



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA
DE ALUMBRADO Y FUERZA
DE UN HOSPITAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

JOSE LUIS BAUTISTA GARCIA
GERARDO PENICHE VENDRELL
JOSE LUIS RODRIGUEZ ROSALES





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INDICE

	Página
INTRODUCCION .	1
OBJETIVO .	6
CAPITULO I. GENERALIDADES.	9
I.1. Importancia de las Instalaciones Eléctricas .	11
I.2. Instalación Eléctrica y Partes Constitutivas .	14
I.3. Necesidades de Reglamentación	19
I.4. Presentación del Proyecto.	27
CAPITULO II. ANALISIS DE CARGAS.	33
II.1. Tipos de Carga Eléctrica .	35
II.2. Clasificación de las Cargas	36
II.3. Determinación de Cargas de Alumbrado	38
II.4. Diseño de Alumbrado	43
II.5. Niveles de Iluminación	47
II.6. Selección de Lámparas o Fuentes de Iluminación.	51
II.7. Determinación de la Cantidad de luminarios.	55
II.8. Determinación de Cargas de Contactos	82

	Página
II.9. Determinación de Cargas de Fuerza.	87
CAPITULO III. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA.	89
III.1. Análisis de los Sistemas de Distribución.	91
III.2. Circuitos Derivados.	95
III.3. Tableros de Distribución.	103
III.4. Alimentaciones y Canalizaciones.	106
III.5. Sistema de Suministro de Energía.	143
CAPITULO IV. SISTEMAS DE PROTECCION.	195
IV.1. Sistema de Tierras	197
IV.2. Protección contra Sobrecorrientes	213
IV.3. Tablero de Aislamiento	235
CAPITULO V. ESPECIFICACIONES Y COSTOS.	241
V.1. Especificación de las Subestaciones	243
V.2. Especificaciones de la Instalación Eléctrica	254
V.3. Costo del Proyecto	261

	Página
CONCLUSIONES .	287
BIBLIOGRAFIA .	299
APENDICE I.	303
APENDICE II.	335

INTRODUCCION

INTRODUCCION.

El concepto que alienta la labor social de la asistencia médica, ha sufrido transformaciones considerables a través de la historia. El sentido de caridad que prevaleció en siglos anteriores, evolucionó de tal manera hasta convertirse en "obligatoriedad" para la sociedad, con el fin de que todos - sus miembros obtengan condiciones de vida cada vez mejores, siendo la - salud uno de los aspectos más importantes.

El estado como institución, se aboca cada vez con mayor intensidad a la - tarea de resolver este tipo de problemas a través de los organismos que lo integran, ya que a él, le corresponde salvaguardar la salud física y mental de sus habitantes.

Los sistemas de planeación, programación y operación de los países desarollados, tienen modalidades tecnológicas que difícilmente se adaptan a - las necesidades de los de incipiente desarrollo, dado que las condiciones - de estos últimos difieren en un aspecto fundamental: la economía.

Es importante darnos cuenta del crecimiento acelerado del costo de los servi - cios médicos en muchos países y el incremento de los montos de operaci - ón e inversión con respecto a los recursos disponibles; por lo que es com - ún observar en las instituciones encargadas de otorgar los empréstitos un desfinanciamiento progresivo. Por lo tanto, el técnico que labora en la pla-

neación, así como en la operación de unidades hospitalarias, deberá crear conciencia plena de nuestra realidad económica y social.

Los hospitales son el tipo de edificación de costos unitarios más elevados, por lo que los errores en una mala planeación de las instalaciones, así como un diseño inadecuado, incrementará notablemente los costos de inversión y operación.

Es bien importante racionalizar al máximo la planeación de las instalaciones de hospitales; lo que hace necesario formar equipos ó módulos interdisciplinarios especializados, técnicamente instrumentados por normas de planeación, diseño arquitectónico y de ingeniería.

Esto permitirá lograr una mayor flexibilidad, reducirá tiempos y costos de proyectos y construcción, simplificando a su vez, procedimientos de conservación y mantenimiento de las actuales y nuevas unidades médicas, que harán frente al crecimiento y a la demanda de servicios de la población, que se sumarán a la infraestructura material de las instituciones dedicadas a la tarea de salvaguardar la salud.

OBJETIVO

OBJETIVO.

La finalidad del siguiente trabajo es proporcionar, de alguna manera, los criterios necesarios para llevar a cabo el "Proyecto de Instalación Eléctrica de Alumbrado y Fuerza de un Hospital"; basados en normas de ingeniería de proyecto que actualmente son el instrumento técnico de apoyo a los profesionales relacionados con actividades de diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras realizadas por los organismos públicos y descentralizados que conforman en la actualidad el Sector Salud.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1. GENERALIDADES.

1.1. Importancia de las Instalaciones Eléctricas en un Hospital.

En el proyecto de instalación eléctrica de un hospital, independientemente de los factores técnicos que en él intervienen, debe de considerarse el aspecto humano; es decir, contribuir a crear las condiciones adecuadas para:

- que las funciones del hospital se desarrollen con efectividad,
- que el paciente disfrute de confort y tranquilidad,
- que el personal efectúe sus tareas con comodidad, seguridad y - con el menor esfuerzo,
- que se proyecte una imagen de optimismo y confianza, tanto en el interior como en el exterior.

El proyecto en sí es bastante complejo, puesto que cada hospital presenta - una problemática propia; por lo que se deben tomar en cuenta aspectos importantes como:

- tipo,
- tamaño y
- localización.

Además de un mayor conocimiento y entendimiento de la naturaleza física de la electricidad y del control y protección contra ella, como un auxiliar importante en la medicina moderna, no deja de representar un peligro su uso.

Las instalaciones eléctricas de un hospital se fundamentan especialmente en proporcionar energía eléctrica, para que ésta a su vez, sea transformada por elementos y dispositivos, en otra para su aprovechamiento. Los comunmente utilizados son:

Lámparas o luminarios. Con sus características y modalidades diferentes, proporcionan los niveles apropiados de iluminación en diversas zonas del mismo, sobre todo en sitios como: laboratorios, quirófanos, rayos X, curaciones, pediatría, recuperación, etc.

Contactos. Elementos en los cuales se proporciona energía necesaria de acuerdo a los requisitos de las diferentes áreas y de las características propias de seguridad, altura y otros.

Salidas de aparatos especiales. Alimentan eléctricamente a elementos como: autoclaves, marmitas, equipo de rayos X portátil, unidades dentales, esterilizadores, equipos de revelado, etc.

Salidas de fuerza. Al igual que las anteriores, proporcionan energía necesaria para el funcionamiento de equipos de aire acondicionado (ventilación, calefacción, extracción), hidráulicos y sanita-

rios (compresores, circuladores de agua fría y caliente, evacuadores de --
aguas negras y pluviales, bombas, calderas) y elevadores.

Otro aspecto importante tanto en el desarrollo del proyecto, como en la insta
lación misma, es el del personal que ejecutará ambos trabajos. Esto es, de-
berá tener una amplia capacitación y experiencia en este tipo de instalaciones,
además de la coordinación con otras áreas del proyecto, siendo necesario por
lo tanto, la realización de juntas para el intercambio de información; que co-
mo mencionamos, tienen por objeto evitar ajustes posteriores que puedan re-
sultar costosos y en algunos casos imposibiliten la utilización de los sistemas
adecuados.

I.2. Instalación Eléctrica y Partes Constitutivas.

I.2.1. Instalación Eléctrica. - Se entiende por instalación eléctrica, al conjunto de conductores eléctricos, canalizaciones y accesorios - de control y protección, necesarios para interconectar la fuente de energía eléctrica con elementos que la transforman y aprovechan; siendo utilizada en su mayoría por lámparas, motores, aparatos de calefacción, ventilación y demás.

Al realizar el proyecto de instalación eléctrica, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- seguridad,
- capacidad,
- flexibilidad,
- accesibilidad,
- economía y
- confiabilidad.

Seguridad. - En un sistema de distribución, la seguridad es lo más importante, tanto en lo referente a salvaguardar la integridad física de las personas, como a las instalaciones; de tal manera que el peligro de incendio, accidentes o daños se reduzca al mínimo.

Capacidad. - Se debe tener la capacidad suficiente para transportar la cantidad de energía necesaria sin sobrecargas, previendo dentro de los límites razonables, espacios y reservas para futuras ampliaciones.

Flexibilidad. - Deberá existir siempre una cierta flexibilidad en la distribución, a fin de que se puedan hacer cambios mayores.

Accesibilidad. - El sistema de distribución deberá ser accesible, para facilitar las labores de inspección, mantenimiento y posibles cambios a futuro.

Confiabilidad. - Se refiere a la continuidad del servicio, que debido a la importancia del edificio de que se trate, deberá instalarse un servicio de emergencia, generado por una planta privada, preferentemente automática.

Economía. - Aunque la consideración de este concepto se lleve a cabo después de haber observado los anteriores, no por este hecho deja de ser importante, ya que para el proyecto de instalación eléctrica el factor económico es decisivo.

I.2.2. Partes Constitutivas. - Las partes que constituyen una instalación eléctrica son:

- a) Acometida.
- b) Equipo de Medición.
- c) Medio Principal de Desconexión.
- d) Medio Principal de Protección.

e) Sistema de Distribución.

f) Carga Eléctrica.

I. 2. 2. a. Acometida. - Es la parte de una instalación eléctrica proporcionada por la Cía. Suministradora de energía, que se toma en cuenta - desde la línea de alimentación, hasta el punto donde se inicia la instalación en el predio de consumo.

Se le llama también "línea de servicio". La acometida puede ser en dos formas: Aerea (desde el poste de distribución hasta el medidor) y Subterranea (línea que va desde el último punto de distribución hasta el medidor).

I. 2. 2. b. Equipo de Medición. - Es el dispositivo proporcionado e instalado por la Cía. suministradora del servicio, que permite la medición del consumo de energía.

I. 2. 2. c. Medio Principal de Desconexión. - Se denomina así, al elemento eléctrico de fácil acceso, que permite la desconexión de los conductores de entrada del servicio del resto de la instalación.

Puede ser de operación manual, equipado con una manivela y otro medio de operación para tal fin, o en su defecto operado eléctrica y neumáticamente en caso de ocurrir una falla en el servicio de energía.

I. 2. 2. d. Medio Principal de Protección o Cortocircuitos. - Como su nombre lo indica, sirve para la protección de circuitos eléctricos,

interrumpiendo el suministro de energía al resto de la instalación al ocurrir una falla o sobrecarga en ésta; es accionado automáticamente.

I. 2. 2. e. Sistema de Distribución. - Es la alimentación de la energía eléctrica desde la fuente o fuentes de ella, hasta los circuitos que alimentan las cargas. El sistema es una disposición del equipo diseñado para proporcionar la cantidad suficiente de corriente, al voltaje apropiado para cada salida de distribución.

Se compone generalmente de:

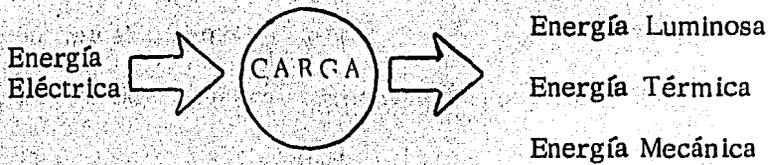
- **Circuitos derivados.** Conjunto de conductores y demás elementos de cada uno de los circuitos, que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobrecorriente en donde termina el circuito alimentador, hasta las salidas de las cargas .

- **Tableros de distribución.** Gabinete metálico que incluye principalmente barras, interruptores y otros dispositivos de protección contra sobrecorriente; se usa generalmente para la distribución de circuitos con cargas pequeñas de alumbrado, fuerza, etc.

- **Alimentadores.** Es el conjunto de conductores y demás elementos de un circuito en una instalación de utilización, que se

encuentra entre el medio principal de desconexión de la instalación y los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados (según NTIE).

I.2.2.f. Carga Eléctrica. - Se llama así al elemento capaz de consumir energía eléctrica, transformandola en energía luminosa, térmica y mecánica:



1.3. Necesidades de Reglamentación.

La necesidad de reglamentación surge a partir de los peligros que corrían las personas en el manejo y control de las instalaciones eléctricas y en los problemas que se tenían en los elementos que las constituyen; entre los que se pueden citar:

- las canalizaciones no eran de la calidad y acabado para cumplir eficientemente su cometido;
- los conductores eléctricos no tenían el aislamiento adecuado para las condiciones de trabajo y ambiente;
- los dispositivos y accesorios de control y protección no eran de cierta uniformidad.

Por estas razones se ejecutaban instalaciones eléctricas de poca eficiencia, vida corta y fallas frecuentes, provocando así pérdidas materiales preferentemente por corto circuito o en el peor de los casos, por explosiones al instalar materiales y equipo no adecuados para los diferentes medios y ambientes de trabajo (locales con ambiente húmedo, seco, de polvos y gases explosivos y de materiales corrosivos e inflamables).

Por todo lo anterior, se tuvo que reglamentar desde la fabricación de materiales, equipos, protecciones, controles, etc., hasta dónde y cómo emplearlos en cada caso.

Para la elaboración del reglamento, fue necesario contar con las observaciones y experiencias realizadas por personas ligadas al ramo, tales como: ingenieros, técnicos, fabricantes y distribuidores de equipos y materiales eléctricos, contratistas e instaladores, dando como resultado la elaboración del Código Nacional Eléctrico (N.E.C.) de los Estados Unidos de Norteamérica, del cual se derivan los reglamentos y normas existentes en México.

Los requisitos contenidos dentro de los reglamentos, se deben considerar como mínimos de seguridad y su cumplimiento permite obtener un servicio satisfactorio; pero no necesariamente representan las condiciones óptimas de servicio, por lo que con frecuencia es recomendable utilizar valores y diseños más amplios, para tener una mejor calidad de servicio y prevenir aumentos de cargas.

