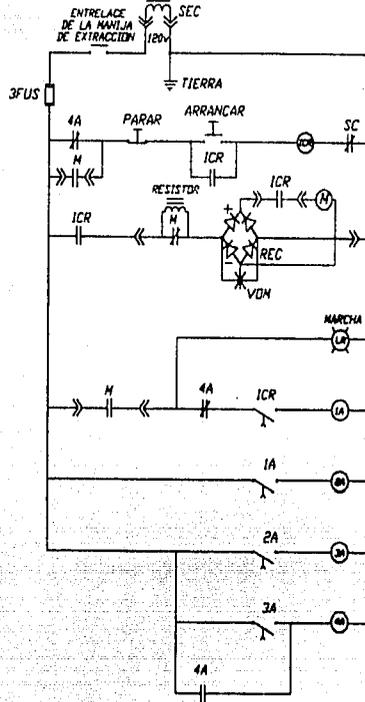
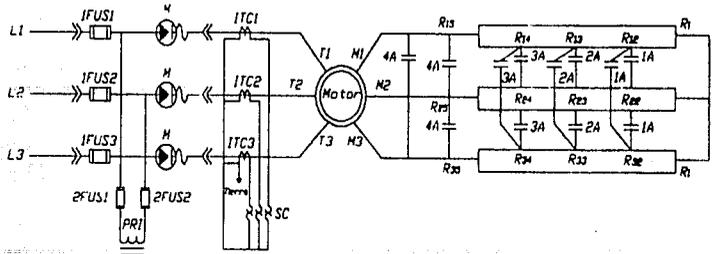
SUB
DE:
TIF
AP
FR
DE
CO
I 1
II
III
I II
2 I
3 I
4 I



TI
S



ALIMENTACION:
4160 V
3 FASES,
60 Hz



SIMBOLOGIA:

- R RESISTENCIA
- ⌋ RELEVADOR TEMPORIZADO
- I. PUSH BUTTON
- ⌋ CONTACTOR CERRADO
- ⌋ CONTACTOR ABIERTO
- M BOTELLA EN VACIO
- RELEVADOR
- ⌋ DISPOSITIVO REMOVIBLE
- ITC TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

DETALLE ARRANCADOR 4160 V.

NOTAS:

SUBSTACION 4

DESCONECTOR CON CARGA DE UN TIPO TRIPOLAR TIPO LBT 20/400 SAE TENSION MAXIMA VOLTS 25,000

APARTARRAYS AUTOVALVULARES PARA 23KV

TRANSFORMADOR TRIFASICO 75 KVA, 23KV/ 220V, TIPO DE ENFRIAMIENTO OA, 60 HZ, CONEXION EN AT. DELTA, CONEXION EN B.T. ESTRELLA.

I MEDICION

II INTERRUPTOR PRINCIPAL MAL 36500

III CUBIERTA

- 1 INT. DERIV. FHL 36070
- 2 INT. DERIV. FHL 36100 TDA14
- 3 INT. DERIV. KHL 36150 TDA12
- 4 INT. DERIV. KHL 36150 TDA13

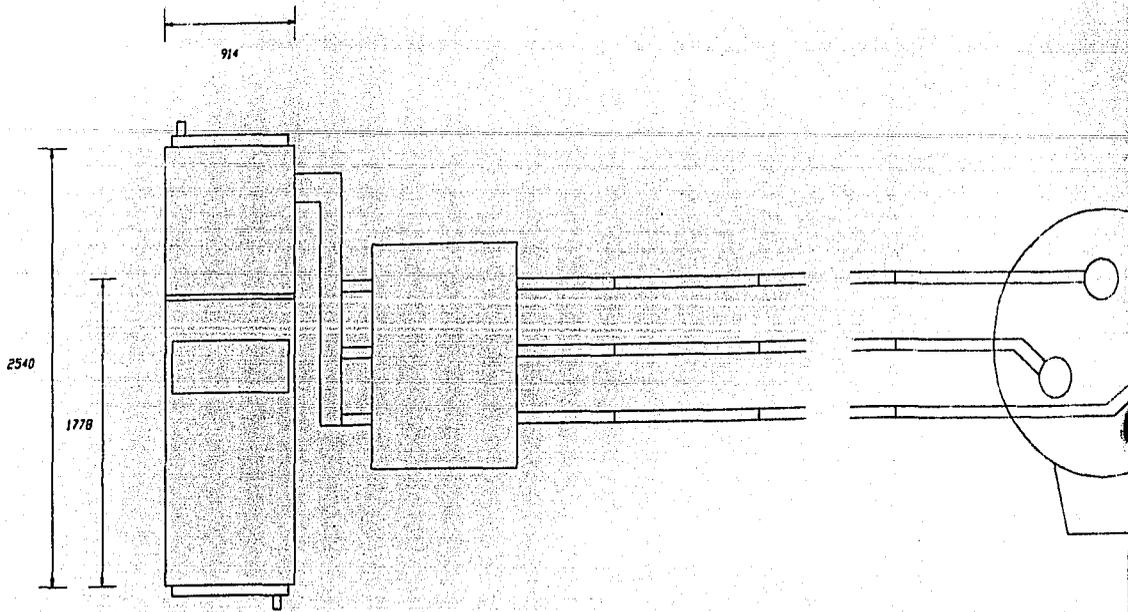
ESTE PLANO SE COMPLEMENTA EL PLANO E-04 VFR PLANO E-95 PARA LISA DE EQUIPO.

ESPACIO PARA BILLOS Y FIBRAS DE LA BASE - 300X7

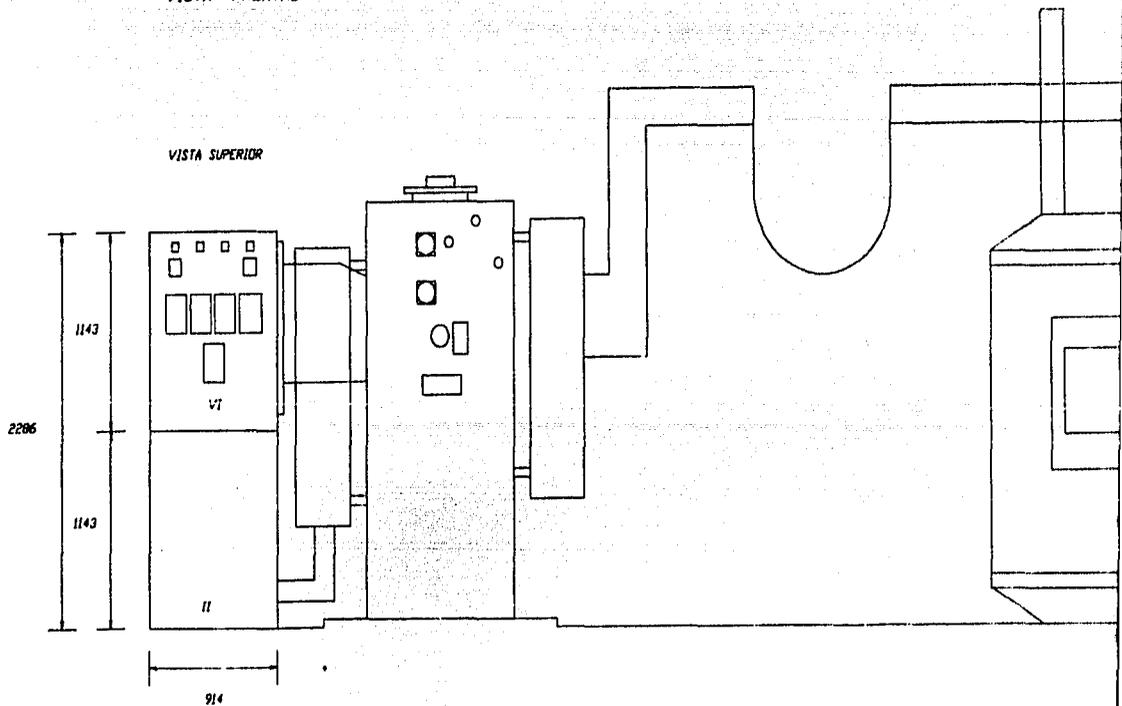


TITULO DE PLANO: SUBSTACION 4 EDIFICIO.

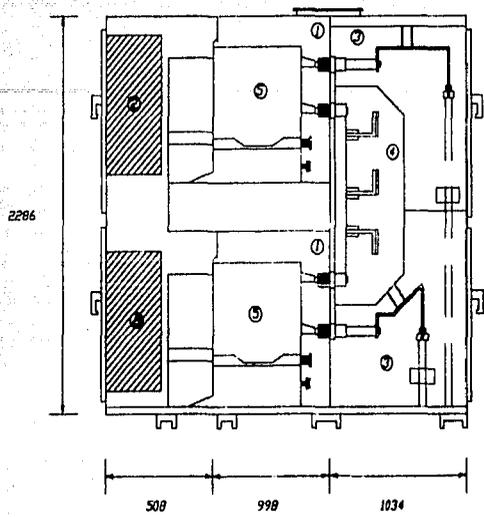
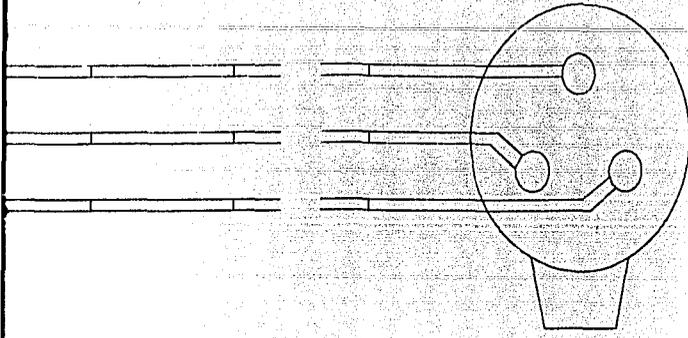
| | | | |
|-----------------------|--|------------|-----------|
| PROYECTO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | |
| ING: | DOMICILIO MORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA, C.P. 07050, D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | | |
| REG. No.: | ZONA: | | |
| FIRMA: | AREA: | | |
| DIBUJO R.C.T.: | FECHA JUN/92 | ESC. 1/200 | PLANO No. |
| REVISO J.B.C.: | FECHA JUN/92 | ACOT.: | E-30 |
| APROBO A.M.H.: | FECHA JUN/92 | | |



VISTA FRONTAL



- I. INTERRUPTOR PRINCIPAL EN VACIO
- II. COMPARTIMIENTO AUXILIAR

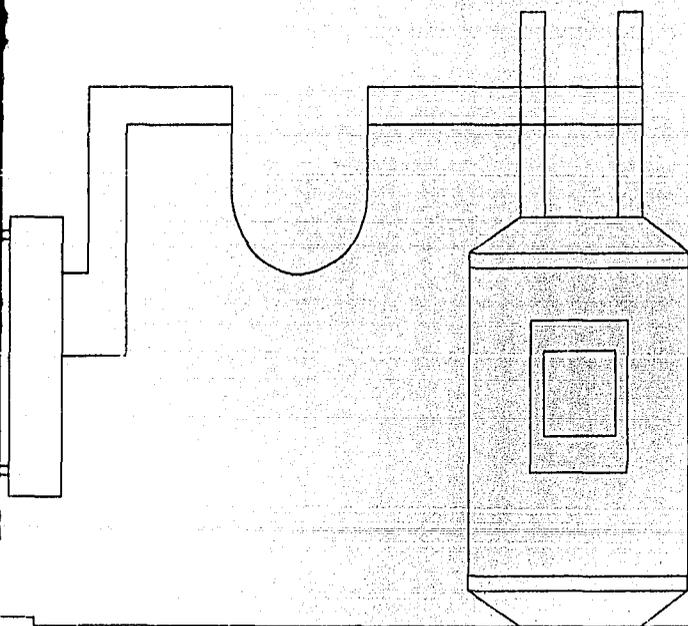


VISTA LATERAL

- 1. COMPARTIMIENTO DE INTERRUPTOR.
- 2. COMPARTIMIENTO DE INSTRUMENTACION Y RELEVACION.
- 3. COMPARTIMIENTO DE CABLES.
- 4. COMPARTIMIENTO DE BARRAS.
- 5. INTERRUPTOR.

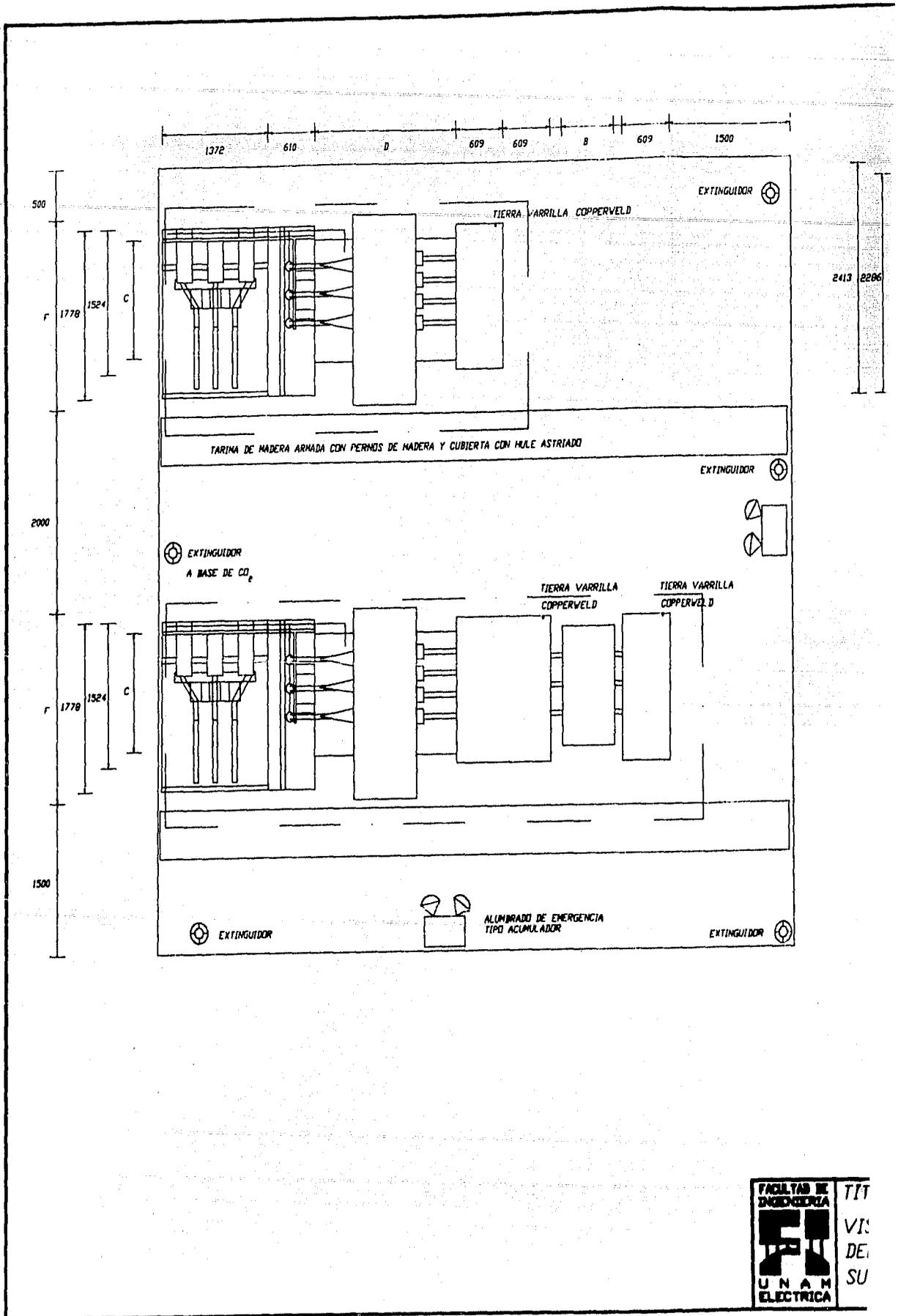
NOTAS:

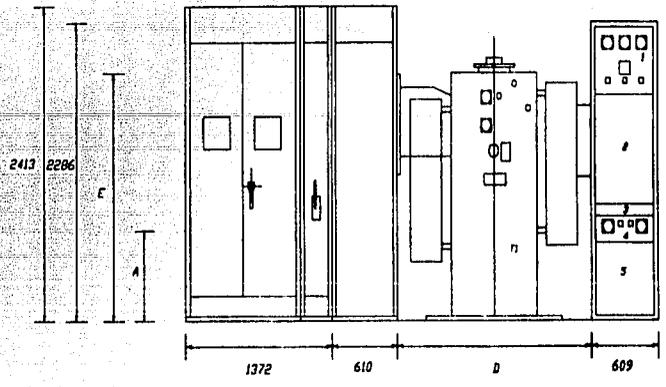
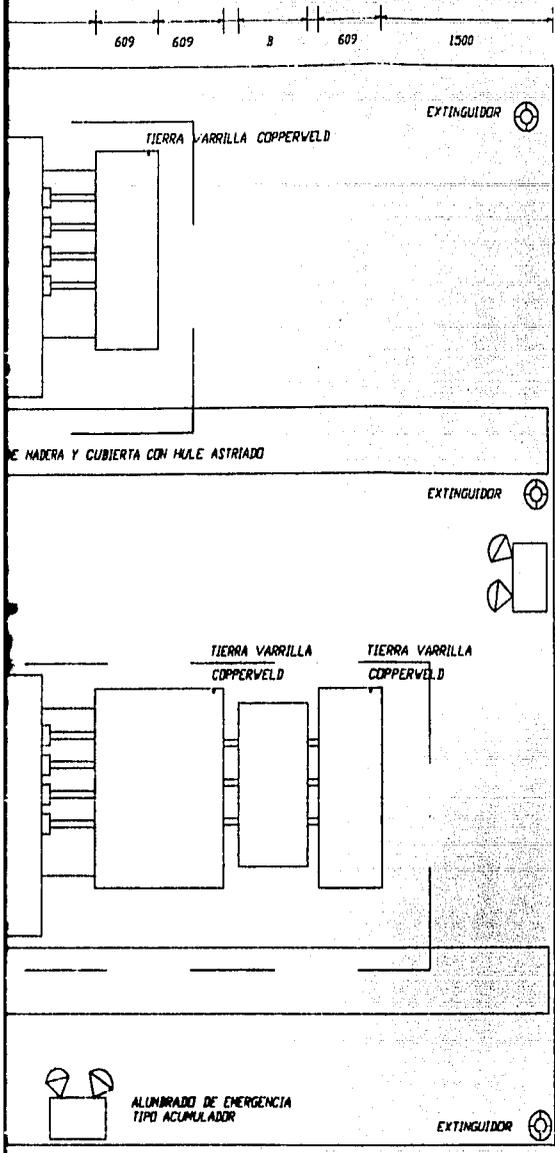
LAS DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR DE HORNO SE PRESENTAN EN EL PLANO E-25.



ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA B.O.E. - SINDOFT

| | | | | |
|--|------------------|----------------------------|---|--------------|
| | TITULO DE PLANO: | PERITO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | |
| | ING. | ING. | DOMICILIO: NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050, D.P. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | |
| | REG. No.: | REG. No.: | ZONA: GENERAL | |
| | FIRMA: | FIRMA: | AREA: | |
| | | | DIBUJO R.C.T. FECHA JUN/92 | ESC. 1 : 200 | PLANO No. |
| | | REVISO J.B.C. FECHA JUN/92 | ACOT. mm | E-29 |
| | | APROBO AMH. FECHA JUN/92 | | |





NOTAS:

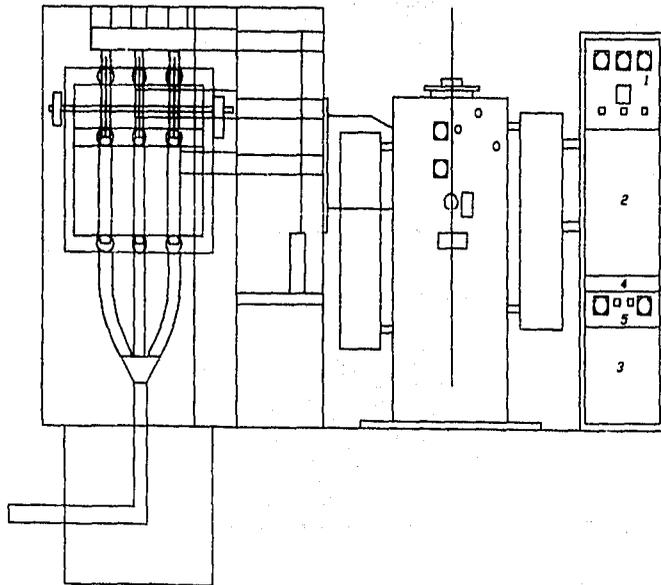
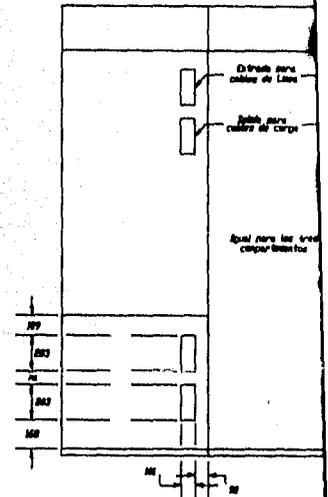
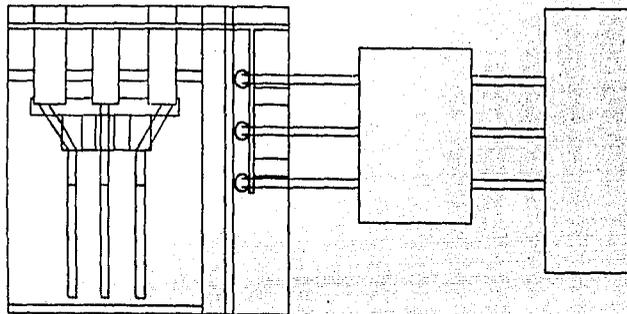
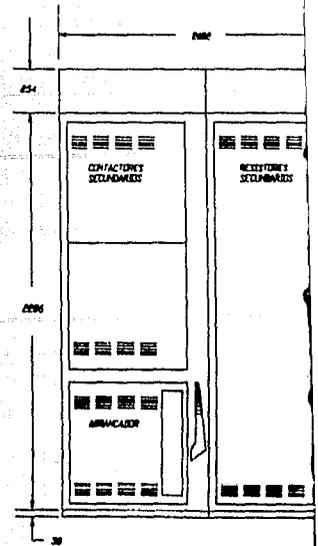
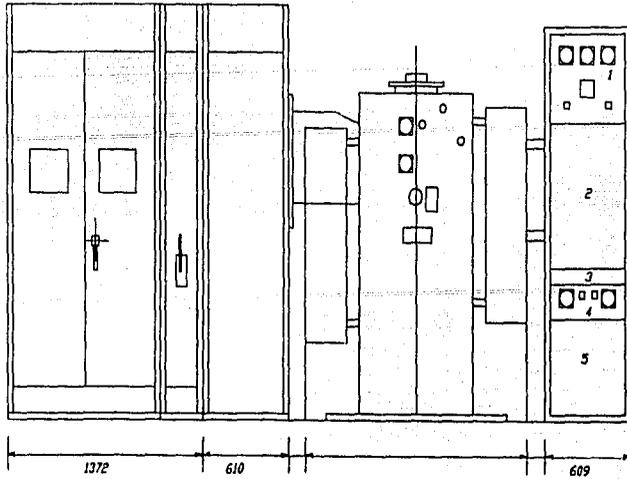
ESTE ES EL LAYOUT ES EL ARREGLO DONDE SE ALMACEN TANTO LAS SUBESTACIONES 2 Y 3 COMO LAS SUBESTACIONES 2 Y 3. LAS SUBESTACIONES 2 Y 3 MANEJAN UN TENSION SECUNDARIA DE 4160 V. LA TENSION SECUNDARIA DE LAS SUBESTACIONES 2 Y 3 ES DE 440 V.

ESPACIO PARA FIRMA Y SELLO DE LA D.E.C. - SUDOT



TITULO DE PLANO:
VISTA EN PLANTA
DEL ARREGLO DE
SUBESTACIONES.

| | | | | |
|------------------------------|--|------------|-----------|--|
| PROYECTO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| ING. | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050 D.P. TETAPALAPA MEXICO D.F. | | | |
| REG No: | ZONA GENERAL | | | |
| FIRMA: | AREA: | | | |
| DISEÑÓ: R.C.T. | FECHA: JUN/92 | ESC: 1:200 | PLANO No. | |
| REVISÓ: J.B.C. | FECHA: JUN/92 | ACOTÓ: mm | E-28 | |
| APROBÓ: ALM | FECHA: JUN/92 | | | |



SUBESTACIONES 2 Y 3'

U1 DESCONECTOR CON CARGA DE UN TIPO TRIPOLAR TIPO LDTP 20/400 SAE TENSION MAXIMA 25 000 VOLTS

U5 APARTARRAYOS AUTOVALVULARES

TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION 750 KVA TIPO DA 23 KV/4160 VOLTS 60 HZ Z=5.00%

1 MEDICION

2 INTERRUPTOR PRINCIPAL TIPO DS-532-632

3 CUBIERTA

4 PANEL PARA MEDICION INDIVIDUAL

5 INTERRUPTOR DERIVADO TIPO DS-208-416-420 DEL CCM DEL MOTOR 3I.

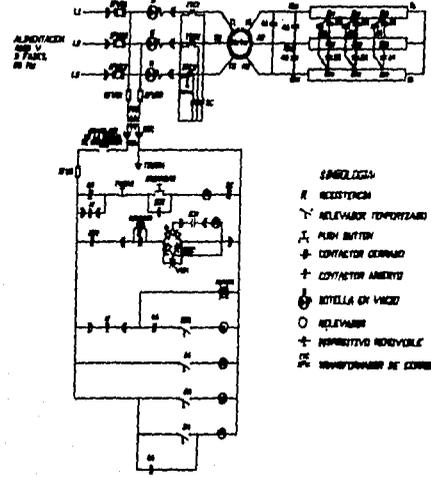
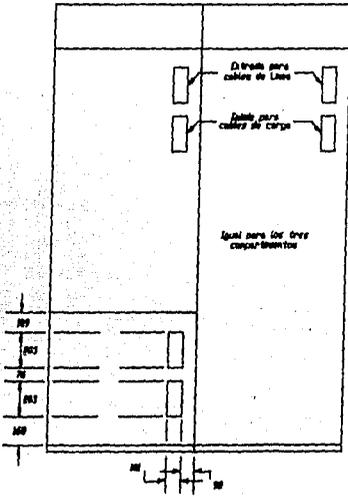
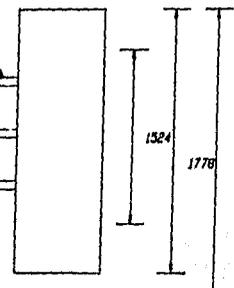
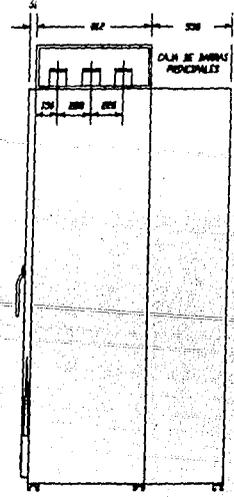
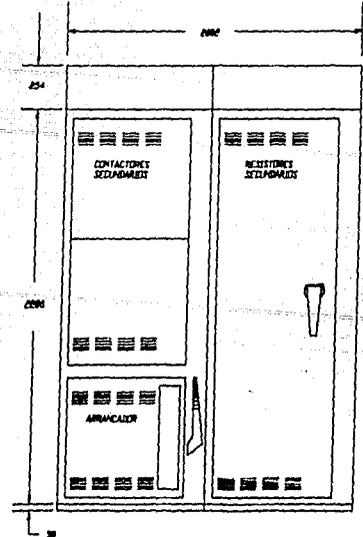
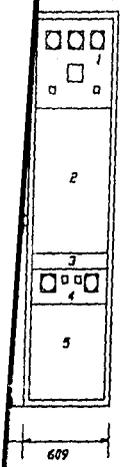
NOTA:

EL MOTOR DE 1000 HP REQUIERE DE UN ARREGLO SIMILAR SOLO QUE EL TRANSFORMADOR DEBE SER DE MAYOR CAPACIDAD 1000 KVA.

VER PLANO E-30 PARA ARRANCADOR A 4160 V.



TITULO DE PL
 - SUBESTACION
 - SUBESTACION
 - ARRANCADOR
 PARA 4160 V



SUBESTACIONES 2' Y 3'

U4 DESCONECTADOR CON CARGA DE UN TIPO TRIPOLAR TIPO LBTP 20/400 SAE TENSION MAXIMA 25 800 VOLTS

U5 APARTARRAYOS AUTOVALVULARES

TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION 750 KVA TIPO DA 23 KV/4160 VOLTS 60 HZ 2-5.00X

1 MEDICION

2 INTERRUPTOR PRINCIPAL TIPO DS-532-632

3 CUBIERTA

4 PANEL PARA MEDICION INDIVIDUAL

5 INTERRUPTOR DERIVADO TIPO DS-208-416-420 DEL CCN DEL MOTOR 3I.

NOTA

EL MOTOR DE 1000 HP REQUIERE DE UN ARREGLO SIMILAR SOLO QUE EL TRANSFORMADOR DEBE SER DE MAYOR CAPACIDAD 1000 KVA.

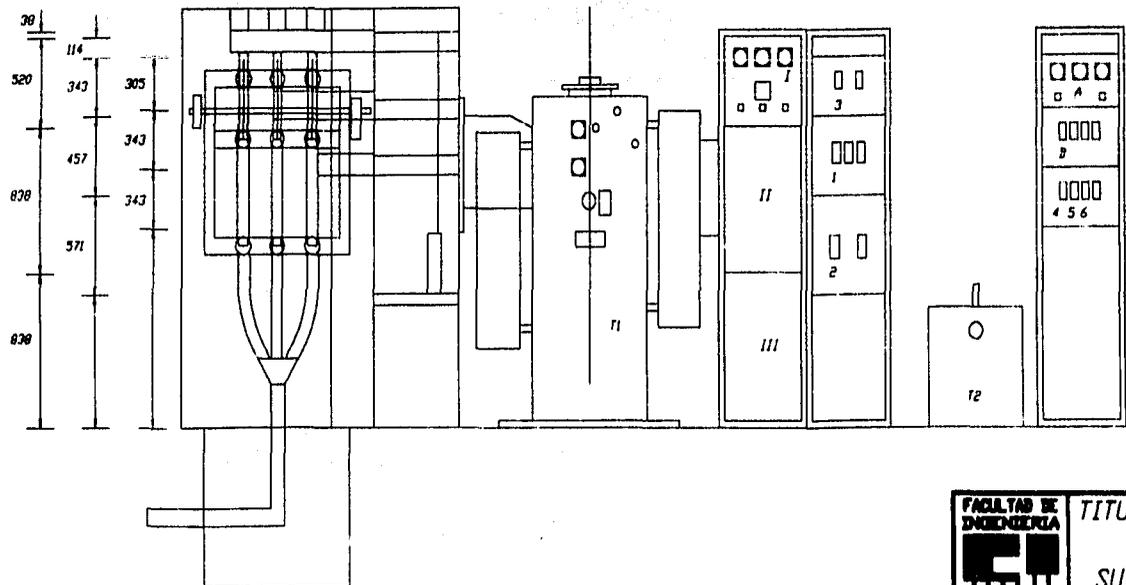
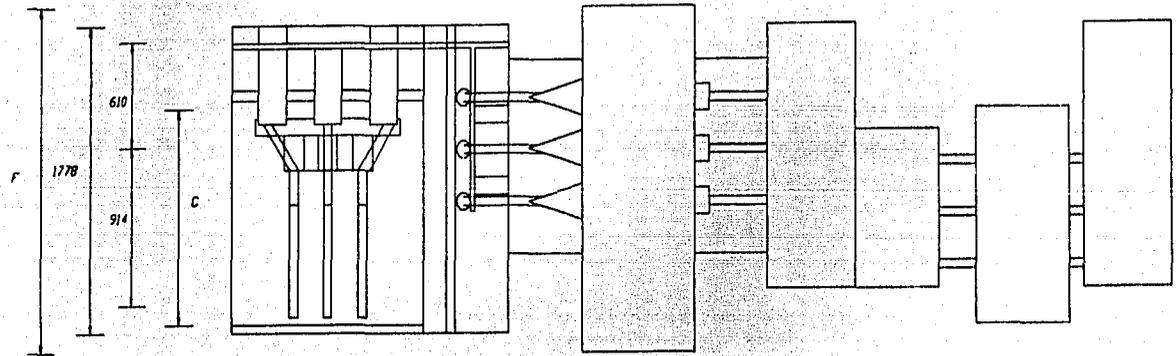
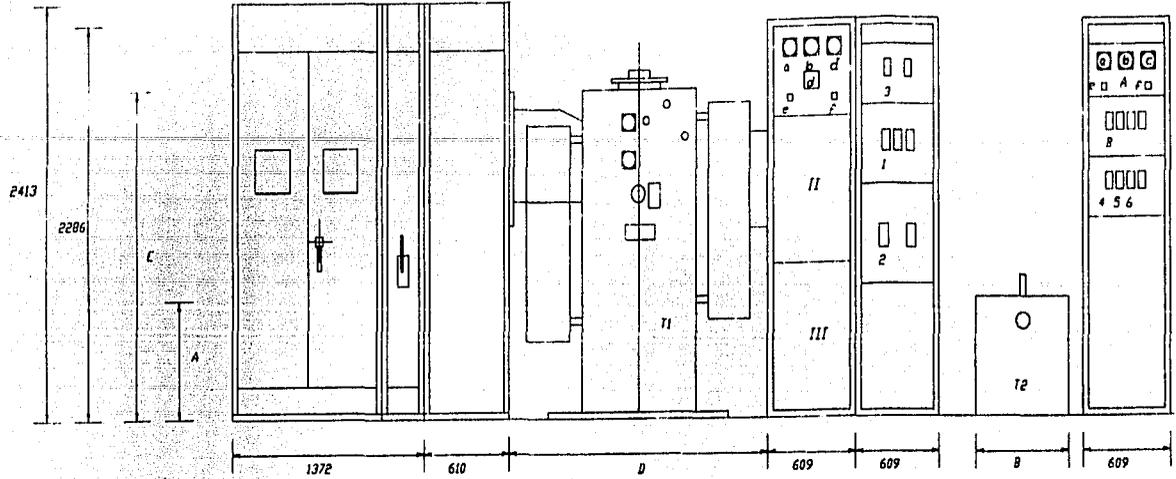
VER PLANO E-30 PARA ARRANCADOR A 4160 V.



TITULO DE PLANO:
 - SUBESTACION 2'
 - SUBESTACION 3'
 - ARRANCADOR PARA 4160 V

PERSONA RESPONSABLE:
 ING.
 REG. No. 1
 FIRMA:

| | | | |
|---|---------------|----------|-----------|
| PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA CP. 07050 DP. IXTAPALAPA MEXICO DF. | | | |
| ZONA GENERAL | | | |
| AREA: | | | |
| DISEÑADO R.C.T. | FECHA: JUN/92 | ESCALA: | PLANO No. |
| REVISADO J.B.C. | FECHA: JUN/92 | ACOTADO: | E-27 |
| APROBADO A.M.H. | FECHA: JUN/92 | | |



SUBESTACION 2

- U1 DESCONECTOR CON CARGA DE UN TIPO, TRIPOLAR TIPO LDFP 20/400 SAE TENSION MAXIMA 25 000 VOLTS
- U2 APARTARRAYOS AUTOVALVULARES PARA 23KV
- T1 TRANSFORMADOR TRIFASICO 1000 KVA, 23KV/ 440V, TIPO DE ENFRIAMIENTO DA 60 HZ, CONEXION EN A.T. DELTA, CONEXION EN B.T. ESTRELLA.
 - I MEDICION a VOLTMETRO, b WATTMETRO, c AMPERMETRO, e CONMUTADOR DEL VOLTMETRO, d FACTORIMETRO, f CONMUTADOR DEL AMPERMETRO.
- II INTERRUPTOR PRINCIPAL TIPO DS-416 SENSOR 1 200 C.I. 50 KA
- III CUBIERTA
 - 1 INT. DERIVADO LAL 36350 TDF2
 - 2 INT. DERIV. MAL 36700 TDF3
 - 3 INT. DERIV. FHL 36050 TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO TRA 2

- T2 TRANSFORMADOR TRIFASICO 30 KVA, 440V/ 220V-127V, DELTA-ESTRELLA, 60 HZ, TIPO DE ENFRIAMIENTO DA ACEITE MINERAL.

- A EQUIPO DE MEDICION a VOLTMETRO, b WATTMETRO, c AMPERMETRO
- B INTERRUPTOR PRINCIPAL FHL 36070
- 4 INT. DERIV. FAL 36050 TDA7

SUBESTACION 3

- U1 DESCONECTOR CON CARGA DE UN TIPO, TRIPOLAR TIPO LDFP 20/400 SAE TENSION MAXIMA 25 800 VOLTS
- U2 APARTARRAYOS AUTOVALVULARES PARA 23KV
- T1 TRANSFORMADOR TRIFASICO 1000 KVA, 23KV/ 440V, TIPO DE ENFRIAMIENTO DA 60 HZ, CONEXION EN A.T. DELTA, CONEXION EN B.T. ESTRELLA.

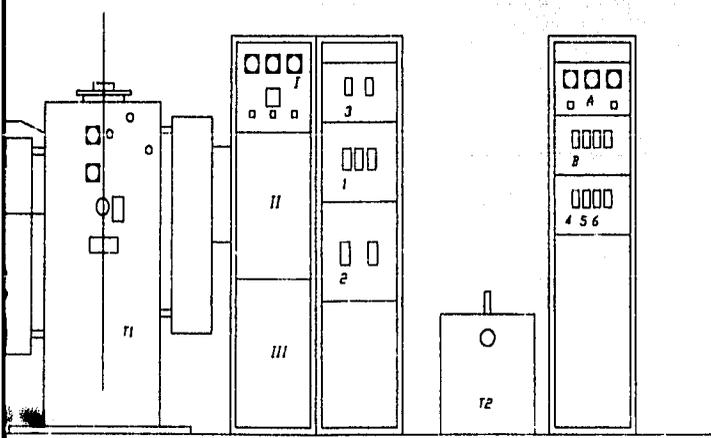
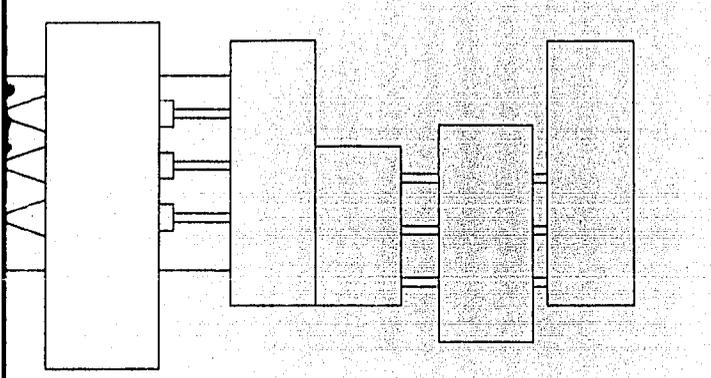
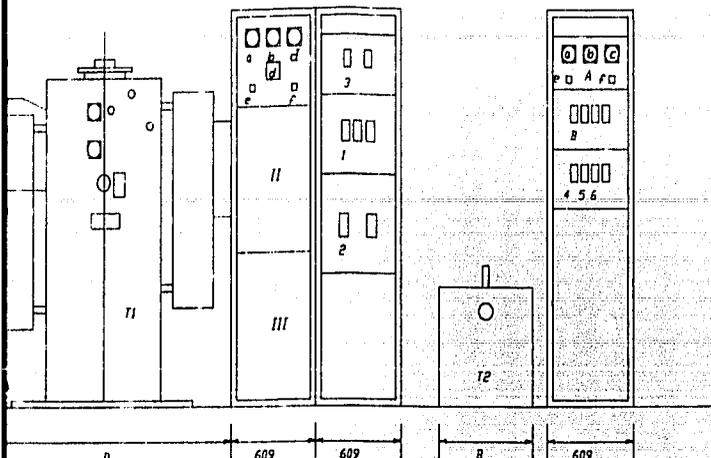
- I MEDICION a VOLTMETRO, b WATTMETRO, c AMPERMETRO, e CONMUTADOR DEL VOLTMETRO, d FACTORIMETRO, f CONMUTADOR DEL AMPERMETRO.
- II INTERRUPTOR PRINCIPAL TIPO DS-416 SENSOR 1 200 C.I. 50 KA
- III CUBIERTA

- 1 INT. DERIV. LAL 36350 TDF4
- 2 INT. DERIV. MAL 36100 COM3
- 3 INT. DERIV. KHL 36800 TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO TRA 2
- T2 TRANSFORMADOR TRIFASICO 112.5 KVA, 440V/ 220V-127V, DELTA-ESTRELLA, 60 HZ, TIPO DE ENFRIAMIENTO DA ACEITE MINERAL.