La importancia de la reglamentación se puede resumir de la siguiente manera:

- regular las actividades eléctricas,
- evitar la anarquía o desorden en las instalaciones eléctricas,
- evitar un mal diseño que pueda provocar:
 - . peligro de incendio por sobrecalentamiento y corto circuito,
 - . peligro de electrocución o conmoción eléctrica,
 - . daños irreparables o fallecimiento de personas,
 - . bajo rendimiento de equipos por exceso de caída de ten

sión y aumento del costo anual por pérdidas de energía.

aumento del costo inicial por recorridos excesivos de conductores y mal aprovechamiento de canalizaciones.

En conclusión podemos decir que, el objetivo de una reglamentación es primordialmente la protección de la vida humana, así como la de las propiedades de las personas, contra los riesgos que presentan el uso y suministro de energía eléctrica.

I.3.1. Reglamentos Existentes. - En la actualidad se cuenta con dos tipos de reglamentación, a saber:

- **Oficial.** Aquélla que por Decreto o en ejercicio de facultades conferidas, han establecido las dependencias del Ejecutivo Federal, fundamentadas para tal fin. Dichas leyes y reglamentos son:

i) Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

ii) Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.

iii) Reglamento de Instalaciones Eléctricas y Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

- **Particular.** - Realizada por Organismos Descentralizados e Instituciones que, dentro de sus funciones, realizan actividades de diseño y construcción de obras eléctricas. En este tipo

de reglamentación tenemos:

- 1) Normas de Ingeniería de Diseño (Instalación Eléctrica).

I.3.1.1. Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Publicada en el Diario Oficial de la Federación del 22 de diciembre de 1975. Es el instrumento de legislación vigente, en cuyo artículo 28, trata lo referente al proyecto previo a la ejecución de las obras, que a la letra dice: "los proyectos eléctricos deberán cumplir con los requisitos técnicos que fijan los reglamentos, para ser previamente aprobados y llevar a cabo la ejecución de la obra eléctrica".

Así también, en el artículo 29 señala que: "los equipos, materiales y aparatos o dispositivos destinados al uso de la energía eléctrica, no podrán utilizarse si las características técnicas y de seguridad son diferentes a las aprobadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial".

Las ventajas que representa el artículo 29 de ésta Ley son:

- utilización de material aprobado e inspeccionado,
- confianza en el buen funcionamiento,
- mayor seguridad al usuario y
- protección para el contratista de instalaciones eléctricas.

I.3.1.2. Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica. Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 4 de octubre de 1945. Entre otras cosas señala en su capítulo XI, lo referente a las obras e instalaciones eléctricas; en el capítulo XVIII, a la dependencia de gobierno encargada de la inspección y vigilancia, donde el organismo rector actualmente es la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (antes Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial).

I.3.1.3. Reglamento de Instalaciones Eléctricas y Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas. - Deroga al anterior Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas (R.O.I.E.), publicado en el Diario Oficial del 31 de marzo de 1950. El actual se publicó el 22 de junio de 1981, entró en vigor un mes después, el 23 de julio del mismo año y - dió origen a las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas (N.T.I.E.), - publicadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (SePaFin).

Estructura de las Normas Técnicas. Son un complemento al Reglamento de Instalaciones Eléctricas, cuya finalidad es la de establecer los requisitos técnicos y de seguridad de las instalaciones, destinadas al suministro y uso de energía eléctrica. Están constituidas de seis capítulos:

Capítulo I. Generalidades.

Capítulo II. Proyecto y Protección de Instalaciones.

- a) Acometidas.
- b) Alimentadores.
- c) Protección contra Sobrecorriente.
- d) Puesta a tierra.

Capítulo III. Métodos de Instalación.

- a) Conductores.
- b) Canalizaciones.

Capítulo IV. Equipo Eléctrico Diverso.

- a) Alumbrado y Contactos.
- b) Aparatos Eléctricos.
- c) Motores.
- d) Tableros.

Capítulo V. Instalaciones Especiales.

- a) Lugares peligrosos.
- b) Emergencia.
- c) Elevadores.

Capítulo VI. Subestaciones.

Anterior a la publicación en el Diario Oficial del 29 de diciembre de 1982; de las Reformas y Adiciones a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, el organismo rector de todo proyecto de instalación y obra eléctrica era la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (SePaFin), teniendo a su vez en orden descendente de jerarquía como dependencia, a la Subsecretaría de Energía y Minas, siguiéndole la Subdirección General de Electricidad,

la que se formaba de los siguientes Departamentos:

- De Servicio al Público.
- De Proyectos.
- De Registro de Responsables.
- De Autoabastecimiento.
- De Instalaciones Eléctricas.

Las funciones y facultades de esta Subdirección, son:

- Verificar que los proyectos eléctricos se apeguen a la reglamentación vigente (Revisión de Proyectos).
- Verificar la seguridad de las instalaciones eléctricas (Inspección de Instalaciones).
- Registrar y controlar a los profesionales responsables de proyectos y obras eléctricas (Control de Peritos).
- Controlar y otorgar licencias de autogeneración (Permisos de Autoabastecimiento).
- Auxiliar en la actualización de normas y reglamentos.
- Dirimir conflictos entre usuarios y la Cía. suministradora del servicio.

Actualmente y salvo el cambio de la anterior SePaFlin, por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, las funciones anteriormente señaladas de los organismos, siguen siendo las mismas; con pequeños cambios en

su estructura y en las personas al frente de ellos.

Finalmente, cabe hacer notar que el carácter y aplicación, tanto del Reglamento como de las Normas Técnicas, es únicamente para la República Mexicana.

I.3.1.4. Normas de Ingeniería de Diseño. - Son de carácter particular, creadas y utilizadas por organismos descentralizados e instituciones, que además de otras funciones, llevan a cabo el diseño y construcción de instalaciones hospitalarias en general. Dichas dependencias son:

- a) Secretaría de Salubridad y Asistencia (S.S.A.).
- b) Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (D.I.F.).
- c) Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (I.S.S.S.T.E.).
- d) Instituto Mexicano del Seguro Social (I.M.S.S.).

Es este último, el que mayor número de obras lleva a cabo en el territorio nacional a todos los niveles. Por lo tanto y debido a que el proyecto a realizarse es referente a la instalación eléctrica de un hospital, se utilizarán dichas normas, en lo referente a Instalaciones Eléctricas; las cuales se apegan estrictamente a las disposiciones, especificaciones y sanciones que establece el Reglamento de Instalaciones Eléctricas y las Normas Técnicas vigentes.

1.4. Presentación del Proyecto.

El suministro y distribución de la energía eléctrica constituye la base de las instalaciones de un hospital, pues todas están, de alguna manera subordinadas directa o indirectamente a ella, pudiéndose afirmar que la energía eléctrica es la fuente de energía de la cual dependen casi todas las actividades de un hospital moderno.

Debido a la importancia y complejidad del proyecto de instalación eléctrica, se establecerá un orden de estrategias para la mejor solución de los problemas que se presenten en el desarrollo del mismo, siendo las siguientes:

Análisis y clasificación de los diferentes tipos de cargas de alumbrado. Son el proyecto de iluminación, en el cual intervienen aspectos como:

- forma y dimensiones de cada área,
- uso de la misma,
- tipo de labor a desarrollar,
- acabados en piso, techo y muros.

Para su solución se tiene:

- determinación de los niveles de iluminación de acuerdo a las tablas, establecidas en las Normas de Ingeniería de Diseño (Instalación Eléctrica) del Instituto Mexicano del Segu-

ro Social (IMSS),

- selección de luminarios por el tipo de luz (incandescente, fluorescente, mercurial, etc.), por el tipo de gabinete (directa, indirecta o mixta), por el tipo de difusor (liso, es-- triado, plástico, acrílico, cristal, etc.),
- de acuerdo a las características del local, los índices ade- cuados,
- selección del factor de mantenimiento,
- determinación del coeficiente de utilización correspondien- te,
- aplicación de fórmulas para la determinación del total de - lámparas,
- obtención del número de luminarios, de acuerdo a la canti- dad de lámparas en cada uno,
- dibujo sobre planos de los resultados anteriores.

Determinación de las cargas de contactos y fuerza.

En este punto se considerarán las cargas de aparatos definidos e in- definidos, así como la capacidad de los equipos de aire acondiona- do, hidráulicos y sanitarios, especiales y elevadores (si los hubiera).

Al igual que en el punto anterior, se hace necesario el dibujo en los planos de los resultados obtenidos.

Selección del sistema apropiado de distribución - secundaria. Tomando en cuenta la capacidad de los circuitos derivados, como resultado de la formación de los mismos y de acuerdo a la capacidad permisible, se harán entonces circuitos derivados de alumbrado, contactos y fuerza respectivamente, tanto en servicio normal como de emergencia.

Como consecuencia de lo anterior, se conformarán los centros de carga o tableros de distribución (normal y emergencia), de acuerdo a su capacidad, tamaño y ubicación en las áreas respectivas.

Cálculo de alimentaciones y canalizaciones. De acuerdo a la carga permisible, caída de voltaje y cantidad de corriente manejada por cada uno de los circuitos derivados, se tomará en cuenta la distancia de éstos al centro de carga como uno de los factores importantes en dicho cálculo; asimismo, se obtendrán los valores de las protecciones de los centros de carga.

Análisis de los sistemas de protección y conexión a tierra. Tal como lo señala el Reglamento y las Normas respectivas, debe llevarse a cabo como medida de protección en la instalación eléctrica un sistema de conexión a tierra; sobre todo en áreas

como quirófanos, salas de expulsión y labor de parto, que por su manejo de gases se consideran peligrosos, donde una explosión puede ocurrir como resultado de un arco creado por un aparato eléctrico o una chispa generada por la descarga de electricidad estática; así como también para la protección del personal de mantenimiento y del equipo mismo en el área de casa de máquinas, subestación eléctrica y planta de emergencia.

Suministro de energía eléctrica. Punto importante dentro de este trabajo. Se realizará después de haber sumado todas las cargas conectadas, aplicando el factor de demanda respectivo y las fórmulas apropiadas para obtener la capacidad del transformador; ya que la alimentación de energía secundaria, deberá ser suficiente para soportar la carga máxima demandada, con reservas para futuros aumentos en ella. Por lo tanto el tamaño de la subestación eléctrica, estará en función de la demanda máxima.

La alimentación primaria (alta tensión) es casi obligatoria en un hospital, debido a las elevadas cargas instaladas; en tal caso, se tendrá una o más subestaciones transformadoras, dependiendo del tamaño del hospital, de su construcción en diversos pabellones y de la localización de las grandes concentraciones de carga.

Dicha alimentación se hará a una subestación receptora, de donde

saldrán las líneas de alta tensión alimentadoras de las otras subestaciones, de preferencia en forma subterránea. La medición será de acuerdo a las exigencias en alta o baja tensión.

Sistema de emergencia. La necesidad de instalar un sistema de emergencia representa un factor importante, puesto que el hospital, es una institución que no puede prescindir del suministro de energía eléctrica durante las veinticuatro horas del día, ya que muchos aparatos médicos requieren de la misma para su funcionamiento y la interrupción en el abastecimiento de energía, por pequeño que sea el espacio de tiempo, podrá significar la pérdida de una vida humana. Así, la selección de la fuente generadora estará en función del cálculo de las cargas de emergencia demandadas.

Análisis de costos. El último y no menos importante de los puntos que comprende el proyecto, dentro del cual intervienen factores como: mano de obra calificada, costo de los materiales y equipo eléctrico, fletes y maniobras, gastos de administración e indirectos; así como también en detalle, las especificaciones de los citados materiales y equipos, indicando sus características técnicas.

CAPITULO II

ANALISIS DE CARGAS

II. ANALISIS DE CARGAS.

II.1. Tipos de Carga Eléctrica.

Como se mencionó anteriormente, carga eléctrica es: "la potencia demandada en un momento determinado por uno o más aparatos o dispositivos de uso, conectados a un circuito eléctrico".

Existen varios tipos de carga eléctrica, con características y usos diferentes entre si, los cuales han sido diseñados y construídos para llevar a cabo el consumo y transformación de la energía eléctrica, en otra para su uso (energía mecánica, energía luminosa, energía calorífica); siendo los más usuales:

- Lámparas: incandescentes, fluorescentes, vapor de sodio alta y baja presión, vapor de mercurio, etc.
- Contactos: monofásicos, trifásicos, de media vuelta, etc.
- Equipos: manejadoras de aire, unidades de ventana, ventiladores (extracción e inyección), compresores, motores, lavadoras, esterilizadores, parrillas, cocinetas, bombas para agua, equipos de rayos X (portatil y fijo), etc.

II. 2. Clasificación de las Cargas.

De acuerdo a su uso, las cargas eléctricas se pueden clasificar en:

- a) Cargas de Alumbrado.
- b) Cargas de Contactos.
- c) Cargas de Fuerza.

II. 2. a. Cargas de alumbrado. - Se refiere a los dispositivos y aparatos que transforman la energía eléctrica específicamente en energía luminosa; pudiendo ser del tipo utilitario u ornamental.

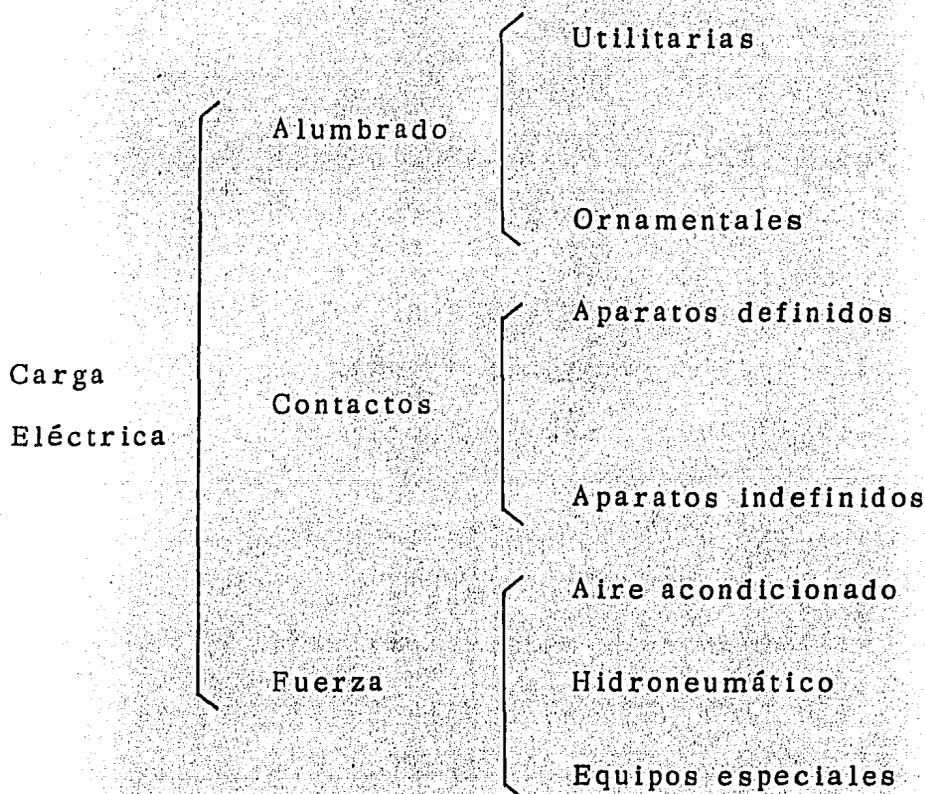
II. 2. b. Cargas de contactos. - Son el conjunto de receptáculos - previstos como salidas de instalación eléctrica, que sirven para recibir clavijas de cordón flexible de los aparatos. Este tipo de cargas pueden ser de aparatos definidos o indefinidos.

En nuestro caso, dentro de las cargas de aparatos definidos tenemos: los refrigeradores, las incubadoras y los equipos fijos, además de los localizados en las guías mecánicas. Como cargas de aparatos indefinidos, todos aquellos que se desconoce su uso y los no incluidos en las guías.

II. 2. c. Cargas de fuerza. - Son el conjunto de aparatos no incluidos en los anteriores y que transforman la energía eléctrica en energía mecánica, calorífica y demás. Dentro de este grupo tenemos a los equipos de aire acondicionado (ventiladores de extracción e inyección, ma

nejadoras de aire, unidades de ventana), equipo hidroneumático (bombas de agua, compresoras, motores) y los equipos especiales (rayos X fijo y portátil, esterilizadores, salamandras, marmitas, unidad dental).

En el siguiente diagrama, se muestra la clasificación general de las cargas eléctricas:



II.3. Determinación de Cargas de Alumbrado.

El proyecto de los modernos sistemas de alumbrado suele no ser muy complicado, si se tienen procedimientos prácticos y sencillos. Sin embargo, el arte y la técnica de la iluminación tienen un campo más amplio y requieren de un mayor conocimiento y entendimiento de la naturaleza física de la luz y de su control.

La ciencia de la visión, los principios del diseño arquitectónico y estructural, las tareas visuales, las fuentes de luz, los equipos de alumbrado y sus accesorios deben tomarse en cuenta en la realización del citado proyecto.

II.3.I. Planteamiento del problema de alumbrado. - En el planteamiento del problema de alumbrado, se pueden señalar algunos factores que deben analizarse para determinarlo y comprenderlo ampliamente:

- dimensiones y forma de la superficie a iluminar,
- proyecto arquitectónico y detalles estructurales,
- utilización del área por iluminar,
- determinación de las tareas visuales,
- información de otros detalles (acabados, localización de mobiliario y equipo, salidas de aire acondicionado, etc.).

De acuerdo a lo anteriormente señalado, en nuestro caso se pueden citar algunas de las áreas del hospital y determinar sus funciones y tareas visuales,

así como a quién afecta primordialmente:

- Hospitalización. Enfermos y personal de enfermería.
- Terapia (Diagnóstico y Urgencias). Médicos y personal paramédico y especializado en el manejo de equipo electromédico.
- Cirugía. Médicos, pacientes, personal de enfermería y asistentes.
- Clínica. Médicos, pacientes y familiares.
- Servicios Intermedios y Auxiliares. Personal de cocina, lavandería, intendencia, mantenimiento, etc.
- Gobierno. Personal de oficina.

Como se puede observar, existen áreas de trabajo intenso con tareas visuales agudas, de trabajo normal, zonas de reposo y descanso, circulaciones y salas de espera.

II.3.2. Factores que determinan las cargas de alumbrado.

Los factores principales que intervienen en la determinación de las cargas de alumbrado, son:

- a) Nivel de iluminación.
- b) Cantidad de luz incidente.
- c) Cantidad de luz emitida.
- d) Número de lámparas.
- e) Número de luminarios.

II.3.2.a. Nivel de iluminación. - Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie.

Su unidad es el Lux, que se define como: "la iluminación en un punto A sobre una superficie que se encuentra a 1 metro de distancia (en dirección perpendicular), de una fuente luminosa de una candela o bujía".

También se puede definir como: "la intensidad de iluminación sobre una superficie de 1 m²., en la cual se encuentra uniformemente distribuido un lumen"; pudiendo expresarlo de la siguiente manera:

$$E = F/S$$

donde:

E = nivel luminoso (luxes).

F = flujo luminoso (lumenes).

S = área por iluminar (m².).

II.3.2.b. Cantidad de luz incidente. - Es la magnitud de flujo luminoso que llega a una superficie; de donde flujo luminoso es la emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas, que estimula el sentido de la vista.

Su unidad es el Lumen que se define como: "la cantidad de flujo luminoso incidente sobre una superficie de 1m²., dispuesta de tal manera que cada uno de los puntos diste 1 metro de una fuente de luz teórica, que emite uniformemente una candela en todas direcciones, considerando que la superficie de

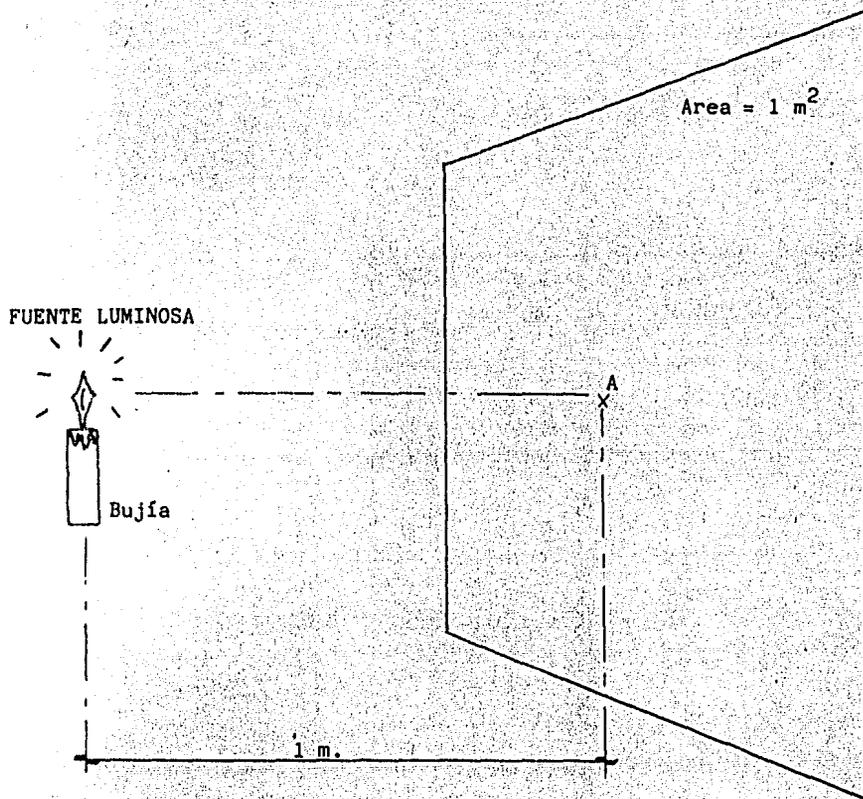


Fig. II.1 Cantidad de Energía Luminosa Incidente (LUX).

iluminación es generalmente plana" (figura II.1).

En el sistema inglés al lumen se le denomina foot-candle o pie-bujía, equivalente a 10.76 luxes.

II.3.2.c. Cantidad de luz emitida. - Es la magnitud de flujo luminoso que genera una lámpara.

A la relación de la cantidad de luz incidente con respecto a la cantidad de luz emitida, se le denomina Coeficiente de Utilización (CU), el cual se define como: "el cociente de la cantidad de lumenes que llegan al plano de trabajo, entre los lumenes totales generados por la lámpara", de donde:

$$CU = \frac{\text{cantidad de luz incidente}}{\text{cantidad de luz emitida.}}$$

II.3.2.d. Número de lámparas. - Es la cantidad de lámparas capaces de proporcionar los luxes necesarios para iluminar una determinada superficie.

II.3.2.e. Número de luminarios. - Es la cantidad de unidades de iluminación seleccionada, que se obtienen dependiendo del número de lámparas que estén consideradas en cada una de ellas.

II. 4. Diseño de Alumbrado.

Como un complemento en la determinación de las cargas de alumbrado y para realizar el diseño de alumbrado, deben considerarse además los siguientes aspectos:

- a) Sistemas de alumbrado.
- b) Tipos de iluminación.
- c) Características de los difusores.

II. 4. a. Sistemas de alumbrado. - Los sistemas de alumbrado y control de la luz, que se diferencian por la manera en que la misma es dirigida hacia el área de trabajo, son:

- Alumbrado directo. Iluminación eficiente en las áreas de trabajo, tomando en consideración que al aplicarlo, no cause excesiva brillantez, sombras profundas y deslumbramiento.
- Alumbrado semi-directo. Utilizado generalmente en industrias, donde se desea que una parte de la luz vaya hacia arriba.
- Alumbrado directo-indirecto o general difuso. Se logra con la luminaria fluorescente directa-indirecta, que tiene en la parte inferior una especie de persiana a base de listones cruzados que cierran el punto de visión.

El general difuso se puede lograr con una esfera de vidrio, proporcionando iluminación de difusión general y distribuida con la misma intensidad aproximadamente en todas direcciones.

- Alumbrado semi-indirecto. En este tipo de alumbrado, la parte superior de la lámpara está abierta y la inferior hecha de una sola pieza de plástico difusor.
- Alumbrado indirecto. Con este sistema no llega la luz directamente al plano de trabajo, dado que la fuente luminosa está oculta en todos y cada uno de los ángulos de la visión normal.

En la tabla II.1 se muestran los porcentajes de los componentes hacia arriba y hacia abajo, de los sistemas anteriormente señalados:

Tabla de sistemas de alumbrado. (Tabla II.1)

Tipo.	Componente			
	hacia arriba %		hacia abajo %	
Directo.	0	- 10	90	- 100
Semi-directo.	10	- 40	60	- 90
Directo-indirecto o general difuso.	40	- 60	40	- 60
Semi-indirecto.	60	- 90	10	- 40
Indirecto.	90	- 100	0	- 10

II.4.b. Tipos de iluminación. - Son los que determinan la posición y ubicación de los luminarios en el área de trabajo, siendo los siguientes:

General. Es la iluminación total del local, siendo por lo tanto - el número de luminarios calculados y distribuidos en forma simétrica.

General localizada. Es la iluminación adicional a cada uno - de los aparatos o máquinas en el área de trabajo, además del alumbrado general.

Suplementaria. Es la iluminación adicional para un determinado aparato o máquina.

II.4.c. Características de los difusores. - Tienen como finalidad la de distribuir el flujo luminoso en la zona de deslumbramiento directo.

Reciben también el nombre de lentes o controlentes, siendo éste el - elemento que determina la calidad distintiva de la eficacia y baja brillantez -- del luminario. El material empleado en su construcción debe de ser estable - en sus características, incluyendo la de absorber un mínimo del flujo luminoso. El vidrio y el acrílico, son de los pocos materiales utilizados con los requisitos mencionados, los que a su vez, tienen un coeficiente de absorción lumínica del 2% aproximadamente.

El mínimo espesor recomendable es de 4 mm. La importancia de que el con--

controlante sea de la más baja brillantez posible, se debe a **que es el factor básico** que permite establecer el medio circundante, **confortable y óptimo** posible al proceso de la visión.

La función del controlante es la de dirigir los rayos que **provienen** del reflector de la lámpara, cuyos principales propósitos son:

- **completar la acción del reflector,**
- **impedir una visión directa de la propia fuente, y**
- **distribuir e igualar la brillantez sobre la superficie de la pantalla.**

II.5. Niveles de Iluminación.

En una adecuada selección de los niveles de iluminación, se deben tomar en consideración las tareas visuales, los factores de reflexión o brillantez y los planos horizontales y verticales de la superficie por iluminar. Un dato fundamental en el cálculo del proyecto de alumbrado, es la cantidad de luz a proporcionar en una determinada área.

La Illuminating Engineering Society (I. E. S.) y la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (S. M. I. I.), establecen los Niveles Mínimos de Iluminación, recomendados para el alumbrado general de interiores.

Dichos tabuladores están calculados en función de todas y cada una de estas tareas, las cuales se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Grandemente severas	5,000 a 10,000 luxes.
- Muy severas	2,000 a 5,000 "
- Severas	1,000 a 2,000 "
- Ordinarias	300 a 1,000 "
- Fáciles	menos de 300 a 300 "

Los niveles de 10,000 luxes y mayores, son para aplicaciones especiales como mesas de cirugía, autopsias, citoscopías y urgencias. Las intensidades de 2,000 o más luxes se pueden obtener con una combinación de alumbrado general y complementario.

II.5.1. Niveles de iluminación requeridos en las diferentes áreas del hospital. - Con la finalidad de determinar el número de luminarios requeridos en cada área, tipo de iluminación y control de los mismos, las Normas de Ingeniería de Diseño (Instalaciones Eléctricas), editadas por el I.M.S.S., establecen los niveles de iluminación mínimos para cada una de las áreas que componen las edificaciones proyectadas por dicho instituto, así como para las de otros organismos tanto públicos como privados.