- A EQUIPO DE MEDICION a VOLTMETRO, b WATTMETRO, c AMPERMETRO
- B INTERRUPTOR PRINCIPAL FHL 36070
- 4 INT. DERIV. FAL 36100 TDA8
- 5 INT. DERIV. FAL 36100 TDA9
- 6 INT. DERIV. KAL 36125 TDA10

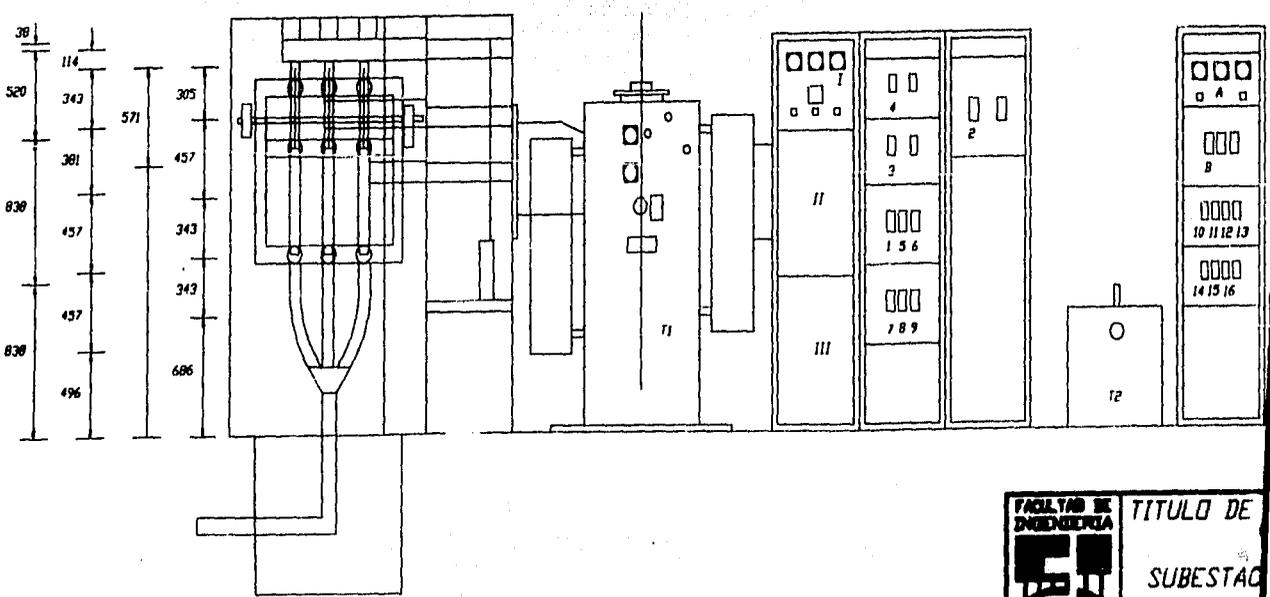
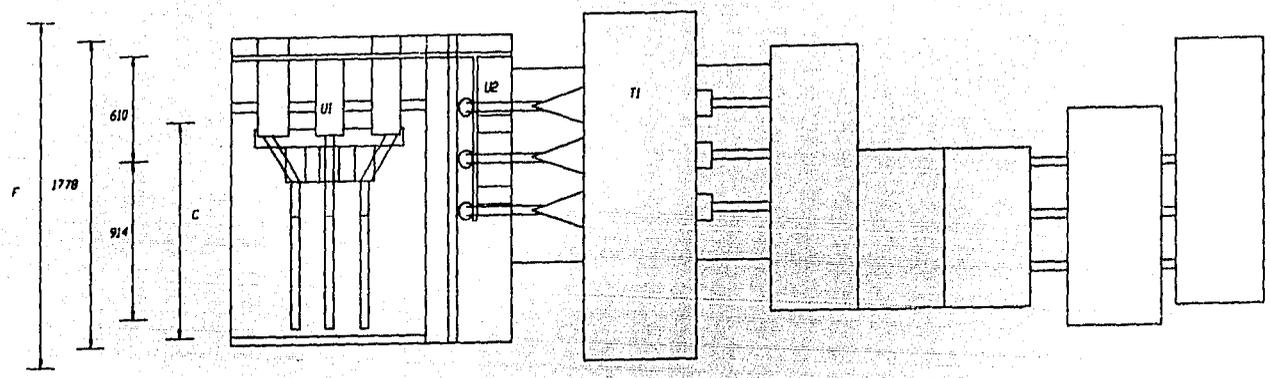
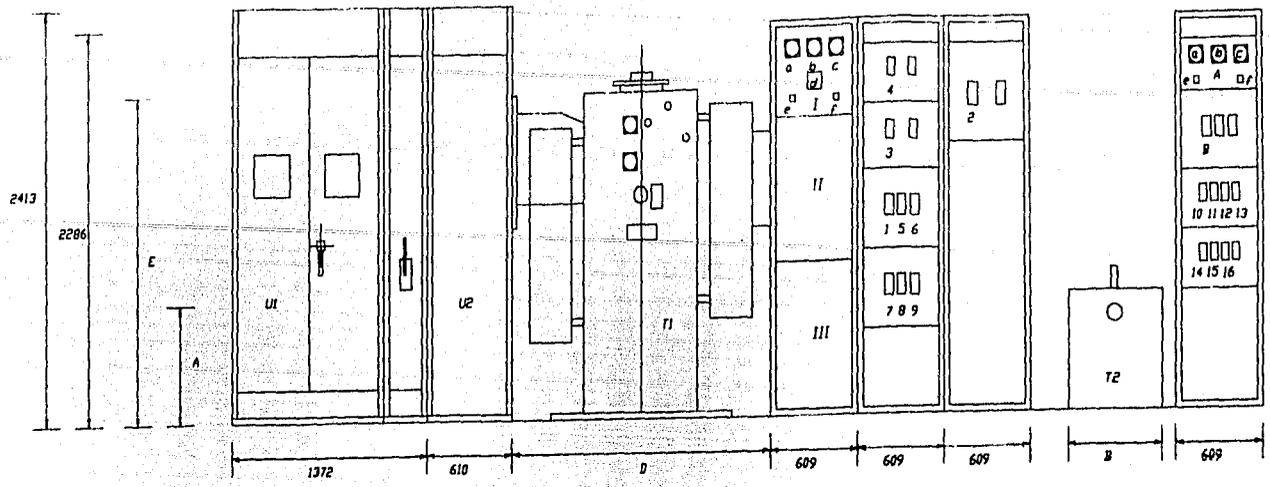
NOTAS

ESTE LAYOUT ES EL MISMO PARA LA SUBESTACION 2 Y LA SUBESTACION 3 LA DIFERENCIA RADICA EN LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO.

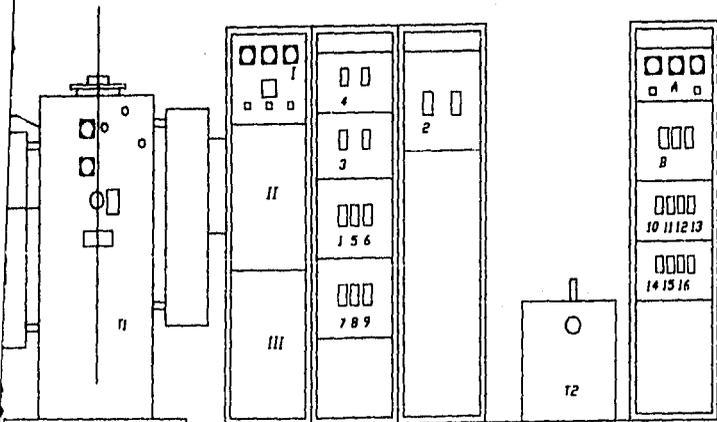
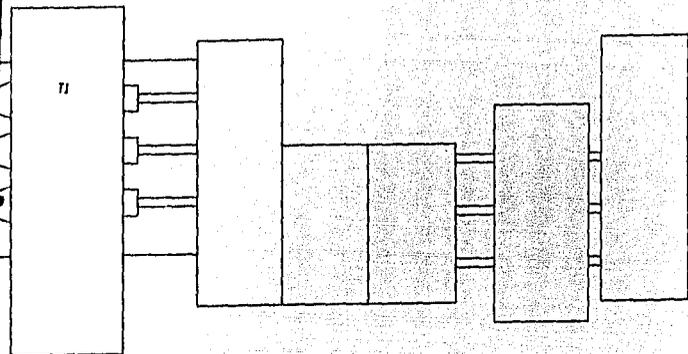
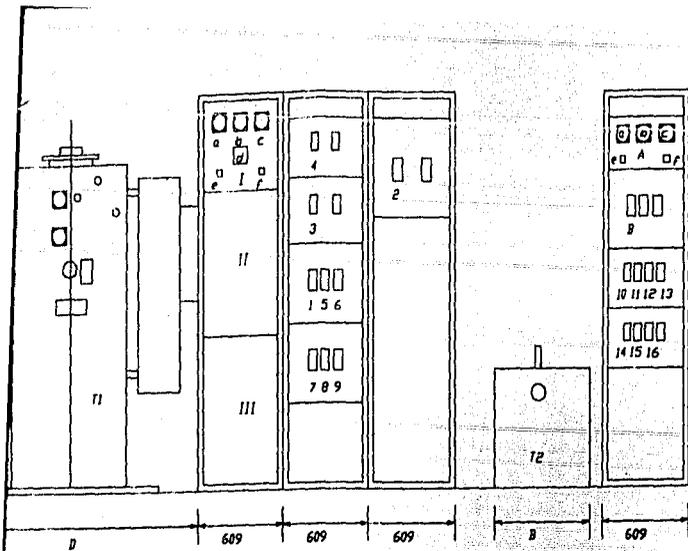


ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA D.G.E. - 300071

| | | | | | |
|--|---------------------|---|---------------|-----------|--|
| | TITULO DE PLANO: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| | PERITO RESPONSABLE: | ING. DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA, C.P. 07050, D.P. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | | | |
| | REG No.: | ZONA: GENERAL | | | |
| | FIRMA: | AREA: | | | |
| | DIBUJO: R.C.T. | FECHA: JUN/92 | ESCALA: 1:200 | PLANO No. | |
| | REVISO: J.B.C. | FECHA: JUN/92 | ACOT.: | E-26 | |
| | APROBO: A.H.H. | FECHA: JUN/92 | | | |



TITULO DE
 SUBESTACION



- U1 DESCONECTOR CON CARGA DE UN 11KV
- TIPO LDTP 20/400 SAE TENSION MAXIMA VOLTS 25.000
- U2 APARTARRAYOS AUTOVALVULARES PARA 23KV
- T1 TRANSFORMADOR TRIFASICO 1000 KVA, 23KV/ 440V, TIPO DE ENFRIAMIENTO DA, 60 HZ, CONEXION EN A.T. DELTA, CONEXION EN B.T. ESTRELLA.
- I MEDICION a VOLTIETRO b WATTMETRO c AMPERMETRO e CONMUTADOR DEL VOLTIETRO d FACTORIMETRO f CONMUTADOR DEL AMPERMETRO.
- II INTERRUPTOR PRINCIPAL TIPO DS-532 SENSOR 2 400 C.I. 50 KA
- III CUBIERTA
- 1 INT. DERIVADO LAL 36250 CON 1
- 2 INT. DERIVADO MAL 36800 CON 2
- 3 INT. DERIV. KHL 36125 TDF1
- 4 INT. DERIV. FAL 36040 TDF5
- 5 INT. DERIV. LAL 36030 COMP 1
- 6 INT. DERIV. LAL 36030 COMP 2
- 7 INT. DERIV. LAL 36030 COMP 3
- 8 INT. DERIV. LAL 36030 COMP 4
- 9 INT. DERIV. KHL 36125 TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO TRA 2 TRANSFORMADOR TRIFASICO 75 KVA, 440V/ 220V-127V, DELTA-ESTRELLA, 60 HZ, TIPO DE ENFRIAMIENTO DA ACEITE MINERAL.
- A EQUIPO DE MEDICION a VOLTIETRO b WATTMETRO c AMPERMETRO
- B INTERRUPTOR PRINCIPAL LAL 36300
- 10 INT. DERIV. FAL 36070 TDA1
- 11 INT. DERIV. FAL 36030 TDA2
- 12 INT. DERIV. FAL 36040 TDA3
- 13 INT. DERIV. FAL 36040 TDA4
- 14 INT. DERIV. FAL 36020 TDA5
- 15 INT. DERIV. FAL 36070 TDA6
- 16 INT. DERIV. FAL 36030 TDA11

DIMENSIONES DE LOS TRANSFORMADORES SEGUN SU CAPACIDAD.

| | T1 | D | E | F | T2 | A | B | C |
|-----------------------|-----------|------|------|------|-----------|------|-----|------|
| SUBSTACION 1 | 1 000 KVA | 1880 | 1760 | 2020 | 75 KVA | 1100 | 570 | 950 |
| SUBSTACION 2 | 500 KVA | 1425 | 1545 | 1710 | 30 KVA | 1100 | 570 | 950 |
| SUBSTACION 2' | 750 KVA | 1510 | 1640 | 2020 | | | | |
| SUBSTACION 3 | 750 KVA | 1510 | 1640 | 2020 | 112.5 KVA | 1500 | 650 | 1250 |
| SUBSTACION 3' | 1 000 KVA | 1880 | 1760 | 2020 | | | | |
| SUBSTACION 4 | 75 KVA | 1340 | 1225 | 1150 | | | | |
| SUBSTACION DE HORNO 1 | 750 KVA | | | | | | | |
| SUBSTACION DE HORNO 2 | 750 KVA | | | | | | | |

NOTAS:

LOS TRANSFORMADORES T1 SON TIPO SUBSTACION STD CON GARGANTAS
 LOS TRANSFORMADORES T2 SON TRIFASICOS TIPO SECO CLASE 1.2KV CON GABINETE

LA INFORMACION DE ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS PLANOS E-01, E-02, E-03, E-04.

LA INFORMACION DE LA TABLA DE DIMENSIONES DE LOS TRANSFORMADORES COMPLEMENTA LOS PLANOS DE LAS SUBSTACIONES 2 Y 3, LA SUBSTACION DEL HORNO, LA SUBSTACION DEL EDIFICIO Y DE LOS MOTORES 31 Y 32.
 PLANOS E-26, E-27, E-28, E-29, E-30.

| ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA B.A.C. - INCEPT | | | |
|---|--------|--------------|---------------|
| | | | |
| PARGUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050, D.P. IZTAPALAPA MEXICO D.F. | | | |
| ZONA GENERAL | | | |
| AREA | | | |
| DIBUJADO | R.C.T. | FECHA JUN/92 | ESCALA 1:1000 |
| REVISOR | J.B.C. | FECHA JUN/92 | PLANO No. |
| APROBADO | A.M.L. | FECHA JUN/92 | ADOT. E-25 |



TITULO DE PLANO: SUBSTACION 1

PERTO RESPONSABLE:

ING.

REG. No.:

FIRMA:

PARGUE INDUSTRIAL RAACH

DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050, D.P. IZTAPALAPA MEXICO D.F.

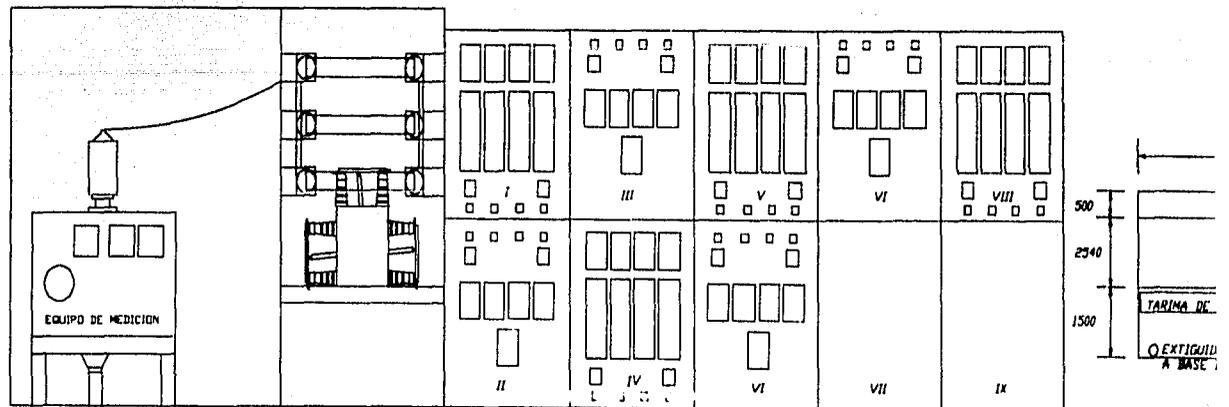
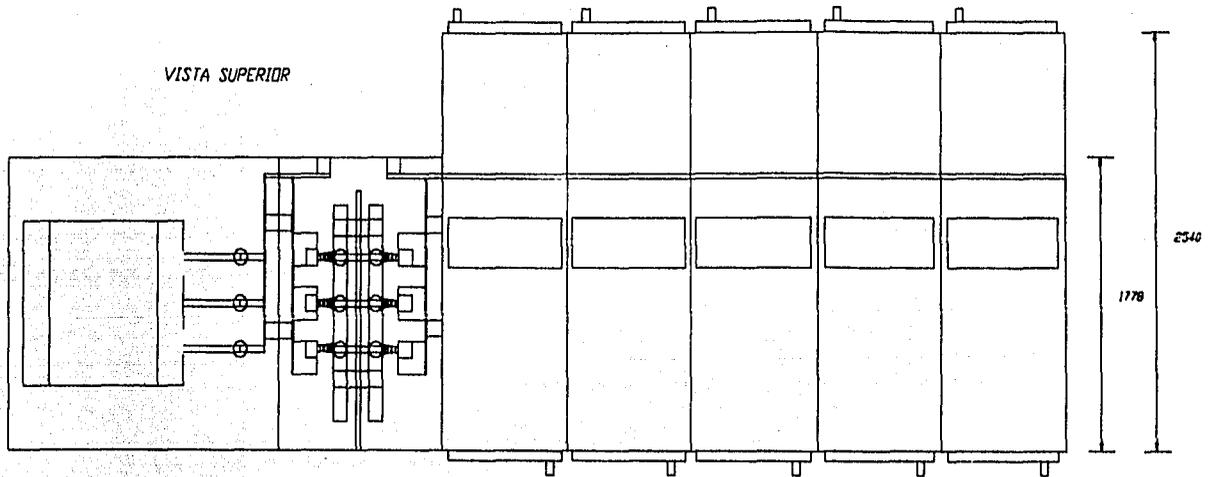
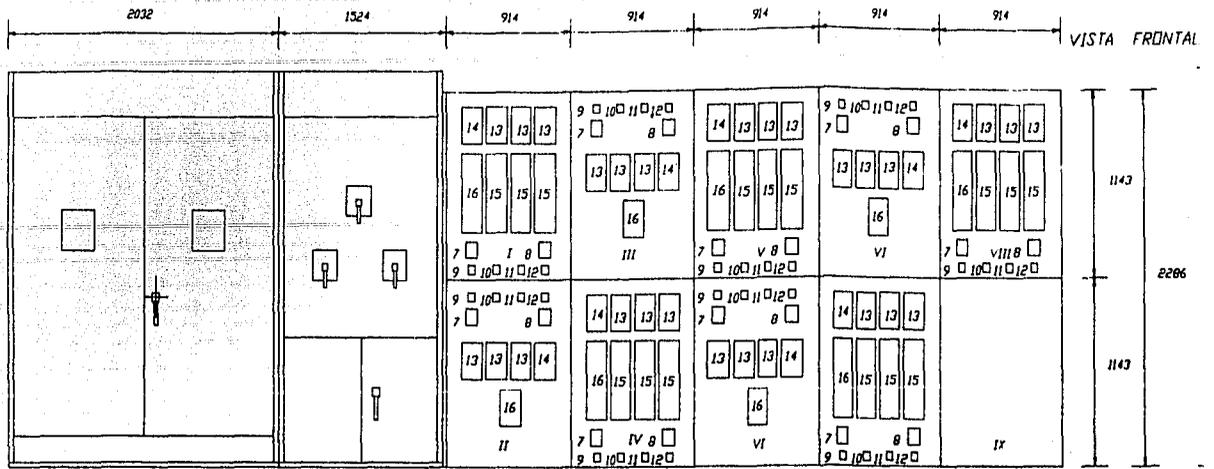
ZONA GENERAL

AREA

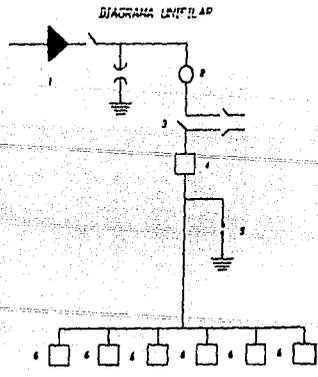
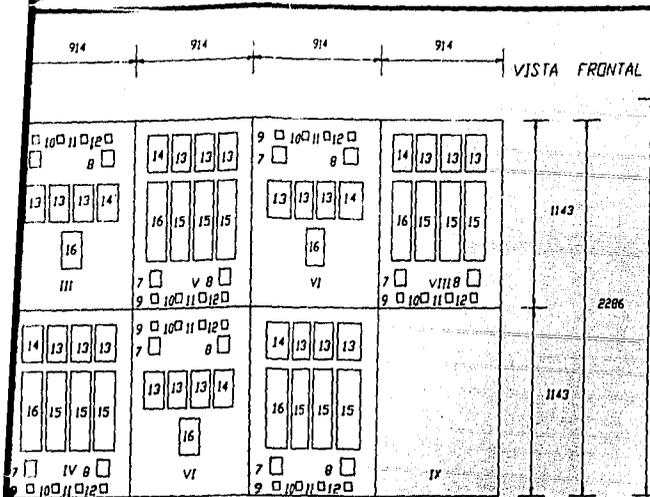
DIBUJADO R.C.T. FECHA JUN/92 ESCALA 1:1000

REVISOR J.B.C. FECHA JUN/92 PLANO No.

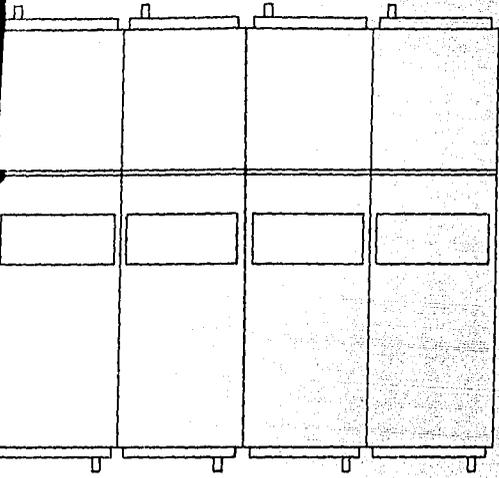
APROBADO A.M.L. FECHA JUN/92 ADOT. E-25



TITULO DE P.
TABLERO
EN ALTA TEN
METAL CL.



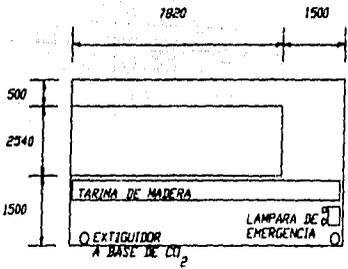
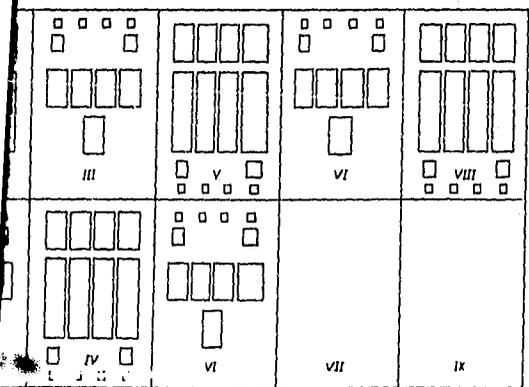
- 1 ACOMETIDA CIA. SUMINISTRADORA 23 KV 60 HZ TRIFASICA
- 2 EQUIPO DE MEDICION EN ALTA TENSION 23 KV 60 HZ TRIFASICA
- 3 CUCHILLAS DE PRUEBA DE UN TIPO, TRIPOLAR TIPO LDTP 20/400. TENSION MAXIMA 25 KV.
- 4 INTERRUPTOR EN VACIO TIPO VAD CON BASE EN CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA ANSI 37.06/1979. MAX. CAPACIDAD INTERRUPTIVA 24 KA RMS. INTERRUPTOR PRINCIPAL.
- 5 APATARRAYOS AUTOVALVULARES
- 6 INTERRUPTOR EN VACIO TIPO VAD CON BASE EN CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA ANSI 37.06/1979. MAX. CAPACIDAD INTERRUPTIVA 24 KA RMS.
- 7 VOLTMETRO
- 8 AMPERMETRO
- 9 CONMUTADOR DEL VOLTMETRO
- 10 LAMPARA ROJA
- 11 LAMPARA VERDE
- 12 CONMUTADOR DE AMPERMETRO
- 13 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE FASE 50/51
- 14 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE A TIERRA 50N/51N
- 15 PROTECCION DIRECCIONAL DE FASE 67
- 16 PROTECCION DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR 87T



2540

1778

- I. INTERRUPTOR PRINCIPAL EN VACIO TIPO VAD-27050-12 TENSION NOMINAL 25 KV, CAPACIDAD INTERRUPTIVA 500 MVA CORRIENTE NOMINAL CONTINUA 1800A CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA MAXIMA 24 KA
- II. INTERRUPTOR DERIVADO EN VACIO TIPO VAD-27050-12 SECCIONADOR DE LA SUBSTACION 1
- III. INTERRUPTOR DERIVADO EN VACIO TIPO VAD-27050-12 SECCIONADOR DE LA SUBSTACION 2
- IV. INTERRUPTOR DERIVADO EN VACIO TIPO VAD-27050-12 SECCIONADOR DEL MOTOR 31
- V. INTERRUPTOR DERIVADO EN VACIO TIPO VAD-27050-12 SECCIONADOR DE LA SUBSTACION 3
- VI. INTERRUPTOR DERIVADO EN VACIO TIPO VAD-27050-12 SECCIONADOR DEL MOTOR 30
- VII. INTERRUPTOR DERIVADO EN VACIO TIPO VAD-27050-12 SECCIONADOR DE LA SUBSTACION DE HORNO 1
- VIII. INTERRUPTOR DERIVADO EN VACIO TIPO VAD-27050-12 SECCIONADOR DE LA SUBSTACION DE HORNO 2



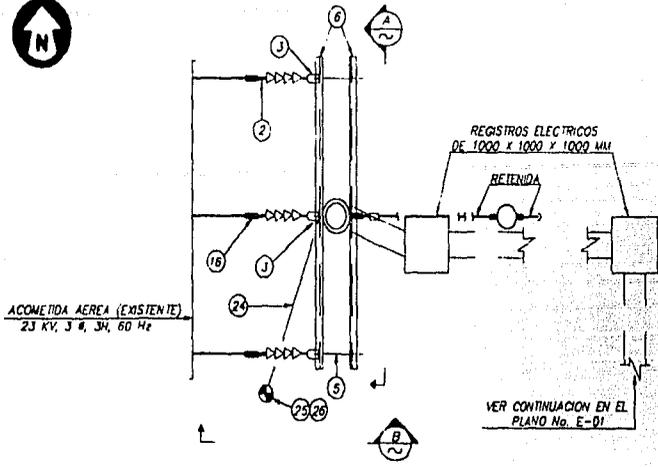
ESPACIO PARA CILINDROS Y FIBRAS DE LA BGE - SECOTI



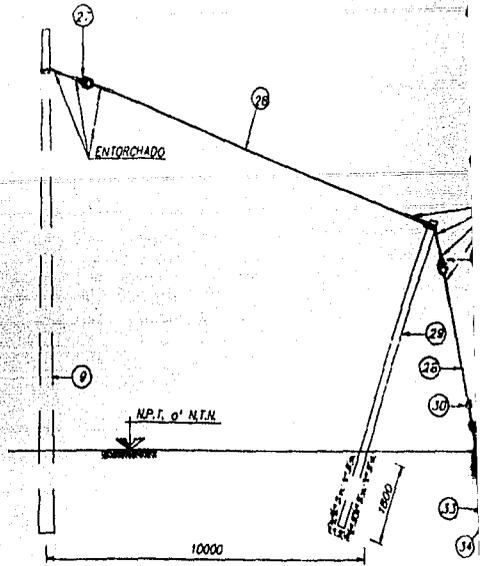
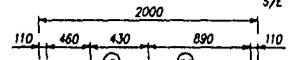
TITULO DE PLANO: TABLERO EN ALTA TENSION METAL CLAD

PROYECTO RESPONSABLE: ING. REG. No. FIRMA

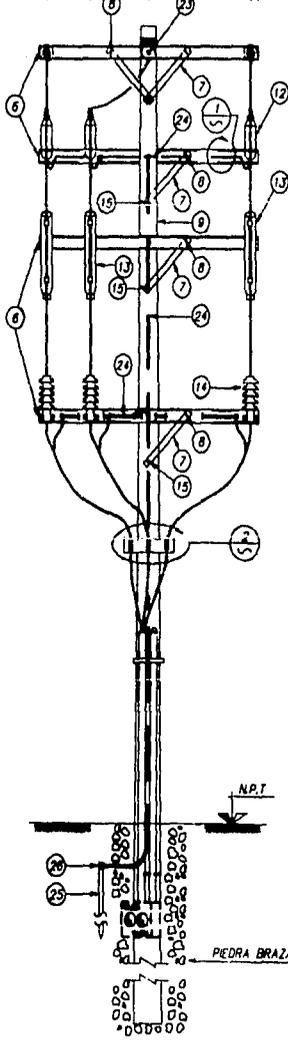
PARQUE INDUSTRIAL RAACH DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07054 DP. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. ZONA GENERAL AREA: DIBUJO: R.C.T. FECHA: JUN/92 ESC: 1 : 200 PLANO No. REVISO: J.B.C. FECHA: JUN/92 ACOT: mm E-24 APROBO: A.M.L. FECHA: JUN/92



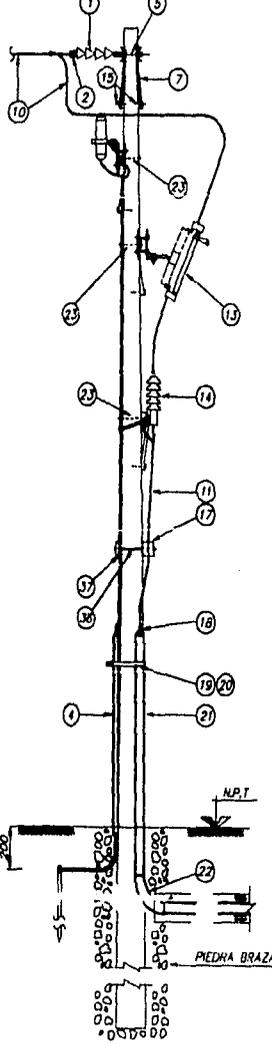
PLANTA



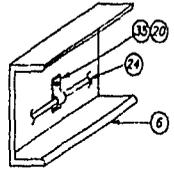
RETENIDA



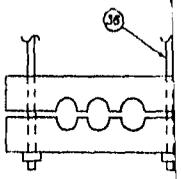
CORTE A



CORTE B



DETALLE 1



DETALLE 2

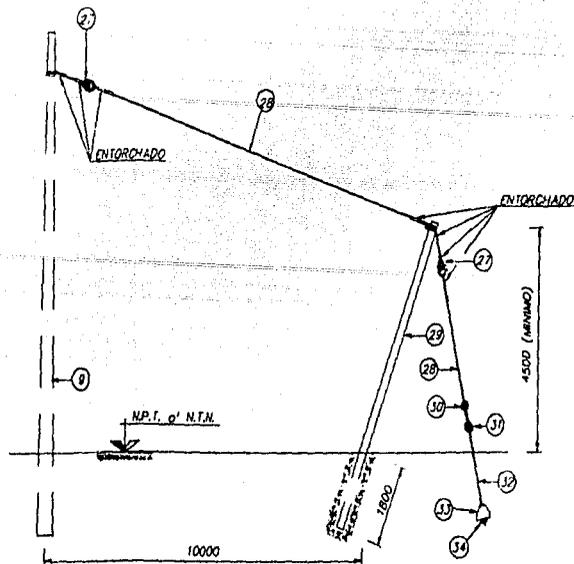
NOTAS:

1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-01.

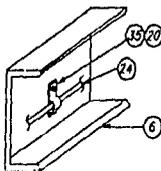
| | |
|----|--|
| 17 | PERNO ANCLA DE F# REDONDO GALVANIZADO DE 18 mm DE Ø 2000 mm DE LONGITUD. |
| 18 | ANCLA DE CONCRETO CONICA. |
| 19 | ARANDELA CUADRADA DE SOLERA DE 6 x 76 x 76 mm, CON CION DE 21 mm. |
| 20 | ABRAZADERA PARA CABLE. |
| 21 | VARILLA ROSCADA DE F# GALVANIZADO DE 1/4" ø. O' EQUIVALENTE. |
| 22 | PLACA DE ACERO DE 50 x 500 x 6.35 mm DE ESPESOR. EQUIVALENTE. |



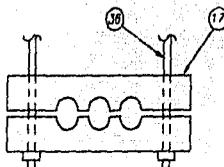
TITULO DA
ACOME
AEREA EN



RETENIDA
S/E



DETALLE 1
S/E



DETALLE 2
S/E

NOTAS:

1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-01.

| | |
|----|---|
| 13 | PERNO ANCLA DE Fe REDONDO GALVANIZADO DE 16 mm DE DIAMETRO Y 2000 mm DE LONGITUD. |
| 14 | ANCLA DE CONCRETO CONICA. |
| 14 | ARANDELA CUADRADA DE SOLERA DE 6 x 76 x 76 mm, CON PERFORACION DE 21 mm. |
| 15 | ABRAZADERA PARA CABLE. |
| 16 | VARILLA ROSCADA DE Fe GALVANIZADO DE 1/4" # o' EQUIVALENTE. |
| 17 | PLACA DE ACERO DE 50 x 500 x 6.35 mm DE ESPESOR EQUIVALENTE. |

LISTA DE MATERIALES

| PART. | DESCRIPCION |
|-------|---|
| 1 | CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION, PARA OPERAR EN 23 kV; (EXISTENTE). |
| 2 | HORQUILLA CON GUARDACABO (CG), PERNO DE 16 mm ϕ x 57 mm DE LONGITUD Y CHAVETA DE 4.76 mm ϕ x 32 mm DE LONGITUD, DE ACERO GALVANIZADO. |
| 3 | PERNO DE OJO "RE" DE SOLERA DE 6 X 38 mm. |
| 4 | TUBERIA CONDUIT DE PVC DE 25 MM DE DIAMETRO. |
| 5 | PERNO DOBLE ROSCA GALVANIZADO DE 16 mm DE DIAMETRO Y 254 mm DE LONGITUD. |
| 6 | CRUCETA DE CANAL DE 102 x 2000 mm |
| 7 | TIRANTE DE SOLERA DE 6 x 38 mm. |
| 8 | TORNILLO DE MAQUINA GALVANIZADO, DE 16 mm DE DIAMETRO, Y 83 mm DE LONGITUD. |
| 9 | POSTE DE MADERA DE 11 m (35 PIES) DE LONGITUD (EXISTENTE). |
| 10 | CABLE DE ACSR No. 1/0. |
| 11 | CABLE DE ENERGIA "VULCANEL EP" 35 kV, CONDUCTOR DE COBRE SUAVE, NIVEL DE AISLAMIENTO 100 kV, CALIBRE No. 1/0 AWG. |
| 12 | APARATOS AUTVALVULAR CLASE DISTRIBUCION, DE 23 kV EFICACES PARA SISTEMAS DE 23 kV, CON NEUTRO CONECTADO SOLIDAMENTE A TIERRA. |
| 13 | CORTACORRIENTES FUSIBLE, DE UN SOLO AISLADOR, DE 1 POLO, TIPO SENCILLO, SERVIDO INTIMPERE, MONTAJE VERTICAL, PARA OPERAR A 23 kV, 200 kv DE INBI Y 16 kv ASIM. DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA; 200 A NOMINALES, COMPLETO DE OPERACION CON PERTIGA Y ELEMENTOS FUSIBLES DE 80 AMPS. (VELOCIDAD ESTANDAR). |
| 14 | TERMINAL TIPO BAYONETA DE PORCELANA 23 kV, SERVIDO INTIMPERE, MONTAJE EN CRUCETA. |
| 15 | PLA DE 13 X 102 mm, GALVANIZADA. |
| 16 | EMPALME PREFORMADO PARA CABLE ACSR No. 1/0 |
| 17 | CLEMA DE MADERA DE 84 X 102 X 500 MM (HECHA EN CAMPO). |
| 18 | SELLO PARA CABLE CON RESINA. |
| 19 | CINTA LAMINADA EN FRO GALVANIZADA, CALIBRE 22, DE 3/4" DE ANCHO, CON PERFORACIONES DE 8 mm. |
| 20 | TORNILLO DE MAQUINA GALVANIZADO, CABEZA HEXAGONAL DE 1/4" DE DIAMETRO Y 1" DE LONGITUD, CON TUERCA. |
| 21 | TUBERIA CONDUIT DE PVC DE 101 mm DE DIAMETRO. |
| 22 | GOCHO DE 90° PARA CONDUIT DE "PVC", DE 101 mm DE DIAMETRO. |
| 23 | TORNILLO DE MAQUINA GALVANIZADO, DE 16 mm DE DIAMETRO, 305 mm DE LONGITUD. |
| 24 | ALAMBRE DE COBRE DESNUDO SEMIDURO CAL. No. 4 AWG. |
| 25 | VARILLA DE ACERO REDONDO CON REVESTIMIENTO DE COBRE "COPPERWELD" DE 16 mm DE DIAMETRO Y 3000 mm DE LONGITUD. |
| 26 | CONECTOR MECANICO DE ALAMBRE DE COBRE CAL. No. 4 AWG A VARILLA PARA TIERRAS DE 16 mm DE DIAMETRO. |
| 27 | AISLADOR PARA RETENIDA. |
| 28 | CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE ALTA RESISTENCIA MECANICA PARA RETENIDA DE 7.9 mm (5/16") DE DIAMETRO, 7 HILOS. |
| 29 | POSTE DE CONCRETO ARMADO OCTAGONAL DE 7 m DE LONGITUD Y 600 kg DE RESISTENCIA. |
| 30 | GRAPA PERRO DE ACERO FORJADO, PARA DOS CABLES DE 9.5 mm. |
| 31 | GUARDACABO DE LAMINA DE 16 X 10 mm. |

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA AGE - SEDOT

| | |
|--|--|
| <p>PARQUE INDUSTRIAL RAACH</p> <p>DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA
C.P. 07050 D.F. IZTAPALAPA, MEXICO DF.</p> | |
| ING. | ZONA. |
| REG. No. | AREA. |
| FIRMA. | <p>DISEÑO: A.M.A. FECHA: JUL/92 ESC. 1:50 PLANO No.</p> <p>REVISO: J.B.C. FECHA: JUL/92 ACOT. METROS</p> <p>APROBA: A.M.H. FECHA: JUL/92</p> |



TITULO DE PLANO:
ACOMETIDA
AEREA EN 23 kV

PERITO RESPONSABLE:
ING.
REG. No.
FIRMA.