Para nuestro problema, se tomarán en cuenta los niveles recomendados para las zonas contenidas en el proyecto del hospital, las cuales se señalan en la siguiente tabla:

Tabla II.2
NIVELES DE ILUMINACION

Lugar	Nivel Luxes	Tipo Iluminac.	Control	Observaciones
Aislados Pediatría	200	fluoresc.	apagador	Tipo vita-lite
Almacén General	200	"	"	Tiras luminosas
Almacén Mantenimiento	100	"	tablero	
Archivo Expedientes	200	"	apagador	
Aula	275	"	"	
Bodegas	100	incandesc.	"	
Casa de Máquinas	200	fluoresc.	"	Considerar <u>aco</u> modo equipo.
Central de Enfermeras	275	"	"	
CEYE- Area de Trabajo	250	"	"	
CEYE- Autoclaves	150	incandesc.	"	
Circulación General	200	fluoresc.	tablero	
Circulación Blanca	250	"	"	
Circulación Gris	250	"	"	
Cocina	300	"	apagador	
Comedor	100	incandesc.	"	
Consultorio Dentista	275	fluoresc.	"	
Consultorio Medicina Gral.	275	"	"	
Cuarto de Aseo	100	incandesc.	"	
Cuarto Médico	275	fluoresc.	"	
Cuarto Oscuro	75	incandesc.	"	Foco blanco y <u>ro</u> jo, luz piloto.
Cuarto Séptico	100	"	"	
Cubículo Labor de Parto	275	fluoresc.	"	
Cubículo Observación Gral.	275	"	"	
Cubículo Toma de Muestras	250	"	"	
Cuneros	200	"	"	Tipo vita-lite
Curaciones	300	"	"	
Encamados		Lámpara de ca- becera y veladora	"	
Farmacia- Estantería	250	fluoresc.	tablero	Tiras luminosas
Identificación Cadáveres	300	"	apagador	
Jefe de Mantenimiento	200	"	"	
Laboratorio	300	"	"	
Lavabo de Cirujanos	275	"	"	
Lavabo de Instrumental	275	"	"	
Lavandería- Area de Trabajo	200	"	"	
Oficina del Director	275	"	"	

Lugar	Nivel Luxes	Tipo Iluminac.	Control	Observaciones
Oficina Medicina Preventiva	275	fluoresc.	apagador	
Prematuros Pediatría	200	"	"	Tipo vitá-lite
Quirófano	600	"	tablero	Libre el área central.
Rayos X - Caseta de Control	100	incandesc.	apagador	Foco blanco y rojo, luz piloto.
Rayos X - Interpretación	150	fluoresc.	"	
Rayos X - Vestidor	100	incandesc.	"	
Recuperación Paciente	200	"	"	Lámpara cabece <u>ra</u> .
Regaderas	75	"	"	A prueba vapor.
Rehidratación Pediatría	275	fluoresc.	"	
Ropería	75	incandes.	"	
Sala de Día - Pediatría	150	fluoresc.	"	
Sala de Espera	200	"	tablero	Combinado con iluminación <u>am</u> biental.
Sala de Expulsión	600	"	"	Libre zona cen <u>tr</u> al.
Sala de Rayos X	75	incandes.	apagador	Foco blanco y - foco rojo.
Sanitarios General	100	"	"	
Sanitarios Pacientes	100	"	"	Puede ser fluo <u>res</u> cente.
Secretarías	275	fluoresc.	"	
Subestación Eléctrica	200	"	"	Considerar aco <u>mo</u> equipo.
Taller de Mantenimiento	250	"	"	
Trabajo Social	275	"	"	
Vestidores en Gral.	100	incandes.	"	
Vestidores y Baños Médicos	100	"	"	
Vestíbulo Principal	200	fluoresc.	tablero	Pueden ser <u>plaf</u> ones.
Vestíbulo Secundario	200	"	"	"

II.6. Selección de Lámparas o Fuentes de Iluminación.

Un factor importante en un sistema de alumbrado, es la selección adecuada de la fuente lumínica, cuya eficiencia está en razón directa con la medición de los lúmenes por watt de ésta; pudiendo por lo tanto, encontrar la del sistema.

Además de la eficiencia, intervienen otros factores tales como:

- color de la luz (espectro luminoso),
- potencia lumínica,
- vida útil (depreciación),
- color emitido,
- efecto de la temperatura ambiente,
- facilidad de mantenimiento, etc.

Las lámparas incandescentes producen un color blanco amarillento; cuando la tensión baja el color se vuelve más amarillo y cuando aumenta, se muestra más blanca. Las lámparas fluorescentes se fabrican para producir varios tipos de iluminación:

- color blanco (3,500 °K)
- blanco frío (4,500 °K)
- luz de día (6,500 °K)

Las lámparas de vapor de mercurio dan colores azul verdoso, exento de amarillo-anaranjado o rojo. Las de vapor de sodio contienen más amarillos.

Las lámparas incandescentes, de vapor de sodio y de mercurio, son consideradas como fuentes puntuales, puede ser controlada la luz por medio de refractores y sufractores. Las lámparas fluorescentes son fuentes de luz lineales, de aquí que su luz sea difusa y su control se limite a su armadura y difusores.

La potencia luminosa se expresa en lumenes, por lo que la selección de la fuente lumínica está en función de los lumenes iniciales, necesarios para determinar el número de lámparas y el consecuente de luminarios que requiere el sistema para un determinado nivel de iluminación, al mismo tiempo que registra el tamaño del equipo.

Todas las fuentes de luz generan calor; esto puede considerarse o no como un problema, ya que en locales con aire acondicionado, el calor disipado aumenta la capacidad del sistema. En la actualidad con niveles altos de iluminación, el calor producido resulta un problema, debido a la necesidad de disipar el calor que producen los reactores, los cuales mantienen un rango de temperaturas de operación entre 90° y 105°C .; el sistema incandescente produce más calor que el fluorescente.

Las fuentes se deterioran con el uso, por lo que el promedio de vida útil aproximadamente puede ser:

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| - incandescente | de 1,000 a 2,000 horas, |
| - fluorescente | de 2,500 a 7,000 " |
| - vapor de mercurio | de 6,000 a 10,000 " |

(en las lámparas fluorescente y vapor de mercurio, la vida útil está en función de la frecuencia de encendido).

II.6.1. Tipos de lámparas y valores de eficiencia. - Las lámparas de mayor uso en los sistemas de iluminación son las incandescentes, las fluorescentes y las de vapor de mercurio; aunque en la actualidad se ha incrementado la utilización de las de vapor de sodio (alta y baja presión), debido a su bajo consumo de energía y mayor rendimiento, sobre todo en alumbrado público e iluminación exterior; además del empleo de la luz natural por medio de ventanas y paredes de vidrio.

Los valores de la eficiencia en lúmenes por watt de estas lámparas, son:

Incandescentes	de 17 a 20 lúmenes/watt para 100 a 1000 w.
Fluorescentes	de 51 a 70 " " 20 a 40 w.
Vapor de mercurio	de 39 a 60 " " 400 a 1000 w.

(no se incluyen las pérdidas en balastras y transformadores).

II.6.2. Tipo de luminarios a utilizar en el proyecto. - Las Normas de Ingeniería de Diseño, recomiendan utilizar tres tipos básicos de luminarios en los proyectos de instalación eléctrica, siendo:

- Luminario de empotrar de 30 x 30 cm., con lámpara incandescente de 75 watts.

- Luminario de empotrar de 30 x 122 cm., con dos lámparas fluo

rescentes de 40 watts, del tipo blanco frío, con difusor prismático transparente cristalino de alta eficiencia y baja brillantez, construido en acrílico inyectado a alta presión o con acrílico estruado.

- Luminario de empotrar de 61 x 122 cm., con cuatro lámparas fluorescentes de 40 watts, del tipo blanco frío y difusor de las mismas características del anterior.

II.6.3. Espaciamiento de luminarios. - Para el espaciamiento, las Normas recomiendan que en luminarios de 30 x 30 cm., la distancia de centro a centro de los mismos, en ningún caso será mayor de 0.6 veces la altura de montaje. Para los de 30 x 122 cm., la distancia de centro a centro, tanto en sentido transversal como longitudinal, no deberá exceder de 0.9 veces la altura de montaje; de igual manera, para los de 60 x 122 cm. no excederá de 1.3 veces la misma altura.

La posición de los luminarios en el techo, deberá quedar distribuida uniformemente y lo más cerca posible a las áreas de trabajo y fuera de las zonas de efecto del brillo reflejado. El control de encendido y apagado de los luminarios en pasillos y zonas colindantes con cuartos de pacientes, deberá ser tal que permita mantener un nivel de iluminación durante la noche, no mayor de 50 ni menor a 10 luxes.

II.7. Determinación de la Cantidad de Luminarios.

Basicamente la finalidad de un proyecto de iluminación es la de proporcionar a toda persona que desee desarrollar un trabajo visual, las máximas posibilidades y facilidades para llevar a cabo su labor en un mejor ambiente.

Escencialmente, al realizarlo se deben de seguir los siguientes pasos:

- Elegir el nivel de iluminación de acuerdo con el trabajo a desarrollar.
- Seleccionar el equipo de alumbrado considerando su eficiencia, facilidad de mantenimiento y buscando que su aspecto y estilo vayan de acuerdo con la decoración del lugar en que se instalen.
- Determinar el tipo y tamaño comercial de las lámparas y por consiguiente la cantidad de equipo de iluminación.
- Distribuir correctamente los equipos de alumbrado para proporcionar una iluminación uniforme y confortable.
- Proyectar la instalación eléctrica.

II.7.1. Métodos de cálculo de luminarios. - Para la realización de los proyectos de alumbrado, existen dos métodos que se utilizan en el cálculo del número de luminarios:

a) Método de punto por punto.

b) Método de los lúmenes.

II.7.1.a. Método de punto por punto. - Está basado en el nivel de iluminación necesario en cada punto del área por iluminar. Se requiere además del conocimiento de la forma como se distribuye la luz de las diferentes fuentes lumínicas; teniendo por lo tanto:

- Fuentes puntiformes. La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente puede ser una fuente de luz puntiforme (Fig.II.2).
- Fuentes lineales de longitud infinita. La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. Una o varias lámparas fluorescentes pueden ser una fuente lineal (Fig.II.3).
- Fuente superficial de área infinita. La iluminación no cambia con la distancia. Un panel luminoso o un techo iluminado, se aproxima a ésta condición (Fig.II.4).
- Haz paralelo de luz. La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente puntiforme perfecta en un reflector parabólico perfecto produciría un haz de rayos paralelos; sin embargo, no puede ser posible por las condiciones guardadas de que la fuente tiene dimensiones finitas (Fig.II.5).

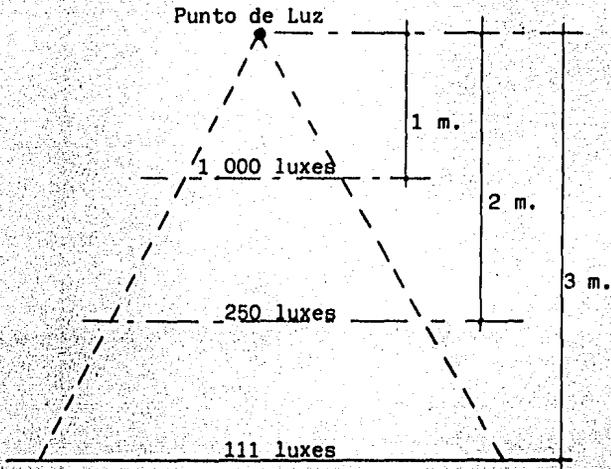


Fig. II.2 Fuentes Puntiformes.

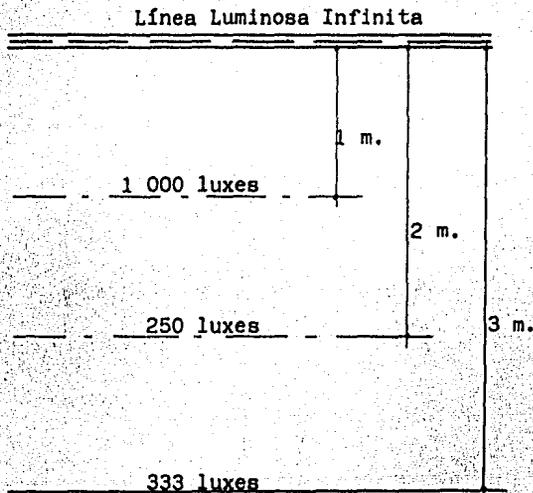


Fig. II.3 Fuentes Lineales de Longitud Infinita.

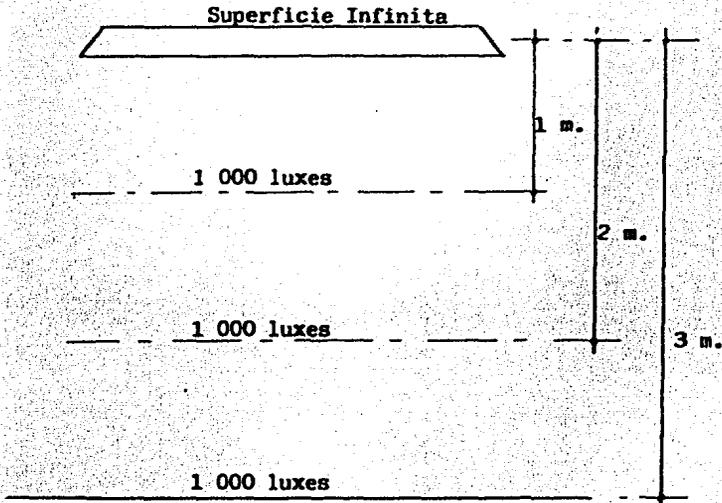


Fig. II.4 Fuente Superficial de Area Infinita.

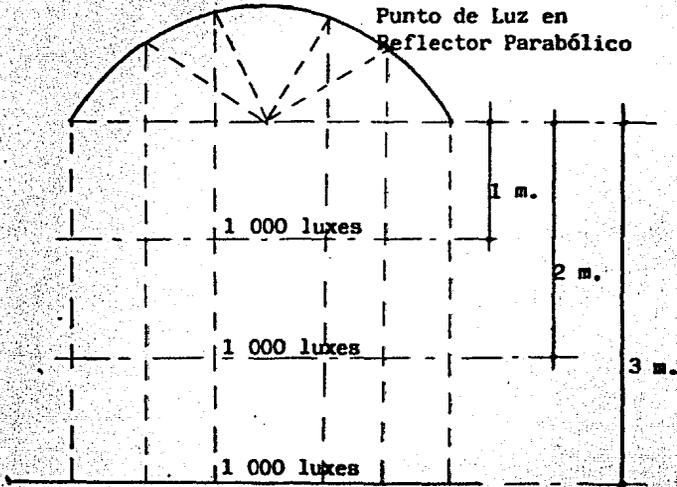


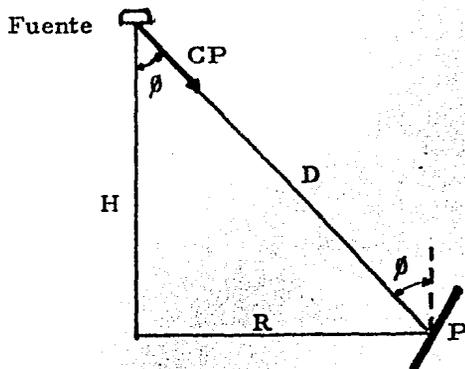
Fig. II.5 Haz Paralelo de Luz.

La ley de la inversa de los cuadrados, se utiliza en el cálculo de iluminación de proyectores, focos concentradores y otras que producen haces más allá de una distancia mínima, supeditada por el diámetro y la distancia focal del reflector y el tamaño de la fuente luminosa.

La utilización de este método de cálculo es primordialmente, en iluminación de campos deportivos, áreas abiertas de estacionamiento, alumbrado público e iluminación de fachadas y estatuas.

Aplicando la ley de los cosenos, se obtienen las siguientes fórmulas:

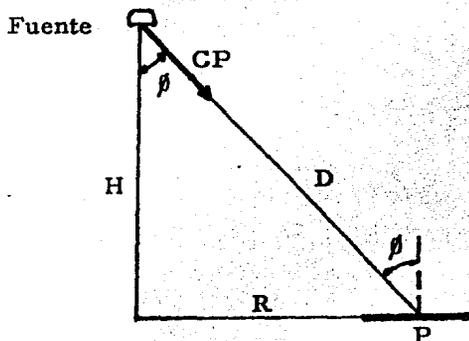
- iluminación normal al rayo de luz.



$$\text{sen } \phi = R/D ; \text{ cos } \phi = H/D$$

$$E_n = CP/D^3.$$

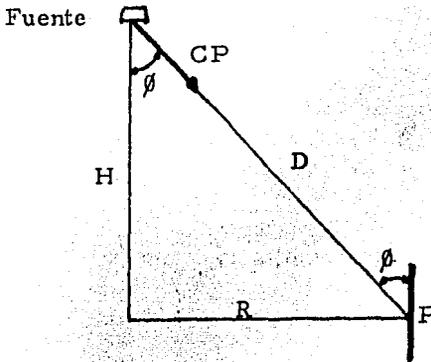
- iluminación horizontal.



$$E_h = CP/D^3 \text{ cos } \phi = CP/H^2 \text{ cos}^3 \phi$$

$$E_h = CP \times H / D^3.$$

- iluminación vertical.



$$E_v = CP/D^3 \operatorname{sen} \phi$$

$$E_v = CP/H^2 \cos^2 \phi \operatorname{sen} \phi$$

$$E_v = CP \times R/D^3.$$

donde:

E_n = iluminación en un plano horizontal al rayo de luz
(luxes).

E_h = iluminación en un plano horizontal, cuando el rayo de luz incide en el plano un ángulo ϕ (luxes).

E_v = iluminación en un plano vertical, cuando el rayo de luz incide en el plano un ángulo ϕ (luxes).

CP = intensidad de la fuente luminosa en dirección del punto P (candelas).

D = distancia entre la fuente luminosa al punto P (metros).

H = altura de montaje vertical de la fuente luminosa sobre el plano de medición (metros).

R = distancia horizontal desde la fuente luminosa al punto P (metros).

ϕ = ángulo entre el rayo de luz y una línea perpendicular a través de la fuente luminosa (o una línea perpendicular

a un plano horizontal a través de un punto P).

II.7.1.b. Método de los lúmenes. - Es el más usual de los dos métodos que hay para el diseño de instalaciones de alumbrado. Proporciona el nivel medio de luxes mediante la utilización de expresiones realmente sencillas.

Para utilizar el método en la resolución de un problema de alumbrado, se recomienda proceder de la siguiente manera:

- Elección del nivel requerido de iluminación. De acuerdo a tablas existentes deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico a realizarse. Para este proyecto se utilizarán los niveles señalados con anterioridad.
- Selección del sistema de alumbrado y equipo de iluminación. La selección e instalación del mejor sistema de alumbrado dependerá de las tareas visuales a desarrollar y las características del área por iluminar. La clasificación de los diferentes sistemas de alumbrado, se mencionó en incisos anteriores.
- Determinación de las porciones del área por iluminar. Los locales se clasifican con relación a su forma en 10 grupos, cada uno de los cuales se identifica con una letra, conocida como índice de cuarto.

La clasificación de éstos se basa, en las relaciones entre las di-

meniones de las áreas y el sistema a utilizar. Dichos índices se calculan de la siguiente manera:-

- Para el sistema directo, semi-directo, directo-indirecto y general difuso,

$$I.C. = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{Hm \times (\text{largo} + \text{ancho})}$$

- Para el sistema semi-directo e indirecto,

$$I.C. = \frac{3 \times (\text{largo} \times \text{ancho})}{2 \times Hm \times (\text{largo} + \text{ancho})}$$

Donde:

I.C. = índice de cuarto,

Hm. = altura del techo al plano de trabajo (altura - de montaje). Considerar un plano horizontal a 0.80 m. por encima del suelo.

Cada uno de los índices de cuarto, representa un valor de la relación del local, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla II.3

RELACION DEL LOCAL.

Indice de Cuarto	Valor	Punto Medio
J	menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	más de 4.50	5.00

- **Determinación del coeficiente de utilización (CU).**

Es un factor en el cual se toma en cuenta la eficiencia y distribución de la unidad de iluminación, altura de montaje, proporciones del local, reflexiones de las paredes, piso y techo.

En general, cuanto más alta sea la habitación, mayor será el porcentaje de luz absorbida por la paredes; por consiguiente más bajo será el coeficiente de utilización.

Existen tablas que proporcionan los fabricantes de unidades de ilu

minación, en las que se pueden observar los diferentes valores de coeficientes de utilización de estas unidades, su curva de distribución del haz luminoso, la distancia máxima de separación entre lámparas, factores de mantenimiento e índices de local, así como las reflexiones de techo y paredes. Estas tablas se basan en el valor medio del punto central de cada una de las relaciones del local.

El coeficiente aplicable a un determinado luminario, se seleccionará de dichas tablas; el cual se fija de acuerdo al índice de cuarto y las reflexiones adecuadas en las superficies del área por iluminar, siendo las que a continuación se señalan:

REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

Superficie	Oficinas	Plantas Ind.	Escuelas	Residencias	Hospitales
techo	80 - 92	80 - 90	70 - 90	60 - 90	80 - 92
paredes	40 - 60	40 - 60	40 - 60	35 - 60	40 - 60
piso	21 - 39	mínimo 20	30 - 50	15 - 35	20 - 40

- Determinación del factor de mantenimiento (FM).

Se debe tener presente que los niveles de iluminación obtenidos originalmente varían y tienden a bajar con el tiempo, desde el 100 % cuando el luminario está nuevo y limpio, hasta un 65% en

uso, teniendo una pérdida del valor medio del flujo en lúmenes - que puede ser de 10 a 35% aproximadamente más bajo que el valor inicial, como consecuencia de la depreciación propia de la lámpara, envejecimiento de la película de la superficie reflectora y de la acumulación de polvo y suciedad; además de la pérdida de luz reflejada de paredes, piso y techo.

El nivel de iluminación, disminuye de la misma manera como se muestra en la gráfica de la figura II.6 :

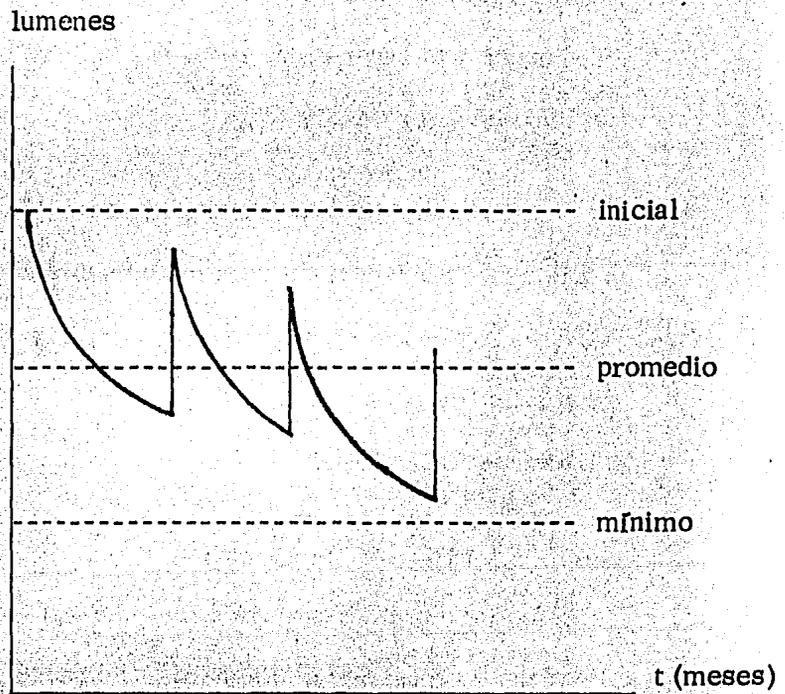


Fig. II.6 Curvas de Depreciación.

La diferencia en las curvas de depreciación es debida a que los aumentos ocurren cuando se limpian los equipos. Cuando son -- reemplazados individualmente, el segundo pico es más bajo que el primero y el tercero inferior al segundo, a medida que avanza su uso.

Para la selección del factor de mantenimiento adecuado, se sugieren los siguientes, para tres condiciones definidas:

Factor de mantenimiento: Bueno. Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las unidades se limpian con frecuencia y el repuesto de lámparas se hace en forma sistemática. Se toma un valor de 70 a 80%

Factor de mantenimiento: Medio. Cuando las condiciones atmosféricas son menos favorables, la limpieza se lleva a cabo en plazos regulares de tiempo y las lámparas se cambian hasta que se funden.

Se toma un valor de 60 a 70%

Factor de mantenimiento: Malo o Pobre. Cuando las condiciones de mantenimiento no son frecuentes en cuanto a limpieza y reposición de lámparas. Se puede decir que el mantenimiento es casi nulo, tomándose entonces valores entre 45 y 60%.

- **Determinación del número de lámparas.** En la determinación del número de lámparas y el consiguiente de luminarios, se aplican las siguientes fórmulas, en las cuales intervienen el nivel de iluminación (luxes), área de local, coeficiente de utilización, factor de mantenimiento; además del flujo luminoso inicial (lumenes por lámpara), los cuales se obtienen de las tablas de características de las lámparas:

$$\text{Número de lámparas} = \frac{\text{luxes} \times \text{área (m}^2\text{.)}}{\text{lumenes por lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento.}}$$

$$\text{Número de luminarios} = \frac{\text{número de lámparas}}{\text{lámparas por luminario.}}$$

- **Distribución de luminarios.** La distribución y colocación de luminarios, depende generalmente de las dimensiones del local. Para una buena distribución, se recomienda se coloquen los mismos de tal forma que proporcionen una iluminación uniforme en la totalidad del área.

Puede no resultar conveniente dicha distribución, en aquellos casos en los que es preferible concentrar la luz sobre determinadas áreas de trabajo, tales como: quirófanos, salas de expulsión y labor de parto (para este proyecto) y otras en donde por sus efectos y -

colocación pueden causar daños irreversibles en las personas (zonas de cuneros, encamados y pediatría).

La distribución normal, se obtiene mediante la colocación simétrica de los luminarios. La distancia entre estos, se determina por el cociente de la longitud del local entre el número de luminarios en una fila, teniéndose la mitad de la distancia entre la pared y la primera unidad, como se muestra en la figura II.7. De esta manera se obtendrá además de una distribución simétrica de luminarios, un nivel de iluminación uniforme.

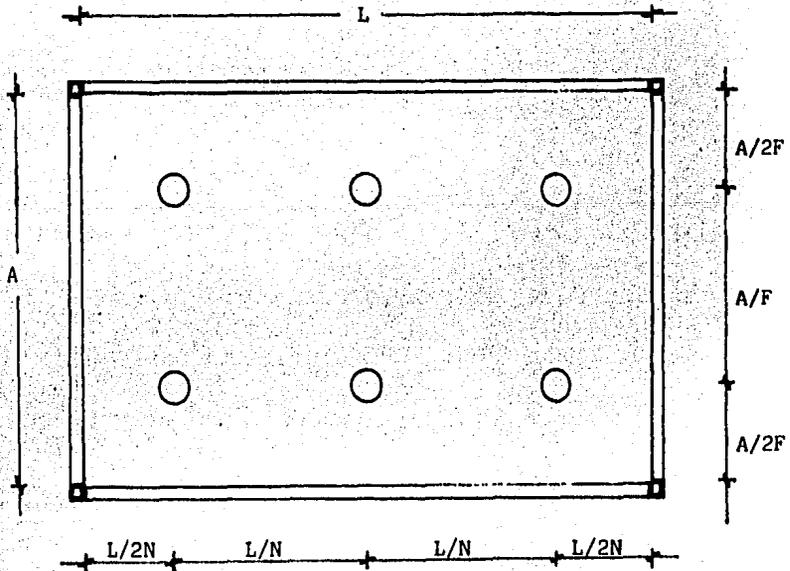


Fig. II.7 Distribución simétrica de luminarios.