PARQUE INDUSTRIAL RAACH

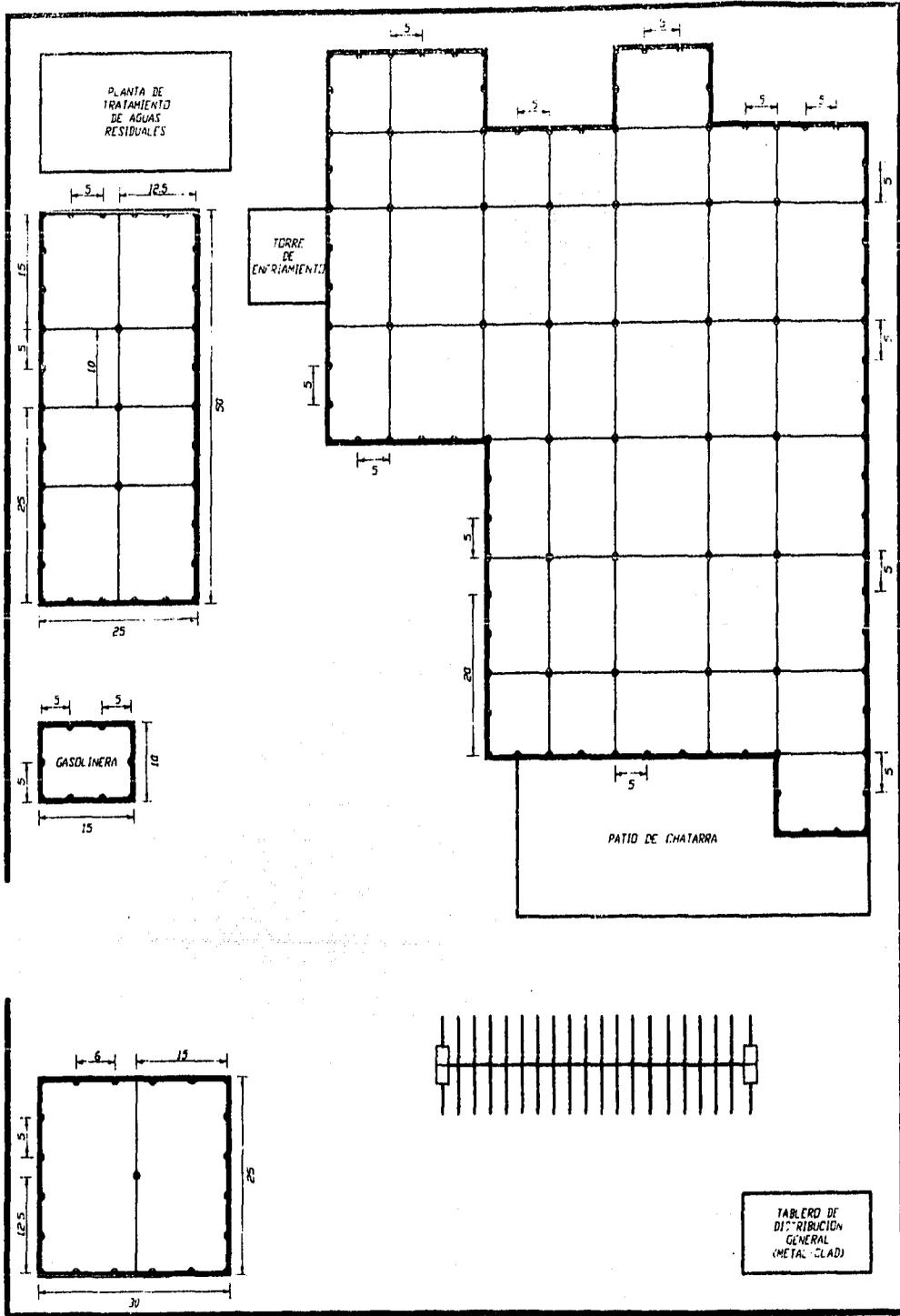
DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA
C.P. 07050 D.F. IZTAPALAPA, MEXICO DF.

ZONA.

AREA.

DISEÑO: A.M.A. FECHA: JUL/92 ESC. 1:50 PLANO No.
REVISO: J.B.C. FECHA: JUL/92 ACOT. METROS
APROBA: A.M.H. FECHA: JUL/92

E-23



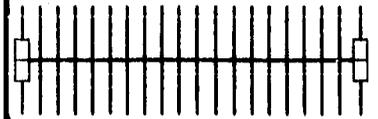
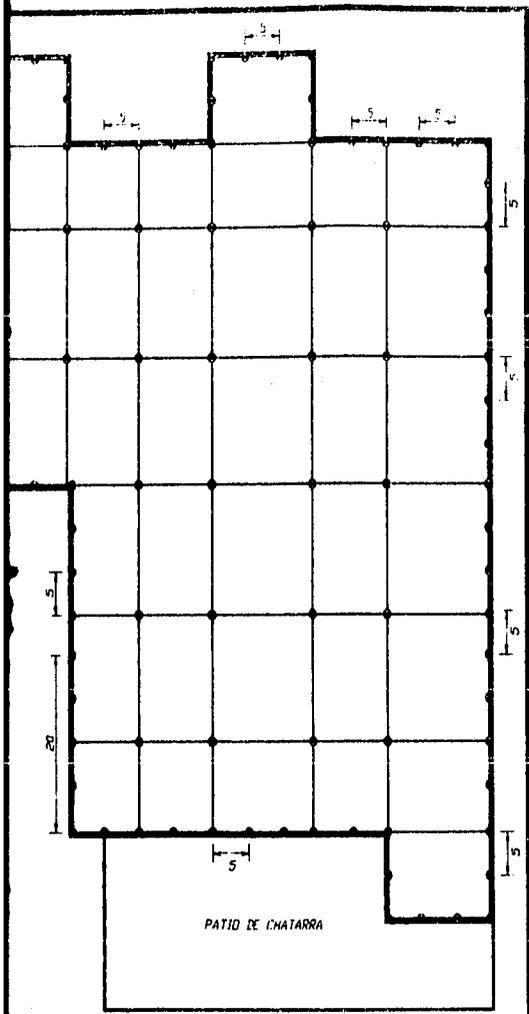
- LUMINARIO TIPO PRESION 250 W
- PUNTA PARARRAY 30 CM DE ALTO
- PUNTA PARARRAY 30 CM DE ALTO PUESTA A TIER DE LARGO
- CABLE DE COBI

N D

- 1- VER PLANO No. E-14
- 2- VER PLANO No. E-33



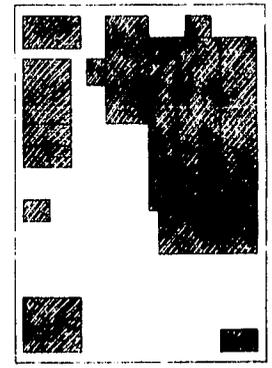
TITULO DE I
PARARRAY
RED DE TIE
Y ALUMBR
ESTACIONAM



TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL (METAL CLAD)

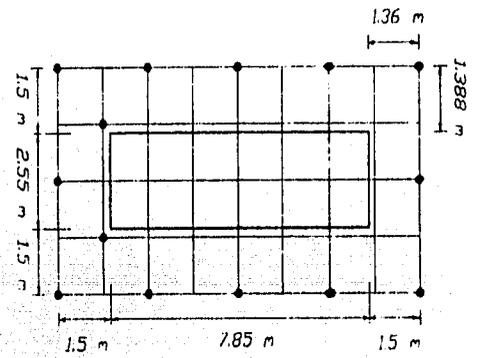
SIMBOLGIA:

- LUMINARIOS TIPO REFLECTOR DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION, 250 W, MONTADOS EN POSTE.
- PUNTA PARARRAYO DE COBRE, DE 13 mm DE DIAMETRO, 30 cm DE ALTURA.
- PUNTA PARARRAYO DE COBRE, DE 13 mm DE DIAMETRO, 30 cm DE ALTURA CON BALADA PARA TERMINAL DE PUESTA A TIERRA (ARIELLA DE COBRE) DE 3 m DE LARGO.
- CABLE DE COBRE SUAVE DE CALIBRE 2 AWG.



CRONIS DE LOCALIZACION

**RED DE TIERRAS
DISEÑO PRELIMINAR**



5 CONDUCTORES PARALELOS
9 CONDUCTORES TRANSVERSALES

TABLA GENERAL PARARRAYOS

| AREA | ALTURA (m) | LARGO (m) | ANCHO (m) | CLASE (ALTURA) | PENDIENTE DEL TECHO |
|-----------------------|------------|-----------|-----------|----------------|---------------------|
| EDIFICIO | 10 | 30 | 25 | I | LIGERA (n = 1/4) |
| SERVICIOS GENERALES | 12 | 50 | 25 | I | LIGERA (n = 1/4) |
| ALMACEN | 14 | 50 | 25 | I | LIGERA (n = 1/4) |
| PLANTA METAL MECANICA | 14 | 50 | 50 | I | INCLINADA (n = 1/4) |
| GASOLINERA | 10 | 15 | 10 | I | LIGERA (n = 1/4) |

NOTAS:

- 1- VER PLANO No. E-14 PARA RESUMEN DE ALUMBRADO
- 2- VER PLANO No. E-33 PARA DETALLES DE PARARRAYOS

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA DGE - SECTET



TITULO DE PLANO:
PARARRAYOS,
RED DE TIERRAS,
Y ALUMBRADO
ESTACIONAMIENTO

PERITO RESPONSABLE:
ING
REG. No.
1/1992

PARQUE INDUSTRIAL RAACH
DOMICILIO NORTE No. 5113, EDR INDUSTRIAL ECOLÓGICA
C.P. 07050, D.P. IZTAPALAPA, MEXICO DF.
ZONA:
AREA:
DIBUJOS: JBC
FECHA: JUL/92
REVISOR:
FECHA: JUL/92
ESCALA: 1:400
PLANO No.
E-22

ZONA: EDIFICIO

CAIDA DE TENSION: 2% MAXIMO

EFICIENCIA: 85%

CANALIZACION: TUBO CONDUIT

FACTOR DE POTENCIA: 0.90

TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

| No DE MOTOR | AREA | DESCRIPCION DE LA UNIDAD | POTENCIA (HP) | FASES | VOLTS (V) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON- GITUD AL COM O TABLERO (m) | TEMPERATURA AMBIENTE (°C) | CONDUCTOR ACTIVO | | | PROTECCIONES | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG) | | |
|-------------|----------|-----------------------------|---------------|-------|-----------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|------------------|----------------|------------|-----------------------------------|-----------|--|------|----|
| | | | | | | | | | METODO DE SELECCION | | | SOBRECARGA | | CORTO CIRCUITO | | | | | | |
| | | | | | | | | | AN- PACI- DAD (A) | CAIDA DE TENSION (mm ²) | CA- LI- BRE (AWG) | TIPO | REGU- LACION (A) | TIPO | AJUSTE (A) | CAPACI- DAD IN- TERRUPTI- VA (kA) | | | TIPO | |
| 96 | EDIFICIO | UNIDAD MANEJADORA DE AIRE 1 | 15 | 3 | 220 | 38.38 | 200 | 25 | 44.13 | | 8 | SQUARE D | 9065 TE39 | 390-480 | FAL 36070 | 70 | 25 | PF311 | 10 | TD |
| 97 | | UNIDAD MANEJADORA DE AIRE 2 | 15 | | | 38.38 | 400 | | 44.13 | | 8 | | 9065 TE39 | 390-480 | FAL 36070 | 70 | | PF311 | 10 | TD |
| 98 | | BOMBA DE AGUA No 1 | 2 | | | 5.11 | 15.0 | | 7.98 | | 14 | | 9065 TDS 5 | 5.5- 80 | FAL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TD |
| 99 | | BOMBA DE AGUA No 2 | 3 | | | 7.67 | 15.0 | | 11.98 | | 14 | | 9065 TDB | 8.0-11.5 | FAL 36015 | 15 | | PC110EN | 14 | TD |

TABLERO DE ALUMBRADO TDA1Z
ZONA: EDIFICIO
AREA: PLANTA BAJA
CAIDA DE TENSION: 2% MAXIMO
TEMPERATURA: 25°C
AISLAMIENTO: THW 75°C
CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
TIPO: MGD, 24 POLOS
VOLTS: 220
BARRAS PRINCIPALES: 100 A
WATTS: 22000
NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 kA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORESCENTE | FLUORESCENTE | FLUORESCENTE | CONT. 1 # | WATTS POR FASE | | | VOLTAJE (V) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON- GITUD AL TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | | | |
|--------------|------------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|-----------|----------------|-------|-------|-------------|-----------------------|---------------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|--|--|
| | POLO | AMPERES | 2 x 60 W | 2 x 34 W | 15 W | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | CANALIZACION (mm) | | |
| | | | 3 x 60 W | 3 x 34 W | 3 x 15 W | | | | | | | | | | | | | |
| A-AC-I | 1 | 15 | 5 | | | | 750 | | 750 | 127 | 5.90 | 16.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-AL-I | 1 | 15 | | 12 | | | | 1020 | 1020 | 127 | 8.03 | 21.0 | 10 | 10 | 14 | 13 | | |
| A-CU-I | 1 | 15 | | 12 | | | | | 1020 | 127 | 8.03 | 9.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-AC-II | 1 | 15 | 5 | | | | 750 | | 750 | 127 | 5.90 | 22.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-BA-I | 1 | 15 | | 5 | | | | 425 | 425 | 127 | 3.34 | 13.0 | 14 | 14 | 14 | 19 | | |
| A-BA-II | 1 | 15 | | 5 | | | | 425 | 425 | 127 | 3.34 | 10.0 | 14 | 14 | 14 | 19 | | |
| A-CS-I | 1 | 15 | 2 | 6 | | | | 810 | 810 | 127 | 6.37 | 16.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-SM-I | 1 | 15 | | 9 | | | | 765 | 765 | 127 | 6.00 | 7.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-BA-I | 1 | 15 | | 8 | 2 | | 717 | | 717 | 127 | 5.64 | 12.0 | 14 | 14 | 14 | 19 | | |
| A-VC-I | 1 | 15 | | 2 | | | | 170 | 170 | 127 | 1.33 | 7.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-AC-III | 1 | 15 | 3 | | | | | 300 | 300 | 127 | 2.36 | 4.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-RE-I | 1 | 15 | | | 10 | | 188 | | 188 | 127 | 1.47 | 5.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| C-RE-I | 1 | 15 | | | | 4 | 1200 | | 1200 | 127 | 9.44 | 3.0 | 12 | 12 | 14 | 13 | | |
| C-CO-I | 1 | 15 | | | | 4 | 1200 | | 1200 | 127 | 9.44 | 9.0 | 12 | 12 | 14 | 13 | | |
| C-BA-I | 1 | 20 | | | | 7 | | 2100 | 2100 | 127 | 16.53 | 12.0 | 12 | 12 | 14 | 13 | | |
| C-AL-I | 1 | 20 | | | | 8 | 2400 | | 2400 | 127 | 18.09 | 17.0 | 10 | 10 | 14 | 13 | | |
| C-CS-I | 1 | 20 | | | | 8 | 2400 | | 2400 | 127 | 18.09 | 14.0 | 10 | 10 | 14 | 13 | | |
| C-SM-I | 1 | 15 | | | | 5 | | 1500 | 1500 | 127 | 11.81 | 6.0 | 12 | 12 | 14 | 13 | | |
| TOTAL: | | | | | | | 6005 | 6110 | 6025 | 18140 | | | | | | | | |

DESBALANCEO = 1.7 X

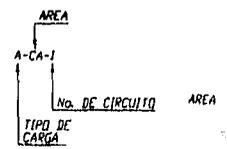
TABLERO DE ALUMBRADO TDA14
ZONA: EDIFICIO
AREA: PRIMER PISO
CAIDA DE TENSION: 2% MAXIMO
TEMPERATURA: 25°C
AISLAMIENTO: THW 75°C
CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORESCENTE | FLUORESCENTE | CONT. 1 # | WATTS POR FASE | | | VOLTAJE (V) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON- GITUD AL TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | | |
|--------------|------------------------------|---------|--------------|--------------|-----------|----------------|-------|-------|-------------|-----------------------|---------------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|---|
| | POLO | AMPERES | 2 x 60 W | 2 x 34 W | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | CANALIZACION (mm) | |
| | | | 3 x 60 W | 3 x 34 W | | | | | | | | | | | | |
| A-AC-I | 1 | 15 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| A-AC-II | 1 | 15 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| A-AC-III | 1 | 15 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| A-AC-IV | 1 | 15 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| A-AC-V | 1 | 15 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| A-AC-VI | 1 | 15 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| A-CU-I | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| A-CU-II | 1 | 15 | 2 | | | | | | | | | | | | | 4 |
| A-AD-I | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | 9 |
| A-CU-III | 1 | 15 | 2 | | | | | | | | | | | | | 4 |
| A-CU-IV | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| A-BA-I | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| C-AD-I | 1 | 20 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| C-CU-I | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| C-AC-I | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| C-AC-II | 1 | 20 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| C-AC-III | 1 | 20 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| C-AC-IV | 1 | 20 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| C-AC-V | 1 | 20 | | | | | | | | | | | | | | 1 |

NOTAS

1.- VER PLANO No. E-19 PARA CALCULO DE DESBALANCEO

2.- A CONTINUACION SE INDICA EL SIGNIFICADO DE CADA TERMINO DEL NUMERO DE CIRCUITO.



TABLERO DE ALUMBRADO TDA13
ZONA: EDIFICIO
AREA: ALUMBRADO EXTERIOR
CAIDA DE TENSION: 2% MAXIMO
TEMPERATURA: 25°C
AISLAMIENTO: THW 75°C
CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
TIPO: MGD, 18 POLOS
VOLTS: 220
BARRAS PRINCIPALES: 50 A
WATTS: 11000
NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 kA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORESCENTE | FLUORESCENTE | V.SAP | V.S.A.P | WATTS POR FASE | | | VOLTAJE (V) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON- GITUD AL TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | | | |
|--------------|------------------------------|---------|--------------|--------------|-------|---------|----------------|-------|-------|-------------|-----------------------|---------------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|--|--|
| | POLO | AMPERES | 2 x 60 W | 2 x 34 W | 250 W | 400 W | A (W) | B (W) | C (W) | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | CANALIZACION (mm) | | |
| | | | 3 x 60 W | 3 x 34 W | | | | | | | | | | | | | | |
| A-EE-I | 2 | 15 | | | | 2 | 500 | 500 | 1000 | 220 | 3.27 | 43.0 | 12 | | 14 | 13 | | |
| A-EE-II | 2 | 15 | | | | 2 | 500 | 500 | 1000 | 220 | 3.27 | 17.0 | 14 | | 14 | 13 | | |
| A-EE-III | 2 | 15 | | | 1 | 2 | 637 | 637 | 1314 | 220 | 4.30 | 43.0 | 12 | | 14 | 13 | | |
| A-EE-IV | 2 | 15 | | | 1 | | 157 | 157 | 314 | 220 | 3.07 | 17.0 | 14 | | 14 | 13 | | |
| A-EE-V | 2 | 15 | | | 1 | | 157 | 157 | 314 | 220 | 3.07 | 7.0 | 14 | | 14 | 13 | | |
| TOTAL: | | | | | | | 1314 | 1314 | 1314 | 3942 | | | | | | | | |

DESBALANCEO = 0 X

FACULTAD DE INGENIERIA
F
UNAM ELECTRICA
TITULO DE CUADRO DE ALUMBRADO CONTACTO

SIMBOLOGIA:

- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION 220 V, 400 W.
- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION 220 V, 250 W.
- LUMINARIO CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 60 W CADA UNO 127 V.
- LUMINARIO CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 34 W CADA UNO 127 V.
- LUMINARIO CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 15 W 127 V.
- CONTACTO CON CONEXION A TIERRA 127 V, DE CAPACIDAD INDICADA.

CANALIZACION: TUBO CONDUIT
TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

| CONDUCTOR ACTIVO | | | PROTECCIONES | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG) | CIRCUITO No. | CANALIZACION | |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------------|-----------|------------|--------------------------------|--|----------------|----------------|----|
| Método de Selección | | | SOBRECARGA | | CORTE CIRCUITO | | | | | | | |
| AN-PACI-DAD (A) | CAIDA DE TENSIÓN (mm ²) | CA-LI-BRE (AWG) | MARCA | TIPO | REGU-LACION (A) | TIPO | AJUSTE (A) | CAPACI-DAD IN-TERRUP-TIVA (kA) | TIPO | DIAME-TRO (mm) | | |
| 44.13 | | 8 | SQUARE-D | 9065 TE39 | 390-48.0 | FAL 36070 | 70 | 25 | PF3.11 | 10 | TDFB-EPB-F96-H | 19 |
| 44.13 | | 8 | | 9065 TE39 | 390-48.0 | FAL 36070 | 70 | | PF3.11 | 10 | TDFB-EPB-F97-H | 25 |
| 7.98 | | 14 | | 9065 TD35 | 5.5- 8.0 | FAL 36015 | 15 | | PC1.0E | 14 | TDFB-EPB-F98-B | 32 |
| 11.98 | | 14 | | 9065 TDB | 8.0-11.5 | FAL 36015 | 15 | | PC3.0EN | 14 | TDFB-EPB-F99-B | 32 |

POLOS
100 A
CIRCUITO 65 kA

| WATTS
TOTALES
(W) | VOL-TAJE
(V) | CO-RIEN-TE NO-MINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | CANALI-ZACION (mm) |
| 750 | 127 | 5.90 | 16.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 1020 | 127 | 8.03 | 21.0 | 10 | 10 | 14 | 13 |
| 1020 | 127 | 8.03 | 9.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 750 | 127 | 5.90 | 22.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 425 | 127 | 3.34 | 13.0 | 14 | 14 | 14 | 19 |
| 425 | 127 | 3.34 | 10.0 | 14 | 14 | 14 | 19 |
| 810 | 127 | 6.37 | 16.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 765 | 127 | 6.00 | 7.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 717 | 127 | 5.64 | 12.0 | 14 | 14 | 14 | 19 |
| 170 | 127 | 1.33 | 7.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 300 | 127 | 2.36 | 4.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 189 | 127 | 1.47 | 5.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 1200 | 127 | 9.44 | 3.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| 1200 | 127 | 9.44 | 9.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| 2100 | 127 | 16.53 | 12.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| 2400 | 127 | 18.09 | 17.0 | 10 | 10 | 14 | 13 |
| 2400 | 127 | 18.09 | 14.0 | 10 | 10 | 14 | 13 |
| 1500 | 127 | 11.81 | 6.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| 18140 | | | | | | | |

POLOS
50 A
CIRCUITO 65 kA

| WATTS
TOTALES
(W) | VOL-TAJE
(V) | CO-RIEN-TE NO-MINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | CANALI-ZACION (mm) |
| 1000 | 220 | 3.27 | 45.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 1000 | 220 | 3.27 | 17.0 | 14 | | 14 | 13 |
| 1314 | 220 | 4.30 | 45.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 314 | 220 | 3.07 | 17.0 | 14 | | 14 | 13 |
| 314 | 220 | 3.07 | 7.0 | 14 | | 14 | 13 |

TABLERO DE ALUMBRADO TDA14
ZONA: EDIFICIO
AREA: PRIMER PISO
CAIDA DE TENSIÓN 2% MAXIMO
TEMPERATURA 25°C
AISLAMIENTO: THW 75°C
CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

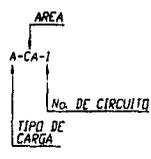
MARCA: SQUARE-D
TIPO: NOOD, 24 POLOS
VOLTS: 220
BARRAS PRINCIPALES: 150 A
WATTS: 33000
NIVEL DE CORTE CIRCUITO: 65 kA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | FLUORESCENTE 2 x 60 V | FLUORESCENTE 2 x 34 V | FLUORESCENTE 15 V | CONF. 1 Ø | WATTS POR FASE | | | VOL-TAJE (V) | CO-RIEN-TE NO-MINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | | |
|--------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------|----------------|-------|-------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|----|
| | | | | | | A (V) | B (V) | C (V) | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | CANALI-ZACION (mm) | |
| A-AC-I | 1 | 15 | 6 | | | 900 | | | 900 | 127 | 7.06 | 10.0 | 14 | 14 | 14 | 19 |
| A-AC-II | 1 | 15 | 6 | | | | 900 | | 900 | 127 | 7.06 | 14.0 | 12 | 12 | 14 | 19 |
| A-AC-III | 1 | 15 | 6 | | | | | 900 | 900 | 127 | 7.06 | 18.0 | 12 | 12 | 14 | 19 |
| A-AC-IV | 1 | 15 | 6 | | | 900 | | | 900 | 127 | 7.06 | 22.0 | 12 | 12 | 14 | 19 |
| A-AC-V | 1 | 15 | 6 | | | | 900 | | 900 | 127 | 7.06 | 26.0 | 10 | 10 | 14 | 19 |
| A-AC-VI | 1 | 15 | 6 | | | | | 960 | 960 | 127 | 7.56 | 16.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-CU-I | 1 | 15 | | 8 | | 680 | | | 680 | 127 | 5.35 | 8.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-CU-II | 1 | 15 | 2 | 4 | | 640 | | | 640 | 127 | 5.03 | 17.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-AD-I | 1 | 15 | | 9 | | | 765 | | 765 | 127 | 6.02 | 30.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| A-CU-III | 1 | 15 | 2 | 4 | | 640 | | | 640 | 127 | 5.03 | 22.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-CU-IV | 1 | 15 | | 8 | | 680 | | | 680 | 127 | 5.35 | 25.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| A-BA-I | 1 | 15 | | 1 | 4 | | 118 | | 118 | 127 | 0.92 | 15.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| C-AD-I | 1 | 20 | | | 6 | | 1800 | | 1800 | 127 | 14.17 | 5.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| C-CU-I | 1 | 15 | | | 4 | | 1200 | | 1200 | 127 | 9.44 | 7.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| C-AC-I | 1 | 15 | | | 5 | | 1500 | | 1500 | 127 | 11.81 | 13.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| C-AC-II | 1 | 20 | | | 7 | | 2100 | | 2100 | 127 | 16.53 | 14.0 | 10 | 10 | 12 | 13 |
| C-AC-III | 1 | 20 | | | 7 | | 2100 | | 2100 | 127 | 16.53 | 18.0 | 10 | 10 | 12 | 13 |
| C-AC-IV | 1 | 20 | | | 6 | 1800 | | | 1800 | 127 | 14.17 | 22.0 | 10 | 10 | 12 | 13 |
| C-AC-V | 1 | 20 | | | 8 | 2400 | | | 2400 | 127 | 18.01 | 26.0 | 10 | 10 | 12 | 13 |
| TOTAL | | | | | | 7320 | 7320 | 7243 | 21883 | | | | | | | |

DESBALANCED = 105 X

NOTAS:

- VER PLANO No. E-19 PARA CALCULO DE DESBALANCED.
- A CONTINUACION SE INDICA EL SIGNIFICADO DE CADA TERMINO DEL NUMERO DE CIRCUITO.
- LA TEMPERATURA INDICADA ES LA AMBIENTE.



- TIPO DE CARGA
- A = ALUMBRADO
 - C = CONTACTOS
- AREA
- PT = PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 - CA = CALDERAS
 - CD = COMPRESORES
 - T = TORRE DE ENFRIAMIENTO
 - TE = TALLER ELECTRICO
 - TM = TALLER MECANICO
 - GA = GASOLINERA
 - TL = TALLER DE LAMINACION
 - TC = TALLER MECANICO DE LAMINACION
 - TF = TALLER DE FUNDICION

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA B.O.C. - SECUT



TITULO DE PLANO:
CUADRO DE CARGA ALUMBRADO Y CONTACTOS

PERITO RESPONSABLE:
ING.
REG. No.
FIRMA:

PARQUE INDUSTRIAL RAACH
DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA CP. 07050, D.F. IZTAPALAPA, MEXICO DF.
ZONA: EDIFICIO
AREA:
DIBUJO: A.M.A. FECHA: JUL./92 ESC.: 1/50 PLANO No.
REVISO: J.B.C. FECHA: JUL./92 ACOT.: METROS
APROBO: A.M.H. FECHA: JUL./92

E-21

TABLERO DE ALUMBRADO 12A7
 ZONA: PLANTA METAL-MECANICA
 AREA: TALLER MECANICO DE LAMINACION
 CAIDA DE TENSION: 2 % MAXIMO
 TEMPERATURA: 35°C
 AISLAMIENTO: THV 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NEHB DUAL , 18 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 100 A
 WATTS: 20000
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 kA

| CIRCUITO No | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORESCENTE
2 x 74 V | ADITIVO METALICO
400 V | CONT. 3 #
1000V | CONT. 1 #
300 V | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL (A) | LONGITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALIZACION (mm) |
|-------------|------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------|-------|---------------|---------|-----------------------|------------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|
| | POLO | AMPERES | | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | |
| | | | | | | | (V) | (V) | (V) | | | | | (V) | (V) | (V) | |
| C-TL-I | 3 | 15 | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 33.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| C-TL-II | 3 | 15 | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 27.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| A-TL-I | 2 | 15 | | 4 | | | 1000 | 1000 | 2000 | 220 | 5.25 | 33.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| A-TL-II | 2 | 15 | | 4 | | | 1000 | 1000 | 2000 | 220 | 5.25 | 27.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| A-TL-III | 2 | 15 | | 4 | | | 1000 | 1000 | 2000 | 220 | 5.25 | 21.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| TOTAL: | | | | | | | 4600 | 4600 | 4600 | 13800 | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 %

TABLERO DE ALUMBRADO 12A10
 ZONA: PLANTA METAL-MECANICA
 AREA: TALLER MECANICO
 CAIDA DE TENSION: 2 % MAXIMO
 TEMPERATURA: 35°C
 AISLAMIENTO: THV 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

| CIRCUITO No | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORESCENTE
2 x 74 V | ADITIVO METALICO
400 V | CONT. 3 #
1000V | CONT. 1 #
300 V | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL (A) | LONGITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALIZACION (mm) |
|-------------|------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------|-------|---------------|---------|-----------------------|------------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|
| | POLO | AMPERES | | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | |
| | | | | | | | (V) | (V) | (V) | | | | | (V) | (V) | (V) | |
| C-TL-I | 3 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C-TL-II | 3 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-TL-I | 2 | 15 | | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| A-TL-II | 2 | 15 | | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| A-TL-III | 2 | 15 | | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| A-TL-IV | 2 | 15 | | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| A-TL-V | 2 | 15 | | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| A-TL-VI | 2 | 15 | | 7 | | | | | | | | | | | | | |

TABLERO DE ALUMBRADO 12A9
 ZONA: PLANTA METAL-MECANICA
 AREA: TALLER DE LAMINACION
 CAIDA DE TENSION: 2 % MAXIMO
 TEMPERATURA: 35°C
 AISLAMIENTO: THV 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NEHB DUAL , 30 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 200 A
 WATTS: 44,000
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 kA

| CIRCUITO No | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORESCENTE
2 x 74 V | V.S.A.P.
250 V | V.S.A.P.
1000V | CONT. 3 #
300 V | CONT. 1 #
300 V | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL (A) | LONGITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALIZACION (mm) |
|-------------|------------------------------|---------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------|-------|---------------|---------|-----------------------|------------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|
| | POLO | AMPERES | | | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | |
| | | | | | | | | (V) | (V) | (V) | | | | | (V) | (V) | (V) | |
| C-TL-I | 3 | 30 | | | | 6 | 6 | 2600 | 2600 | 2600 | 7800 | 220 | 20.47 | 80.0 | 8 | 8 | 12 | 19 |
| C-TL-II | 3 | 30 | | | | 6 | 6 | 2600 | 2600 | 2600 | 7800 | 220 | 20.47 | 78.0 | 8 | 8 | 12 | 19 |
| A-TL-I | 2 | 15 | | 7 | | | | 1094 | 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 71.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| A-TL-II | 2 | 15 | | 7 | | | | 1094 | 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 65.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| A-TL-III | 2 | 15 | | 7 | | | | 1094 | 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 58.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| A-TL-IV | 2 | 15 | | 7 | | | | 1094 | 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 46.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| A-TL-V | 2 | 15 | | 7 | | | | 1094 | 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 41.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| A-TL-VI | 2 | 15 | | 7 | | | | 1094 | 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 33.0 | 12 | | 14 | 13 | |
| TOTAL: | | | | | | | 9576 | 9576 | 9576 | 28728 | | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 %

TABLERO DE ALUMBRADO 12A9
 ZONA: PLANTA METAL-MECANICA
 AREA: FUNCION
 CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
 TEMPERATURA: 35°C
 AISLAMIENTO: THV 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NEHB DUAL , 30 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 200 A
 WATTS: 44,000
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 kA

| CIRCUITO No | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | V.S.A.P.
400 V | V.S.A.P.
250 V | CONT. 3 #
1000V | CONT. 1 #
300 V | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL (A) | LONGITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALIZACION (mm) | |
|-------------|------------------------------|---------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------|-------|---------------|---------|-----------------------|------------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|-----|
| | POLO | AMPERES | | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | | |
| | | | | | | | (V) | (V) | (V) | | | | | (V) | (V) | (V) | | (V) |
| C-TF-I | 3 | 15 | | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 110.0 | 10 | 10 | 14 | 13 |
| C-TF-II | 3 | 15 | | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 67.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| C-TF-III | 3 | 15 | | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 43.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| A-TF-I | 2 | 15 | | 9 | | | | 2250 | 2250 | 4500 | 220 | 11.81 | 92.0 | 8 | | 14 | 13 | |
| A-TF-II | 2 | 15 | | 9 | | | | 2250 | 2250 | 4500 | 220 | 11.81 | 83.0 | 8 | | 14 | 13 | |
| A-TF-III | 2 | 15 | | 9 | | | | 2250 | 2250 | 4500 | 220 | 11.81 | 75.0 | 8 | | 14 | 13 | |
| A-TF-IV | 2 | 15 | | 9 | | | | 500 | 500 | 1000 | 220 | 3.94 | 46.0 | 14 | | 19 | 13 | |
| TOTAL: | | | | | | | 8900 | 8900 | 8900 | 26700 | | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 %

SIMBOLOGIA:

- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PR 220 V, 400 V.
- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PR 220 V, 250 V.
- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PR 220 V, 150 V.
- LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS 220 V, 400 V.
- LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS 220 V, 250 V.
- LUMINARIO CON DOS LAMPARAS FLUORES DE 74 V CADA UNO, 127 V.
- LUMINARIO CON DOS LAMPARAS FLUORES DE 39 V CADA UNO, 127 V.
- CONTACTO CON CONEXION A TIERRA 220 V, DE CAPACIDAD INDICADA.
- CONTACTO CON CONEXION A TIERRA 127 V, DE CAPACIDAD INDICADA.

FACILIDAD DE INGENIERIA

 UNAH ELECTRIC
 TITULO DE INGENIERO
 CUADRO DE ALUMBRADO CONTACTO

ARE-D
DUAL, 18 POLOS
CIPALES: 100 A
PRTO CIRCUITO: 65 KA

| C (V) | WATTS TOTALES (W) | VOL-TAJE (V) | CO-ORIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) |
|-------|-------------------|--------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | |
| 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 33.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 27.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| | 2000 | 220 | 5.25 | 33.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 1000 | 2000 | 220 | 5.25 | 27.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 1000 | 2000 | 220 | 5.25 | 21.0 | 12 | | 14 | 13 |

0 X

ARE-D
DUAL, 30 POLOS
CIPALES: 200 A
PRTO CIRCUITO: 65 KA

| C (V) | WATTS TOTALES (W) | VOL-TAJE (V) | CO-ORIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) |
|-------|-------------------|--------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | |
| 2600 | 7800 | 220 | 20.47 | 00.0 | 8 | 8 | 12 | 19 |
| 2600 | 7800 | 220 | 20.47 | 78.0 | 8 | 8 | 12 | 19 |
| | 2188 | 220 | 5.74 | 71.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 65.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 58.0 | 12 | | 14 | 13 |
| | 2188 | 220 | 5.74 | 45.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 41.0 | 12 | | 14 | 13 |
| 1094 | 2188 | 220 | 5.74 | 33.0 | 12 | | 14 | 13 |

0 X

ARE-D
DUAL, 30 POLOS
CIPALES: 200 A
PRTO CIRCUITO: 65 KA

| C (V) | WATTS TOTALES (W) | VOL-TAJE (V) | CO-ORIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) |
|-------|-------------------|--------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | |
| 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 110.0 | 10 | 10 | 14 | 13 |
| 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 67.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 43.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| | 4500 | 220 | 11.81 | 92.0 | 8 | | 14 | 13 |
| 2250 | 4500 | 220 | 11.81 | 83.0 | 8 | | 14 | 13 |
| 2250 | 4500 | 220 | 11.81 | 75.0 | 8 | | 14 | 13 |
| 500 | 1500 | 220 | 3.94 | 46.0 | 14 | | 19 | 13 |

0 X

TABLERO DE ALUMBRADO IDAIO
 ZONA: PLANTA METAL-MECANICA
 AREA: TALLER MECANICO
 CAIDA DE TENSION: 2 % MAXIMO
 TEMPERATURA: 35°C
 AISLAMIENTO TAN: 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NEMB DUAL, 30 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 200 A
 WATTS: 44,000
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No | INTERRUPTOR (TERMO-MAGNETICO) | | FLUORE-SCENTE | ADITI- META. | CONT. 3 # | CONV. 1 # | WATTS POR FASE | | | VOL-TAJE (V) | CO-ORIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) | |
|-------------|-------------------------------|---------|---------------|--------------|-----------|-----------|----------------|-------|-------|--------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|----|
| | P.O.D. | AMPERES | | | | | A | B | C | | | | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) | | |
| | | | | | | | (V) | (V) | (V) | | | | | | | | |
| C-TH-I | 3 | 30 | | | 6 | 6 | 2600 | 2600 | 2600 | 7800 | 220 | 20.47 | 93.0 | 8 | 8 | 12 | 19 |
| C-TH-II | 3 | 30 | | | 6 | 6 | 2600 | 2600 | 2600 | 7800 | 220 | 20.47 | 79.0 | 8 | 8 | 12 | 19 |
| A-TH-I | 2 | 15 | | 7 | | | 1750 | 1750 | | 3500 | 220 | 9.18 | 82.0 | 8 | | 14 | 13 |
| A-TH-II | 2 | 15 | | 7 | | | | 1750 | 1750 | 3500 | 220 | 9.18 | 75.0 | 8 | | 14 | 13 |
| A-TH-III | 2 | 15 | | 7 | | | 1750 | | 1750 | 3500 | 220 | 9.18 | 75.0 | 8 | | 14 | 13 |
| A-TH-IV | 2 | 15 | | 7 | | | 1750 | 1750 | | 3500 | 220 | 9.18 | 82.0 | 8 | | 14 | 13 |
| A-TH-V | 2 | 15 | | 7 | | | | 1750 | 1750 | 3500 | 220 | 9.18 | 75.0 | 8 | | 14 | 13 |
| A-TH-VI | 2 | 15 | | 7 | | | | 1750 | | 3500 | 220 | 9.18 | 75.0 | 8 | | 14 | 13 |
| | | | | | | | TOTAL: | 12200 | 12200 | 12200 | 36600 | | | | | | |

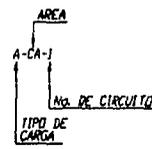
DESBALANCEO = 0 X

SIMBOLOGIA:

- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION, 220 V, 400 W.
- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION, 220 V, 250 W.
- LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION, 220 V, 150 W.
- LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS, 220 V, 400 W.
- LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS, 220 V, 250 W.
- ▬ LUMINARIO CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 74 W CADA UNA, 127 V.
- ▬ LUMINARIO CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 39 V CADA UNA, 127 V.
- ⊖ CONTACTO CON CONEXION A TIERRA, 220 V, DE CAPACIDAD INDICADA.
- ⊖ CONTACTO CON CONEXION A TIERRA, 127 V, DE CAPACIDAD INDICADA.

NOTAS:

- 1- VER PLANO No. E-19 PARA CALCULO DE DESBALANCEO.
- 2- A CONTINUACION SE INDICA EL SIGNIFICADO DE CADA TERMINO DEL NUMERO DE CIRCUITO.



TIPO DE CARGA { A = ALUMBRADO
C = CONTACTOS

AREA { PT = PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CA = CALDERAS
CO = COMPRESORES
T = TORRE DE ENFRIAMIENTO
TE = TALLER ELECTRICO
TM = TALLER MECANICO
GA = GASOLINERA
TL = TALLER DE LAMINACION
TC = TALLER MECANICO DE LAMINACION
TF = TALLER DE FUNDICION

- 3- LA TEMPERATURA INDICADA ES LA AMBIENTE.