Donde:

N = número de luminarios.

L = longitud del local.

F = número de filas.

A = ancho del local.

Una variante del método de los lúmenes para el cálculo de alumbrado, es el método de cavidad zonal, el cual permite tener una mayor flexibilidad. Este método comprende los siguientes puntos:

- suposición o medición de reflexiones del techo (acabados), pared y piso,
- sustitución de valores en fórmulas simples, para encontrar las relaciones de cavidad del cuarto,
- uso de tablas para encontrar las reflexiones efectivas por cavidad,
- uso de tablas de fabricantes, para encontrar los coeficientes de utilización de las unidades de alumbrado a emplear, y
- sustitución en fórmulas de los valores para encontrar el número de unidades de alumbrado.

Existen dos aplicaciones fundamentales del método de cavidad por zonas, a saber:

- para conocer la cantidad de unidades de iluminación o lámparas, -
necesarias para producir un determinado nivel de iluminación, y
- para determinar qué nivel de alumbrado se producirá con el dise-
ño dado de unidades de iluminación.

Para realizar el cálculo de alumbrado por dicho método, deben tomarse en -
cuenta los siguientes factores:

- Datos del cuarto.

dimensiones del cuarto (longitud, ancho, área del piso, altura
del techo),

superficie reflejada (techo, pared, piso),

altura de montaje de las unidades de alumbrado.

- Datos de la cavidad.

cavidad del cuarto (altura, relación),

cavidad del techo (altura, relación, eficiencia de reflexión),

cavidad del piso (altura, relación, eficiencia de reflexión).

- Datos de unidades de alumbrado.

lámparas por unidad de alumbrado,

lúmenes por lámpara,
 coeficiente de utilización,
 factor de mantenimiento.

- Cálculo de relaciones de cavidad (fórmulas).

$$\text{relación de cavidad} = \frac{5 \times \text{altura cavidad} \times (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{largo} \times \text{ancho}}$$

- Cálculo del número de unidades de alumbrado.

$$\text{número de unidades de alumbrado} = \frac{\text{área del piso} \times \text{luxes deseados}}{\text{lámparas por unidad de alumbrado} \times \text{lúmenes por lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento.}}$$

Para tener una idea clara de lo anteriormente escrito, en la figura II.8, se muestra la nomenclatura de la cavidad por zonas. Cabe hacer notar que, cuando las unidades de alumbrado están empotradas o sobre la superficie del techo, la cavidad del mismo será igual a cero.

Una forma sencilla y rápida de estimar la carga en watts para una determinada área, es el cálculo de los watts por metro cuadrado; que consiste en una gráfica cuyas coordenadas, en el eje de las abscisas la cantidad de luxes o nivel de iluminación requerido y en el eje de las ordenadas, los watts por metro cuadrado.

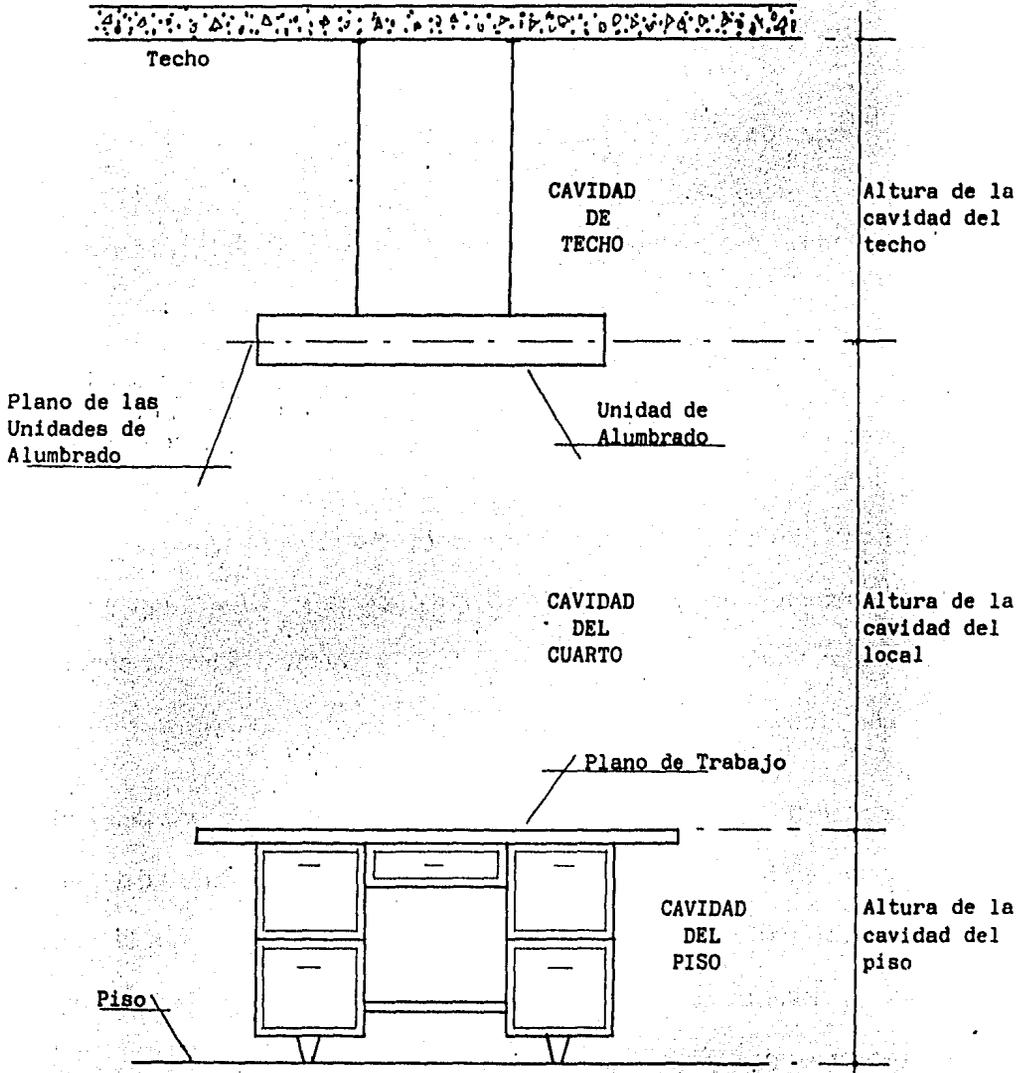


Fig.II.8 Cavidad por Zonas.

Con el nivel de iluminación para un cierto local, en la gráfica de la figura II.9 se traza una línea horizontal sobre este valor. Dicha línea cruzará las curvas de los diferentes tipos de lámparas, según la que se desee utilizar (incandescente, fluorescente, vapor de mercurio, etc.).

En el punto de cruce, se traza una línea vertical hasta el eje de las ordenadas para obtener el valor de los watts/m²., necesario en ese nivel. Posteriormente se multiplica el valor encontrado por los m². del local (área), obteniéndose así los watts requeridos.

Ejemplo. - Suponiendo que se tiene un local de 64 m². de superficie y se requiere un nivel de 150 luxes.

Datos: $E = 150 \text{ luxes}$; $A = 64 \text{ m}^2$.

De acuerdo a la gráfica:

- para lámparas incandescentes = 50 watts/m².
- para lámparas fluorescentes = 32 watts/m².
- para lámparas de vapor de mercurio = 20 watts/m².

Si $A = 64 \text{ m}^2$., entonces:

- Incandescentes = $50 \text{ watts/m}^2 \times 64 \text{ m}^2 = 3,200 \text{ watts}$.
- fluorescentes = $32 \text{ watts/m}^2 \times 64 \text{ m}^2 = 2,048 \text{ watts}$
- vapor de mercurio = $20 \text{ watts/m}^2 \times 64 \text{ m}^2 = 1,280 \text{ watts}$

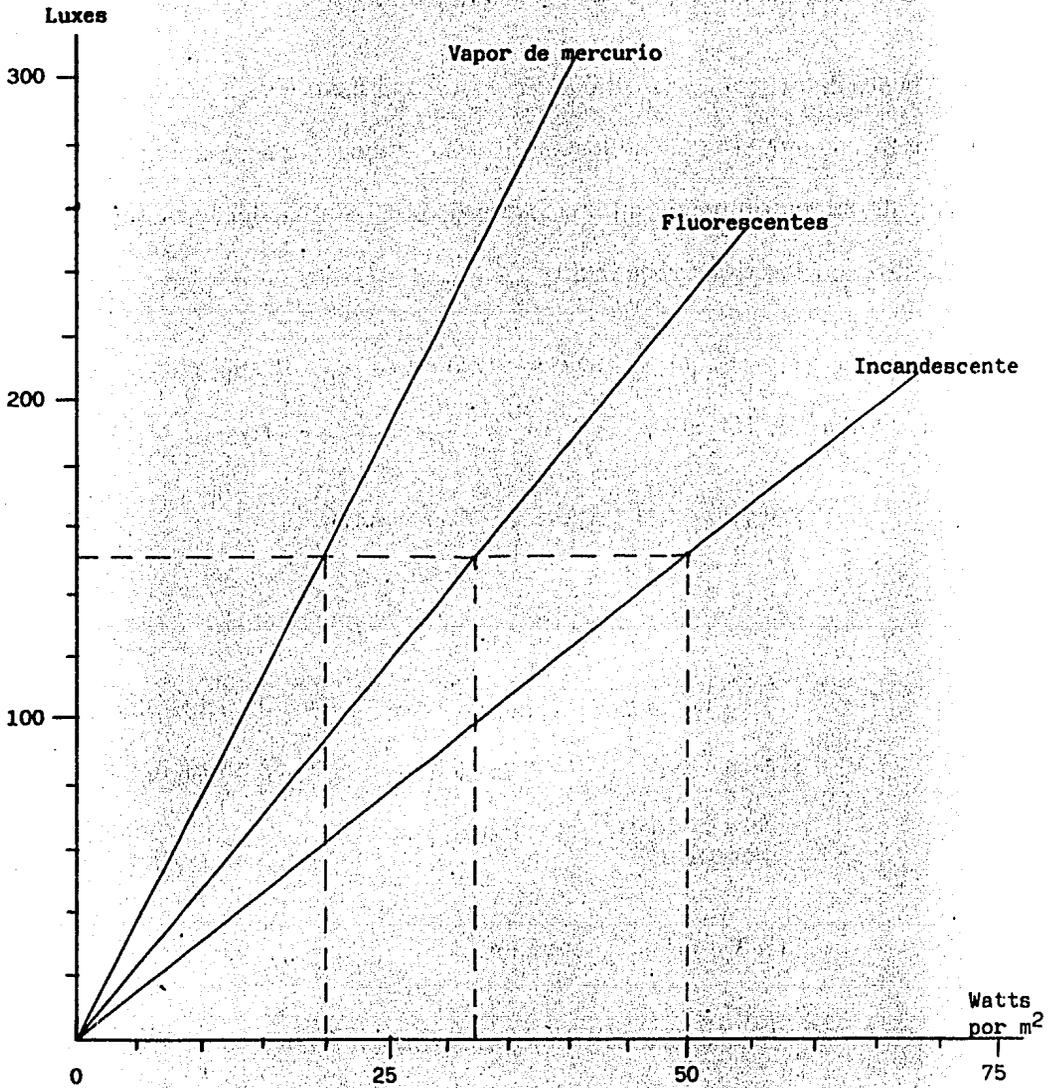


Fig. II.9 Gráfica para el Cálculo de los Watts por m².

II.7.2. Aplicación del método de los lúmenes para el -- cálculo de luminarios. - Para dar un ejemplo de la realización del - cálculo del número de luminarios, analizaremos el área destinada al Centro de Esterilización y Equipo (C.E.Y.E.), la que de acuerdo a lo establecido en normas, requiere de utilizar lámparas del tipo fluorescente de 40 watts (con 2,800 lúmenes/lámpara iniciales) y un nivel de iluminación de 250 luxes.

Considerando que el hospital es del tipo de edificaciones, que tiene un mantenimiento bastante bueno, entonces su factor (FM) será de 0.7.

Para calcular el coeficiente de utilización (CU), es necesario obtener la relación del local (RL). Considerando para este ejemplo un sistema de alumbrado directo y una altura de montaje (Hm) de 2.0 m., la fórmula a emplear será:

$$RL = \frac{\text{ancho} \times \text{largo}}{Hm (\text{ancho} + \text{largo})}$$

Donde:

$$\text{ancho} = 7.5 \text{ m.}$$

$$\text{largo} = 6.0 \text{ m.}$$

$$\text{área} = 45.0 \text{ m}^2.$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$RL = \frac{7.5 \times 6.0}{2.0 (7.5 + 6.0)} = \frac{45.0}{27.0} = 1.66$$

Para este valor, en la tabla de relaciones del local, corresponde a un índice de cuarto "F". En la tabla de coeficientes de utilización, para el tipo de lámpara requerido y con reflexiones de piso del 30%, paredes 50% y techo 80%, le corresponde un valor de 0.43; por lo tanto, aplicando la fórmula correspondiente para el cálculo del número de luminarios (NL):

$$NL = \frac{\text{luxes} \times \text{área}}{\text{lúmenes/lámpara} \times CU \times FM}$$

Sustituyendo valores:

$$\begin{aligned} NL &= \frac{275 \text{ luxes} \times 45 \text{ m}^2}{2800 \text{ lúmenes/lámpara} \times 0.43 \times 0.7} \\ &= 14.68 \text{ lámparas} \end{aligned}$$

Si cada unidad de iluminación está formada de 2 lámparas, el número de unidades de iluminación (NU), será:

$$NU = NL/2 = 14.68/2 = 7.34 \text{ unidades}$$

o aproximadamente igual a 8 unidades, a colocarse en toda el área.

Ahora bien, si se desea conocer la cantidad de luxes que proporcionan las 8 unidades de iluminación, entonces:

$$\text{luxes} = \frac{16 \times 2800 \times 0.43 \times 0.7}{45} = 299.6$$

lo que nos indica que está dentro de lo normal.

Para el cálculo del espaciamiento entre luminarios, se utiliza la siguiente -
relación:

$$\text{Espaciamiento Promedio (EP)} = \sqrt{\frac{\text{área}}{\text{número de luminarios}}}$$

de donde:

$$\text{EP} = \sqrt{\frac{45}{8}} = 2.37$$

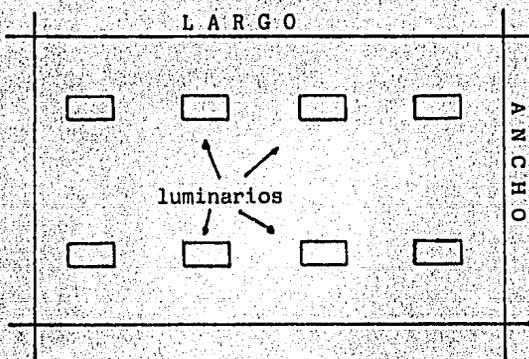
- luminarios por hilera, a lo largo:

$$\frac{\text{largo}}{\text{EP}} = \frac{7.50}{2.37} = 3.16$$

- luminarios por hilera, a lo ancho:

$$\frac{\text{ancho}}{\text{EP}} = \frac{6.00}{2.37} = 2.53$$

Lo cual significa que, para distribuir las 8 unidades de iluminación se necesitarán 2 hileras de 4 luminarios cada una (por uniformidad):



Ejemplo 2. - Cuarto de aseo.

Datos: $a = 1.2 \text{ m.}$ $H_m = 2.0 \text{ m.}$ $l = 1.8 \text{ m.}$ $NI = 100 \text{ luxes.}$ $A = 2.1 \text{ m}^2.$

Intensidad = 1565 lúmenes/lámpara

tipo de iluminación: incandescente.

$$RL = \frac{1.8 \times 1.2}{2.0(1.8 + 1.2)} = 0.35; \text{ corresponde a "J"}$$

Por lo que: $CU = 0.33$; $FM = 0.7$

$$NL = \frac{100 \times 2.1}{1565 \times 0.33 \times 0.7} = 0.6 \doteq 1 \text{ lámpara}$$

Cálculo del espaciamiento:

$$EP = \sqrt{\frac{2.1}{1}} = 1.45$$

a lo largo: $1.8/1.45 = 1.24$ a lo ancho: $1.2/1.45 = 0.83$

La distribución será de 1 luminario en una hilera, lo que resulta obvio.

Ejemplo 3. - Casa de máquinas.

Datos: $a = 9.0 \text{ m.}$ $NI = 200 \text{ luxes}$ $l = 23.0 \text{ m.}$

Intensidad = 2800 lúmenes/lámpara

 $A = 207.0 \text{ m}^2.$

Iluminación fluorescente tipo industrial.

Hm = 2.4 ; alumbrado directo

$$RL = \frac{23.0 \times 9.0}{2.3 (23.0 + 9.0)} = 2.7 ; \text{ corresponde a "D"}$$

CU = 0.51 ; para 30% , 80% y 50% , de piso, techo y paredes respectivamente.

$$NL = \frac{200 \times 207}{2800 \times 0.51 \times 0.7} = 41.4$$

NU = 41.4/2 = 20.7 ; 21 unidades de iluminación

$$EP = \sqrt{\frac{207}{21}} = 3.14$$

A lo largo: $23.0/3.14 = 7.32$

A lo ancho: $9.0/3.14 = 2.86$

Por lo tanto, la distribución será de: 3 hileras de 7 luminarios cada una.

En las tablas del Apéndice I, se encuentra contenido el número de luminarios calculados para cada una de las áreas del proyecto.

Tabla II.4

TABLAS DE COEFICIENTE DE UTILIZACION

Gabinete empotrado, con controlente

(Para una lámpara incandescente de 75 watts)

Piso	30%								
Techo	80%			70%			50%		
Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Indice de Cuarto	Coeficiente de Utilización								
J	0.33	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.33	0.29	0.27
I	0.41	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.37	0.34
H	0.45	0.41	0.39	0.45	0.41	0.39	0.44	0.41	0.38
G	0.50	0.46	0.43	0.49	0.46	0.43	0.48	0.45	0.43
F	0.53	0.49	0.46	0.52	0.49	0.46	0.51	0.48	0.46
E	0.56	0.53	0.51	0.56	0.53	0.50	0.54	0.52	0.50
D	0.59	0.56	0.54	0.58	0.56	0.53	0.57	0.55	0.53
C	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.55	0.58	0.56	0.55
B	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.58	0.60	0.58	0.57
A	0.63	0.62	0.60	0.62	0.61	0.60	0.61	0.60	0.59

Gabinete empotrado, con difusor de plástico prismático.

(Para dos lámparas fluorescentes de 40 watts)

J	0.26	0.22	0.20	0.25	0.22	0.20	0.25	0.22	0.20
I	0.32	0.29	0.26	0.32	0.29	0.26	0.31	0.28	0.26
H	0.36	0.33	0.30	0.36	0.33	0.30	0.35	0.32	0.30
G	0.40	0.37	0.34	0.40	0.37	0.34	0.39	0.36	0.34
F	0.43	0.40	0.37	0.43	0.40	0.37	0.42	0.39	0.37
E	0.46	0.44	0.41	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41
D	0.49	0.46	0.44	0.48	0.46	0.44	0.47	0.45	0.43
C	0.50	0.48	0.46	0.49	0.48	0.46	0.48	0.47	0.45
B	0.52	0.50	0.48	0.51	0.50	0.48	0.50	0.49	0.47
A	0.53	0.52	0.50	0.52	0.51	0.50	0.51	0.50	0.49

Gabinete empotrado, con difusor de plástico prismático

(Para cuatro lámparas fluorescentes de 40 watts)

Piso	30%								
Techo	80%			70%			50%		
Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Indice de Cuarto	Coeficiente de Utilización								
J	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.26	0.23	0.20
I	0.34	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27
H	0.39	0.35	0.32	0.38	0.34	0.31	0.37	0.34	0.31
G	0.43	0.39	0.36	0.43	0.39	0.36	0.42	0.38	0.36
F	0.46	0.42	0.39	0.46	0.42	0.39	0.45	0.42	0.39
E	0.50	0.47	0.44	0.50	0.46	0.44	0.48	0.46	0.43
D	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.51	0.49	0.47
C	0.55	0.52	0.50	0.54	0.51	0.49	0.53	0.50	0.49
B	0.57	0.54	0.52	0.56	0.54	0.52	0.55	0.53	0.51
A	0.58	0.56	0.55	0.57	0.56	0.54	0.56	0.55	0.54

Unidad tipo industrial, con cabeceras de aluminio

(Para dos lámparas fluorescentes de 40 watts)

J	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.26	0.23	0.20
I	0.33	0.29	0.26	0.32	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25
H	0.37	0.33	0.29	0.36	0.32	0.29	0.35	0.31	0.29
G	0.41	0.36	0.33	0.40	0.36	0.33	0.39	0.35	0.32
F	0.44	0.40	0.36	0.43	0.39	0.36	0.42	0.38	0.35
E	0.48	0.44	0.41	0.47	0.43	0.40	0.45	0.42	0.39
D	0.51	0.47	0.44	0.50	0.46	0.44	0.48	0.45	0.42
C	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.46	0.50	0.47	0.45
B	0.56	0.53	0.50	0.54	0.52	0.49	0.52	0.50	0.48
A	0.57	0.55	0.52	0.56	0.54	0.52	0.54	0.52	0.50

II. 8. Determinación de Cargas de Contactos.

De acuerdo a lo señalado en incisos anteriores, respecto a la clasificación de las cargas de contactos y para la determinación de los mismos, éstas se pueden dividir en: cargas de aparatos definidos y cargas de aparatos indefinidos.

II. 8.1. Cargas de aparatos definidos. - Son todos aquellos equipos seleccionados para un determinado uso, que requieren para su funcionamiento de una toma de corriente (contacto) o de un tipo de alimentación especial.

Por esta razón, se hace necesario conocer la capacidad y su localización exacta en los planos al desarrollar el proyecto. Dichas cargas se pueden considerar como:

a) Cargas fijas.

b) Cargas móviles.

II. 8.1.a. Cargas fijas. Son aquellos equipos que se encuentran en un determinado lugar y que dada su utilización, es bastante remoto el cambio de sitio.

II. 8.1.b. Cargas móviles. Son los equipos que no tienen lugar fijo, pero que se utilizan especialmente en algunas zonas en particular.

Dentro del tipo de cargas de aparatos definidos (fijos y móviles), podemos enumerar los siguientes:

Concepto	Carga	Local	Plano
Ventilador 1	50 w.	Lavandería	IEC-08
Ventilador 2	50 w.	Lavandería	IEC-08
Ventilador 3	50 w.	Central de Enfermeras	IEC-02
Ventilador 4	50 w.	Séptico y aseo	IEC-02
Ventilador 5	1000 w.	Cocina preparación	IEC-05
Ventilador 6	50 w.	Microbiología	IEC-06
Ventilador 7	50 w.	Lavado y esterilización	IEC-06
Ventilador 8	50 w.	Control recepción de muestras	IEC-06
Ventilador 9	50 w.	Autoclaves	IEC-07
Ventilador 10	50 w.	C. E. Y. E.	IEC-07
Entalcadora de guantes		C. E. Y. E.	IEC-07
Lámpara de Luz sin sombra	300 w.	Quirófano	IEC-07
Negatoscopio	300 w.	Quirófano	IEC-07
Negatoscopio		Interpretación	IEC-06
Secador		Cuarto oscuro (Rayos X)	IEC-06
Horno eléctrico	6000 w.	Lavado y distribución	IEC-06
Esterilizador		Lavado y esterilización	IEC-06
Horno eléctrico	6000 w.	Lavado y esterilización	IEC-06
Refrigerador		Microbiología	IEC-06
Estufa Bacteriológica		Microbiología	IEC-06
Congelador		Almacén ecónomo	IEC-05
Refrigerador		Almacen y ecónomo	IEC-05
Triturador	900 w.	Cocina preparación	IEC-05
Rebanadora		Cocina preparación	IEC-05
Peladora		Cocina preparación	IEC-05
Licuadaora		Cocina preparación	IEC-05
Batidora		Cocina preparación	IEC-05
Portagarrafón		Comedor	IEC-05
Lavadora	900 w.	Lavandería (lavado)	IEC-08
Secadora	900 w.	Lavandería (secado)	IEC-08
Planchadora	900 w.	Lavandería (planchado)	IEC-08
Refrigerador	600 w.	Mortuorio	IEC-03
Unidad Dental		Consultorio dental	IEC-01

NOTA: Los equipos que no tienen indicada su capacidad, se considerará como de 200 watts máximo.

II.8.2. Cargas de aparatos indefinidos. - Se consideran como una toma de corriente, en la cual se preve el uso de alumbrado suplementario, o la conexión de algunos equipos. A dichos contactos o tomas de corriente, se les debe tener en cuenta una capacidad determinada; para el proyecto, serán de 200 watts.

En su localización no existe regla fija, pudiendo situarlos donde se requieran, de acuerdo a las necesidades. Las normas de diseño, señalan algunos criterios para la consideración de las tomas de corriente (no incluidos en guías - mecánicas):

<u>Local</u>	<u>Tomas de corriente</u>
Consultorio	2
Sala de expulsión	2
Quirófano	5 conectados al tablero de aislamiento.
Laboratorio	1 por cada mesa de trabajo.
Encamados	1 por cada cama.
Recuperación	1 por cada dos camas.
Central de enfermeras	1
Baños y sanitarios	0
Circulación y sala de espera	1 cada 30 m. aprox.
Incubadoras	1 por cada dos incubadoras
Cunas hospitalización	1 por cada dos cunas.

A continuación se enlistan las diferentes áreas del hospital, donde se tienen tomas de corriente de aparatos indefinidos:

Local	Tomas de Plano corriente	Observaciones	
Aislados Pediatría	2	IEC-01	
Almacén General	6	IEC-04	
Almacén Mantenimiento	1	IEC-04	
Archivo Expedientes	4	IEC-01	
Aula	3	IEC-01	
Bodega	0	IEC-03	
Casa de Máquinas	4	IEC-01	
Central de Enfermeras	2	IEC-02	
C. E. Y. E.	3	IEC-07	
C. E. Y. E. Autoclaves	1	IEC-07	
Circulación General	2	IEC-02	uno cada 30 m. aprox.
Circulación Blanca	2	IEC-02	
Circulación Gris	1	IEC-02	
Cocina	4	IEC-05	
Comedor	1	IEC-05	
Consultorio Dental	2	IEC-01	
Consultorio Médico General	3	IEC-01	
Cuarto de Aseo	0	IEC-02	
Cuarto Médico	7	IEC-03	
Cuarto Oscuro	2	IEC-06	
Cuarto Séptico	0	IEC-03	
Cubículo Labor de Parto	2	IEC-02	
Cubículo Observación General	2	IEC-02	
Cubículo Toma de Muestras	4	IEC-06	
Cuneros	4	IEC-02	uno por cada dos cunas
Curaciones	6	IEC-02	
Encamados	3	IEC-02	uno por cada cama
Farmacia	2	IEC-01	
Identificación Cadáveres	2	IEC-03	
Jefe de Mantenimiento	4	IEC-04	
Laboratorio	7	IEC-06	uno en cada mesa de trabajo
Lavabo Cirujanos	0	IEC-07	
Lavabo Instrumental	0	IEC-07	
Lavandería Area de Trabajo	2	IEC-08	
Oficina Director	1	IEC-03	

Local	Tomas de corriente	Plano	Observaciones
Oficina Medicina Prevent. Pediatria	4 4	IEC-01 IEC-02	
Prematuros Pediatria	2	IEC-02	uno por cada dos incubadoras
Quirófano	4	IEC-07	conectados al tablero de aislamiento
Rayos X- Caseta Control	2	IEC-06	
Rayos X- Interpretación	1	IEC-06	
Rayos X- Vestidores	0	IEC-06	
Recuperación Pacientes	2	IEC-02	uno por cada dos camas
Regaderas	0	IEC-02	
Rehidratación Pediatria	4	IEC-02	uno por cada dos cunas
Ropería	1	IEC-08	
Sala de Día	3	IEC-02	
Sala de Espera	3	IEC-01	uno cada 30 m. aprox.
Sala de Expulsión	3	IEC-02	
Sala de Rayos X	1	IEC-06	
Sanitarios Generales	0	IEC-01	
Sanitarios Pacientes	0	IEC-02	
Secretarías	6	IEC-03	
Subestación Eléctrica	2	IEC-04	
Taller Mantenimiento	4	IEC-04	
Trabajo Social	1	IEC-01	
Vestidores Generales	2	IEC-03	
Vestidores y Baños Médicos	0	IEC-03	
Vestíbulo Principal	0	IEC-01	
Vestíbulo Secundario	1	IEC-01	

II.9. Determinación de Cargas de Fuerza.