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA BGE - SICOPT

| | | | | |
|--|---------------------------------------|--------------------|--|----------------|
| | TITULO DE PLANO: | PORTO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | |
| | CUADRO DE CARGA ALUMBRADO Y CONTACTOS | ING: | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA CP. 07050, D.F. IZTAPALAPA, MEXICO DF. | |
| | | REG No: | ZONA: PLANTA METAL MECANICA | |
| | | FIRMA: | AREA: | PLANO No. E-20 |

REVISADO: J.B.C. FECHA: JUL/92 ESC: 150
 APROBADO: A.M.H. FECHA: JUL/92 ACOT: METROS

TABLERO DE ALUMBRADO TDA1
 ZONA: SERVICIOS GENERALES
 AREA: CALDERAS
 CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
 TEMPERATURA: 25°C
 AISLAMIENTO: THW 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NODD, 30 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 2 100 A
 WATTS: 32,600
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | V.S.A.P. | CONT. 3 Ø | CONT. 1 Ø | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (%) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TA-BLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) |
|--------------|------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|----------------|-------------|-------------|---------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | POLO | AMPERES | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-CA-I | 2 | 15 | | | | 375 | 375 | 750 | 220 | 1.96 | 35.0 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-CA-II | 2 | 15 | | | | 375 | 375 | 750 | 220 | 1.96 | 35.0 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-CA-III | 3 | 15 | | | | 750 | 750 | 1500 | 220 | 3.90 | 51.0 | 12 | 14 | 13 | | |
| A-ES-I | 3 | 15 | 3 | | | 312.5 | 312.5 | 625 | 220 | 2.46 | 34.0 | 14 | 14 | 13 | | |
| A-ES-II | 3 | 15 | 3 | | | 312.5 | 312.5 | 625 | 220 | 2.46 | 34.0 | 14 | 14 | 13 | | |
| C-CA-I | 3 | 15 | | 3 | 3 | 1250 | 1250 | 2500 | 220 | 9.84 | 23.5 | 12 | 12 | 14 | 13 | |
| C-CA-II | 1 | 15 | | 2 | 2 | 250 | 250 | 500 | 220 | 3.90 | 24.5 | 12 | 12 | 14 | 13 | |
| C-PT-I | 3 | 15 | | 3 | 3 | 1250 | 1250 | 2500 | 220 | 9.84 | 38.0 | 12 | 12 | 14 | 13 | |
| C-TE-I | 3 | 15 | | 3 | 3 | 1250 | 1250 | 2500 | 220 | 9.84 | 28.0 | 12 | 12 | 14 | 13 | |
| TOTAL | | | | | | 5750 | 5875 | 5750 | 13800 | | | | | | | |

DESBALANCED = 212 %

TABLERO DE ALUMBRADO TDA5
 ZONA: SERVICIOS GENERALES
 AREA: COBRESTACION
 CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
 TEMPERATURA: 25°C
 AISLAMIENTO: THW 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | V.S.A.P. | CONT. 3 Ø | CONT. 1 Ø | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (%) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TA-BLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) |
|--------------|------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|----------------|-------|-------|---------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | POLO | AMPERES | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-SE-I | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | 2 x 38 V | |
| A-SE-II | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| A-SE-III | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| C-SE-I | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | 2 | |

TABLERO DE ALUMBRADO TDA6
 ZONA: SERVICIOS GENERALES
 AREA: ALMACEN GENERAL
 CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
 TEMPERATURA: 25°C
 AISLAMIENTO: THW 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | V.S.A.P. | CONT. 3 Ø | CONT. 1 Ø | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (%) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TA-BLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) |
|--------------|------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|----------------|-------|-------|---------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|
| | POLO | AMPERES | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-AG-I | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| A-AG-II | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| A-AG-III | 2 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| C-AG-I | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| C-AG-II | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| C-AG-III | 1 | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| A-EA-I | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | 3 | |

TABLERO DE ALUMBRADO TDA2
 ZONA: SERVICIOS GENERALES
 AREA: COMPRESORES
 CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
 TEMPERATURA: 25°C
 AISLAMIENTO: THW 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NODD, 12 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 50 A
 WATTS: 11,000
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORE-SCENTE | V.S.A.P. | CONT. 3 Ø | CONT. 1 Ø | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (%) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TA-BLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) | |
|--------------|------------------------------|---------|---------------|----------|-----------|-----------|----------------|-------------|-------------|---------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|----------|
| | POLO | AMPERES | | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 x 38 V |
| A-CD-I | 1 | 15 | Ø | | | | | | 760 | | 760 | 127 | 5.98 | 30.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| A-CD-II | 1 | 15 | Ø | | | | | | 760 | | 760 | 127 | 5.98 | 28.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| A-CD-III | 1 | 15 | Ø | | | | | | 760 | | 760 | 127 | 5.98 | 31.0 | 12 | 12 | 14 | 13 |
| C-CD-I | 3 | 15 | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 23.5 | 12 | 12 | 14 | 13 | | |
| TOTAL | | | | | | | 2060 | 2060 | 2060 | 6180 | | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 %

TABLERO DE ALUMBRADO TDA3
 ZONA: SERVICIOS GENERALES
 AREA: TALLER MECANICO
 CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
 TEMPERATURA: 25°C
 AISLAMIENTO: THW 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NODD, 12 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 50 A
 WATTS: 11,000
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORE-SCENTE | V.S.A.P. | CONT. 3 Ø | CONT. 1 Ø | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (%) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TA-BLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) | |
|--------------|------------------------------|---------|---------------|----------|-----------|-----------|----------------|-------------|-------------|---------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|----------|
| | POLO | AMPERES | | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 x 38 V | 250 V | 1000V |
| A-TE-I | 1 | 15 | 4 | | | | | | 380 | | 380 | 127 | 2.99 | 9.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-TE-II | 1 | 15 | 4 | | | | | | 380 | | 380 | 127 | 2.99 | 12.5 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-TE-III | 1 | 15 | 4 | | | | | | 380 | | 380 | 127 | 2.99 | 12.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| C-TE-I | 3 | 15 | | | 3 | 6 | 1600 | 1600 | 4800 | 220 | 12.59 | 10.5 | 12 | 12 | 14 | 14 | 13 | |
| C-TE-II | 3 | 15 | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 12.0 | 12 | 12 | 14 | 14 | 13 | |
| TOTAL | | | | | | | 3260 | 3260 | 3260 | 9840 | | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 %

TABLERO DE ALUMBRADO TDA4
 ZONA: SERVICIOS GENERALES
 AREA: TALLER ELECTRICO
 CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
 TEMPERATURA: 25°C
 AISLAMIENTO: THW 75°C
 CANALIZACION: TUBO CONDUIT.

MARCA: SQUARE-D
 TIPO: NODD, 24 POLOS
 VOLTS: 220
 BARRAS PRINCIPALES: 70 A
 WATTS: 15,400
 NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | | FLUORE-SCENTE | V.S.A.P. | CONT. 3 Ø | CONT. 1 Ø | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (%) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TA-BLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) | |
|--------------|------------------------------|---------|---------------|----------|-----------|-----------|----------------|-------------|-------------|---------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------------|----------|
| | POLO | AMPERES | | | | | A (W) | B (W) | C (W) | | | | | ACTIVO (AWG) | NEUTRO (AWG) | PTA. A TIERRA (AWG) | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 x 38 V | 250 V | 1000V |
| A-TE-I | 1 | 15 | 4 | | | | | | 380 | | 380 | 127 | 2.99 | 14.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-TE-II | 1 | 15 | 4 | | | | | | 380 | | 380 | 127 | 2.99 | 12.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| A-TE-III | 1 | 15 | 4 | | | | | | 380 | | 380 | 127 | 2.99 | 11.0 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| C-TE-I | 3 | 15 | | | 3 | 6 | 1600 | 1600 | 4800 | 220 | 12.59 | 15.0 | 12 | 12 | 14 | 14 | 13 | |
| C-TE-II | 3 | 15 | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 12.0 | 12 | 12 | 14 | 14 | 13 | |
| A-ES-III | 3 | 15 | | 3 | | | 313 | 313 | 939 | 220 | 2.46 | 25.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | |
| TOTAL | | | | | | | 3593 | 3593 | 3593 | 10778 | | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 %

NOTA

1- EL DESBALANCED SE DESBALANCED = WATTS FASE MAYOR / WATTS FASE MENOR

2- A LAS LAMPARAS FLUORESCENTES SE AGREGA UN 25 X DE SOBRECARGA DEBIDO AL BALASTRO

3- VER PLANO No. E-2

4- LA TEMPERATURA EN...



TABLEDO DE ALUMBRADO IDAG
ZONA: SERVICIOS GENERALES
AREA: SUBSTACION
CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
TEMPERATURA: 25°C
AISLAMIENTO: THW 75°C
CANALIZACION: TUBO CONDUIT

MARCA: SQUARE-D
TIPO: MOD. 16 POLDOS
VOLTS: 220
BARRAS PRINCIPALES: 50 A
WATTS: 10,000
NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | FLUORESCENTE | V.S.A.P. | V.S.A.P. | CONT. 3 # | CONT. 1 # | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (V) | CO-ORIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) | | | | | | |
|--------------|------------------------------|--------------|----------|----------|-----------|-----------|----------------|---------|----------|---------------|--------------|------------------------|-------------------------|-----------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|---------------------|
| | | | | | | | POLD | AMPERES | 2 x 30 W | | | | | 250 W | 1000W | 300 W | | A (V) | B (V) | C (V) | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-SE-I | 1 | 15 | 2 | | | | | | 370 | 370 | 127 | 2.91 | 14.5 | 14 | 14 | 14 | 13 | | | | | | |
| A-SE-II | 1 | 15 | 2 | | | | | | 370 | 370 | 127 | 2.91 | 11.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | | | | | |
| A-SE-III | 1 | 15 | 2 | | | | | | 370 | 370 | 127 | 2.91 | 9.5 | 14 | 14 | 14 | 13 | | | | | | |
| C-SE-I | 3 | 15 | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 10.23 | 18.0 | 12 | 12 | 14 | 13 | | | | | | |
| TOTAL: | | | | | | | | | | 1670 | 1670 | 1670 | 5010 | | | | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 X

TABLEDO DE ALUMBRADO IDAG
ZONA: SERVICIOS GENERALES
AREA: ALMACEN GENERAL
CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
TEMPERATURA: 25°C
AISLAMIENTO: THW 75°C
CANALIZACION: TUBO CONDUIT

MARCA: SQUARE-D
TIPO: MOD. 24 POLDOS
VOLTS: 220
BARRAS PRINCIPALES: 100 A
WATTS: 23,000
NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | FLUORESCENTE | V.S.A.P. | V.S.A.P. | CONT. 3 # | CONT. 1 # | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (V) | CO-ORIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) | | | | | | |
|--------------|------------------------------|--------------|----------|----------|-----------|-----------|----------------|---------|-------|---------------|--------------|------------------------|-------------------------|-----------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|---------------------|
| | | | | | | | POLD | AMPERES | 400 W | | | | | 250 W | 1000W | 300 W | | A (V) | B (V) | C (V) | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-AG-I | 3 | 15 | | 12 | | | 750 | 750 | 750 | 2250 | 220 | 5.90 | 63.0 | 12 | | 14 | 13 | | | | | | |
| A-AG-II | 3 | 15 | | 12 | | | 750 | 750 | 750 | 2250 | 220 | 5.90 | 44.0 | 14 | | 14 | 13 | | | | | | |
| A-AG-III | 2 | 15 | | 4 | | | 375 | 375 | 750 | 220 | 1.96 | 22.5 | 14 | | 14 | 13 | | | | | | | |
| C-AG-I | 3 | 15 | | | 3 | 6 | 1600 | 1600 | 1600 | 4800 | 220 | 13.99 | 48.5 | 10 | 10 | 14 | 19 | | | | | | |
| C-AG-II | 3 | 15 | | | 3 | 3 | 1300 | 1300 | 1300 | 3900 | 220 | 11.37 | 60.0 | 10 | 10 | 14 | 19 | | | | | | |
| C-AG-III | 1 | 15 | | | | 1 | | | 300 | 300 | 127 | 2.62 | 10.0 | 12 | 12 | 14 | 19 | | | | | | |
| A-EA-I | 3 | 15 | 3 | | | | 500 | 500 | 1500 | 2500 | 220 | 3.93 | 36.5 | 14 | | 14 | 13 | | | | | | |
| TOTAL: | | | | | | | | | | 5275 | 5275 | 5200 | 15750 | | | | | | | | | | |

DESBALANCED = 0 X

TABLEDO DE ALUMBRADO IDAG
ZONA: SERVICIOS GENERALES
AREA: GASOLINERA
CAIDA DE TENSION: 2 X MAXIMO
TEMPERATURA: 25°C
AISLAMIENTO: THW 75°C
CANALIZACION: TUBO CONDUIT

MARCA: SQUARE-D
TIPO: MOD. 12 POLDOS
VOLTS: 220
BARRAS PRINCIPALES: 50 A
WATTS: 10,000
NIVEL DE CORTO CIRCUITO: 65 KA

| CIRCUITO No. | INTERRUPTOR (TERMOMAGNETICO) | FLUORESCENTE | ADITI-META. | CONT. 3 # | CONT. 1 # | WATTS POR FASE | | | WATTS TOTALES | VOL-TAJE (V) | CO-ORIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD A TABLERO (m) | CONDUCTOR | | | CANALI-ZACION (mm) | | | | | | |
|--------------|------------------------------|--------------|-------------|-----------|-----------|----------------|---------|----------|---------------|--------------|------------------------|-------------------------|-----------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|---------------------|
| | | | | | | POLD | AMPERES | 2 x 30 W | | | | | 250 W | 1000W | 250 W | | A (V) | B (V) | C (V) | ACTIVO (AVG) | NEUTRO (AVG) | PTA. A TIERRA (AVG) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-GA-I | 2 | 15 | | 2 | | | 312.5 | 312.5 | 625 | 220 | 1.64 | 22.0 | 14 | | 14 | 13 | | | | | | |
| A-GA-II | 2 | 15 | | 2 | | | 312.5 | 312.5 | 625 | 220 | 1.64 | 12.0 | 14 | | 14 | 13 | | | | | | |
| A-GA-III | 1 | 15 | 1 | | | | | 95 | 95 | 127 | 0.74 | 3.0 | 14 | 14 | 14 | 13 | | | | | | |
| C-GA-I | 1 | 15 | | | | 2 | | | 500 | 500 | 127 | 3.93 | 4.0 | 12 | 14 | 14 | 13 | | | | | |
| TOTAL: | | | | | | | | | | 625 | 625 | 595 | 1845 | | | | | | | | | |

DESBALANCED = 4.0 X

NOTAS:

1- EL DESBALANCED SE CALCULA CUND

$$DESBALANCED = \frac{WATTS FASE MAYOR - WATTS FASE MENOR}{WATTS FASE MENOR} \times 100 (\%)$$

2- A LAS LAMPARAS FLUORESCENTES YA SE LES AGREGO UN 25 X DE SU CARGA EN WATTS, DEBIDO AL BALASTRO.

3- VER PLANO No. E-20 PARA SIMBOLOGIA.

4- LA TEMPERATURA INDICADA ES LA AMBIENTE

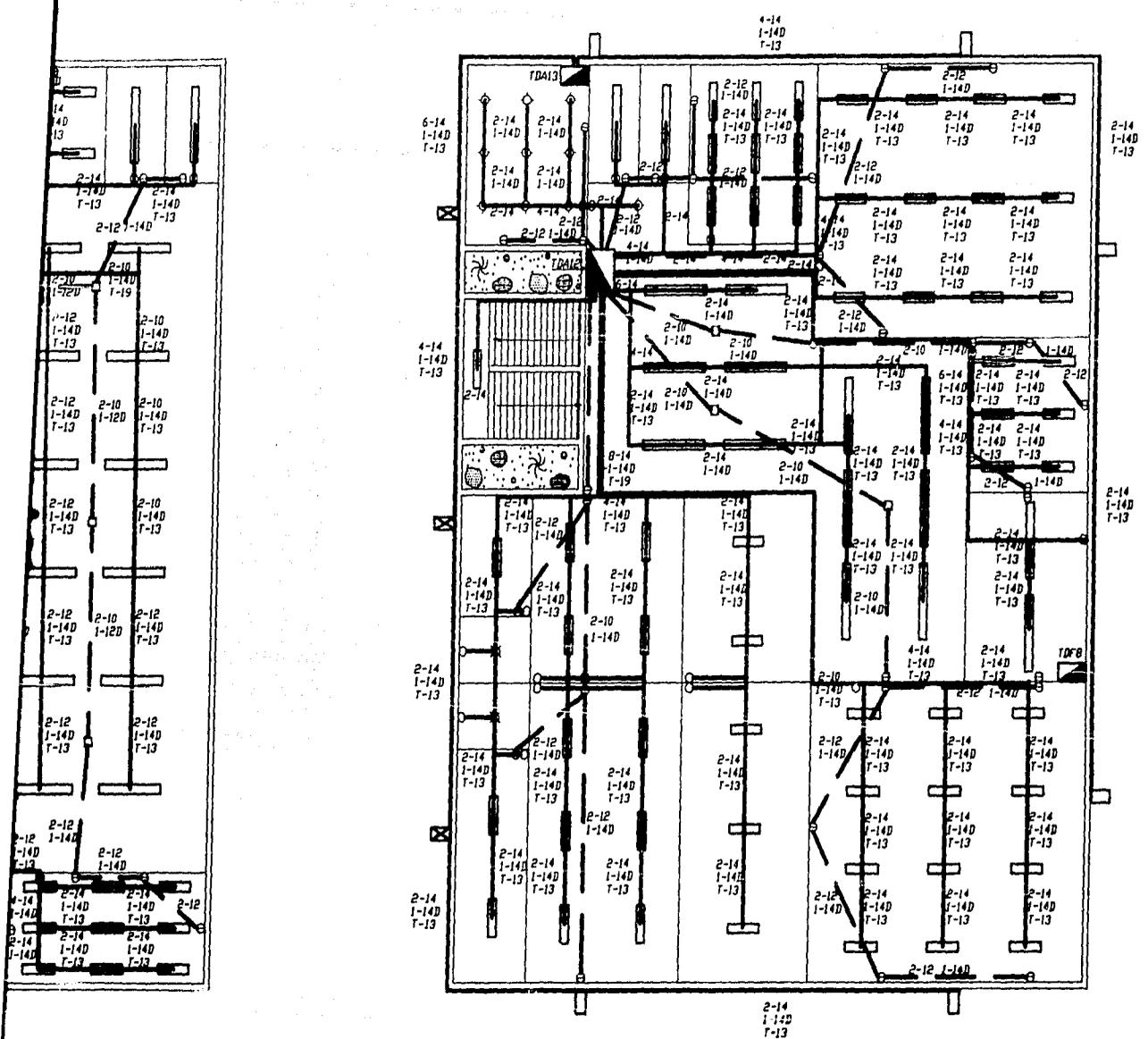
ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMA DE LA U.S. - 1987



TITULO DE PLANO:
CUADRO DE CARGA ALUMBRADO Y CONTACTOS

PORTO RESPONSABLE:
ING
REG No.
FIRMA

PARQUE INDUSTRIAL RAACH
DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, CUL. INDUSTRIAL ECOLOGICA
C.P. 02050, D.P. IZTAPALAPA, MEXICO DF
ZONA: SERVICIOS GENERALES
AREA:
DIBUJADO: AMA FECHA: JUL 792 ESC: 1/50 PLANO No.
REVISADO: JBC FECHA: JUL 792 ACOT: METROS
APROBADO: AMH FECHA: JUL 792



PISO

SÍMBOLOS:

- 2x34 V ahorradora de energía, gabinete para empotrar
- 2x60 V ahorradora de energía, gabinete para empotrar
- sodio alta presión, lámpara de 250 W, tipo reflector
- sodio alta presión, lámpara de 400 W, placa, tipo reflector
- 15 W ahorradora de energía, tipo reflector

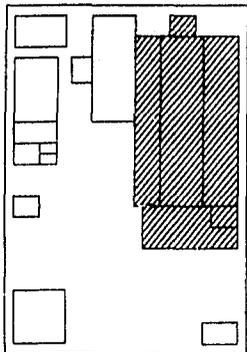
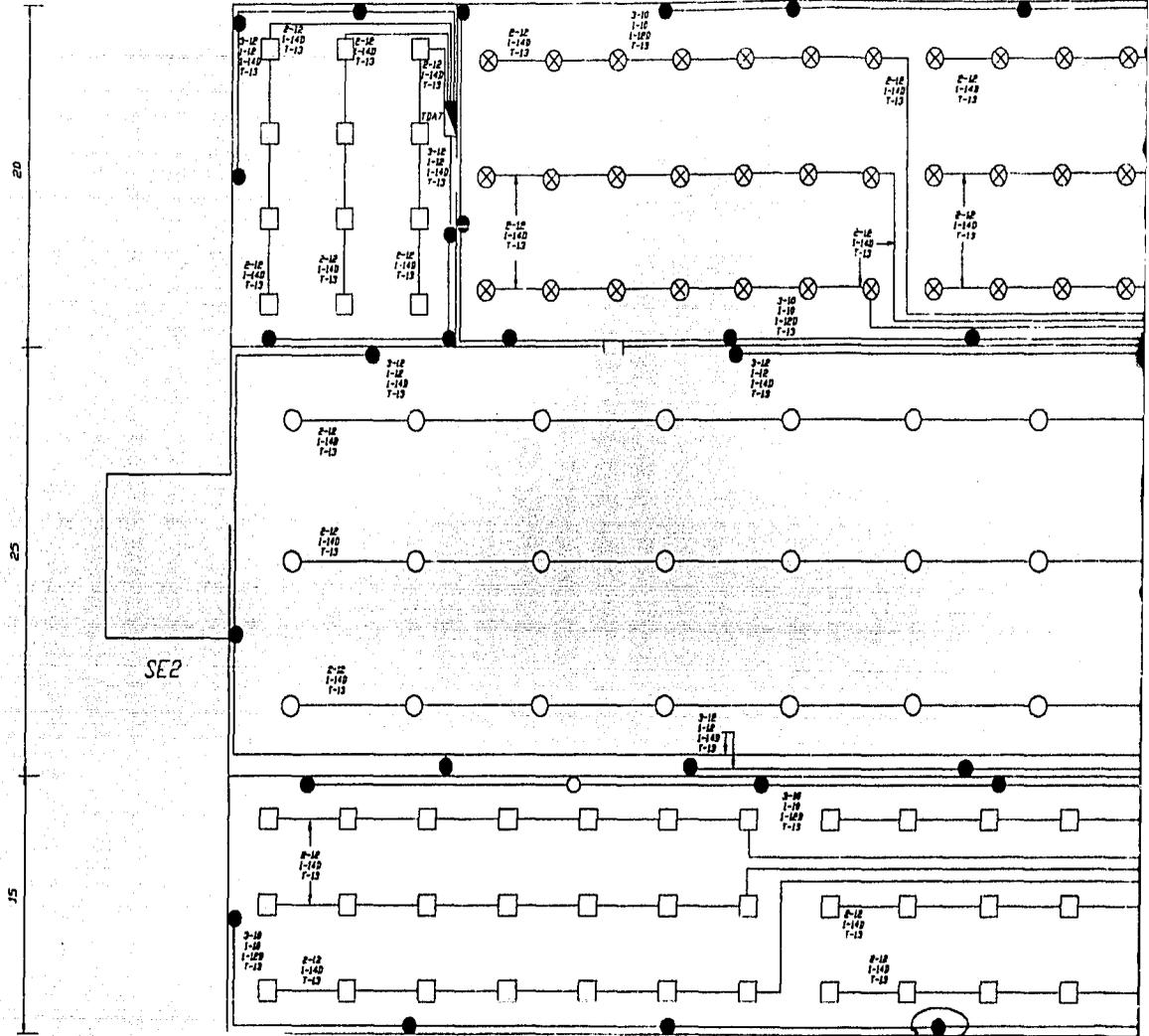
NOTAS:

1. Toda tubería no especificada será de 13 mm de diámetro
2. Todos los conductores de cobre aislados serán del tipo THW, de los calibres indicados.
3. Ver plano e-14 para lista detallada de equipo, datos complementarios de los calibres indicados

PLANTA BAJA

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA B.O.E. - S00071

| | | | | |
|--------|--------------------------------|---|---|--|
| | TÍTULO DE PLANO: | | PROYECTO RESPONSABLE: | |
| | ALUMBRADO Y CONTACTOS EDIFICIO | | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | |
| | ING: | | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLÓGICA C.P. 07050, D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | |
| | REG. No.: | | ZONA: EDIFICIO | |
| FIRMA: | | AREA: | | |
| | | DIBUJÓ: AGN FECHA: JUL/92 ESC: 1/100 PLANO No. E-18 | | |
| | | REVISÓ: J.B.C. FECHA: JUL/92 ACDT: M.T.R.S. | | |
| | | APROBÓ: A.M.H. FECHA: JUL/92 | | |



CROQUIS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGIA

- | | | | |
|---|---|---|--|
| ○ | LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION
LAMPARA DE 100 V. VER DETALLE PLANO No. E-16 | ● | ARREGLO DE CONTACTOS
CONTACTO TRIFASICO (1000 V)
CONTACTO MONOFASICO (300 V)
VER DETALLE PLANO No. E-16 |
| ⊗ | LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION
LAMPARA DE 250 V | ■ | TABLERO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS |
| ⊖ | REFLECTOR DE SODIO DE ALTA PRESION
LAMPARA DE 250 V | — | TUBERIA PARA TUBOS MUROS O ESTRUCTURA |
| □ | LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS
LAMPARA DE 400 V | | |

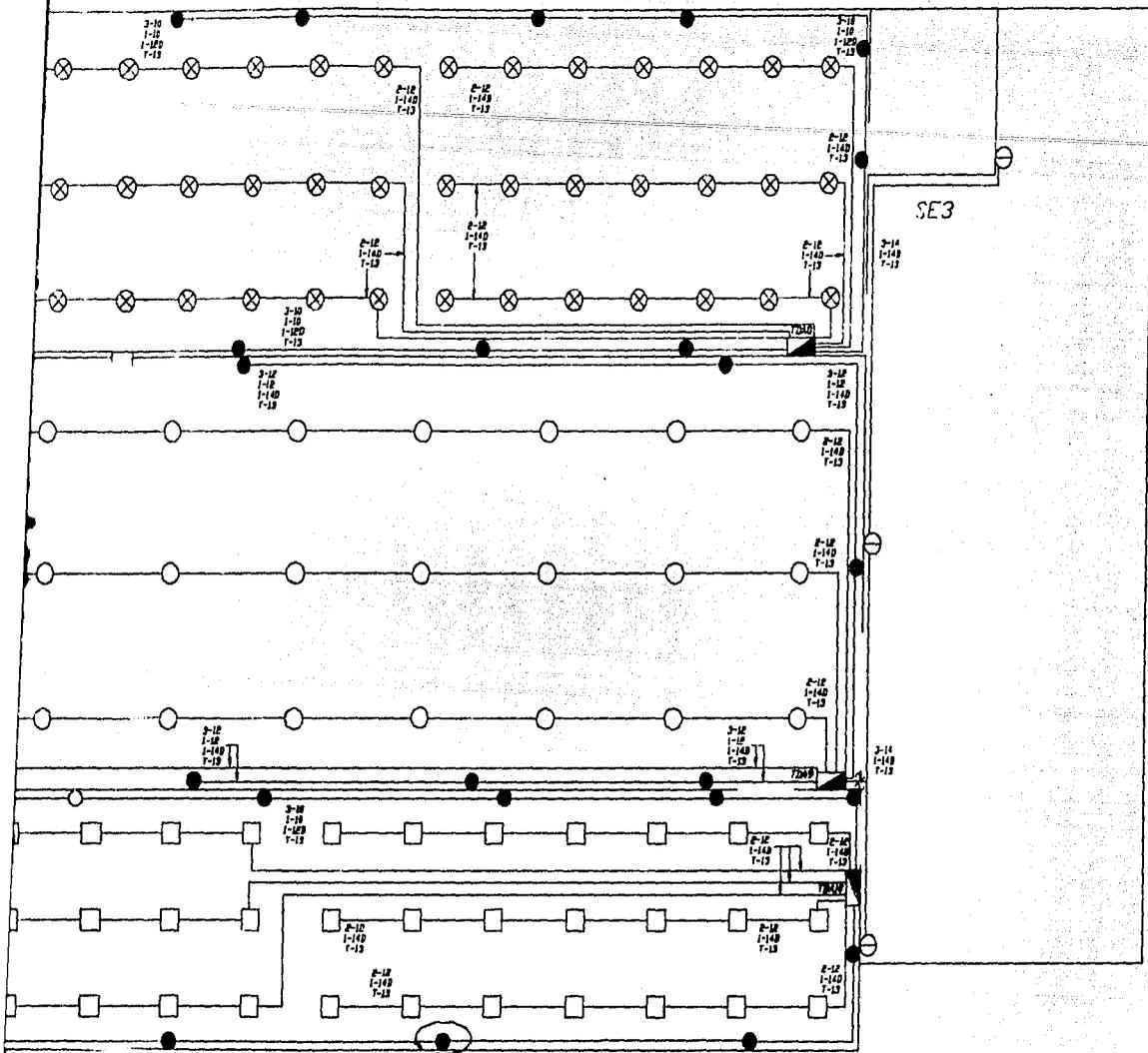
VER DETALLES EN
EL PLANO E-16

NOTAS

- 1.- ESTE PLANO SE COMPLETA
- 2.- VER PLANO E-20 PARA
3. TODA TUBERIA NO ESPECIFICADA DE DIAMETRO
4. TODOS LOS CONDUCTORES SERAN DEL TIPO THIN.



TITULO
ALUMBRADO
CON
METAL



SIMBOLOGIA

- CASIO DE ALTA PRESION
DETALLE PLANO No. E-16
- CASIO DE ALTA PRESION
- ALTA PRESION
- METALES
- ANILLO DE CONTACTOS
CONTACTO TRIFASICO (1000 V)
CONTACTO MONOFASICO (380 V)
VER DETALLE PLANO No. E-16
- TABLERO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
- TUBERIA POR TENDR MURO O ESTRUCTURA

NOTAS:

- 1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-14.
- 2.- VER PLANO E-20 PARA LISTA DE EQUIPO.
3. TODA TUBERIA NO ESPECIFICADA SERA DE 13 mm DE DIAMETRO.
4. TODOS LOS CONECTORES DE COBRE AISLADOS SERAN DEL TIPO TAP, DE LOS CALIBRES INDICADOS.

ESPACIO PARA DIBUJO Y FIRMAS DE LA BGE - SECC7

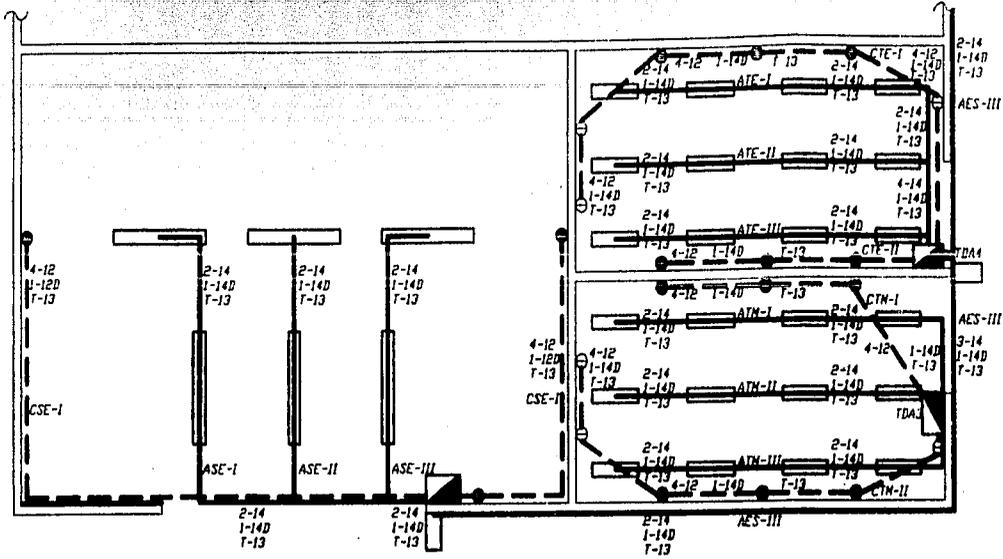


TITULO DE PLANO:
ALUMBRADO Y CONTACTOS METAL-MECANICA

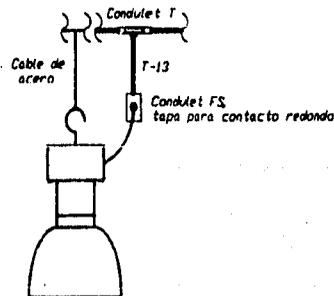
PERITO RESPONSABLE:
ING.
REG. No.
FIRMA:

| | | | |
|---|--------------|---------------|-------------|
| PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| DOMICILIO: NORTE 70 No. 5112, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA, C.P. 07050, D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | | | |
| ZONA: PLANTA METAL-MECANICA | | | |
| AREA: | | | |
| DIBUJO: C.P.M. | FECHA: 22/79 | ESC.: 1:200 | PLANO No. |
| REVISO: J.B.C. | FECHA: 22/79 | ACOT.: METROS | E-17 |
| APROBADO: A.M.H. | FECHA: 22/79 | | |

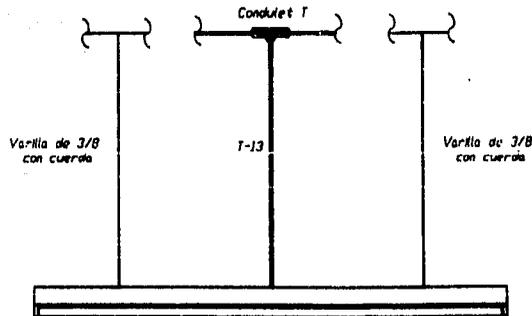
Detalle taller electrico, taller mecanico y subestacion



Detalle de instalacion de un luminario de v.s.a.p.



Detalle de instalacion de un luminario fluorescente



Detalle de un arr

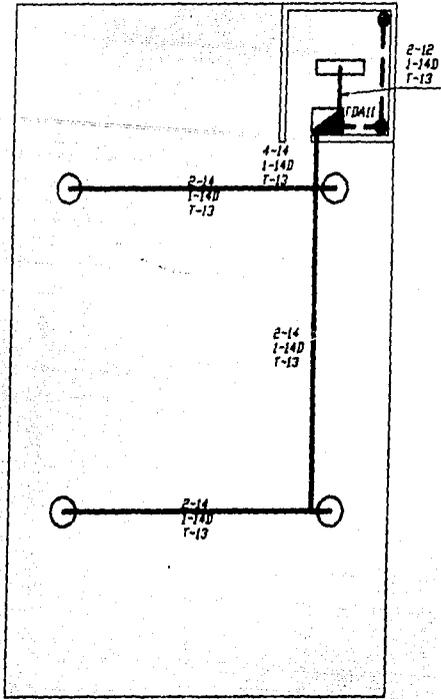
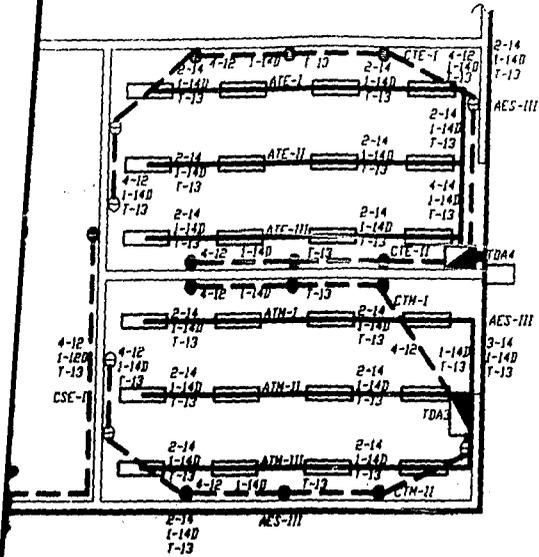


NOTAS:

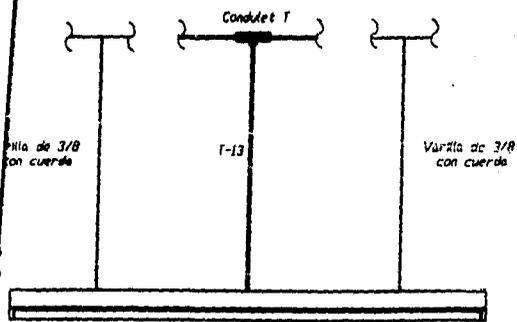
- 1.- Toda la tubería no especificada sera de 13 mm de diametro
- 2.- Todos los conductores de cobre aislados seran del tipo THW, de los tableros incluidos
- 3.- Ver plano e-14 para lista completa de equipo y datos complementarios

Alumbrado y contactos de gasolinera

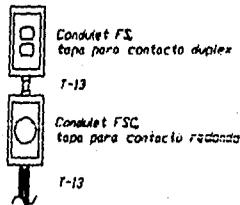
Ver mecanico y subestacion



Detalle de instalacion de un luminario fluorescente



Detalle de instalacion de un arreglo de contactos



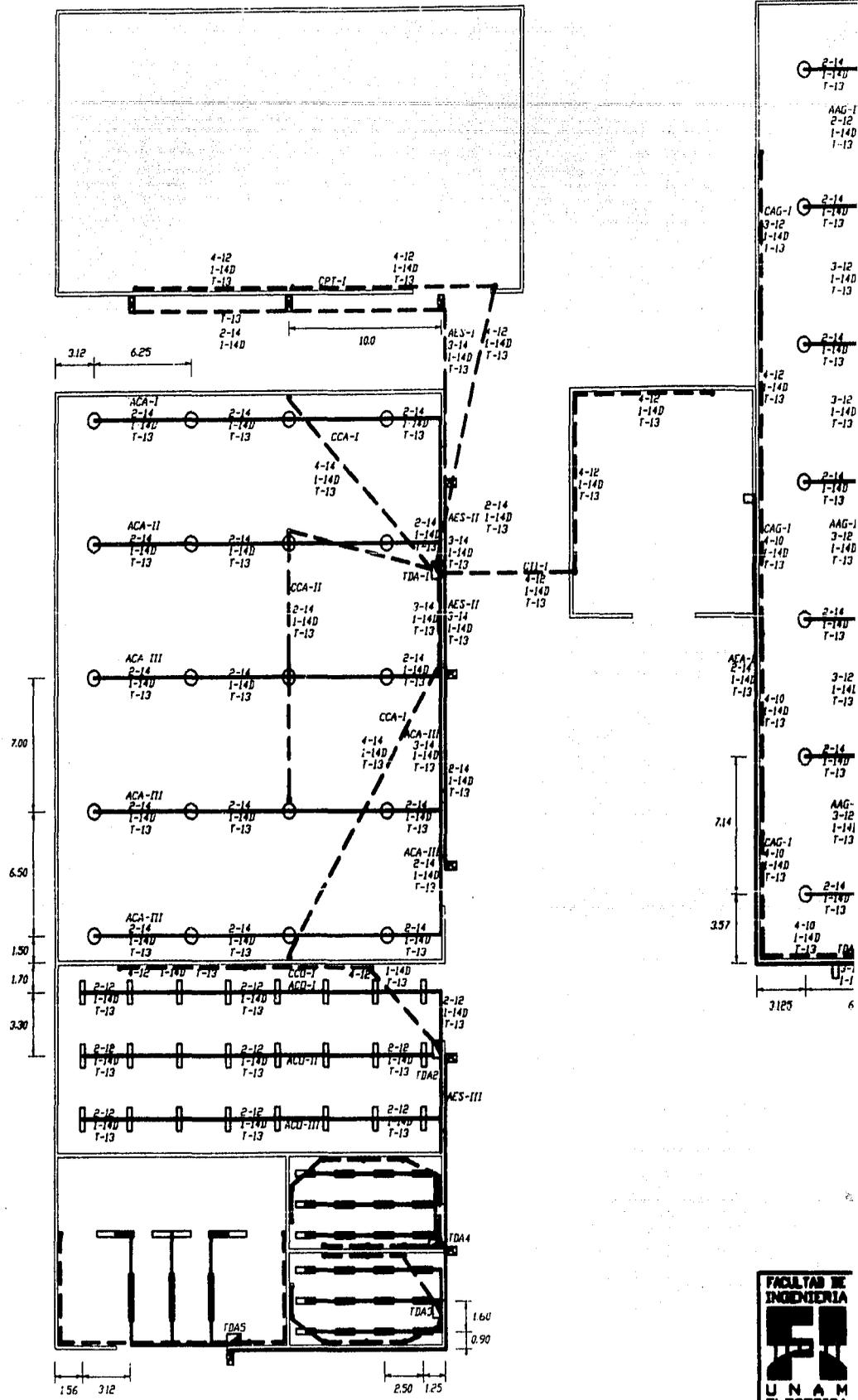
diámetro
del tipo THW, de los calibres indicados
y los complementarios



TITULO DE PLANO:
DETALLES DE ALUMBRADO

PROYECTO RESPONSABLE:
ING.
REG. No. 1
FIRMA

| | | | |
|--|--------|-------------|--------|
| ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA BASE - 30007 | | | |
| PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| DOMICILIO NORTE 70 No. 8113, COL. INDUSTRIAL ELECTRICA
C.P. 07059, D.F. IXTAPALAPA, MEXICO D.F. | | | |
| ZONA SERVICIOS GENERALES | | | |
| AREA | | | |
| DIBUJÓ | AGM | FECHA | JUL/92 |
| REVISÓ | J.B.C. | FECHA | JUL/92 |
| APROBÓ | A.M.H. | FECHA | JUL/92 |
| ESC: | 1:150 | PLANO No. | |
| ACT: | METROS | E-16 | |



RESUMEN GENERAL DE ALUMBRADO INTERIOR

| CATEGORIA | DESCRIPCION DEL AREA | AREA DEL LOCAL (m ²) | ALTURA DE TRABAJO (m) | ALTURA DEL LOCAL (m) | ALTURA DE MONTAJE (m) | INDICE DE LUZ (LUX) | NUMERO PROMEDIO DE LAMPARAS | TIPO DE LUMINARIA | REFLECTANCIAS REALES | | | C.C. | F.M. | NUMERO DE LUMINARIAS INSTALADAS | NUMERO DE LUMINARIAS INSTALADAS |
|-----------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|----|----------------|------|------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | P. | V. | I ₀ | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| SERVICIOS GENERALES | CAJONERA | 750 | 1 | 2 | 6.3 | 194 | 150 | 3 | 10 | 30 | 20 | 0.6 | 0.7 | 16.7 | 20 |
| | COMPRESORES | 250 | 1.3 | 4 | 3.3 | 150 | 1 | 50 | 50 | 10 | 0.47 | 0.7 | 23.6 | 24 | |
| | TALLER ELECTRICO | 50 | 1.3 | 4 | 3.3 | 3 | 600 | 1 | 80 | 70 | 10 | 0.71 | 0.7 | 12.57 | 12 |
| | TALLER MECANICO | 50 | 1.3 | 4 | 3.3 | 3 | 600 | 1 | 80 | 70 | 10 | 0.71 | 0.7 | 12.57 | 12 |
| | SUBESTACION | 150 | 1.3 | 4 | 3.3 | 5 | 300 | 2 | 50 | 50 | 20 | 0.6 | 0.7 | 9.15 | 4 |
| EDIFICIO | ALMACEN | 1250 | 1 | 8 | 3 | 7.8 | 150 | 3 | 70 | 70 | 30 | 0.7 | 0.65 | 25.7 | 28 |
| | CUBICULOS | 16 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 4.5 | 500 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 2.7 | 4 |
| | SALA DE XERITAS | 34 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 3.5 | 600 | 8 | 30 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 4.89 | 6 |
| | BANDOS DE CUBICULOS | 4 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 9 | 200 | 10 | 80 | 70 | 20 | 0.6 | 0.75 | 0.80 | 1 |
| | PROYECTOS Y DISEÑO | 32 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 3.38 | 1100 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.61 | 0.75 | 13.15 | 9 |
| | AREA COMUN PRIMER PISO | 527 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 0.95 | 500 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.6 | 0.75 | 34.18 | 33 |
| | BANDOS DE PISO | 10 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 7.5 | 150 | 9 | 80 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 0.68 | 1 |
| | SERVICIO MEDICO | 30 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 3.3 | 1000 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.63 | 0.75 | 10.85 | 9 |
| | RECEPCION | 30 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 3.3 | 150 | 10 | 80 | 70 | 20 | 0.7 | 0.75 | 10.5 | 9 |
| | VESTIDORES HOMBRES | 60 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 2.4 | 200 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.57 | 0.7 | 4.80 | 6 |
| | VESTIDORES MUJERES | 36 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 3 | 200 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.54 | 0.7 | 2.93 | 4 |
| | REGADERAS HOMBRES | 50 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 2.7 | 100 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.64 | 0.7 | 2.35 | 3 |
| | REGADERAS MUJERES | 30 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 3.3 | 100 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.67 | 0.7 | 1.22 | 2 |
| | AREA COMUN PLANTA BAJA | 65 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 4.93 | 500 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.68 | 0.75 | 7.04 | 6 |
| | AREA COMUN PLANTA BAJA | 65 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 4.93 | 500 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.68 | 0.75 | 7.04 | 6 |
| | ALMACEN | 110 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 1.72 | 300 | 8 | 80 | 30 | 20 | 0.46 | 0.7 | 13.2 | 12 |
| | COMEDOR | 110 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 1.72 | 300 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 13.2 | 12 |
| | COCINA | 20 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 4.05 | 500 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.61 | 0.75 | 3.7 | 6 |
| | SUBESTACION | 30 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 3.75 | 300 | 9 | 50 | 30 | 20 | 0.56 | 0.7 | 0.8 | 2 |
| | BANDOS DE PISO | 8 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 7.5 | 150 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.67 | 0.75 | 0.68 | 1 |
| PLANTA METAL MECANICA | TALLER DE FUNDICION | 2000 | 0.7 | 10 | 9 | 2.02 | 300 | 5 | 20 | 20 | 20 | 0.7 | 0.65 | 26.37 | 27 |
| | TALLER DE LAMINACION | 1300 | 0.7 | 7 | 6 | 1.53 | 400 | 4 | 30 | 30 | 20 | 0.74 | 0.65 | 44.22 | 47 |
| | TALLER MECANICO | 1200 | 0.7 | 7 | 6 | 1.12 | 500 | 7 | 50 | 30 | 20 | 0.77 | 0.55 | 41.67 | 42 |
| GASOLINERA | TALLER MEC-LAH | 300 | 0.7 | 7 | 6 | 2.74 | 500 | 7 | 50 | 30 | 20 | 0.73 | 0.55 | 18.98 | 12 |
| | ALMACEN DE GASOLINERA | 9 | 0.7 | 2.5 | 2.5 | 0.75 | 200 | 8 | 20 | 20 | 20 | 0.51 | 0.65 | 0.84 | 1 |

11. LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION, LAMPARA DE 250w, TIPO REFLECTOR, CURVA NEMA 7x6, DIFUSOR DE VIDRIO TERMOEMPLADO

12. LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION, LAMPARA DE 400w, TIPO REFLECTOR, CURVA NEMA 7x6, DIFUSOR DE VIDRIO TERMOEMPLADO

13. LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION, LAMPARA DE 250w, TIPO DE BASE FIJA, ESPACIAMIENTO 54, REFLECTOR PRISMATICO DE CRISTA.



LUMBRADO INTERIOR

| INDICE DE LUMBRADO | NUMERO DE LUMINARIOS | TIPO DE LUMINARIO | REFLECTANCIA REALES | | | C.C. | F.M. | NUMERO DE LUMINARIOS CALCULADOS | NUMERO DE LUMINARIOS INSTALADOS |
|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------|----------------|----------------|------|------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | P ₁ | P ₂ | P ₃ | | | | |
| 1.94 | 150 | 3 | 70 | 70 | 20 | 0.6 | 0.7 | 16.7 | 20 |
| | 150 | 1 | 50 | 50 | 10 | 0.47 | 0.7 | 23.6 | 24 |
| 3 | 600 | 1 | 80 | 70 | 10 | 0.71 | 0.7 | 12.57 | 12 |
| 3 | 600 | 1 | 80 | 70 | 10 | 0.71 | 0.7 | 12.57 | 12 |
| 4 | 100 | 2 | 50 | 50 | 20 | 0.6 | 0.7 | 9.15 | 6 |
| 7.8 | 150 | 3 | 70 | 70 | 30 | 0.7 | 0.65 | 25.7 | 28 |
| 4.5 | 500 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 2.7 | 4 |
| 3.75 | 600 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 4.89 | 6 |
| 9 | 700 | 10 | 80 | 70 | 20 | 0.6 | 0.75 | 0.88 | 1 |
| 7.38 | 1100 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.61 | 0.75 | 13.15 | 9 |
| 0.95 | 500 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.6 | 0.75 | 34.18 | 33 |
| 7.5 | 150 | 9 | 80 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 0.68 | 1 |
| 3.3 | 1000 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.63 | 0.75 | 10.85 | 9 |
| 3.3 | 150 | 10 | 80 | 70 | 20 | 0.7 | 0.75 | 10.5 | 9 |
| 2.4 | 200 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.57 | 0.7 | 4.88 | 6 |
| 3 | 200 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.54 | 0.7 | 2.93 | 4 |
| 2.7 | 100 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.64 | 0.7 | 2.95 | 3 |
| 3.3 | 100 | 8 | 80 | 70 | 20 | 0.67 | 0.7 | 1.22 | 2 |
| 4.93 | 500 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.68 | 0.75 | 7.04 | 6 |
| 4.93 | 500 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.68 | 0.75 | 7.04 | 6 |
| 1.72 | 300 | 8 | 80 | 30 | 20 | 0.46 | 0.7 | 13.2 | 12 |
| 1.72 | 300 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.67 | 0.75 | 13.2 | 12 |
| 4.05 | 500 | 8 | 80 | 50 | 20 | 0.61 | 0.75 | 3.7 | 6 |
| 3.75 | 300 | 9 | 50 | 30 | 20 | 0.56 | 0.7 | 0.8 | 2 |
| 7.5 | 150 | 9 | 80 | 70 | 20 | 0.67 | 0.75 | 0.68 | 1 |
| 2.02 | 300 | 5 | 20 | 20 | 20 | 0.7 | 0.65 | 26.37 | 27 |
| 1.53 | 400 | 4 | 30 | 30 | 20 | 0.74 | 0.65 | 44.22 | 42 |
| 1.12 | 500 | 7 | 50 | 30 | 20 | 0.77 | 0.55 | 41.67 | 42 |
| 2.74 | 500 | 7 | 50 | 30 | 20 | 0.73 | 0.55 | 10.98 | 12 |
| 0.75 | 200 | 8 | 20 | 20 | 20 | 0.51 | 0.65 | 0.84 | 1 |

RESUMEN DE ALUMBRADO EXTERIOR

| AREA | DESCRIPCION DE AREA | AREA DE ILUMINACION (M ²) | ALTURA DE MONTAJE (M) | NUMERO PROMEDIO DE LUCES | TIPO DE LUMINARIO | ESPACIO ENTRE LUMINARIOS (M) | NUMERO DE LUMINARIOS |
|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|
| SERVICIOS GENERALES | PLANTA DE TRATAMIENTO | 450 | 12 | 50 | 11 | 10 | 3 |
| | PATIO DE SERVICIOS | 750 | 12 | 50 | 11 | 10 | 5 |
| | SUBESTACION | 150 | 12 | 12 | 11 | - | 1 |
| | TORRE DE ENRIAMIENTO | 144 | 15 | 50 | 12 | - | 1 |
| P.M.M. | ALMACEN | 450 | 15 | 50 | 12 | 15 | 2 |
| | PATIO DE CHATARRA | 1200 | 15 | 50 | 11 | 15 | 3 |
| EDIFICIO | PARTE SUR | 300 | 12 | 100 | 11 | 10 | 1 |
| | PARTE NORTE | 540 | 15 | 100 | 12 | 18 | 2 |
| | PARTE ESTE | 450 | 15 | 100 | 12 | 15 | 2 |
| ESTACIONAMIENTO | ESTACIONAMIENTO | 2342 | 12 | 10.76 | 13 | 12 | 4 |
| | SERVICIO | 150 | 10 | 300 | 6 | 7 | 4 |

- LUMINARIA FLUORESCENTE 2X38W, GABINETE INDUSTRIAL TIPO GAVILAN ENCENDIDO RAPIDO, ARMADURA EN LAMINA DE ACERO POLADA EN FRIO 122X85W
- LUMINARIA FLUORESCENTE 2X74W, GABINETE INDUSTRIAL TIPO GAVILAN ENCENDIDO RAPIDO, ARMADURA DE LAMINA DE ACERO POLADA EN FRIO 244X130W
- LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION, LAMPARA DE 150W, PARA SOBREPONER, REFLECTOR DE LAMINA DE ALUMINIO DE ALTA REFLECTANCIA CUBIERTA DE VIDRIO TERMOTEMPLADO
- LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION, LAMPARA DE 250W, PARA SOBREPONER, REFLECTOR DE LAMINA DE ALUMINIO DE ALTA REFLECTANCIA CUBIERTA DE VIDRIO TERMOTEMPLADO
- LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION, LAMPARA DE 400W, PARA SOBREPONER, REFLECTOR DE LAMINA DE ALUMINIO DE ALTA REFLECTANCIA CUBIERTA DE VIDRIO TERMOTEMPLADO
- LUMINARIA DE ADITIVOS METALICOS, LAMPARA DE 250W, PARA SOBREPONER, REFLECTOR DE LAMINA DE ALUMINIO DE ALTA REFLECTANCIA CUBIERTA DE VIDRIO TERMOTEMPLADO
- LUMINARIA DE ADITIVOS METALICOS, LAMPARA DE 400W, PARA SOBREPONER, REFLECTOR DE LAMINA DE ALUMINIO DE ALTA REFLECTANCIA CUBIERTA DE VIDRIO TERMOTEMPLADO
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 2X34W, AHORRADORA DE ENERGIA GABINETE PARA SOBREPONER, DIFUSOR DE ACRILICO
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 2X60W, AHORRADORA DE ENERGIA GABINETE PARA SOBREPONER, DIFUSOR DE ACRILICO
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 15W, AHORRADORA DE ENERGIA TIPO REFLECTOR

PRESION LAMPARA DE 250W, TIPO REFLECTOR, MONTAJE EN PLANO

PRESION LAMPARA DE 400W, TIPO REFLECTOR, MONTAJE EN PLANO

PRESION LAMPARA DE 250W, TIPO DE BASE FIJA DE CRISTA

ESPACIO PARA DIBUJOS Y FIRMAS DE LA OGC - SECTO7



TITULO DE PLANO:
RESUMEN GENERAL DE ALUMBRADO

PERITO RESPONSABLE:

ING.

REG. No.

FIRMA:

PARQUE INDUSTRIAL RAACH

DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050 D.P. IZTAPALAPA, MEXICO D.F.

ZONA:

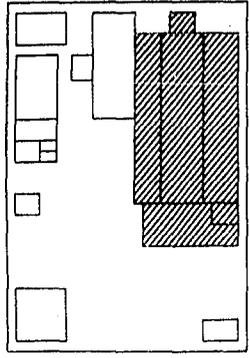
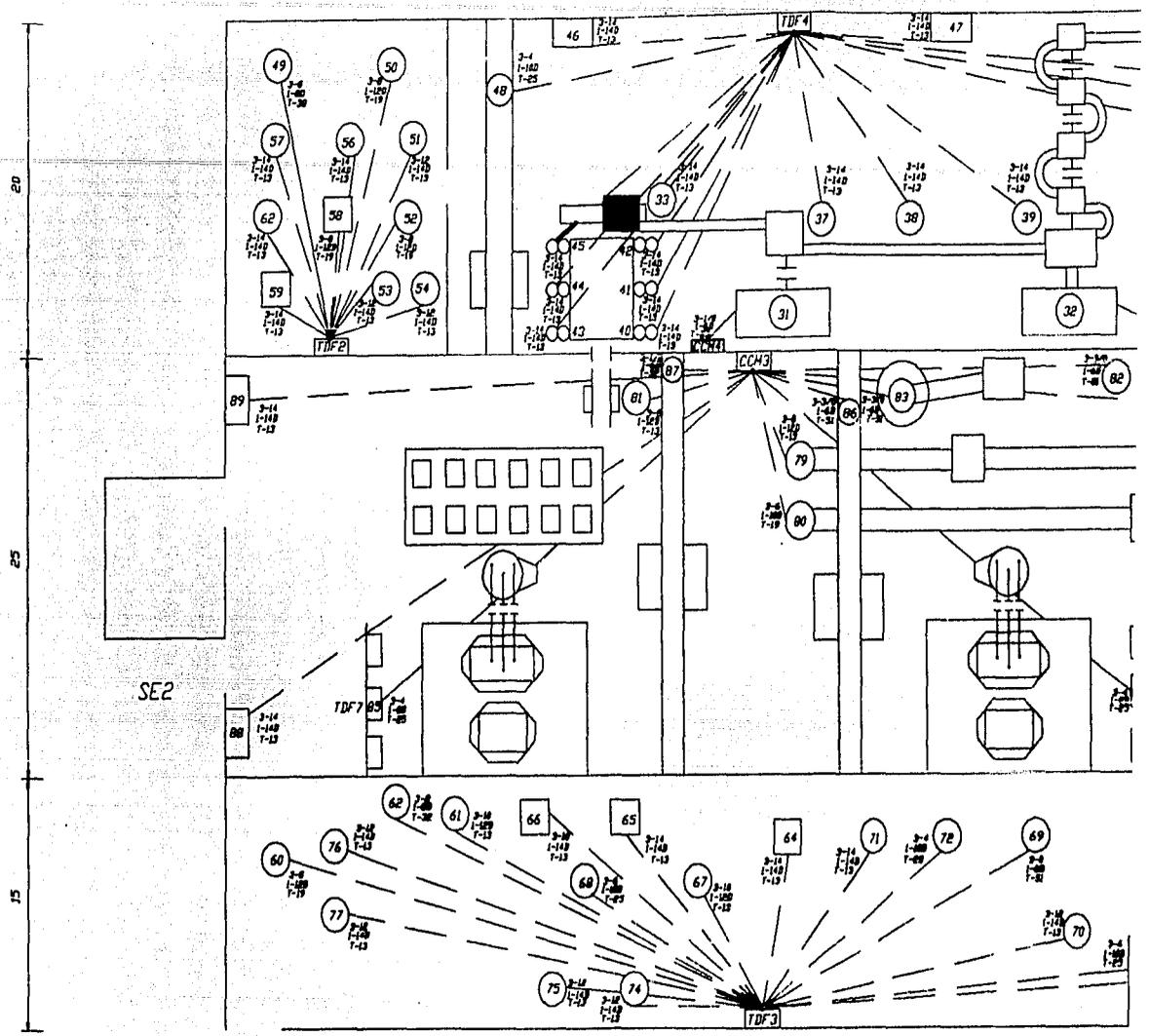
AREA:

DIBUJO: A.G.M. FECHA: MAYO/92 ESC: 1:50 PLANO No.

REVISO: J.B.C. FECHA: MAYO/92 ACPT:

APROBO: A.M.H. FECHA: MAYO/92

E-14



CROQUIS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGIA:

- TUBERIA POR PISO
- MOTOR. VER NOTAS
- SOLDADORA
- EXTRACTOR

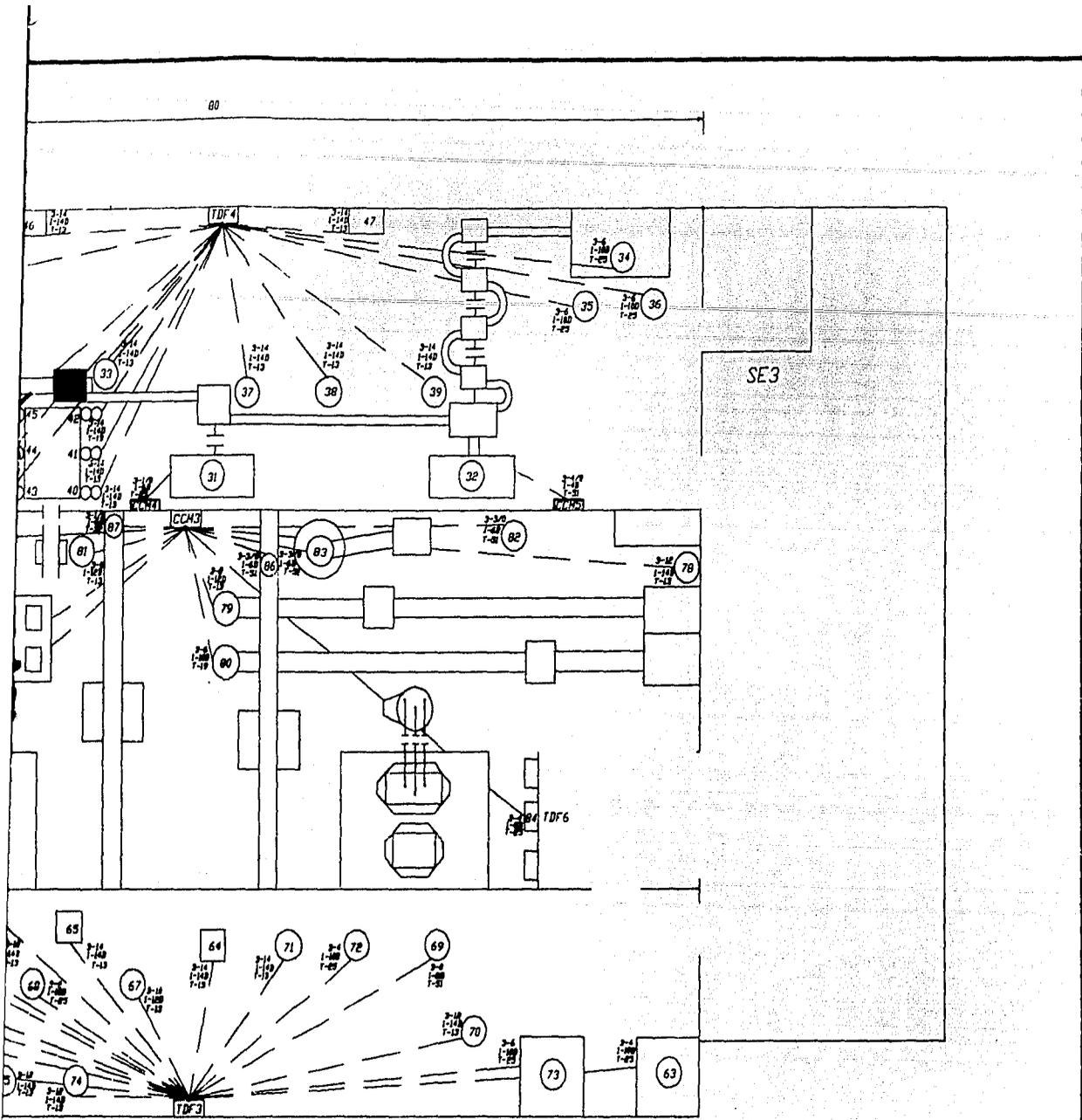
NOTAS:

1. VER PLANO No. E-07 CAPACIDAD DE EQUIPO Y
2. ESTE PLANO SE COMPI
3. 

FACULTAD DE INGENIERIA

 UNAM ELECTRICA

TITULO
 DIST. P.
 METAL.



LOGIA:

- TUBERIA POR PISO
- MOTOR. VER NOTAS
- SOLDADORA
- EXTRACTOR

NOTAS:

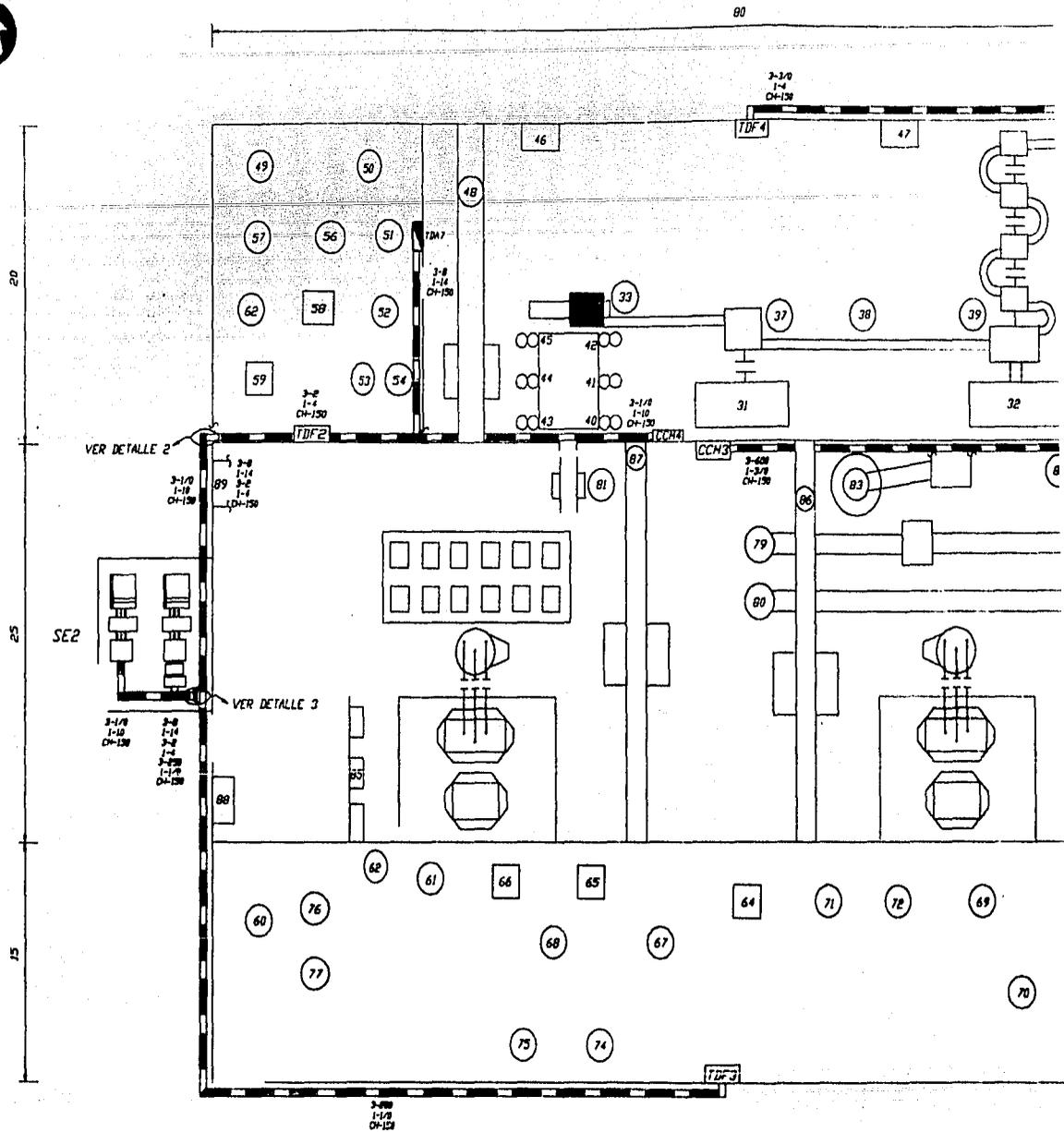
1. VER PLANO No. E-07 Y E-08 PARA CAPACIDAD DE EQUIPO Y ALIMENTADORES
2. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-12
3.  INDICA EL No. DE EQUIPO

| | |
|--|--|
| ESQUEMA PARA CABLES Y TUBERIAS
EN LA B.O.C. - 50007 | |
| | |



TITULO DE PLANO:
DISTRIBUCION
PLANTA
METAL-MECANICA

| | | | |
|----------------------------|--|------------|-----------|
| PERITO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | |
| ING. | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA CP 07050 D.F. IZTAPALAPA MEXICO D.F. | | |
| REG. No.: | ZONA: PLANTA METAL-MECANICA | | |
| FIRMA: | AREA: | | |
| DIBUJÓ: C.P.M. | FECHA: JUL/92 | ESC: 1:200 | PLANO No. |
| REVISÓ: J.B.C. | FECHA: JUL/92 | ACD: | E-13 |
| APROBÓ: A.M.H. | FECHA: JUL/92 | METROS | |



NOTAS

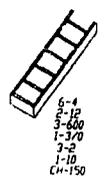
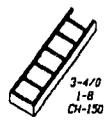
LA CHAROLA SUPERIOR
CORRESPONDE A 4160 V

LA CHAROLA INFERIOR
CORRESPONDE A 440 V

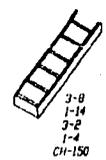
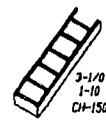
Los datos que se encuentran a la derecha
de la charola que entra a la subestacion
corresponden a los alimentados a 440 V

74. Indica No. de equipo.

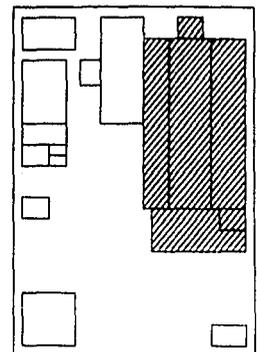
DETALLE 1



DETALLE 2

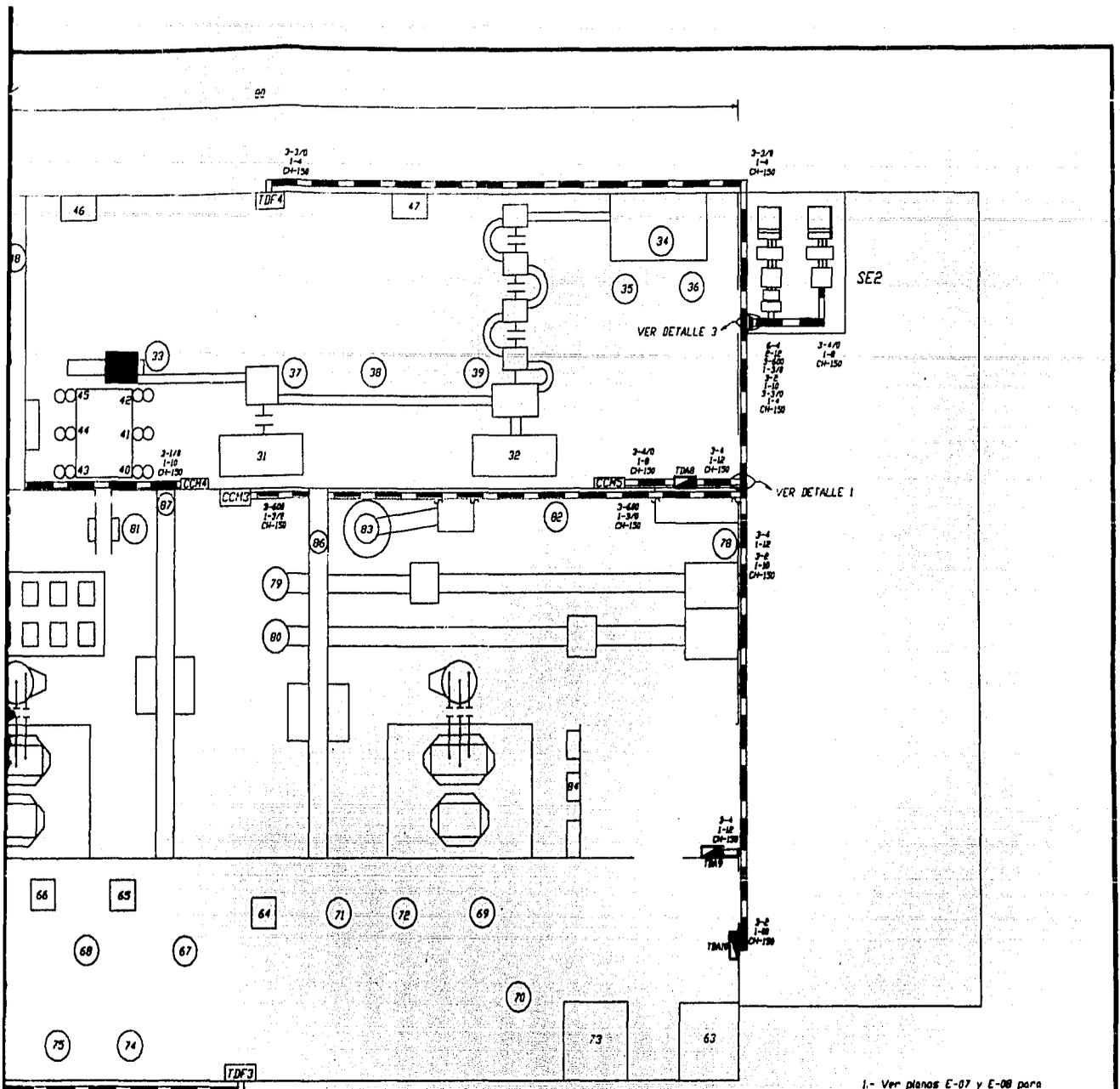


La "T" corre
La curva corr



CROQUIS DE LOCALIZACION

FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM ELECTRICA
TITULO
ALIMETAL-PL METAL-



1.- Ver planos E-07 y E-08 para lista de equipo y materiales.

S!

SUPERIOR
A 4160 V

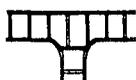
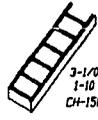
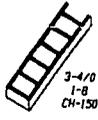
DETALLE 1

DETALLE 2

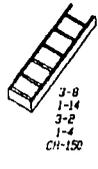
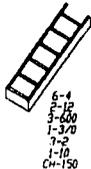
DETALLE 3

La 'f' corresponde a voltajes de 440 v.
La curva corresponde a voltajes de 4160 v

INFERIOR
A 440 V



En la derecha
la subestacion
adoss a 440 V



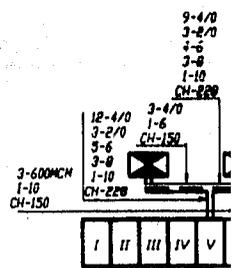
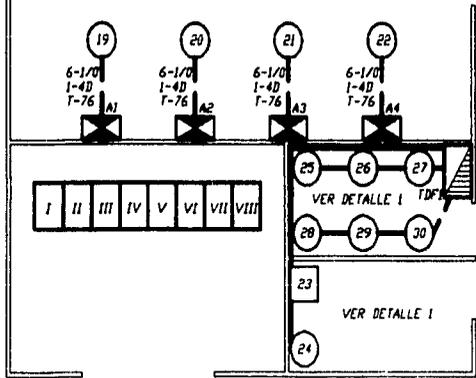
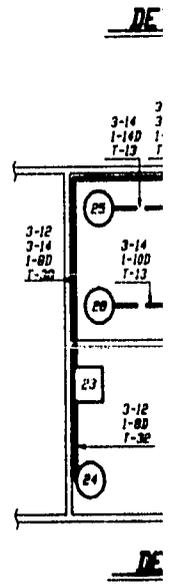
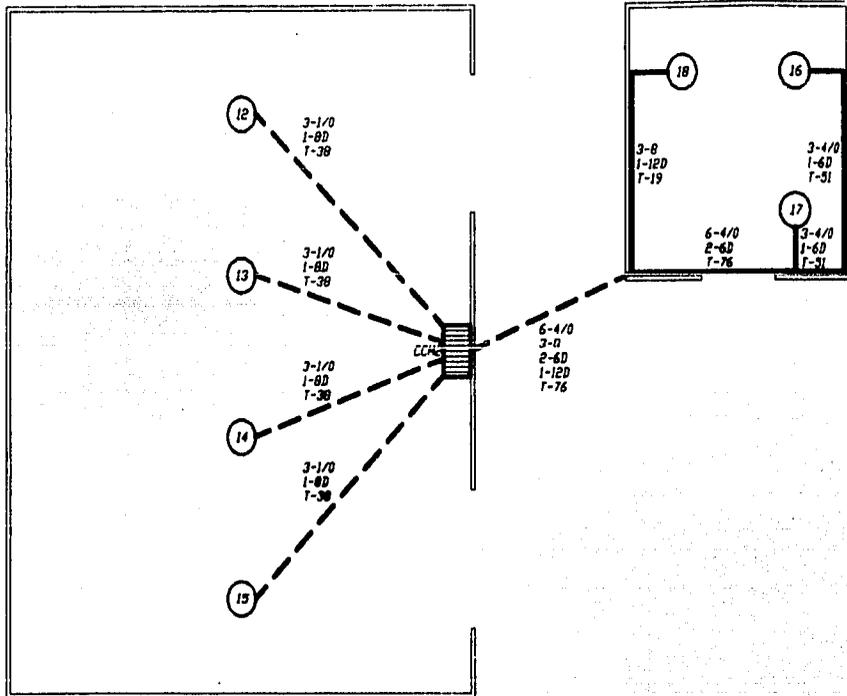
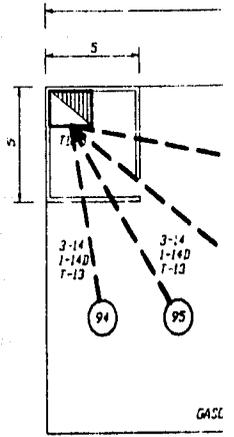
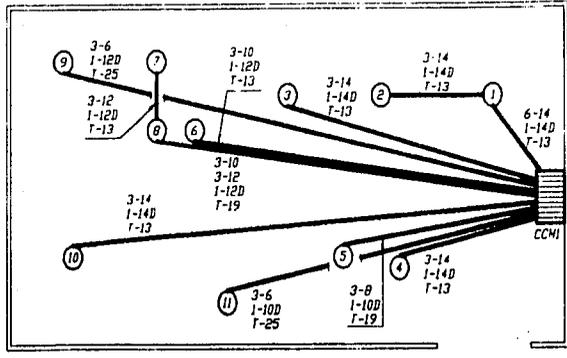
ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS
DE LA D.G. - SECT/1



TITULO DE PLANO:
ALIMENTADORES
PLANTA
METAL-MECANICA

PERITO RESPONSABLE:
ING.
REG. No.
FIRMA

| | | | |
|---|--------|--------------|-----------------------|
| PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| DOMICILIO: NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07030, D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | | | |
| ZONA: PLANTA METAL-MECANICA | | | |
| AREA | | | |
| DIBUJO | C.P.M. | FECHA JUL/92 | ESC. 1:200 |
| REVISO | J.B.C. | FECHA JUL/92 | ACDT. |
| APROBO | A.M.H. | FECHA JUL/92 | METROS |
| | | | PLANO No. E-12 |



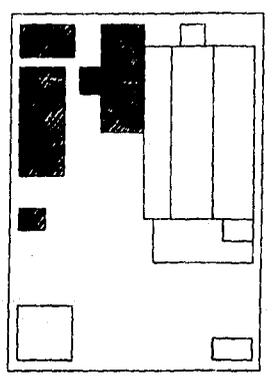
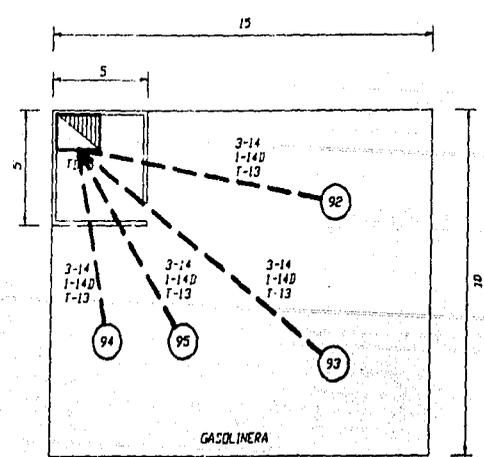
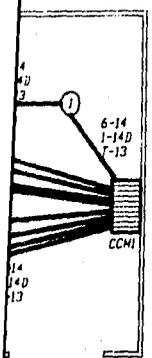
- I.- INTERRUPTOR (FUSIBLE).
- II.- APARTARRAYDOS.
- III.- TRANSFORMADOR (23 KV/440 V).
- IV.- INTERRUPTOR PRINCIPAL.
- V.- TABLERO TERMOMAGNETICOS FUERZA.
- VI.- TABLERO TERMOMAGNETICOS FUERZA.
- VII.- TRANSFORMADOR 440 V/220 V.
- VIII.- TABLERO TERMOMAGNETICOS ALUMBRADO.

VER DETALLE 2
PARA LA INSTALACION
DE LA GASOLINERA.

PLANTA



TITULO DE PL
LAYOUT SER
CIDS GENERA

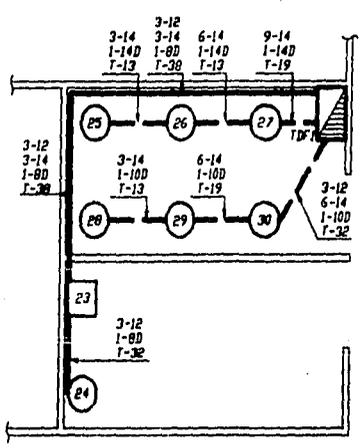


CIRCUITOS DE LOCALIZACION

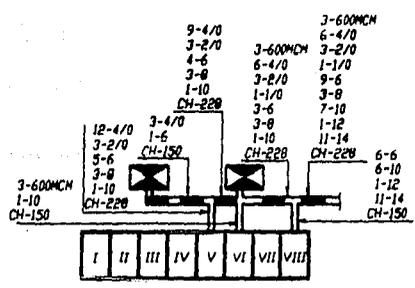
NOTAS:

- 1.- EL AISLAMIENTO DE LOS CABLES ES THW A 75°C.
- 2.- VER PLANO No. E-02 PARA SIMBOLOGIA.
- 3.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-01 Y EL E-10.

DETALLE 2
S/E



DETALLE 1
S/E



3-4/0 A LOS ALIMENTADORES Y
1-6 CHAROLA ES IGUAL PARA
CH-150 LOS CUATRO ARRANCA-
DORES.

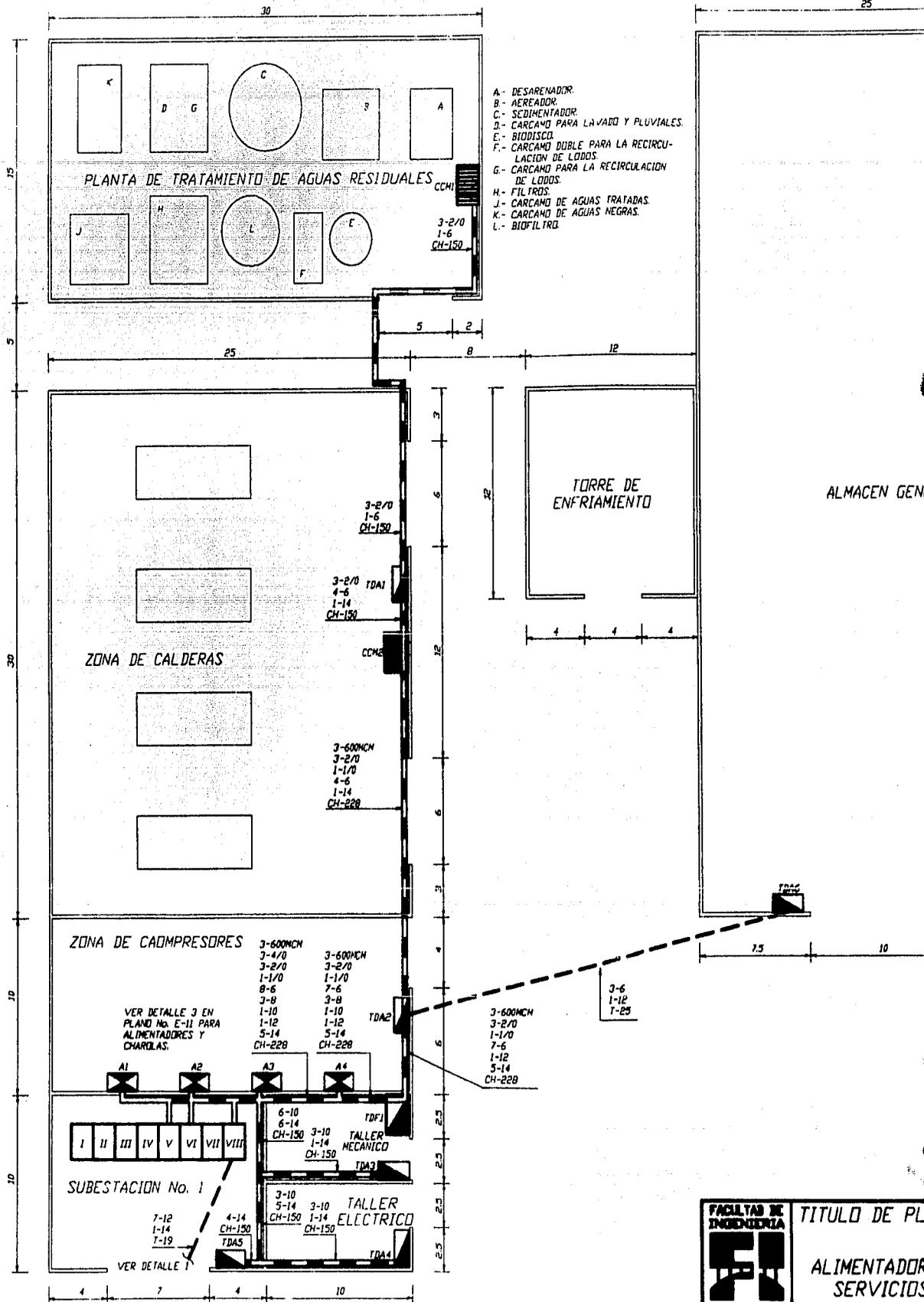
DETALLE 3
S/E

- I.- INTERRUPTOR (FUSIBLE).
- II.- APARTARRAYOS.
- III.- TRANSFORMADOR (23 KV/440 VA).
- IV.- INTERRUPTOR PRINCIPAL.
- V.- TABLERO TERMOMAGNETICOS FUERZA.
- VI.- TABLERO TERMOMAGNETICOS FUERZA.
- VII.- TRANSFORMADOR 440 V/220 V.
- VIII.- TABLERO TERMOMAGNETICOS ALUMBRADO.

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS
DE LA B.G.C. - INEPTI

| | | | | | |
|--|----------------------------|--------------------|--|--------------|-----------|
| FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM ELECTRICA | TITULO DE PLANO: | PORTO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | |
| | LAYOUT SERVICIOS GENERALES | ING. | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050 D.F. TIZAPALAPA MEXICO D.F. | | |
| | | REG. No. | ZONA SERVICIOS GENERALES | | |
| | | FIRMA: | AREA: | | |
| | | DIBUJO: A.M.A. | FECHA: JUL./92 | ESC: 1/150 | PLANO No. |
| | | REVISO: J.B.C. | FECHA: JUL./92 | ACOT: METROS | E-11 |
| | | APROBO: A.M.H. | FECHA: JUL./92 | | |



- A- DESARENADOR.
- B- AERADOR.
- C- SEDIMENTADOR.
- D- CARCAMO PARA LAVADO Y PLUVIALES.
- E- BIODISCO.
- F- CARCAMO DOBLE PARA LA RECIRCULACION DE Lodos.
- G- CARCAMO PARA LA RECIRCULACION DE Lodos.
- H- FILTROS.
- J- CARCAMO DE AGUAS TRATADAS.
- K- CARCAMO DE AGUAS NEGRAS.
- L- BIOFILTRU.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ZONA DE CALDERAS

ZONA DE COMPRESORES

SUBESTACION No. 1

TORRE DE ENFRIAMIENTO

ALMACEN GEN

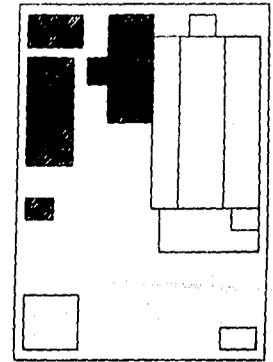
FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM ELECTRICA

TITULO DE PL

ALIMENTADOR SERVICIOS GENERALES

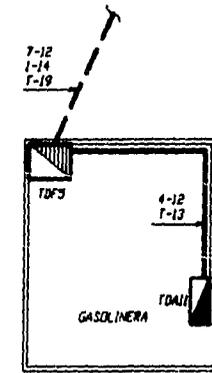
- A - DESARENADOR.
- B - AERADOR.
- C - SEDIMENTADOR.
- D - CARGANO PARA LAVADO Y PLUVIALES.
- E - BIODISCO.
- F - CARGANO DOBLE PARA LA RECIRCULACION DE LODO.
- G - CARGANO PARA LA RECIRCULACION DE LODO.
- H - FILTROS.
- J - CARGANO DE AGUAS TRATADAS.
- K - CARGANO DE AGUAS NEGRAS.
- L - BIOFILTRO.



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS:

- 1- EL AISLAMIENTO DE LOS CABLES ES THW A 75°C.
- 2- LA CHAROLA ESTA CONECTADA A TIERRA.
- 3- VER PLANO No. E-02 PARA SIMBOLOGIA.
- 4- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-11.



DETALLE 1

S/E

ESPACIO PARA SILLAS Y PUNOS DE LA BAC - 80007



TITULO DE PLANO:
**ALIMENTADORES
SERVICIOS
GENERALES**

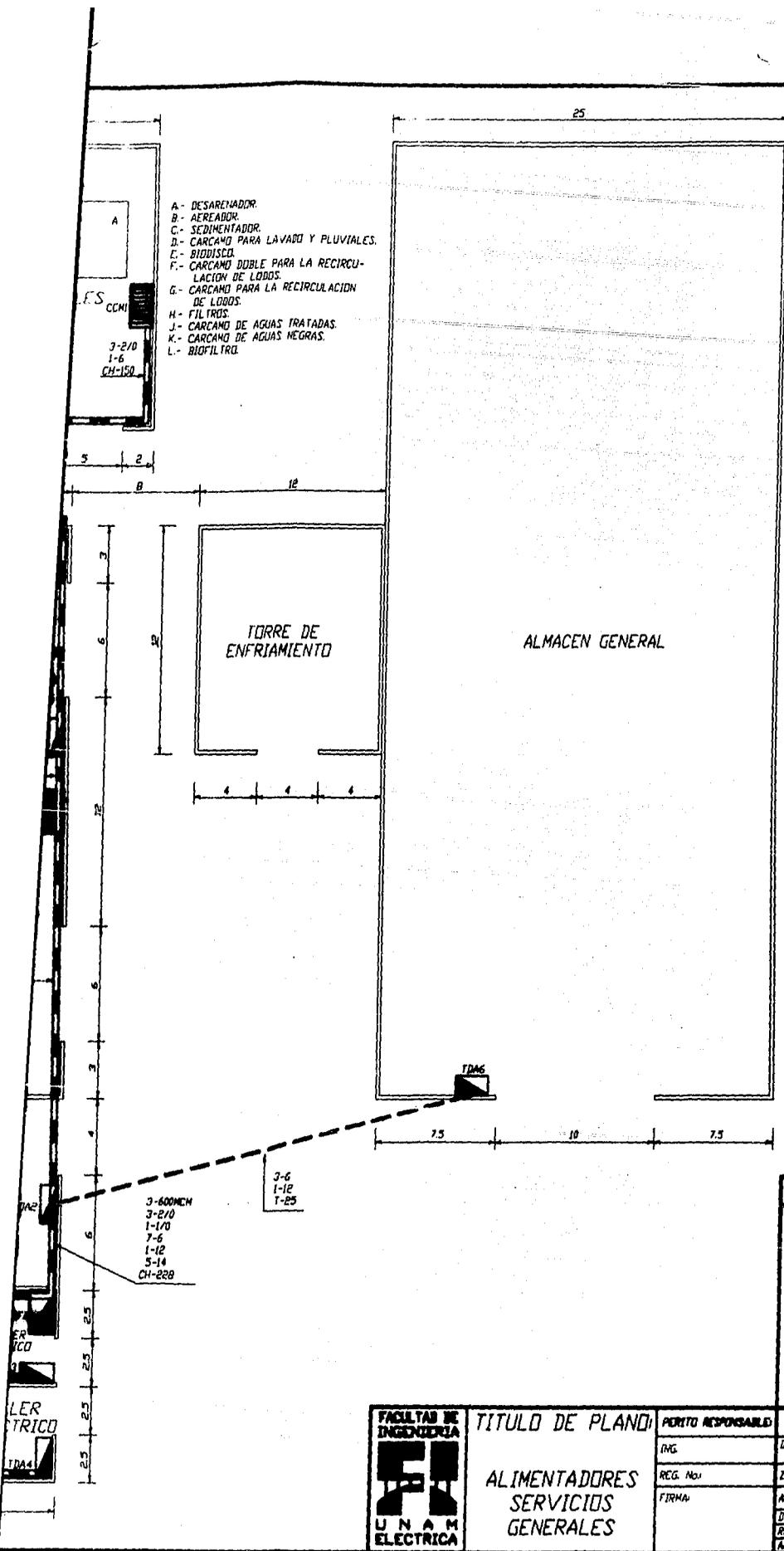
PROYECTO RESPONSABLE:
ING.
REG. No:
FIRMA:

PARQUE INDUSTRIAL RAACH

DIRECCION NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA
C.P. 07050, D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F.

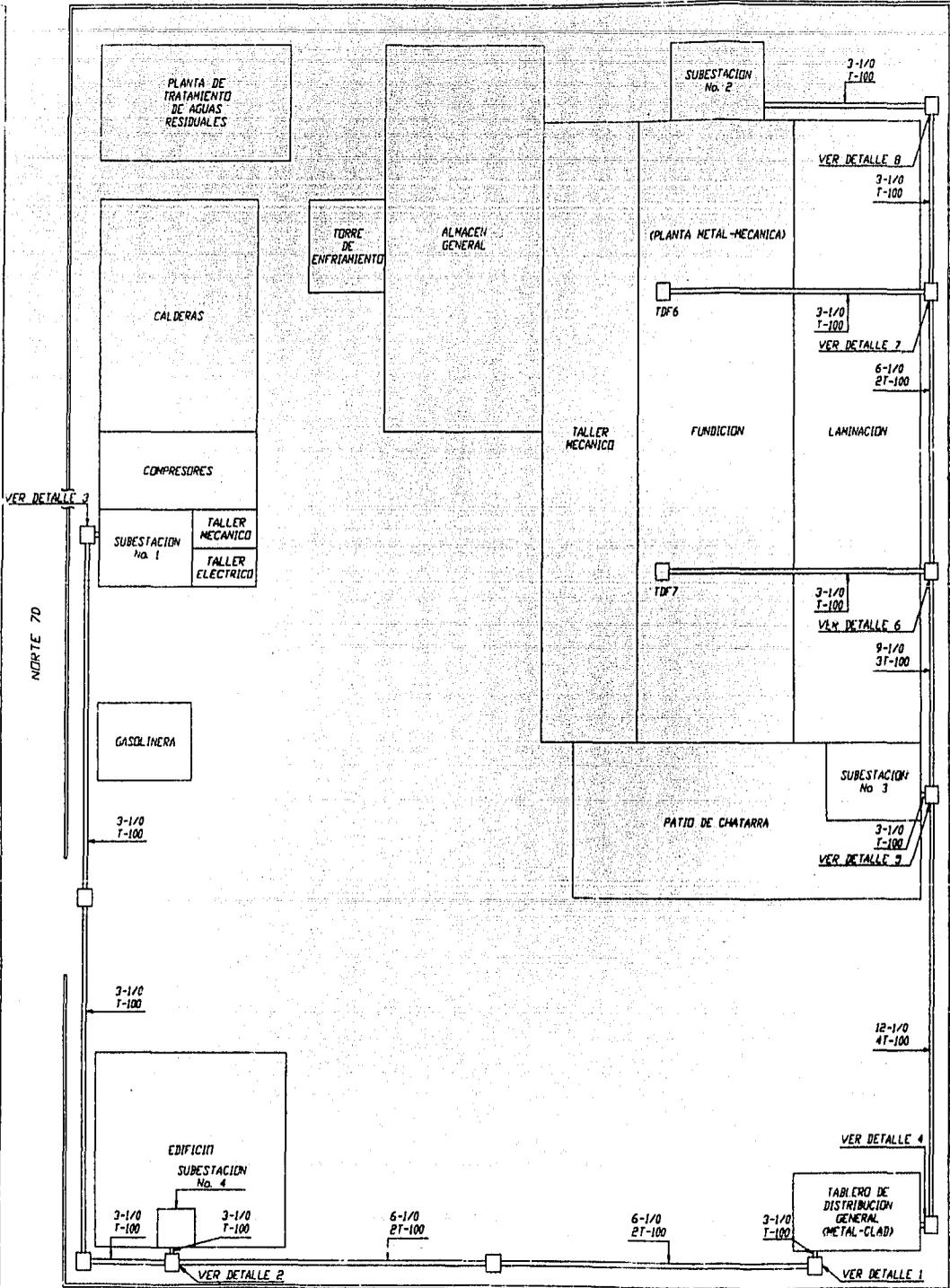
ZONA: SERVICIOS GENERALES

AREA:
DISEÑADO: A.M.A. FECHA: JUL/78 ESCALA: 1:50 PLANO No.
REVISADO: J.B.C. FECHA: JUL/78 ACOPIA: METROS E-10
APROBADO: A.N.H. FECHA: JUL/78

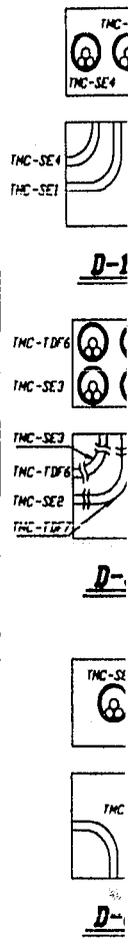




ORIENTE 101
140



- N**
- 1- LA CANALIZACION 23 KV ES COMO TERRAZO ANTI 100 mm DE DIAM SUBESTACION D
 - 2- EL AISLAMIENTO (23 KV) ES XL1
 - 3- ESTE PLANO SE Y CON EL E-03.



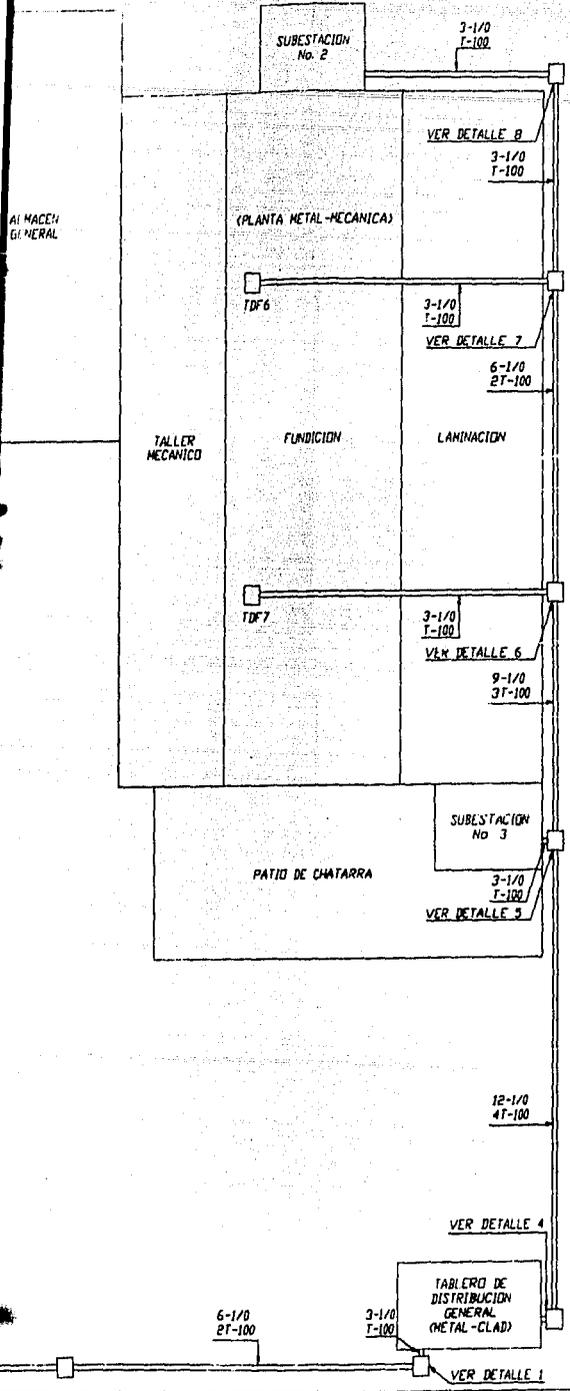
ORIENTE 99



TITULO DE PLANO

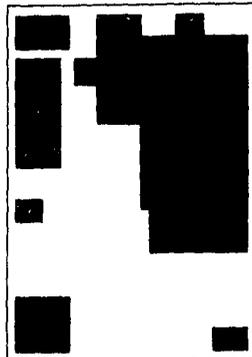
LAYOUT
GENERAL

ORIENTE 10:
140



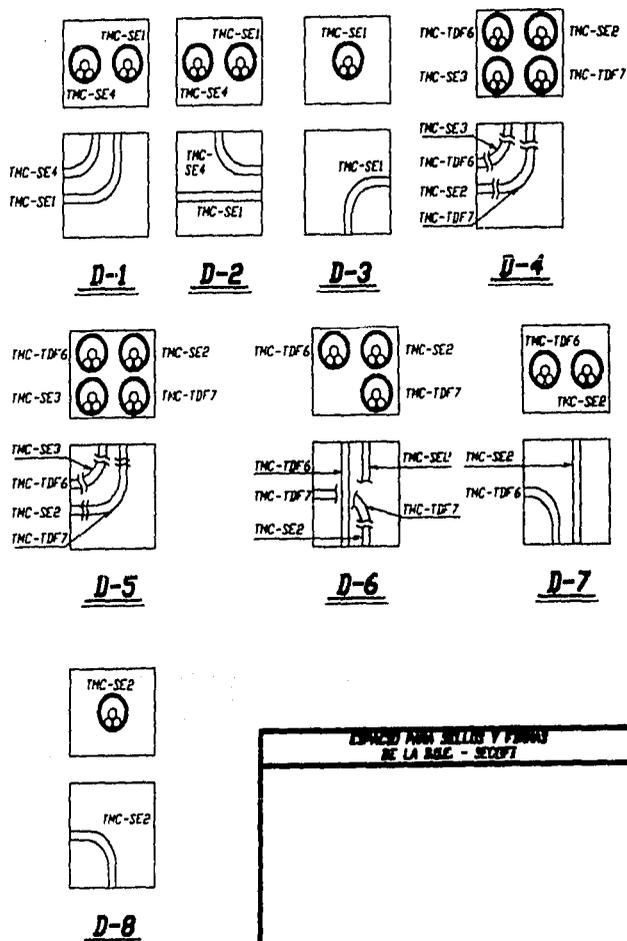
NOTAS:

- 1.- LA CANALIZACION PARA LOS ALIMENTADORES DE 23 kV ES CONDUIT DE PVC DURABLEN TIPO SUB-TERRANEO ANTICORROSIVO, DE PARED LISA DE 100 mm DE DIAMETRO (UN TUBO PARA CADA SUBESTACION O TABLERO).
- 2.- EL AISLAMIENTO DE LOS CABLES DE ALTA TENSION (23 kV) ES XLP.
- 3.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-01 Y CON EL E-05.



CROQUIS DE LOCALIZACION

DETALLES:



ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA BSC - SEDAVI

ORIENTE 99



TITULO DE PLANO:

LAYOUT
GENERAL

| | | | |
|--------------------|--|--------------------------------|--------|
| PERITO RESPONSABLE | | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | |
| TNG | DOMICILIO NORTE 70 No. 3123, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA, C.P. 07050, D.P. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | | |
| REG. No.: | ZONA: | | |
| FIRMA: | AREA: | | |
| DIBUJO A.M.A. | FECHA JUL/92 | ESC.: | 1:400 |
| REVISO J.B.C. | FECHA JUL/92 | ACOT.: | METROS |
| APROBO A.M.H. | FECHA JUL/92 | PLANO No. E-09 | |

ZONA: PLANTA METAL MECANICA

CAIDA DE TENSION: 2 % MAXIMO

EFICIENCIA 85%

CANALIZACION: TUBO CONDUIT

FACTOR DE POTENCIA: 0.90

TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

| No. DE MOTOR | DESCRIPCION DE LA UNIDAD | PO-TEN-CIA (HP) | FA-SES | VOLTS (V) | CO-RRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD AL CCM O TABLERO (M) | TEM-PERATURA AMBIENTE (°C) | CONDUCTOR ACTIVO | | | PROTECCIONES | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG) | | | | |
|--------------|--------------------------|---------------------------|--------|-----------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--|----------|--------------------------------|------|------|
| | | | | | | | | METODO DE SELECCION | | | MARCA | SOBRECARGA | | CORTO CIRCUITO | | | | | | | |
| | | | | | | | | AM-PACI-DAD (A) | CAIDA DE TENSION (VMM ²) | CA-LI-BRE (AWG) | | TIPO | REGU-LACION (A) | TIPO | AJUSTE (A) | | | | CAPACI-DAD IN-TERRUP-TIVA (KA) | TIPO | |
| 60 | TALLER MECANICO | FRESADORA | 20 | 3 | 440 | 25.59 | 37.0 | 35 | 39.48 | | 8 | SQUARE D | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | 25 | PE16.00E | 12 | TDF3 | |
| 61 | | CEPILLO DE CODO | 15 | | | 19.19 | 25.0 | | 21.26 | | 10 | | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | | PE5.00E | 12 | TDF3 | |
| 62 | | CEPILLO DE PISO | 50 | | | 63.98 | 29.0 | | 97.53 | | 1/0 | | 9065 TG59 | 59.0-72.0 | FHL 36100 | 100 | | PG1.11 | 8 | TDF3 | |
| 63 | | SAND BLAST | 40 | | | 51.18 | 38.0 | | 78.02 | | 4 | | 9065 TG48 | 48.0-60.0 | FHL 36070 | 70 | | PF3.11 | 10 | TDF3 | |
| 64 | | SOLDADORA 1 | 5 kW | | | 6.56 | 8.0 | | 5.50 | | 14 | SIEMENS | | | 3NA1 014 | 20 | 50 | | 14 | TDF3 | |
| 65 | | SOLDADORA 1 | 5 kW | | | 6.56 | 16.0 | | 5.50 | | 14 | | | | 3NA1 014 | 20 | 50 | | 14 | TDF3 | |
| 66 | | SOLDADORA 2 | 15 kW | | | 19.68 | 18.0 | | 13.20 | | 10 | | | | 3NA1 218 | 63 | 50 | | 14 | TDF3 | |
| 67 | | TALADRO 1 | 15 | | | 19.19 | 8.0 | | 29.26 | | 10 | SQUARE D | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | 25 | PE5.00E | 12 | TDF3 | |
| 68 | | TALADRO 2 | 25 | | | 31.99 | 14.0 | | 48.76 | | 6 | | 9065 TE32 | 32.0-39.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF3 | |
| 69 | | TORNO VERTICAL | 60 | | | 76.77 | 22.0 | | 117.00 | | 1/0 | | 9065 TG72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ1.11 | 8 | TDF3 | |
| 70 | | BOMBA | 7.5 | | | 9.60 | 22.0 | | 20.91 | | 10 | | 9065 TDB | 8.0-11.5 | FHL 36015 | 15 | | PD3.10E | 14 | TDF3 | |
| 71 | | ESMERIL | 3 | | | 3.84 | 12.0 | | 5.85 | | 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC1.10E | 14 | TDF3 | |
| 72 | | RECTIFICADORA | 40 | | | 51.18 | 15.0 | | 78.02 | | 4 | | 9065 TG48 | 48.0-60.0 | FHL 36070 | 70 | | PG1.11 | 10 | TDF3 | |
| 73 | | MOTOR TRAT. QUIMICO | 25 | | | 31.99 | 30.0 | | 48.76 | | 6 | | 9065 TE32 | 32.0-39.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF3 | |
| 74 | | TORNO 1 | 10 | | | 12.80 | 15.0 | | 19.51 | | 12 | | 9065 TE11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | TDF3 | |
| 75 | | TORNO 2 | | | | | 21.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF3 |
| 76 | | TORNO 3 | | | | | 33.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF3 |
| 77 | | TORNO 4 | | | | | 34.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF3 |
| 78 | FUNDICION | ELEVADOR | 10 | | | 12.80 | 44.0 | | 19.51 | | 12 | | 9065 TE11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | CCM3 | |
| 79 | | CARRO ESTUFA DE SECADO | 20 | | | 25.60 | 16.0 | | 39.00 | | 8 | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | CCM3 | |
| 80 | | CARRO HORNO TRAT. TERMICO | 30 | | | 38.40 | 18.0 | | 58.53 | | 6 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | CCM3 | |
| 81 | | CARRO TRANSP. LAMINACION | 20 | | | 25.60 | 23.0 | | 39.00 | | 8 | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | CCM3 | |
| 82 | | MOLINO DE ARENA | 100 | | | 128.00 | 30.0 | | 195.10 | | 3/0 | | 9065 TK135 | 135-180 | KHL 36150 | 150 | 35 | PJ5.11 | 6 | CCM3 | |
| 83 | | SANDSLINGER | 100 | | | 128.00 | 15.0 | | 195.10 | | 3/0 | | 9065 TK135 | 135-180 | KHL 36150 | 150 | 35 | PJ5.11 | 6 | CCM3 | |
| 84 | | MOTOR HORNO No. 1 | 45 | | | 57.60 | 35.0 | | 85.30 | | 4 | | 9065 TG59 | 59.0-72.0 | FHL 36070 | 070 | 25 | PG3.11 | 8 | CCM3 | |
| 85 | | MOTOR HORNO No. 2 | 45 | | | 57.60 | 36.0 | | 85.30 | | 4 | | 9065 TG59 | 59.0-72.0 | FHL 36070 | 070 | 25 | PG3.11 | 8 | CCM3 | |
| 86 | | MOTOR GRUA HORNO No. 1 | 100 | | | 128.00 | 2.0 | | 183.40 | | 3/0 | | | | KHL 36150 | 150 | 35 | | 6 | CCM3 | |
| 87 | | MOTOR GRUA HORNO No. 2 | 80 | | | 102.40 | 2.0 | | 144.40 | | 1/0 | | | | KHL 36150 | 150 | 35 | | 6 | CCM3 | |
| 88 | | EXTRACTOR 1 | 4 | | | 5.00 | 47.0 | | 7.73 | | 14 | | 9065 TDS.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | 25 | PC1.10E | 10 | CCM3 | |
| 89 | | EXTRACTOR 2 | 4 | | | 5.00 | 40.0 | | 7.73 | | 14 | | 9065 TDS.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | 25 | PC1.10E | 10 | CCM3 | |
| 90 | | HORNO 2 | 750kW | | 500 | 866.03 | 100 | | 866.03 | | 700 (2w) | | | | | | | | 300 MCM | | TDF6 |
| 91 | | HORNO 1 | 750kW | | 500 | 866.03 | 100 | | 866.03 | | 700 (2w) | | | | | | | | 300 MCM | | TDF7 |

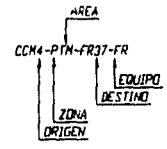


TITULO DE P
CUADRO DE O
PLANTA MET
MECANICA

CANALIZACION: TUBO CONDUIT
TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

NOTAS:

- 1- LAS SOLDADORAS 64, 65 Y 66 SOLO UTILIZAN FUSIBLES (CORTO CIRCUITO). SON DEL TIPO DE ARCO CON TRANSFORMADOR Y UN CICLO DE TRABAJO DEL 30 %.
- 2- LOS HORNOS 90 Y 90 SOLO UTILIZAN FUSIBLES (CORTO CIRCUITO).
- 3- LA CANALIZACION PARA LOS ALIMENTADORES DE 500 V (HORNO 1 Y 2) ES CONDUIT DE PVC DURALON TIPO SUBTERRANEO ANTICORROSIVO DE PARED LISA.
- 4- A CONTINUACION SE INDICA EL SIGNIFICADO DE CADA TERMINO DEL NUMERO DE CIRCUITO.



- ORIGEN** {
CCM3 = CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 3
TAB3 = TABLERO DE DISTRIBUCION No. 3
- ZONA** {
S = SERVICIOS GENERALES
P = PLANTA METAL MECANICA
E = EDIFICIO
- AREA** {
TL = TALLER DE LAMINACION
TC = TALLER MECANICO DE LAMINACION
TM = TALLER MECANICO
TF = TALLER DE FUNDICION
- DESTINO** {
F = FUERZA
A = ALUMBRADO
37 = NUMERO DE EQUIPO
- EQUIPO** {
B = BOMBA
S = SOLDADORA
E = ESMERIL
R = RECTIFICADORA
H = HORNO
TA = TALLADO
TD = TORNILLO
TV = TORNILLO VERTICAL
CE = CEPILLO
FR = FRESADORA
SB = SAND BLAST

| CIRCUITO | | PROTECCIONES | | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG) | CIRCUITO No. | CANALIZACION |
|--------------------------------------|-------------|--------------|-------------|----------------|----------------|------------|-----------------------------|-----------|--|-----------------|--------------|
| CADA DE EXTENSION (CM ²) | CABLE (AWG) | MARCA | SOBRECARGA | | CORTO CIRCUITO | | | TIPO | TIPO | DIAMETRO (mm) | |
| | | | TIPO | REGULACION (A) | TIPO | AJUSTE (A) | CAPACIDAD INTERRUPTORA (KA) | | | | |
| 8 | SQUARE D | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | 25 | PE16.00E | 12 | TDF3-PTM-F60-FR | 19 |
| 10 | | | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | | PE5.00E | 12 | TDF3-PTM-F61-CE | 13 |
| 1/0 | | | 9065 TG59 | 59.0-72.0 | FHL 36100 | 100 | | PG1.11 | 8 | TDF3-PTM-F62-CE | 32 |
| 4 | | | 9065 TG48 | 48.0-60.0 | FHL 36070 | 70 | | PF3.11 | 10 | TDF3-PTM-F63-SB | 25 |
| 14 | SIEMENS | | | | JNA1 014 | 20 | 50 | | 14 | TDF3-PTM-F64-S | 13 |
| 14 | | | | | JNA1 014 | 20 | 50 | | 14 | TDF3-PTM-F65-S | 13 |
| 10 | | | | | JNA1 218 | 63 | 50 | | 14 | TDF3-PTM-F66-S | 13 |
| 10 | SQUARE D | | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | 25 | PE5.00E | 12 | TDF3-PTM-F67-TA | 13 |
| 6 | | | 9065 TE32 | 32.0-39.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF3-PTM-F68-TA | 25 |
| 1/0 | | | 9065 TG72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ1.11 | 8 | TDF3-PTM-F69-TV | 51 |
| 10 | | | 9065 T08 | 8.0-11.5 | FHL 36015 | 15 | | PD3.10E | 14 | TDF3-PTM-F70-B | 13 |
| 14 | | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC1.10E | 14 | TDF3-PTM-F71-E | 13 |
| 4 | | | 9065 TG40 | 40.0-60.0 | FHL 36070 | 70 | | PG1.11 | 10 | TDF3-PTM-F72-R | 25 |
| 6 | | | 9065 TE32 | 32.0-39.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF3-PTM-F73-M | 25 |
| 12 | | | 9065 TE11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | TDF3-PTM-F74-TD | 13 |
| | | | | | | | | | | TDF3-PTM-F75-TD | |
| | | | | | | | | | | TDF3-PTM-F76-TD | |
| | | | | | | | | | | TDF3-PTM-F77-TD | |
| 12 | | | 9065 TE11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | CCM3-PTF-F78-M | 13 |
| 8 | | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | CCM3-PTF-F79-M | 19 |
| 6 | | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | CCM3-PTF-F80-M | 25 |
| 0 | | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | CCM3-PTF-F81-M | 13 |
| 3/0 | | | 9065 TK135 | 135-180 | KHL 36150 | 150 | 35 | PJ5.11 | 6 | CCM3-PTF-F82-M | 51 |
| 3/0 | | | 9065 TK135 | 135-180 | KHL 36150 | 150 | 35 | PJ5.11 | 6 | CCM3-PTF-F83-M | 51 |
| 4 | | | 9065 TG59 | 59.0-72.0 | FHL 36070 | 70 | 25 | PG3.11 | 8 | CCM3-PTF-F84-M | 25 |
| 4 | | | 9065 TG59 | 59.0-72.0 | FHL 36070 | 70 | 25 | PG3.11 | 8 | CCM3-PTF-F85-M | 25 |
| 3/0 | | | | | KHL 36150 | 150 | 35 | | 6 | CCM3-PTF-F86-M | 51 |
| 1/0 | | | | | KHL 36150 | 150 | 35 | | 6 | CCM3-PTF-F87-M | 32 |
| 14 | | | 9065 TD5.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | 25 | PC1.10E | 10 | CCM3-PTF-F88-H | 13 |
| 14 | | | 9065 TD5.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | 25 | PC1.10E | 10 | CCM3-PTF-F89-M | 13 |
| 700 (2x#) | | | | | | | | | 300 MCM | TDF6-PTF-F90-H | 100 |
| 700 (2x#) | | | | | | | | | 300 MCM | TDF7-PTF-F91-H | 100 |

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA INSC. - 000287



TITULO DE PLANO:
CUADRO DE CARGA
PLANTA METAL-MECANICA

PROYECTO RESPONSABLE:
ING.
REG. No:
FIRMA:

PARQUE INDUSTRIAL RAACH
DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07050 D.P. IZTAPALAPA, MEXICO D.F.
ZONA: PLANTA METAL-MECANICA
AREA:
DIBUJO: A.M.A. FECHA: JUL/92 ESC: 1:50 PLANO No.
REVISO: J.B.C. FECHA: JUL/92 ACOTA: METROS E-08
APROBO: A.H.H. FECHA: JUL/92

ZONA: PLANTA METAL MECANICA

CAIDA DE TENSION: 2 % MAXIMO

EFICIENCIA: 85%

CANALIZACION: TUBO CONDUIT

FACTOR DE POTENCIA: 0.90

TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

| No DE MOTOR | AREA | DESCRIPCION DE LA UNIDAD | PO-TEN-CIA (HP) | FA-SES | VOLTS (V) | CO-RRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD AL CEN-TRO (m) | TEM-PE-RATURA AM-BIEN-TE (°C) | CONDUCTOR ACTIVO | | | P R O T E C C I O N E S | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG) | CIRCUIT. No. | | |
|-------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|--------|-----------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--|--------------|--------------------------------|------------|
| | | | | | | | | | METODO DE SELECCION | | | MARCA | SOBRECARGA | | CORTO CIRCUITO | | | | | | |
| | | | | | | | | | AM-PACI-DAD (A) | CAIDA DE TENSION (mV) | CA-LI-BRE (AWG) | | TIPO | REGU-LACION (A) | TIPO | AJUSTE (A) | | | | CAPACI-DAD IN-TERRUP-TIVA (kA) | TIPO |
| 31 | TALLER DE LAMINACION | LAMINADOR DE DESBASTE | 700 | 3 | 4160 | 94.74 | 6.0 | 35 | 144.42 | | 1/0 | ELMEX | | | FE 4.16200 | 200 | 500 | RWRN-2 | 6 | CCM4-PLA-F | |
| 32 | | LAMINADOR DE ACABADO | 1000 | | 4160 | 135.34 | 4.0 | | 206.31 | | 4/0 | ELMEX | | | FE 4.16315 | 315 | 500 | RWRN-2 | 4 | CCM5-PLA-F | |
| 33 | | MOTOR TRANSPORTADOR | 20 | | 440 | 25.59 | 14.0 | | 39.00 | | 6 | SIEMENS | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | 25 | PE16.00E | 12 | TDF4-PLA-F | |
| 34 | | MOTOR CORTADOR 1 | 30 | | | 38.39 | 34.0 | | 58.52 | | 4 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF4-PLA-F | |
| 35 | | MOTOR CORTADOR 2 | 30 | | | 38.39 | 30.0 | | 58.52 | | 4 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF4-PLA-F | |
| 36 | | MOTOR CORTADOR 3 | 30 | | | 38.39 | 36.0 | | 58.52 | | 4 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF4-PLA-F | |
| 37 | | MOTOR TRANS. Y ACCESORIOS | 7.5 | | | 9.60 | 14.0 | | 14.63 | | 12 | | 9065 TDB | 8.0-11.5 | FHL 36015 | 15 | | PD310E | 14 | TDF4-PLA-F | |
| 38 | | MOTOR TRANS. Y ACCESORIOS | 5 | | | 6.40 | 16.0 | | 9.76 | | 14 | | 9065 TDS5 | 5.5- 8.0 | | | | PC310E | | TDF4-PLA-F | |
| 39 | | MOTOR TRANS. Y ACCESORIOS | | | | | 20.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 40 | | INYECTOR 1 | | | | | 21.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 41 | | INYECTOR 2 | | | | | 23.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 42 | | INYECTOR 3 | | | | | 25.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 43 | | INYECTOR 4 | | | | | 19.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 44 | | INYECTOR 5 | | | | | 16.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 45 | | INYECTOR 6 | | | | | 18.0 | | | | | | | | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 46 | | EXTRACTOR 1 | 1 | | | 1.28 | 17.0 | | 1.95 | | | | 9065 TD12 | 1.2- 1.8 | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 47 | | EXTRACTOR 2 | 1 | | | 1.28 | 12.0 | | 1.95 | | | | 9065 TD12 | 1.2- 1.8 | | | | | | | TDF4-PLA-F |
| 48 | | GRUA | 35 | | | 51.19 | 45.0 | | 78.00 | | 6 | | | | FHL 36070 | 70 | | | | | TDF4-PLA-F |
| 49 | TALLER MECA. LAMINACION | TORNILLO HORIZONTAL 1 | 60 | | | 76.77 | 16.0 | | 117.03 | | 1/0 | | 9065 TG72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ1.11 | 8 | TDF2-PML-F | |
| 50 | | TORNILLO HORIZONTAL 2 | 20 | | | 25.59 | 17.0 | | 39.01 | | 8 | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | TDF2-PML-F | |
| 51 | | TORNILLO HORIZONTAL 3 | 10 | | | 12.80 | 18.0 | | 19.51 | | 12 | | 9065 TD11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | TDF2-PML-F | |
| 52 | | CEPILLO | 20 | | | 25.59 | 8.0 | | 39.01 | | 8 | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | TDF2-PML-F | |
| 53 | | TALADRO 1 | 10 | | | 12.80 | 4.0 | | 19.51 | | 12 | | 9065 TD11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | TDF2-PML-F | |
| 54 | | TALADRO 2 | 10 | | | 12.80 | 6.0 | | 19.51 | | 12 | | 9065 TD11.5 | 11.5-16.0 | | | | PE4.00E | | | TDF2-PML-F |
| 55 | | ESMERIL 1 | 5 | | | 6.40 | 10.0 | | 9.76 | | 14 | | 9065 TDS5 | 5.5- 8.0 | | | | PC310E | | | TDF2-PML-F |
| 56 | | ESMERIL 2 | 3 | | | 3.84 | 12.0 | | 5.85 | | 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | | | | PC110E | | | TDF2-PML-F |
| 57 | | ESMERIL 3 | 1 | | | 1.28 | 14.0 | | 1.95 | | 14 | | 9065 TD1.2 | 1.2- 1.8 | | | | PCS100EN | | | TDF2-PML-F |
| 58 | | SOLDADORA 1 | 30 kW | | | 39.36 | 8.0 | | 33.00 | | 8 | SIEMENS | | | JNAL 022 | 125 | 50 | | | | TDF2-PML-F |
| 59 | | SOLDADORA 2 | 5 kW | | | 6.56 | 4.0 | | 5.50 | | 14 | SIEMENS | | | JNAL 014 | 20 | 50 | | | | TDF2-PML-F |

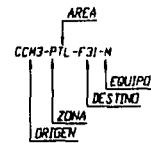


TITULO DE PL
 CUADRO DE C/ PLANTA MET/ MECANICA

REALIZACION: TUBO CONDUIT
 TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

NOTAS:

- 1- LOS MOTORES 31 Y 32 UTILIZAN FUSIBLES (CORTO CIRCUITO) Y CONTACTORES A 4160 V. CLASE NEMA EE, 5000 A SIMÉTRICOS.
- 2- LAS SOLDADORAS 58 Y 59 SON DEL TIPO DE ARCO CON TRANSFORMADOR CON UN CICLO DE TRABAJO DEL 30 % Y SOLO UTILIZAN FUSIBLES (CORTO CIRCUITO).
- 3- EL AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE LOS MOTORES 31 Y 32, 4160 V. ES XLPE (POLIETILENO DE CADEÑA CRUZADA).
- 4- A CONTINUACION SE INDICA EL SIGNIFICADO DE CADA TERMINO DEL NUMERO DE CIRCUITO.



- ORIGEN**
- CCM3 = CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 3
 - TAD3 = TABLERO DE DISTRIBUCION No. 3
- ZONA**
- S = SERVICIOS GENERALES
 - P = PLANTA METAL MECANICA
 - E = EDIFICIO
- AREA**
- TL = TALLER DE LAMINACION
 - TC = TALLER MECANICO DE LAMINACION
 - TH = TALLER MECANICO
 - TF = TALLER DE FUNDICION
- DESTINO**
- F = FUERZA
 - A = ALUMBRADO
 - 31 = NUMERO DE EQUIPO
- EQUIPO**
- M = MOTOR
 - B = BOMBA
 - S = SOLDADORA
 - E = ESMERIL
 - C = CORTADORA
 - I = INYECTOR
 - EX = EXTRACTOR
 - TA = TALADRO
 - TD = TORNO
 - TH = TORNO HORIZONTAL
 - TR = TRANSPORTADOR
 - CE = CEPILLO

| ACTIVO DE C.A. | PROTECCIONES | | | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AVG) | CIRCUITO No. | CANALIZACION |
|----------------|--------------|-------------|----------------|----------------|------------|-----------------------------|-----------|-----------|--|--------------|--------------|
| | MARCA | SOBRECARGA | | CORTO CIRCUITO | | | TIPO | | | | |
| | | TIPO | REGULACION (A) | TIPO | AJUSTE (A) | CAPACIDAD INTERRUPTIVA (KA) | | | | | |
| 1/0 | ELMEX | | | FE 4.16200 | 200 | 500 | RVRM-2 | 6 | CCM3-PLA-F31-M | 25 | |
| 4/0 | ELMEX | | | FE 4.16315 | 315 | 500 | RVRM-2 | 4 | CCM3-PLA-F32-N | 51 | |
| 6 | SIEMENS | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | 25 | PE16.00E | 12 | TDF4-PLA-F33-N | 19 | |
| 4 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF4-PLA-F34-N | 25 | |
| 4 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF4-PLA-F35-N | 25 | |
| 4 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF3.11 | 10 | TDF4-PLA-F36-M | 25 | |
| 12 | | 9065 TDB | 8.0-11.5 | FHL 36015 | 15 | | PC3.10E | 14 | TDF4-PLA-F37-M | 13 | |
| 14 | | 9065 TDS5 | 5.5- 8.0 | | | | PC3.10E | | TDF4-PLA-F38-M | | |
| | | | | | | | | | TDF4-PLA-F39-M | | |
| | | | | | | | | | TDF4-PLA-F40-I | | |
| | | | | | | | | | TDF4-PLA-F41-I | | |
| | | | | | | | | | TDF4-PLA-F42-I | | |
| | | | | | | | | | TDF4-PLA-F43-I | | |
| | | | | | | | | | TDF4-PLA-F44-I | | |
| | | | | | | | | | TDF4-PLA-F45-I | | |
| | | 9065 TDI2 | 12- 18 | | | | | | TDF4-PIA-F46-EX | | |
| | | 9065 TDI2 | 12- 18 | | | | | | TDF4-PLA-F47-EX | | |
| 6 | | | | FHL 36070 | 70 | | | 10 | TDF4-PLA-F48-N | 25 | |
| 1/0 | | 9065 TG72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ1.11 | 8 | TDF2-PML-F49-TH | 38 | |
| 8 | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | TDF2-PML-F50-TH | 19 | |
| 12 | | 9065 TDI1.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | TDF2-PML-F51-TH | 13 | |
| 8 | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE16.00E | 12 | TDF2-PML-F52-CE | 19 | |
| 12 | | 9065 TDI1.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE4.00E | 14 | TDF2-PML-F53-TA | 13 | |
| 12 | | 9065 TDI1.5 | 11.5-16.0 | | | | PE4.00E | | TDF2-PML-F54-TA | | |
| 14 | | 9065 TDS.5 | 5.5- 8.0 | | | | PC3.10E | | TDF2-PML-F55-E | | |
| 14 | | 9065 TDB.7 | 3.7- 5.5 | | | | PC1.10E | | TDF2-PML-F56-E | | |
| 14 | | 9065 TDI2 | 12- 18 | | | | PC3.10EEN | | TDF2-PML-F57-E | | |
| 8 | SIEMENS | | | 3NA1 022 | 125 | 50 | | 12 | TDF2-PML-F58-S | 19 | |
| 14 | SIEMENS | | | 3NA1 014 | 20 | 50 | | 14 | TDF2-PML-F59-S | 13 | |

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA BGE - SECOF



TITULO DE PLANO
 CUADRO DE CARGA
 PLANTA METAL-
 MECANICA

PORTO RESPONSABLE
 ING.
 REG. No.
 FIRMA

PARQUE INDUSTRIAL RAACH

DOMICILIO: NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA
 C.P. 07059 D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F.
 ZONA: PLANTA METAL-MECANICA
 AREA:
 DIBUJO: A.M.A. FECHA: JUL/92 ESC: 1:50 PLANO No.
 REVISO: J.B.C. FECHA: JUL/92 ACOT: METROS
 APROBO: A.M.H. FECHA: JUL/92 E-07

ZONA: SERVICIOS GENERALES

CAIDA DE TENSION: 2% MAXIMO

EFICIENCIA: 85%

CANALIZACION: TUBO CONDUIT

FACTOR DE POTENCIA: 0.90

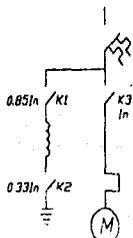
TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

| No DE MOTOR | A R E A | DESCRIPCION DE LA UNIDAD | PO-TEN-CIA (HP) | FA-SES | VOLTS (V) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LON-GITUD AL CCM O TALLER (M) | TEM-PE-RATURA AMBIENTE (°C) | CONDUCTOR ACTIVO | | | MARCA | PROTECCIONES | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG) | C.C. |
|-------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------|-----------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------|----------|--------------|-----------------|----------------|------------|---------------------------------|-----------|--|------|
| | | | | | | | | | METODO DE SELECCION | | | | TIPO | REQU-LACION (A) | CORTO CIRCUITO | | | | | |
| | | | | | | | | | AM-PACI-DAD (A) | CAIDA DE TENSION (V/M ²) | CA-LI-BRE (AWG) | | | | TIPO | AJUSTE (A) | CAPACI-DAD IN-TERRUP-TIVA (kVA) |  |  |  | TIP. J |
| 1 | PTA DE TRAT. DE AGUAS RESI. | MOTOR DESAREMADOR | 3 | 3 | 440 | 3.84 | 15.0 | 25 | 4.80 | | 14 | SQUARE D | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | 25 | PC110E | 14 | CCM1 |
| 2 | | MOTOR AERADOR | 7.5 | | | 9.60 | 20.0 | | 12.00 | | 14 | | 9065 TDB0 | 8.0-11.5 | FHL 36015 | 15 | | PD310E | 14 | CCM1 |
| 3 | | MOTOR SEDIMENTADOR | 1 | | | 1.28 | 26.0 | | 2.00 | | 14 | | 9065 TD1.2 | 1.2- 1.8 | FHL 36015 | 15 | | PCS100EN | 14 | CCM1 |
| 4 | | MOTOR BIODISCO | 5 | | | 6.40 | 17.5 | | 10.00 | | 14 | | 9065 TDS.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | | PD310E | 14 | CCM1 |
| 5 | | MOTOR RESIRC. LÓBOS | 25 | | | 32.00 | 22.0 | | 40.00 | | 0 | | 9065 TE32 | 32.0-39.0 | FHL 36050 | 50 | | PF311 | 10 | CCM1 |
| 6 | | MOTOR RESIRC. LÓBOS | 20 | | | 25.60 | 35.0 | | 32.00 | | 10 | | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE1600F | 12 | CCM1 |
| 7 | | MOTOR AGUAS PLUVIA. | 10 | | | 12.79 | 34.5 | | 19.90 | | 12 | | 9065 TE11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE400E | 12 | CCM1 |
| 8 | | MOTOR AGUAS LAVADO | 15 | | | 19.19 | 30.0 | | 29.97 | | 10 | | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | | PE1600E | 12 | CCM1 |
| 9 | | MOTOR AGUAS NEGRAS | 30 | | | 38.38 | 39.5 | | 47.97 | | 6 | | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF311 | 10 | CCM1 |
| 10 | | MOTOR CLORADOR | 1.5 | | | 1.91 | 35.0 | | 2.38 | | 14 | | 9065 TD1.8 | 1.8- 2.6 | FHL 36015 | 15 | | PCS100EN | 14 | CCM1 |
| 11 | | MOTOR AGUAS TRATA | 40 | | | 51.20 | 35.0 | | 64.00 | | 6 | | 9065 TG48 | 48.0-60.0 | FHL 36070 | 70 | | PG111 | 10 | CCM1 |
| 12 | CALDERAS | CALDERA 1 | 60 | | | 76.77 | 23.0 | 35 | 117.02 | | 1/0 | | 9065 T.J72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM1 |
| 13 | | CALDERA 2 | 60 | | | 76.77 | 16.0 | | 117.02 | | 1/0 | | 9065 T.J72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM1 |
| 14 | | CALDERA 3 | 60 | | | 76.77 | 16.0 | | 117.02 | | 1/0 | | 9065 T.J72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM1 |
| 15 | | CALDERA 4 | 60 | | | 76.77 | 23.0 | | 117.02 | | 1/0 | | 9065 T.J72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM1 |
| 16 | TORRE DE ENFRIAMIENTO | BOMBA 1 | 75 | | | 95.97 | 35.0 | | 209.00 | | 4/0 | | 9065 T.J90 | 90.0-115.0 | FHL 36125 | 125 | 35 | PJ311 | 6 | CCM1 |
| 17 | | BOMBA 2 | 75 | | | 95.97 | 27.0 | | 209.00 | | 4/0 | | 9065 T.J90 | 90.0-115.0 | FHL 36125 | 125 | 35 | PJ311 | 6 | CCM1 |
| 18 | | VENTILADOR | 15 | | | 19.20 | 26.0 | | 41.70 | | 6 | | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | 25 | PCS00E | 12 | CCM1 |
| 19 | COMPRESORES | COMPRESOR 1 | 200 | | | 256.00 | 7.0 | 25 | 320.00 | | 1/0 (2x#) | | 9065 TK230 | 230-300 | LHL 36350 | 350 | 35 | *** | 4 | AE |
| 20 | | COMPRESOR 2 | 200 | | | 256.00 | 7.0 | | 320.00 | | 1/0 (2x#) | | | | | | | | 4 | AE |
| 21 | | COMPRESOR 3 | 200 | | | 256.00 | 7.0 | | 320.00 | | 1/0 (2x#) | | | | | | | | 4 | AE |
| 22 | | COMPRESOR 4 | 200 | | | 256.00 | 7.0 | | 320.00 | | 1/0 (2x#) | | | | | | | | 4 | AE |
| 23 | TALLER ELECTRICO | SOLDADORA | 15 kW | | | 19.68 | 21.0 | | 10.02 | | 14 | SIEMENS | --- | --- | JNA1 218 | 63 | 50 | --- | 10 | TD |
| 24 | | FUENTE | 20 kW | | | 26.24 | 24.0 | | 18.04 | | 12 | SIEMENS | --- | --- | JNA1 220 | 80 | 50 | --- | 8 | TD |
| 25 | TALLER MECANICO | TALADRO 1 | 1.5 | | | 1.92 | 16.0 | | 3.43 | | 14 | SQUARE D | 9065 TD1.8 | 1.8- 2.6 | FHL 36015 | 15 | 25 | PCS100EN | 14 | TD |
| 26 | | TALADRO 2 | 2 | | | 2.56 | 13.0 | | 4.57 | | 14 | | 9065 TD2.6 | 2.6- 3.7 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TD |
| 27 | | TALADRO 3 | 3 | | | 3.83 | 10.0 | | 6.84 | | 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TD |
| 28 | | ESMERIL | 4 | | | 5.12 | 23.0 | | 9.14 | | 14 | | 9065 TDS.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TD |
| 29 | | TORNO | 5 | | | 6.4 | 26.0 | | 11.43 | | 14 | | 9065 TDS.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | | PC310E | 14 | TD |
| 30 | | PUNTEADORA | 15 kW | | | 19.68 | 29.0 | | 15.46 | | 12 | SIEMENS | --- | --- | JNA1 218 | 63 | 50 | --- | 10 | TD |
| 92 | GASOLINERA | MOTOR BOMBA DIESEL 1 | 7.5 | | | 9.60 | 15.0 | | 12.00 | | 14 | SQUARE D | 9065 TDB | 8.0-11.5 | FHL 36020 | 20 | 25 | PD310E | 14 | TD |
| 93 | | MOTOR BOMBA DIESEL 2 | 7.5 | | | 9.60 | 15.0 | | 12.00 | | 14 | | 9065 TDB | 8.0-11.5 | FHL 36020 | 20 | | PD310E | 14 | TD |
| 94 | | MOTOR BOMBA GASOLINA 1 | 3 | | | 3.84 | 20.0 | | 4.80 | | 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TD |
| 95 | | MOTOR BOMBA GASOLINA 2 | 3 | | | 3.84 | 20.0 | | 4.80 | | 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TD |

* = PROTECCION SOBRE CORRIENTE RELEVADOR BIMETALICO TIPO 3UA4500-BYJ-2 REGULACION 250-400 A AJUSTE TERMICO 295 A

** = PROTECCION CORTO CIRCUITO INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MODELO JXD6 38300 AJUSTE TERMICO (In) 300 A RANGO MAGNETICO 1250-2500 A AJUSTE MAGNETICO 1250 A

*** = CONTACTOR TRIPOLAR 3TF K1(0.85In) TIPO PJ311 K2(0.33In) TIPO PK311 K3 TIPO PK311

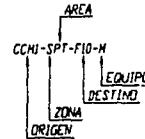


TITULO D
CUADRO SERV. GE

ACION: TUBO CONDUIT
AISLAMIENTO: THW 75°C

NOTAS:

- 1.- LA SOLDADORA No. 23, LA FUENTE No. 24 Y LA PUNTEADORA No. 30 SOLO UTILIZAN FUSIBLES (CORTO CIRCUITO). LA SOLDADORA ES DEL TIPO DE ARCO CON TRANSFORMADOR Y UN CICLO DE TRABAJO DEL 30 %.
- 2.- LA PROTECCION CONTRA SOBRE CARGA ES UN BIMETALICO Y CONTRA CORTO CIRCUITO UN TERMOMAGNETICO.
- 3.- A CONTINUACION SE INDICA EL SIGNIFICADO DE CADA TERMINO DEL NUMERO DE CIRCUITO.



ORIGEN { CCM1 = CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 1
TAD1 = TABLERO DE DISTRIBUCION No. 1

ZONA { S = SERVICIOS GENERALES
P = PLANTA METAL MECANICA
E = EDIFICIO

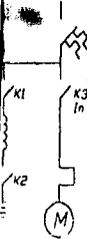
AREA { PT = PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CA = CALDERAS
CO = COMPRESORES
T = TORRE DE ENFRIAMIENTO
TE = TALLER ELECTRICO
TM = TALLER MECANICO
GA = GASOLINERA

DESTINO { F = FUERZA
A = ALUMBRADO
OI = NUMERO DE EQUIPO

EQUIPO { M = MOTOR
CA = CALDERA
CO = COMPRESOR
B = BOMBA
V = VENTILADOR
S = SOLDADORA
F = FUENTE
TA = TALAORO
E = ESMERIL
TO = TORNO
P = PUNTEADORA

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA BGE - SINDT

| MARCA | PROTECCIONES | | | | | | CONTACTOR | CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG) | CIRCUITO No. | CANALIZACION |
|----------|--------------|----------------|----------------|------------|-----------------------------|----------|-----------|--|-----------------|--------------|
| | SOBRECARGA | | CORTO CIRCUITO | | CAPACIDAD INTERRUPTIVA (kA) | TIPO | | | | |
| | TIPO | REGULACION (A) | TIPO | AJUSTE (A) | | | | | | |
| SQUARE D | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | 25 | PC110E | 14 | CCM1-SPT-F01-M | 13 | |
| | 9065 TD8.0 | 8.0-11.5 | FHL 36015 | 15 | | PD310E | 14 | CCM1-SPT-F02-M | 13 | |
| | 9065 TD1.2 | 1.2- 1.8 | FHL 36015 | 15 | | PCS100EN | 14 | CCM1-SPT-F03-M | 13 | |
| | 9065 TD5.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | | PD310E | 14 | CCM1-SPT-F04-M | 13 | |
| | 9065 TE32 | 32.0-39.0 | FHL 36050 | 50 | | PF311 | 10 | CCM1-SPT-F05-M | 19 | |
| | 9065 TE26 | 26.0-32.0 | FHL 36040 | 40 | | PE1600E | 12 | CCM1-SPT-F06-M | 13 | |
| | 9065 TE11.5 | 11.5-16.0 | FHL 36020 | 20 | | PE400E | 12 | CCM1-SPT-F07-M | 13 | |
| | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | | PE1600E | 12 | CCM1-SPT-F08-M | 19 | |
| | 9065 TE39 | 39.0-48.0 | FHL 36050 | 50 | | PF311 | 10 | CCM1-SPT-F09-M | 25 | |
| | 9065 TD1.8 | 1.8- 2.6 | FHL 36015 | 15 | | PCS100EN | 14 | CCM1-SPT-F10-M | 13 | |
| | 9065 TG48 | 48.0-60.0 | FHL 36070 | 70 | | PG111 | 10 | CCM1-SPT-F11-M | 25 | |
| | 9065 TJ72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM2-SCA-F12-CA | 38 | |
| | 9065 TJ72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM2-SCA-F13-CA | 38 | |
| | 9065 TJ72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM2-SCA-F14-CA | 38 | |
| | 9065 TJ72 | 72.0-90.0 | FHL 36100 | 100 | | PJ111 | 8 | CCM2-SCA-F15-CA | 38 | |
| | 9065 TJ90 | 90.0-115.0 | KHL 36125 | 125 | 35 | PJ311 | 6 | CCM2-SCA-F16-B | 51 | |
| | 9065 TJ90 | 90.0-115.0 | KHL 36125 | 125 | 35 | PJ311 | 6 | CCM2-SCA-F17-B | 76 | |
| | 9065 TE21 | 21.0-26.0 | FHL 36030 | 30 | 25 | PE300E | 12 | CCM2-SCA-F18-V | 19 | |
| | 9065 TK230 | 230-300 | LHL 36350 | 350 | 35 | *** | 4 | A1-SCD-F19-CO | 76 | |
| | | | | | | | 4 | A2-SCD-F20-CO | 76 | |
| | | | | | | | 4 | A3-SCD-F21-CO | 76 | |
| | | | | | | | 4 | A4-SCD-F22-CO | 76 | |
| 14 | SIEMENS | | | 3NA1 218 | 63 | 50 | | 10 | TDF1-STE-F23-S | 38 |
| 12 | SIEMENS | | | 3NA1 220 | 80 | 50 | | 8 | TDF1-STE-F24-F | 32 |
| 14 | SQUARE D | 9065 TD1.8 | 1.8- 2.6 | FHL 36015 | 15 | 25 | PCS100EN | 14 | TDF1-STM-F25-TA | 13 |
| 14 | | 9065 TD2.6 | 2.6- 3.7 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TDF1-STM-F26-TA | 13 |
| 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TDF1-STM-F27-TA | 19 |
| 14 | | 9065 TD5.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TDF1-STM-F28-E | 13 |
| 14 | | 9065 TD5.5 | 5.5- 8.0 | FHL 36015 | 15 | | PC310E | 14 | TDF1-STM-F29-TD | 19 |
| 12 | SIEMENS | | | 3NA1 218 | 63 | 50 | | 10 | TDF1-STM-F30-P | 32 |
| 14 | SQUARE D | 9065 TD8 | 8.0-11.5 | FHL 36020 | 20 | 25 | PD310E | 14 | TDF5-SGA-F92-M | 13 |
| 14 | | 9065 TD8 | 8.0-11.5 | FHL 36020 | 20 | | PD310E | 14 | TDF5-SGA-F93-M | 13 |
| 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TDF5-SGA-F94-M | 13 |
| 14 | | 9065 TD3.7 | 3.7- 5.5 | FHL 36015 | 15 | | PC110E | 14 | TDF5-SGA-F95-M | 13 |



TITULO DE PLANO:
CUADRO DE CARGA
SERV. GENERALES

| | | | |
|---------------------|--|---------------|--------------|
| PERITO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | |
| ING. | DOMICILIO: NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA, C.P. 07054, D.F. 121 APALAPA, MEXICO D.F. | | |
| REG. No.: | ZONA: SERVICIOS GENERALES | | |
| FIRMA: | AREA: | | |
| | DIBUJO A.M.A. | FECHA: JUL/92 | ESC: 1/50 |
| | REVISO J.B.C. | FECHA: JUL/92 | ACOT: METROS |
| | APROBO A.M.H. | FECHA: JUL/92 | |

PLANO No. E-06

CAIDA DE TENSION: 2 % MAXIMO

TIPO DE AISLAMIENTO: THW 75°C

| CIRCUITO No | ZONA | WATTS (W) | POTENCIA (HP) | FASES | VOLTS (V) | CORRIENTE NOMINAL (A) | LONGITUD AL CCM O TABLERO (m) | TEMPERATURA AMBIENTE (°C) | FACTOR DE: | | CONDUCTOR ACTIVO METODO DE SELECCION | | | | CONDUCTOR NEUTRO | | PROTECCIONES | | | | | CANALIZACION |
|--------------|-----------------------|-----------|---------------|-------|-----------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|------------------|----------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|----|--------------|
| | | | | | | | | | RE-SERVA (X) | DE-MANDA (X) | AM-PACIDAD (A) | CAIDA DE TENSION (V/m ²) | CA-LI-BRE (AWG) | CORRIENTE (A) | CA-LI-BRE (AWG) | CORTO CIRCUITO | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | TIPO | AJUSTE TERMICO (A) | AJUSTE MAGNETICO (A) | CAPACIDAD INTERRUPTIVA (KA) | TUBO CON-DUIT (mm) | | |
| TMC-SE1 | SERVICIOS GENERALES | 1111.1k | — | 3 | 23.000 | 27.90 | 215.0 | 25 | 0 | 100 | 27.90 | — | 1/0 | — | — | SQUARE D | VAD-27050 | — | — | — | 11 | 100 |
| TMC-SE2 | PLANTA METAL-MECANICA | 1389k | — | — | — | 34.86 | 180.0 | — | — | — | 34.86 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| TMC-SE3 | — | 1945k | — | — | — | 48.81 | 66.0 | — | — | — | 48.81 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| TMC-TDF6 | — | 833.3k | — | — | — | 20.92 | 168.0 | — | — | — | 20.92 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| TMC-TDF7 | — | 833.3k | — | — | — | 20.92 | 132.0 | — | — | — | 20.92 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| TMC-SE4 | EDIFICIO | 555k | — | — | — | 1.40 | 110.0 | — | — | — | 1.40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| SE1-PT-CCM1 | SERVICIOS GENERALES | — | 158 | — | 440 | 202.20 | 75.0 | — | 15 | 90 | — | 61.8 | 2/0 | 72.5 | 6 | — | LAL-36250 | 250 | 1250 | 30 | — | — |
| SE1-CA-CCM2 | — | — | 405 | — | — | 518.22 | 50.0 | 35 | 25 | 80 | 661.20 | — | 600 MCM | 215.9 | 1/0 | — | NAL-36800 | 800 | 3000 | 30 | — | — |
| SE1-TM-TDF1 | — | — | 82.5 | — | — | 85.50 | 30.0 | 25 | 25 | 50 | 57.53 | — | 8 | 35.6 | 10 | — | KAL-36125 | 125 | 625 | 25 | — | — |
| SE1-GA-TDF5 | — | — | 21.0 | — | — | 26.88 | 30.0 | — | 25 | 50 | 18.30 | — | 12 | 11.2 | 14 | — | TKL-36040 | 40 | 625 | 25 | 19 | — |
| SE1-CO-A1 | — | — | 200.0 | — | — | 256.00 | 20.0 | — | 0 | 100 | 320.00 | — | 4/0 | 85.3 | 6 | — | LAL-36300 | 300 | 1500 | 30 | — | — |
| SE1-CO-A2 | — | — | 200.0 | — | — | 256.00 | 15.0 | — | 0 | 100 | 320.00 | — | 4/0 | 85.3 | 6 | — | — | — | — | — | — | — |
| SE1-CO-A3 | — | — | 200.0 | — | — | 256.00 | 15.0 | — | 0 | 100 | 320.00 | — | 4/0 | 85.3 | 6 | — | — | — | — | — | — | — |
| SE1-CO-A4 | — | — | 200.0 | — | — | 256.00 | 20.0 | — | 0 | 100 | 320.00 | — | 4/0 | 85.3 | 6 | — | — | — | — | — | — | — |
| SE1-CA-TDA1 | — | 17375 | — | — | 220 | 45.60 | 50.0 | 35 | 20 | 100 | 66.70 | — | 6 | 22.3 | 14 | — | FAL-36070 | 70 | 1125 | 25 | — | — |
| SE1-CO-TDA2 | — | 6180 | — | — | — | 16.30 | 30.0 | 25 | 20 | 100 | 19.56 | — | 14 | 6.5 | 14 | — | FAL-36030 | 30 | 430 | — | — | — |
| SE1-TM-TDA3 | — | 9040 | — | — | — | 25.80 | 30.0 | — | 20 | 100 | 30.56 | — | 10 | 10.3 | 14 | — | FAL-36040 | 40 | 625 | — | — | — |
| SE1-TE-TDA4 | — | 10778 | — | — | — | 28.29 | 35.0 | — | 20 | 100 | 34.00 | — | 10 | 11.3 | 14 | — | FAL-36040 | 40 | 625 | — | — | — |
| SE1-SE-TDA5 | — | 5010 | — | — | — | 13.14 | 25.0 | — | 20 | 100 | 15.00 | — | 14 | 5.3 | 14 | — | FAL-36020 | 20 | 430 | — | — | — |
| SE1-AG-TDA6 | — | 15750 | — | — | — | 41.34 | 55.0 | — | 20 | 100 | 49.72 | — | 6 | 16.6 | 12 | — | FAL-36070 | 70 | 1125 | — | 25 | — |
| SE1-GA-TDA11 | — | 1845 | — | — | — | 5.00 | 30.0 | — | 20 | 100 | 7.35 | — | 14 | 1.6 | 14 | — | FAL-36015 | 15 | 430 | — | 19 | — |
| SE2-TM-TDF2 | PLANTA METAL-MECANICA | — | 186.0 | — | 440 | 241.52 | 16.0 | — | 20 | 40 | 156.43 | — | 2 | 100.6 | 4 | — | LAL-36350 | 350 | 1750 | 30 | — | — |
| SE2-TM-TDF3 | — | — | 432.5 | — | 440 | 464.60 | 75.0 | — | 20 | 40 | — | 118.90 | 250 MCM | 192.6 | 1/0 | — | NAL-36700 | 700 | 3500 | 30 | — | — |
| SE2-TL-CCM4 | — | — | 700.0 | — | 4160 | 144.42 | 40.0 | — | 0 | 100 | 149.92 | — | 1/0 | 31.6 | 10 | ELMEX | FE 416200 | 200 | — | 100 | — | — |
| SE2-TM-TDA7 | — | 13000 | — | — | 220 | 36.22 | 35.0 | — | 20 | 100 | 54.33 | — | 8 | 12.1 | 14 | SQUARE D | FAL-36100 | 100 | 1300 | 25 | — | — |
| SE3-TL-TDF4 | — | — | 199.5 | — | 440 | 255.31 | 54.0 | — | 20 | 70 | 281.51 | — | 3/0 | 106.4 | 4 | — | LAL-36350 | 350 | 1750 | 30 | — | — |
| SE3-TL-CCM3 | — | — | 5580 | — | 440 | 714.00 | 48.0 | — | 20 | 60 | 671.40 | — | 600 MCM | 297.5 | 3/0 | — | NAL-361000 | 1000 | 5000 | 30 | — | — |
| SE3-TL-CCM5 | — | — | 10000 | — | 4160 | 206.31 | 16.0 | — | 20 | 100 | 206.31 | — | 4/0 | 45.11 | 8 | ELMEX | FE 416315 | 315 | — | 100 | — | — |
| SE3-TL-TDA8 | — | 28725 | — | — | 220 | 75.38 | 12.0 | — | 20 | 100 | 113.10 | — | 4 | 25.13 | 12 | SQUARE D | KAL-36200 | 200 | 1000 | 25 | — | — |
| SE3-TL-TDA9 | — | 26700 | — | — | — | 70.10 | 32.0 | — | 20 | 100 | 105.20 | — | 4 | 23.40 | 12 | — | KAL-36200 | 200 | 1000 | — | — | — |
| SE3-TM-TDA10 | — | 36600 | — | — | — | 96.05 | 37.0 | — | 20 | 100 | 144.10 | — | 2 | 32.00 | 10 | — | KAL-36200 | 200 | 1000 | — | — | — |
| SE4-PB-TDA12 | EDIFICIO | 18200 | — | — | — | 47.80 | 40.0 | — | 20 | 100 | 71.70 | — | 4 | 16.00 | 12 | — | FAL-36070 | 70 | 1125 | — | 32 | — |
| SE4-PB-TDA13 | — | 3950 | — | — | — | 10.36 | 50.0 | — | 20 | 100 | — | 4.07 | 10 | 3.45 | 14 | — | FAL-36015 | 15 | 430 | — | 13 | — |
| SE4-PP-TDA14 | — | 22000 | — | — | — | 57.80 | 60.0 | — | 20 | 100 | — | 27.30 | 2 | 19.26 | 12 | — | FAL-36070 | 70 | 1125 | — | 32 | — |
| SE4-PB-TDF8 | — | 89.6 | — | — | — | 89.60 | 8.0 | — | 20 | 60 | 103.04 | — | 2 | 29.86 | 10 | — | FAL-36100 | 100 | 1300 | — | 32 | — |

FACULTAD DE INGENIERIA

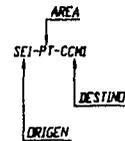
 TITULO D.
 CIRCU
 ALIMENT

DE AISLAMIENTO: THW 75°C

| DEMANDA (2) | CONDUCTOR ACTIVO METODO DE SELECCION | | | | | MARCA | PROTECCIONES | | | | CANALIZACION | |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------|----------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|------------|
| | AMPACIDAD (A) | CAIDA DE TENSION (V/M ²) | CALIBRE (AWG) | CORRIENTE (A) | CALIBRE (AWG) | | CORTO CIRCUITO | | | | TUBO CONDUIT (MM) | CANAL (MM) |
| | | | | | | | TIPO | AJUSTE TERMICO (A) | AJUSTE MAGNETICO (A) | CAPACIDAD INTERRUPTIVA (KA) | | |
| 100 | 27.90 | | 1/0 | | | SQUARE D | VAD-27050 | | | 11 | 100 | |
| | 34.86 | | | | | | | | | | | |
| | 48.81 | | | | | | | | | | | |
| | 20.92 | | | | | | | | | | | |
| | 20.92 | | | | | | | | | | | |
| | 1.40 | | | | | | | | | | | |
| 90 | | 61.8 | 2/0 | 72.5 | 6 | | LAL-36250 | 250 | 1250 | 30 | | 150 |
| 80 | 661.20 | | 600 MCM | 215.9 | 1/0 | | MAL-36800 | 800 | 3000 | 30 | | 228 |
| 50 | 57.53 | | 8 | 33.6 | 10 | | KAL-36125 | 125 | 625 | 35 | | 228 |
| 50 | 18.30 | | 12 | 11.2 | 14 | | FAL-36040 | 40 | 625 | 25 | 19 | |
| 100 | 320.00 | | 4/0 | 85.3 | 6 | | LAL-36300 | 300 | 1500 | 30 | | 150 |
| 100 | 320.00 | | 4/0 | 85.3 | 6 | | | | | | | |
| 100 | 320.00 | | 4/0 | 85.3 | 6 | | | | | | | |
| 100 | 320.00 | | 4/0 | 85.3 | 6 | | | | | | | |
| 100 | 66.70 | | 6 | 22.3 | 14 | | FAL-36070 | 70 | 1125 | 25 | | 150 |
| 100 | 19.56 | | 14 | 6.3 | 14 | | FAL-36030 | 30 | 430 | | | 228 |
| 100 | 30.96 | | 10 | 10.3 | 14 | | FAL-36040 | 40 | 625 | | | 150 |
| 100 | 34.00 | | 10 | 11.3 | 14 | | FAL-36040 | 40 | 625 | | | 150 |
| 100 | 15.80 | | 14 | 5.3 | 14 | | FAL-36020 | 20 | 430 | | | 150 |
| 100 | 49.72 | | 6 | 16.6 | 12 | | FAL-36070 | 70 | 1125 | | 25 | |
| 100 | 7.35 | | 14 | 1.6 | 14 | | FAL-36015 | 15 | 430 | | 19 | |
| 40 | 156.43 | | 2 | 100.6 | 4 | | LAL-36350 | 350 | 1750 | 30 | | 150 |
| 40 | | 112.90 | 250 MCM | 193.6 | 1/0 | | MAL-36700 | 700 | 3500 | 30 | | |
| 100 | 149.92 | | 1/0 | 31.6 | 10 | ELMEX | FE 416200 | 200 | | 100 | | |
| 100 | 54.33 | | 8 | 12.1 | 14 | SQUARE D | FAL-36100 | 100 | 1300 | 25 | | |
| 70 | 281.51 | | 3/0 | 106.4 | 4 | | LAL-36350 | 350 | 1750 | 30 | | |
| 60 | 671.40 | | 600 MCM | 297.5 | 3/0 | | MAL-361000 | 1000 | 5000 | 30 | | |
| 100 | 206.31 | | 4/0 | 45.11 | 8 | ELMEX | FE 416315 | 315 | | 100 | | |
| 100 | 113.10 | | 4 | 25.13 | 12 | SQUARE D | KAL-36200 | 200 | 1000 | 25 | | |
| 100 | 105.20 | | 4 | 23.40 | 12 | | KAL-36200 | 200 | 1000 | | | |
| 100 | 144.10 | | 2 | 32.00 | 10 | | KAL-36200 | 200 | 1000 | | | |
| 100 | 71.70 | | 4 | 16.00 | 12 | | FAL-36070 | 70 | 1125 | | 32 | |
| 100 | | 4.07 | 10 | 3.45 | 14 | | FAL-36015 | 15 | 430 | | 13 | |
| 100 | | 27.30 | 2 | 19.26 | 12 | | FAL-36070 | 70 | 1125 | | 32 | |
| 60 | 103.04 | | 2 | 29.86 | 10 | | FAL-36100 | 100 | 1300 | | 32 | |

NOTAS:

- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-01, E-02, E-03 Y E-04.
- EL INTERRUPTOR PARA LOS ALIMENTADORES Y LOS TABLEROS EN ALTA TENSION (23 KV) ES MARCA SQUARE-D TIPO VAD-27050-124, CON FUSIBLES DE 1200 A Y 11 KA DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA.
- EL AISLAMIENTO DE LOS CABLES DE ALTA TENSION (23 KV) ES XLPE.
- EL AISLAMIENTO PARA LOS CABLES DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS (DE LAS SUBESTACIONES A LOS COM'S O TABLEROS DE FUERZA Y/O ALUMBRADO) ES THW A 75°C.
- A CONTINUACION SE INDICA EL SIGNIFICADO DE CADA TERMINO DEL NUMERO DE CIRCUITO.



ORIGEN {
 CCM = TMC = TABLERO METAL CLAB.
 SE1 = SUBESTACION No. 1
 SE2 = SUBESTACION No. 2
 SE3 = SUBESTACION No. 3
 SE4 = SUBESTACION No. 4

AREA {
 PT = PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 CA = CALDERAS
 CO = COMPRESORES
 TE = TALLER ELECTRICO
 TM = TALLER MECANICO
 GA = GASOLINERA
 SE = SUBESTACION
 AG = ALMACEN GENERAL
 TM = TALLER MECANICO DE LAMINACION
 TL = TALLER DE LAMINACION
 TF = TALLER DE FUNDICION
 PP = PRIMER PISO
 PB = PLANTA BAJA

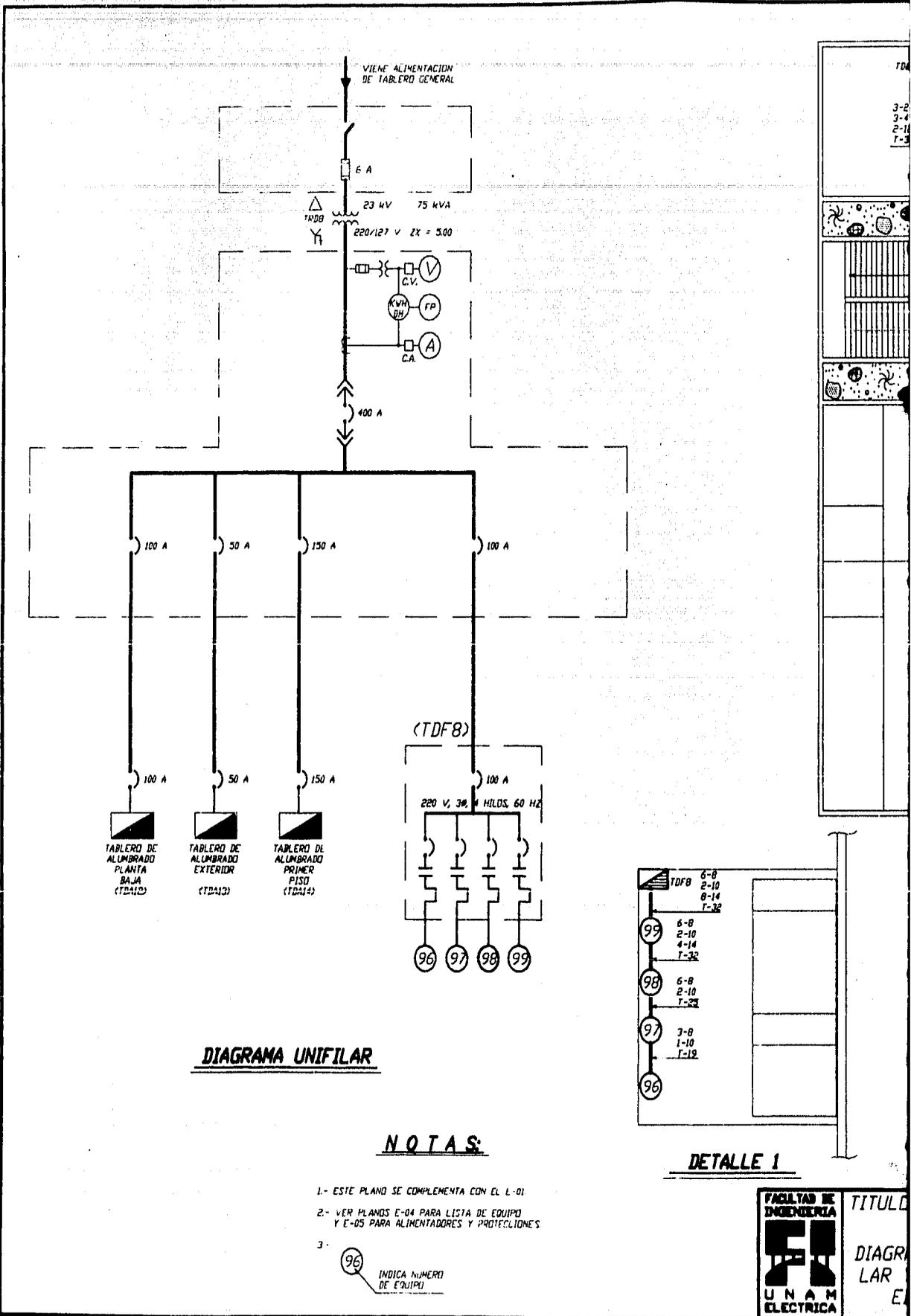
DESTINO {
 CCM = CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
 TDF = TABLERO DE FUERZA
 TDA = TABLERO DE ALUMBRADO
 A = ARRANCADOR

ESPACIO PARA NOTAS Y FIRMAS DE LA INGE - 01007



TITULO DE PLANO:
CIRCUITOS ALIMENTADORES

| | |
|---|--|
| PROYECTO RESPONSABLE | PARQUE INDUSTRIAL RAACH |
| ING. | DONCECILLO MORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA CP. 07050 D.P. TETAPALAPA MEXICO D.F. |
| REG. No. | ZONA |
| FIRMA | AREA |
| DIBUJO A.M.A. FECHA: JUL/92 ESC: 1/50 PLANO No. | |
| REVISO J.B.C. FECHA: JUL/92 ACOTA: METROS | E-05 |
| APROBO A.M.A. FECHA: JUL/92 | |



704
3-2
3-4
2-11
1-3

DIAGRAMA UNIFILAR

NOTAS:

- 1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL L-01
- 2.- VER PLANOS E-04 PARA LISTA DE EQUIPO Y E-05 PARA ALIMENTADORES Y PROTECCIONES

3.- 96 INDICA NUMERO DE EQUIPO

| | |
|------|------|
| FDFB | 6-8 |
| | 2-10 |
| | 0-14 |
| | 1-32 |
| 99 | 6-8 |
| | 2-10 |
| | 4-14 |
| | 1-32 |
| 98 | 6-8 |
| | 2-10 |
| | 1-32 |
| 97 | 3-8 |
| | 1-10 |
| | 1-12 |
| 96 | |

DETALLE 1

FACULTAD DE INGENIERIA

 UNAM ELECTRICA

TITULO
 DIAGRAMA UNIFILAR

UN
RAL

VA

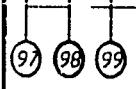
500

100 A

F8)

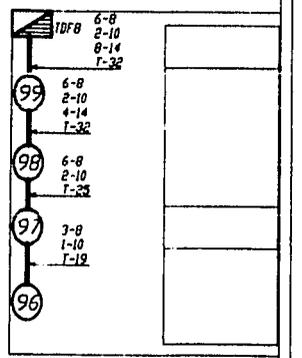
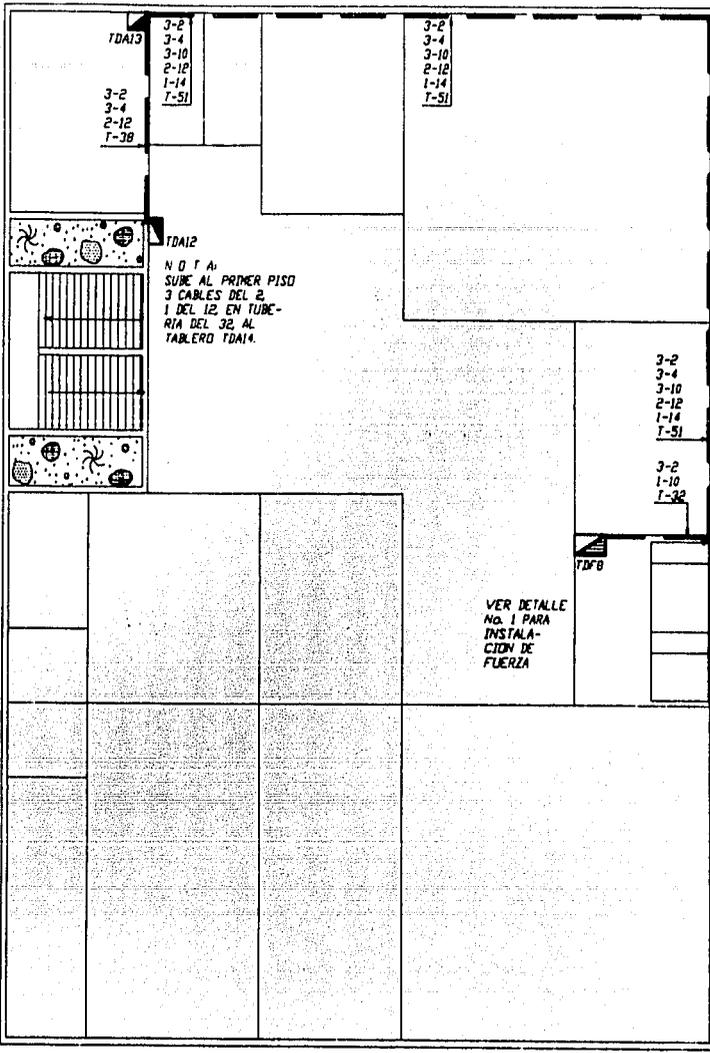
100 A

V. 3φ, 4 HILOS, 60 HZ



A S:

VENTA CON EL L-01
LISTA DE EQUIPO
PRES Y PROTECCIONES.



DETALLE 1

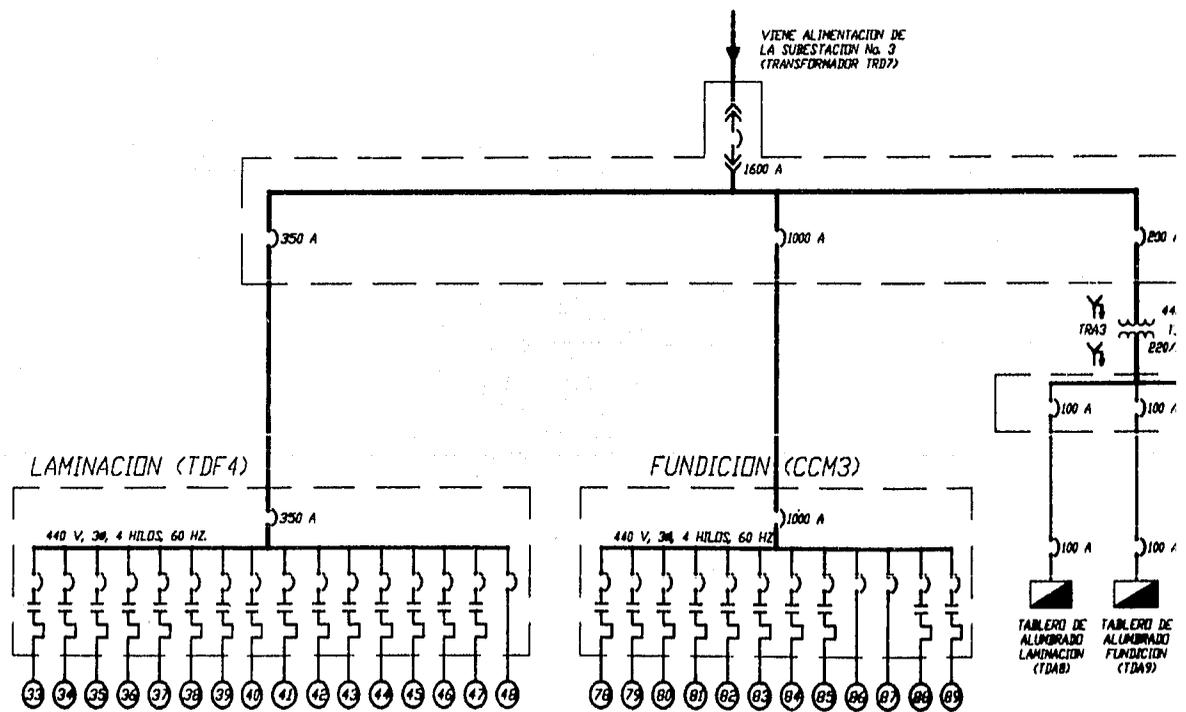
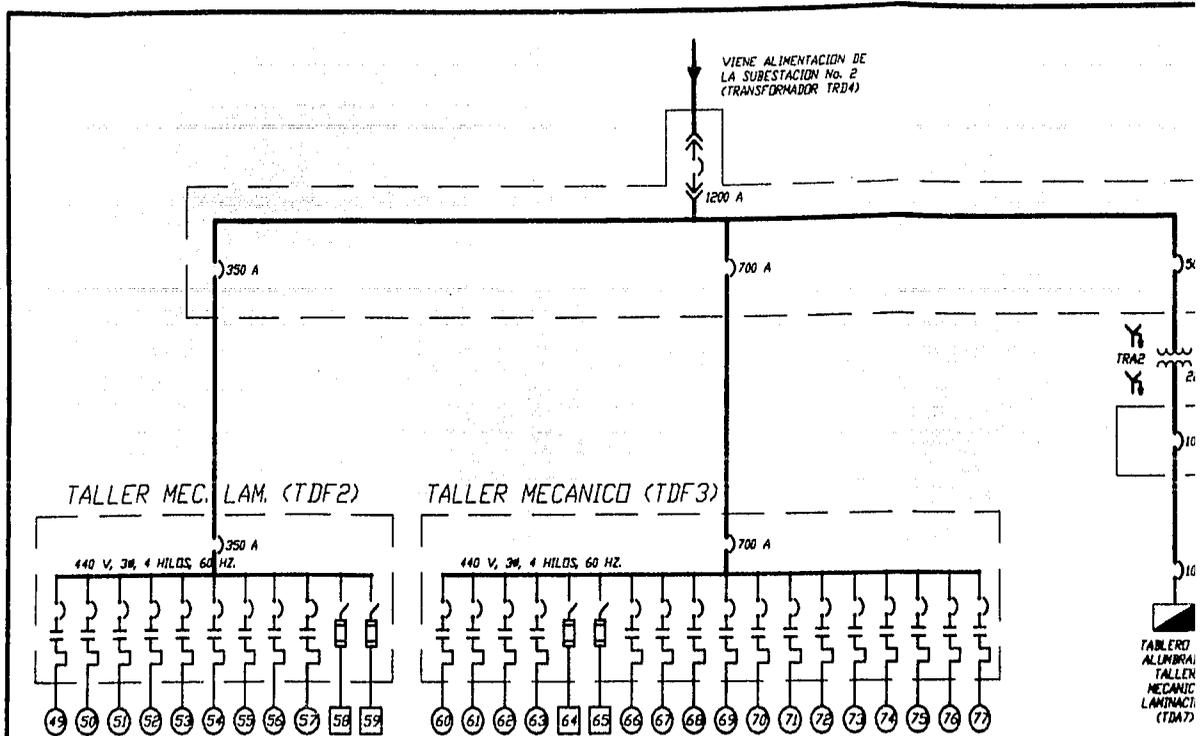
LAY-OUT

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS
DE LA B.G.C. - BUDGET



TITULO DE PLANO:
DIAGRAMA UNIFI-
LAR Y LAY-OUT
EDIFICIO

| | | | |
|---------------------|---|--------------|-----------|
| PERITO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | |
| ING | DOMICILIO NORTE 70 No. 5112, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA
C.P. 07050, DP. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | | |
| REG No. | ZONA EDIFICIO | | |
| FIRMA | AREA | | |
| DIBUJO: A.M.A. | FECHA: JUL / 92 | ESC: 1:50 | PLANO No. |
| REVISO: J.B.C. | FECHA: JUL / 92 | ACOT: METROS | E-04 |
| APROBO: A.M.H. | FECHA: JUL / 92 | | |

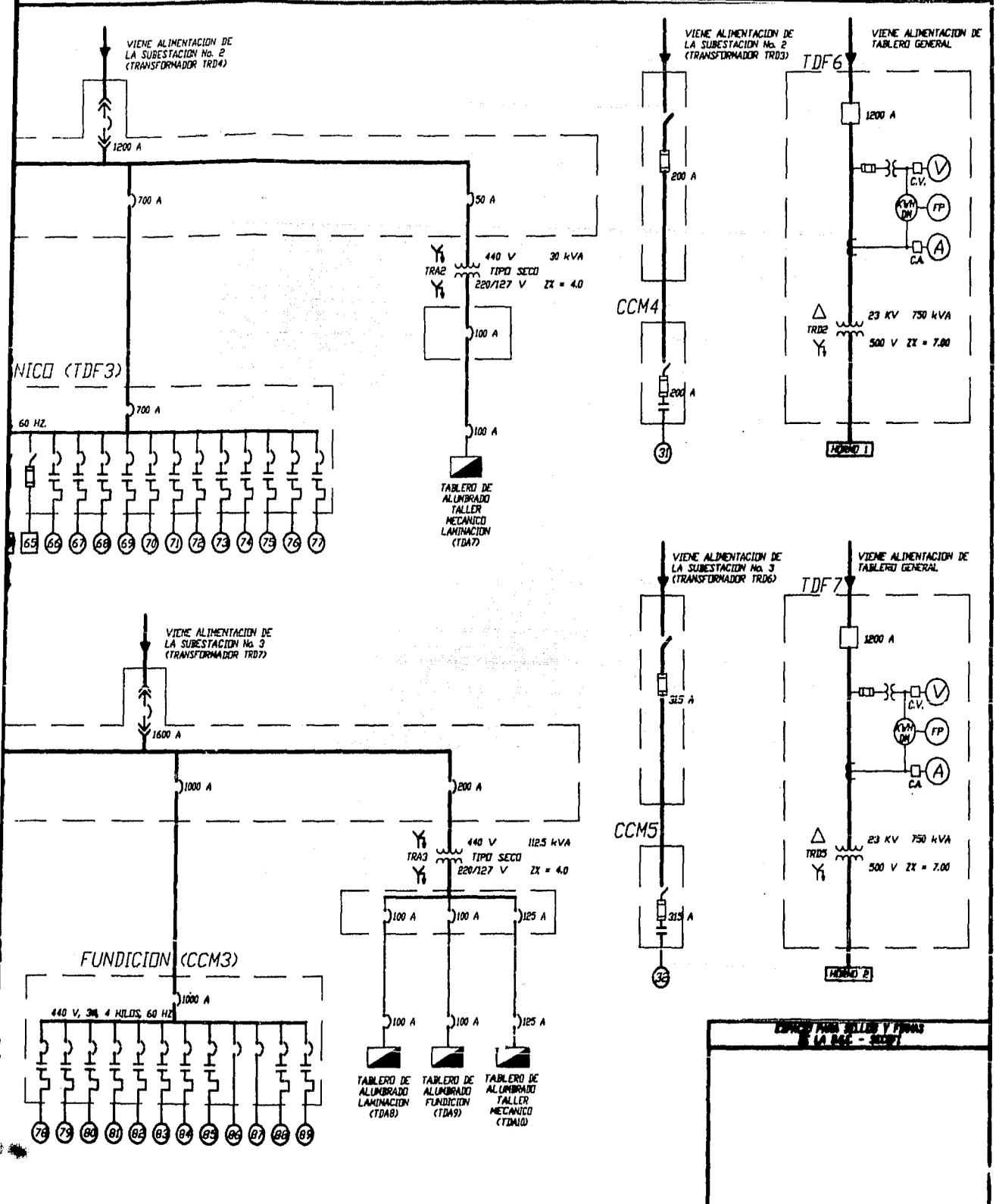


NOTAS:

- 1- PARA SIMBOLOGIA VER PLANO No. E-02.
- 2- VER PLANOS E-07 PARA LISTA DE MATERIALES Y E-05 PARA ALIMENTADORES Y PROTECCIONES.
- 3- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-01.

4-  INDICA NUMERO DE EQUIPO.

| | |
|---|----------|
|  | TITULO |
| | DIAGRAMA |
| | LA M. |



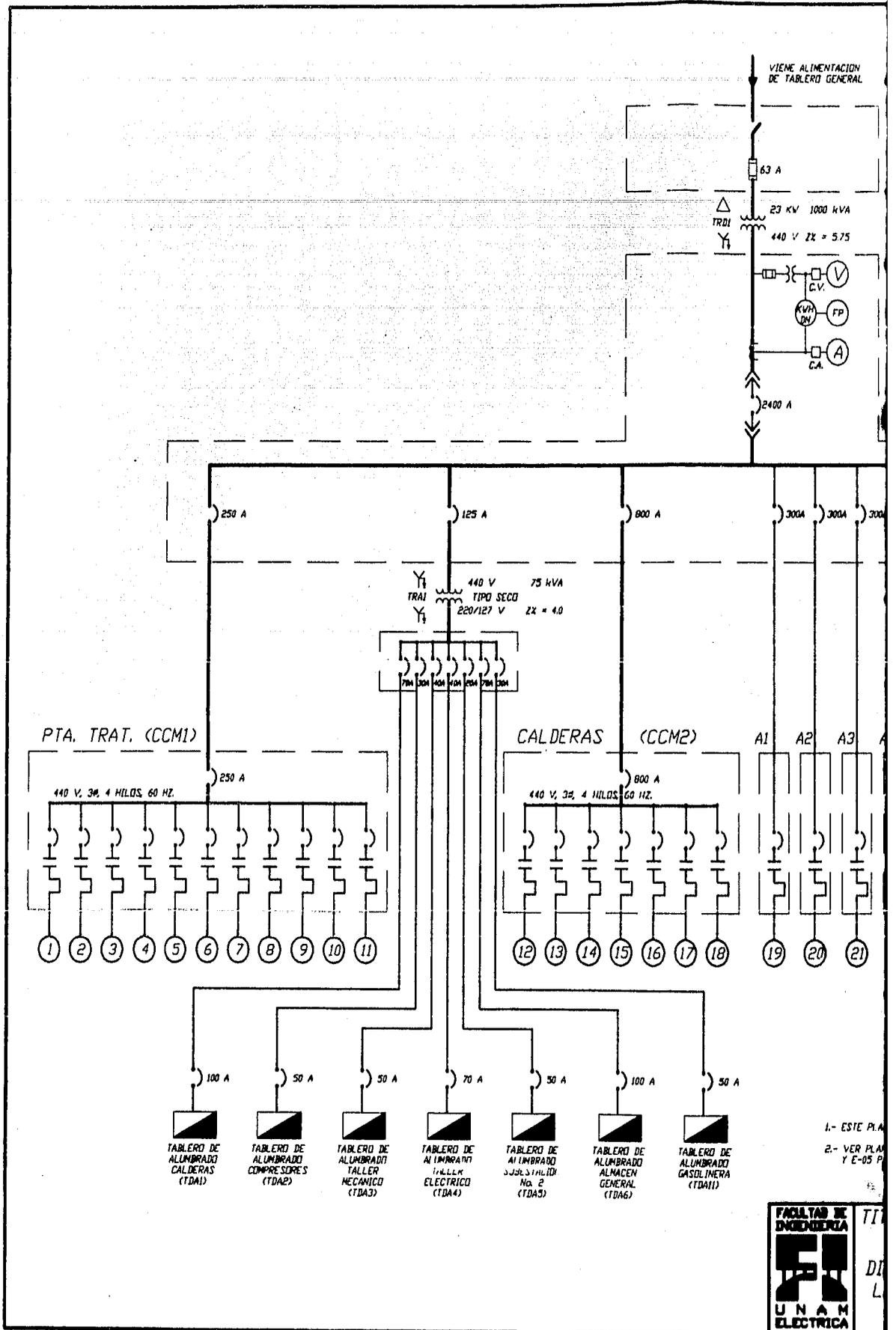
ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS
E LA BASE - SECCION

NUMERO
PI

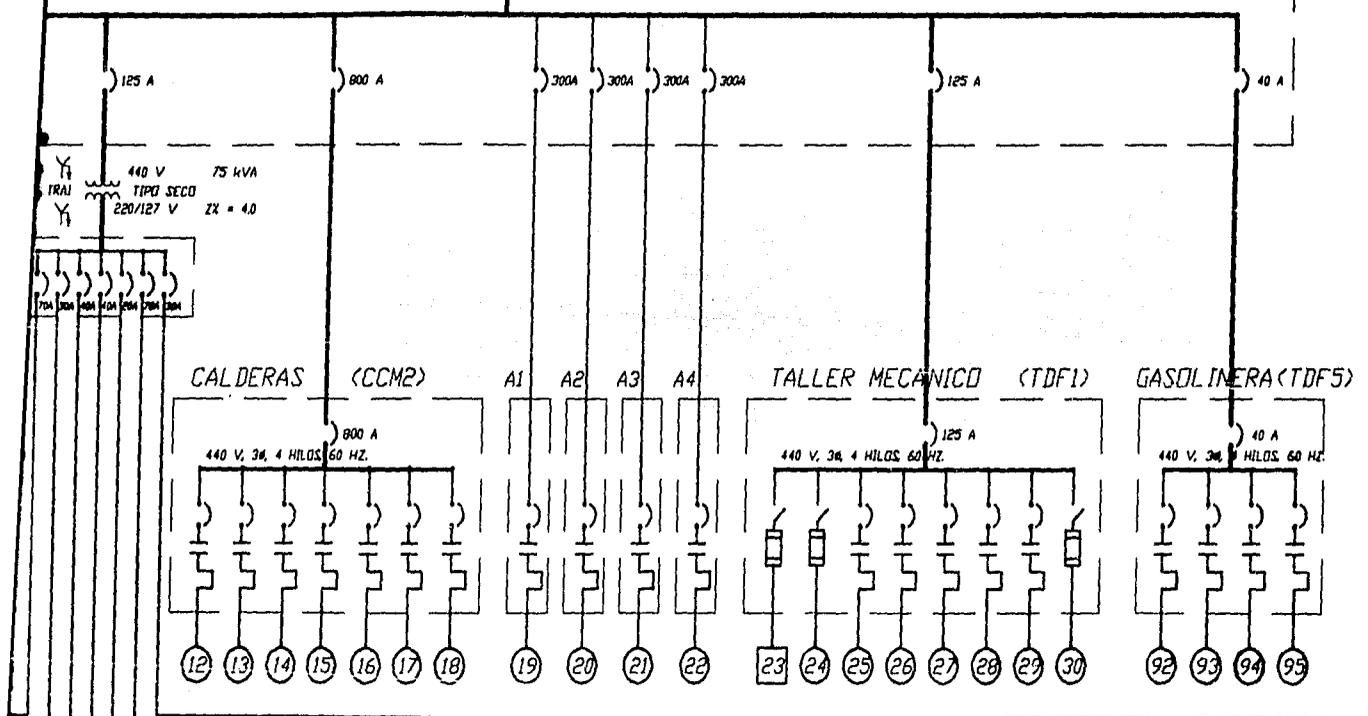
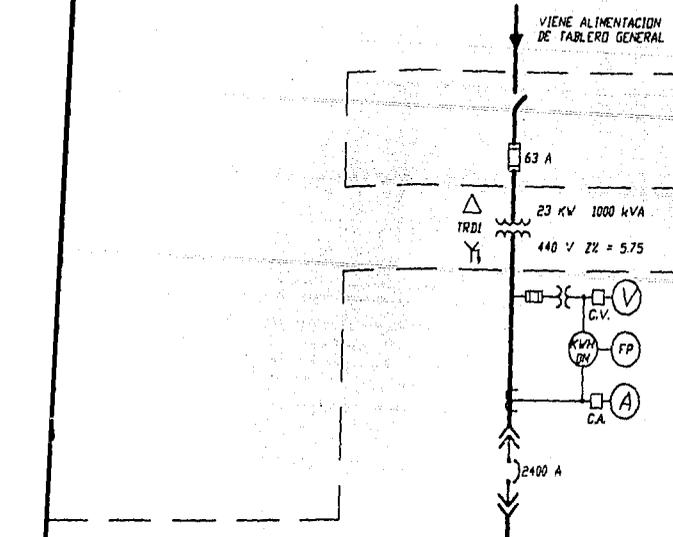
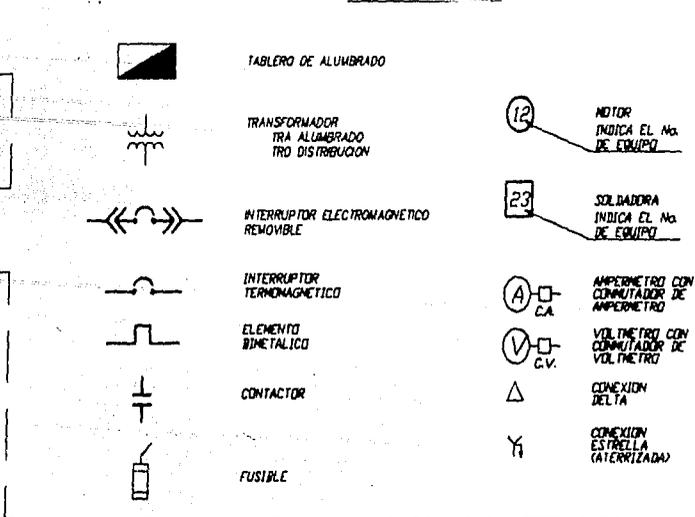


TITULO DE PLANO:
**DIAGRAMA UNIFI-
LAR PLANTA
METAL-MEC.**

| | | | | |
|--------------------|--|-------|--------|-------------|
| PUNTO RESPONSABLE: | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | | | |
| ING: | DIRECCION NORTE 75 No. 5113 CAR. INDUSTRIAL ECOLOGICA CP. 07500 R.P. TETAPALAPA MEXICO DF. | | | |
| REG. No.: | ZONA: PLANTA METAL MECANICA | | | |
| FIRMA: | AREA: | | | |
| REVISOR 1: JC | FECHA: 24/08 | ESD | 199 | PLANO No.: |
| REVISOR 2: JC | FECHA: 24/08 | ADIT. | NETRIS | E-03 |

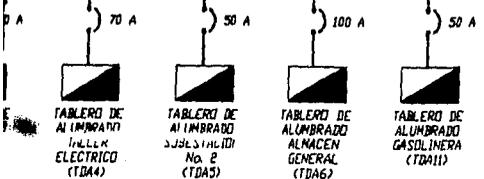


SIMBOLOGIA



NOTAS:

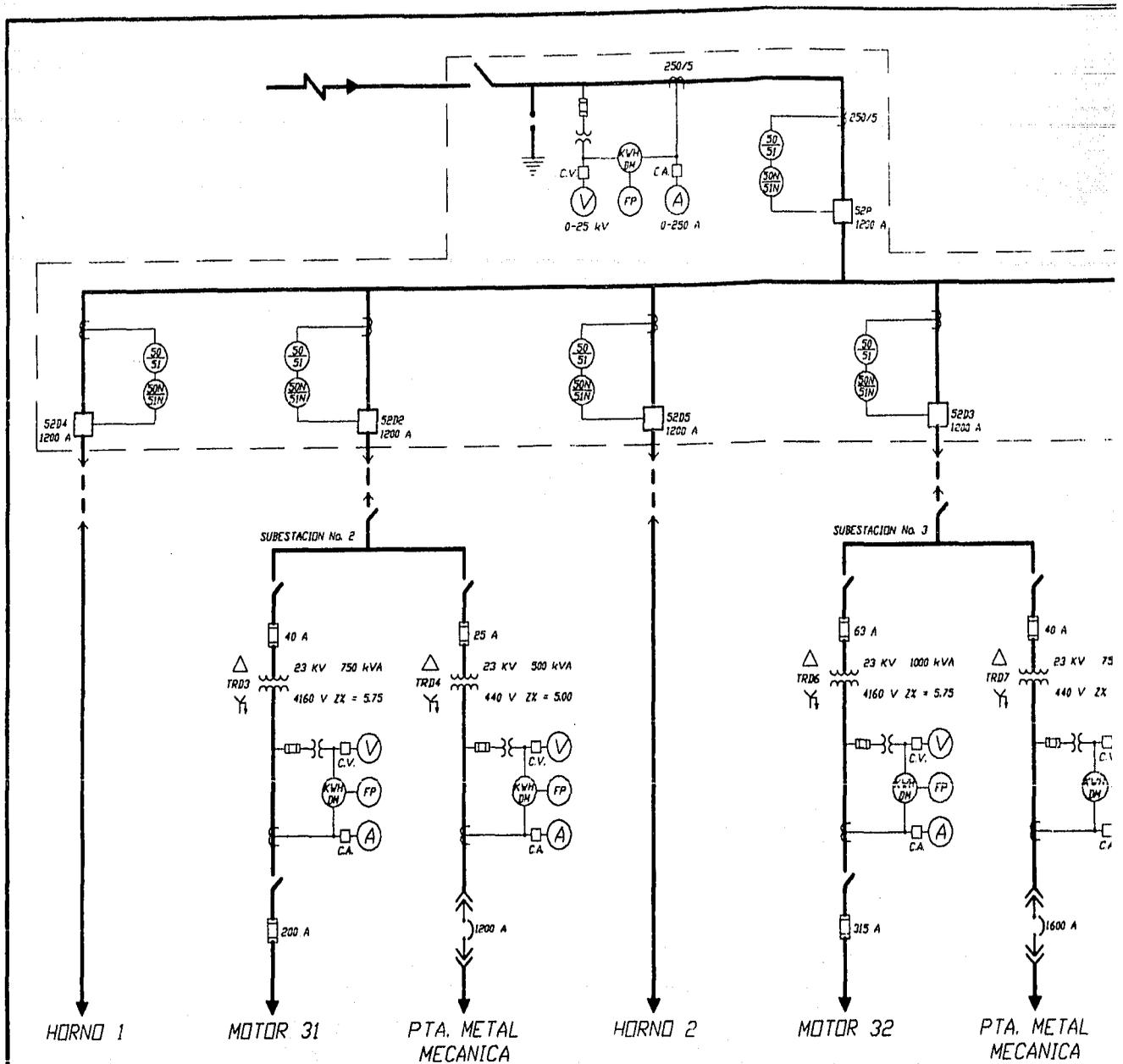
- 1.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-01.
- 2.- VER PLANOS E-06 PARA LISTA DE EQUIPO Y E-05 PARA ALIMENTADORES Y PROTECCIONES.



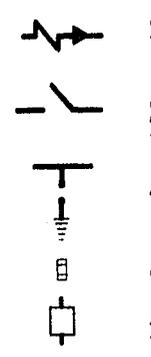
ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE LA BALE - SUZDT

| | | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|------|
| FACULTAD DE INGENIERIA

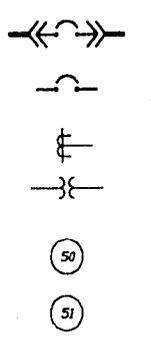
UNAM ELECTRICA | TITULO DE PLANO | PERITO RESPONSABLE | PARQUE INDUSTRIAL RAACH | |
| | DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS GENERALES | ING | DOMICILIO NORTE 70 No. 5113 COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA C.P. 07054 D.F. IZTAPALAPA, MEXICO D.F. | |
| | | REG. No. | ZONA SERVICIOS GENERALES | |
| | | FIRMA | AREA | |
| | | DIBUJO: A.M.A. FECHA: JUL./92 ESC: 1/50 PLANO No. | | |
| | | REVISO: J.B.C. FECHA: JUL./92 ACOT: METROS | | E-02 |
| | | APROBO: A.M.H. FECHA: JUL./92 | | |



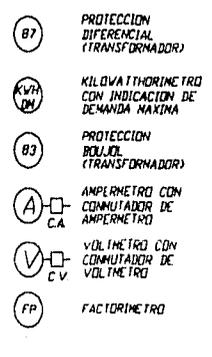
SIMBOLOGIA



ACOMETIDA ELECTRICA POR COMPARTIA SUMINISTRADORA (ClyFC)
 CUCHILLA DESCONECTADORA OPERACION EN GRUPO SIN CARGA
 APARTARRAYOS
 FUSIBLE
 INTERRUPTOR DE POTENCIA



INTERRUPTOR ELECTRO-MAGNETICO RENOVIBLE
 INTERRUPTOR TERMO-MAGNETICO
 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
 TRANSFORMADOR DE POTENCIA
 RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO
 RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE Y TIEMPO INVERSO

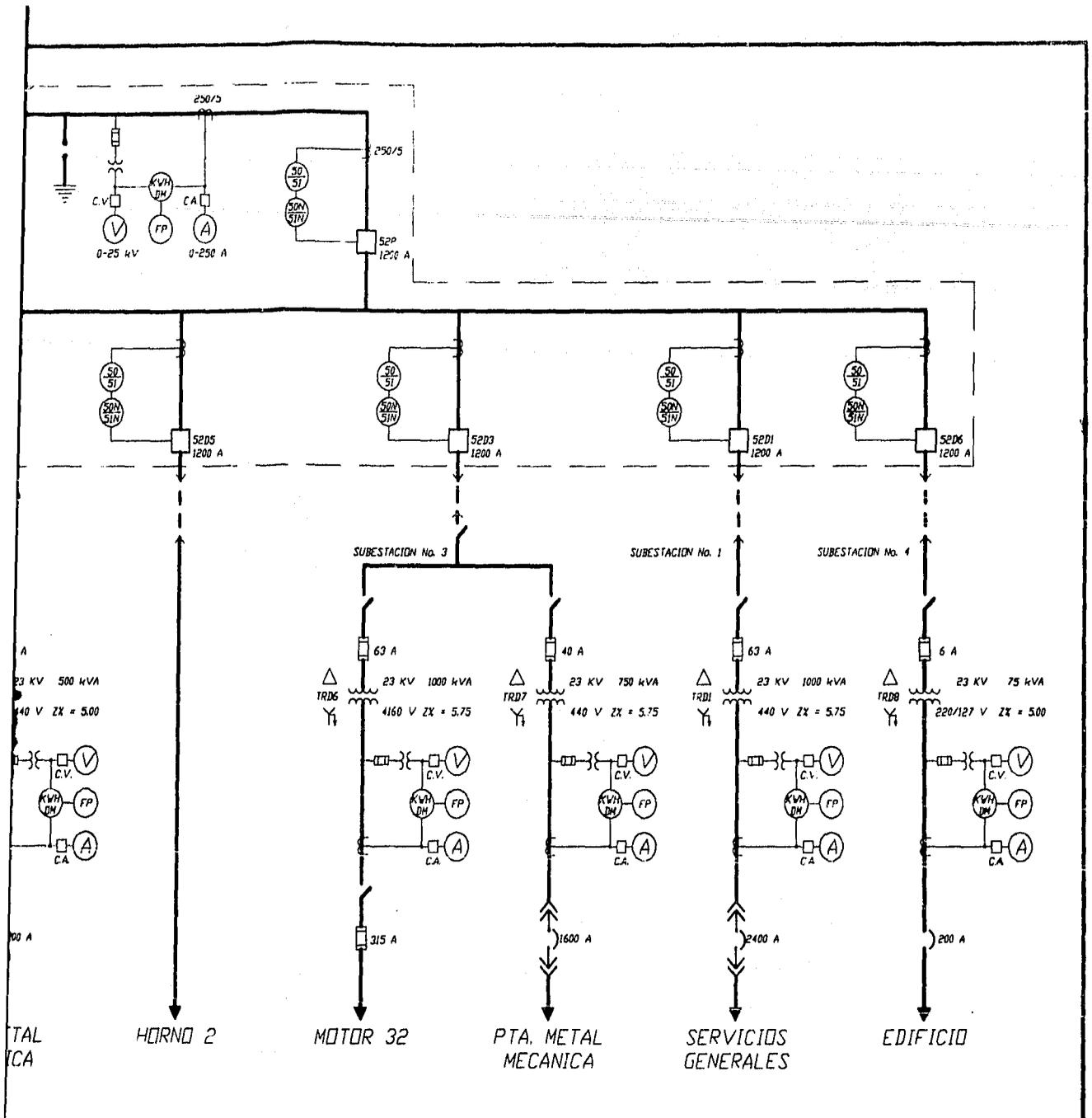


PROTECCION DIFERENCIAL (TRANSFORMADOR)
 KILOVATHORINE TRD CON INDICACION DE DEMANDA MAXIMA
 PROTECCION BOLLER (TRANSFORMADOR)
 AMPERMETRO CON COMUTADOR DE AMPERMETRO
 VOLTIMETRO CON COMUTADOR DE VOLTIMETRO
 FACTORMETRO

NOTAS

- 1- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON...
- 2- LOS INTERRUPTORES DE INTENSIDAD...
- 3- LOS ELECTROMAGNETICOS SON MARCA TRD1 ES UN DS-502 PARA TRD4 ES TRD7 ES UN DS-420 (DE 50 KA DE I TIVA) Y PARA EL TRD8 UN TERMINO TODOS DE LA CAPACIDAD INDICADA.
- 4- LOS FUSIBLES DE LOS MOTORES 31 DE CAPACIDAD INDICADA.

FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM ELECTRICA
TITULO DE PL.
DIAGRAMA UNILAR GENERAL



LOGIA

- INTERRUPTOR ELECTRO-MAGNETICO REMOVIBLE
- INTERRUPTOR TERMO-MAGNETICO
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
- RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO
- RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE Y TIEMPO INVERSO

- (87) PROTECCION DIFERENCIAL (TRANSFORMADOR)
- (KWH DM) KILOWATHORIMETRO CON INDICACION DE DEMANDA MAXIMA
- (83) PROTECCION BOLLID (TRANSFORMADOR)
- (A) AMPERMETRO CON CONMUTADOR DE C.A.
- (V) VOLTIMETRO CON CONMUTADOR DE C.V.
- (FP) FACTORIMETRO

NOTAS

- 1- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-02, E-03 Y E-04
- 2- LOS INTERRUPTORES DE POTENCIA SON SQUARE D, MODELO VAD-27050-124, CON 11 KA DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO
- 3- LOS ELECTROMAGNETICOS SON MARCA SQUARE-D PARA EL TRD1 ES UN DS-532, PARA TRD4 ES UN DS-416, PARA EL TRD7 ES UN DS-420 (DE 50 KA DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA) Y PARA EL TRD8 UN TERMO-MAGNETICO KAL 36200, TODOS DE LA CAPACIDAD INDICADA.
- 4- LOS FUSIBLES DE LOS MOTORES 31 Y 32 SON MARCA ELMEY DE CAPACIDAD INDICADA.



TITULO DE PLANO:
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

PERITO RESPONSABLE:
ING.
REG. No.
FIRMA:

| | |
|--|--|
| FABRICA PARA ENTREN Y FERRAS DE LA INGE - SECOYT | |
| PARQUE INDUSTRIAL RAACH | |
| DOMICILIO NORTE 70 No. 5113, COL. INDUSTRIAL ECOLOGICA, C.P. 07050, D.F. 12TAPALAPA, MEXICO D.F. | |
| ZONA: | AREA: |
| DIBUJO: A.M.A. FECHA: JUL./92 ESC: 1:50 PLANO No. | REVISO: J.B.C. FECHA: JUL./92 ACOT: METROS |
| APROBO: A.M.H. FECHA: JUL./92 | E-01 |