En el análisis y consideración de estas cargas, se debe contar con la información suficiente y datos específicos de cada una de las máquinas que componen el conjunto.

Estos datos son proporcionados por los técnicos encargados en el diseño de los sistemas, a través de las guías mecánicas, en las cuales se señala la capacidad, voltaje de operación, número de fases y frecuencia de trabajo, con la finalidad de realizar los circuitos derivados y el cálculo de las protecciones y alimentaciones respectivas.

Con lo anteriormente señalado, para la determinación de las mismas, se pueden dividir en:

- Cargas de equipos de aire acondicionado.
- Cargas de equipos hidráulicos y sanitarios.
- Cargas de equipos especiales.

Las cargas de fuerza que se tienen en el proyecto, son las que a continuación se detallan:

Equipos Especiales.

Descripción	Equipo	Carga	Local	Plano
Compresor Medicinal 1		2.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04
Compresor Medicinal 2		2.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04

Descripción	Equipo	Carga	Local	Plano
Autoclave 1		15.0 HP	Autoclaves (ducto)	IEC-07
Autoclave 2		10.0 HP	Autoclaves	IEC-07
Rayos X	(*)	25.0 KVA	Sala Rayos X	IEC-06

(*) Instantaneos

Equipos Hidráulicos y Sanitarios.

Descripción	Equipo	Carga	Local	Plano
Circulador agua caliente	CAC-1	1.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04
Circulador agua caliente	CAC-2	1.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04
Bomba 1		5.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04
Bomba 2		5.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04
Compresora		1.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04
Caldera 1		1.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04
Caldera 2		1.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-04

Equipos de Aire Acondicionado.

Descripción	Equipo	Carga	Local	Plano
Unidad generadora de agua helada	UGAH-1	77.6 KW	Casa de Máquinas	IEC-01
Unidad generadora de agua helada	UGAH-2	77.6 KW	Casa de Máquinas	IEC-01
Unidad manejadora de aire	UMA -1	7.5 HP	Casa de Máquinas	AG-01
Unidad manejadora de aire	UMA-2	1.5 HP	Casa de Máquinas	AG-01
Unidad manejadora de aire	UMA-3	5.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-01
Unidad manejadora de aire	UMA-4	10.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-01
Unidad manejadora de aire	UMA-5	10.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-01
Torre de enfriamiento	TE-1	3.0 HP	Exterior	AG-01
Torre de enfriamiento	TE-2	3.0 HP	Exterior	AG-01
Bomba de agua caliente	BAC-1	5.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-01
Bomba de agua caliente	BAC-2	5.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-01
Bomba de agua helada	BAH-1	10.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-01
Bomba de agua helada	BAH-2	10.0 HP	Casa de Máquinas	IEC-01

CAPITULO III

**SISTEMAS DE DISTRIBUCION
DE ENERGIA**

III. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA.

III.1. Análisis de los Sistemas de Distribución.

Con la finalidad de proporcionar el servicio de alumbrado y fuerza a los voltajes de utilización, se emplean cuatro tipos de sistemas básicos para circuitos derivados.

Dichos sistemas se originan de los de distribución común con el secundario del transformador, los que a su vez alimentan a los centros de carga o tableros de distribución donde se controlan y protegen los circuitos, siendo los siguientes:

- a) Sistema monofásico, una fase dos hilos.
- b) Sistema monofásico, una fase tres hilos.
- c) Sistema trifásico, tres fases tres hilos.
- d) Sistema trifásico, tres fases cuatro hilos.

III.1.a. Sistema monofásico, una fase dos hilos.- Se utiliza fundamentalmente para alimentación de tipo doméstico de alumbrado y contactos, así como de aparatos eléctricos pequeños, cuando el total de la carga no exceda de 4,000 watts.

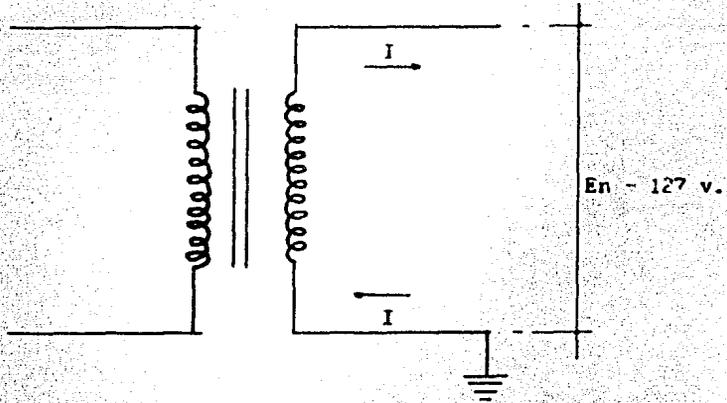
Se usa también para circuitos derivados de 15, 20 y 30 amperes, que alimentan cargas monofásicas de alumbrado y aparatos eléctricos de menos

de 30 amperes. Se tiene únicamente voltaje a 127 volts (figura III.1).

III.1.b. Sistema monofásico, una fase tres hilos. - Es el comúnmente usado para proporcionar energía eléctrica a residencias y pequeños edificios de departamentos y comercios en general, así como en circuitos derivados que alimentan cargas monofásicas de alumbrado, contactos y motores de poca capacidad. En algunas ocasiones se le conoce como sistema bifásico, por sus dos hilos de corriente y uno neutro; pero en sí es un término mal utilizado. Se pueden obtener voltajes de 220 y 127 cuando así se requiera (figura III.2).

III.1.c. Sistema trifásico, tres fases tres hilos. - Es el sistema utilizado primordialmente en alimentación de motores trifásicos de gran capacidad y menores. Tiene aplicación en líneas de transmisión de energía eléctrica en alta tensión; por lo cual, es el sistema de mayor preferencia con respecto al de tres fases cuatro hilos. Se obtiene únicamente voltaje a 220 volts (figura III.3).

III.1.d. Sistema trifásico, tres fases cuatro hilos. - Es el más usual de los sistemas de distribución secundaria, tanto en alumbrado como para alimentar motores monofásicos y trifásicos. Tiene la ventaja de proporcionar energía eléctrica a cargas mixtas de motores y alumbrado y contactos; así como de aparatos de uso doméstico; en nuestro caso, es el sistema a utilizar en las alimentaciones generales a centros de carga. Al igual que en el sistema anterior, se obtienen voltajes de 220, con la única diferencia de que en éste se pueden tener además 127 volts de fase a neutro (figura III.4).

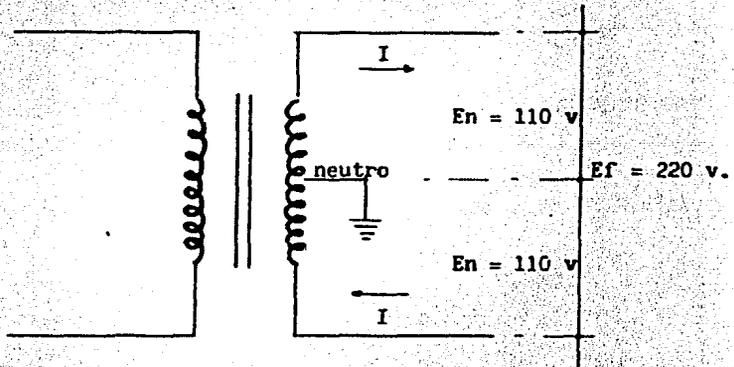


Donde:

I = corriente (amp.)

E_n = voltaje al neutro

Fig.III.1 Sistema Monofásico. (Una fase, dos hilos)



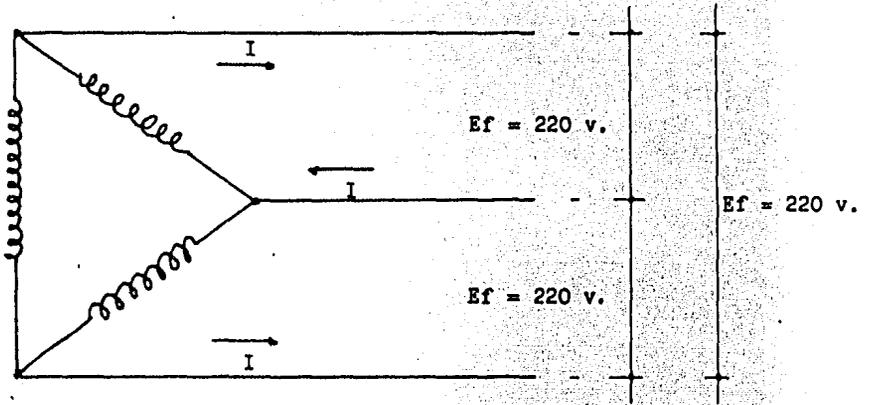
Donde:

I = corriente (amp.)

E_n = voltaje al neutro

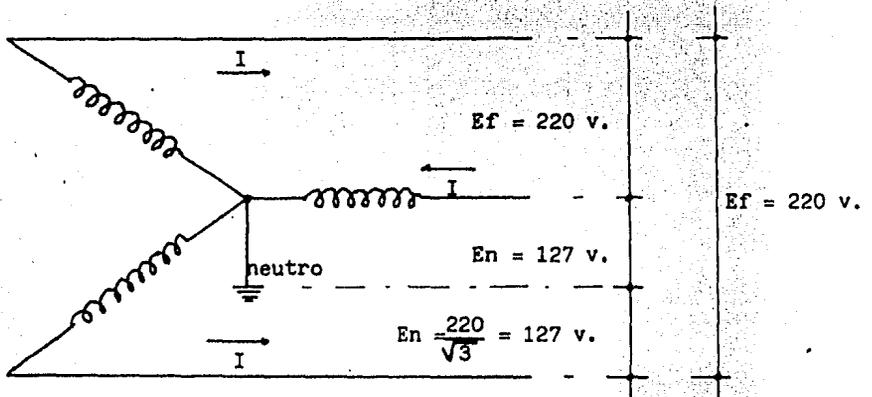
E_f = voltaje entre fases

Fig.III.2 Sistema Monofásico. (Una fase, tres hilos)



Donde:
 I = corriente (amp.)
 Ef = voltaje entre fases

Fig.III. Sistema Trifásico. (Tres fases, tres hilos)



Donde:
 I = corriente (amp.)
 En = voltaje al neutro
 Ef = voltaje entre fases

Fig.III.4 Sistema Trifásico. (Tres fases, cuatro hilos)

III.2. Circuitos Derivados.

Se entiende por circuito derivado, a la parte de la canalización que se extiende después del último dispositivo de protección contra sobrecorriente (del lado de la carga), que proteja esa parte. Un circuito derivado es protegido contra sobrecarga mediante un dispositivo termomagnético o de fusibles, con el objetivo principal de dividir la carga total conectada en varias partes, ya que al ocurrir un corto circuito en uno de estos circuitos, no se interrumpa el servicio en los demás.

En su forma más simple, un circuito derivado consiste en dos conductores - que llevan corriente a un voltaje dado, desde el dispositivo de protección - hasta un equipo o dispositivo de utilización.

III.2.1. Características generales. - En el diseño de circuitos derivados, se debe tomar en cuenta todas las consideraciones generales que son esenciales para llenar los requisitos de las cargas, es decir capacidad, caída de tensión, accesibilidad, flexibilidad y seguridad, mencionados con - anterioridad.

El diseño debe considerar también el aumento de circuitos de una manera económica para futuras cargas o expansión en el mismo. La caída de tensión de cada circuito debe asegurar que en cada salida, se disponga de la potencia -

requerida al voltaje de utilización correcto.

En algunas de las áreas que componen el proyecto, es muy común el arreglo constante de las oficinas y consultorios, por lo que los circuitos en estos casos deben adaptarse fácilmente permitiendo aumentos en las instalaciones.

III.2.2. Sistemas de circuitos. - El diseño de circuitos derivados se ha desarrollado debido a la tendencia hacia los voltajes correctos, incorporando las características favorablemente económicas y de operación al diseñar el centro de carga adecuadamente.

Como resultado de lo anterior los circuitos derivados tienen cortos recorridos desde los tableros estratégicamente localizados, en lugar de los largos circuitos desde un tablero general de distribución situado en la subestación del conjunto.

La utilización de circuitos derivados cortos que van desde los centros de carga, permiten un voltaje suministrado mejor regulado para equipos de utilización y menos trastornos debido a cambios en las cargas.

Los circuitos derivados para su diseño y cálculo, se dividen en:

- a) Circuitos derivados de alumbrado.
- b) Circuitos derivados de contactos.
- c) Circuitos derivados de fuerza.

III.2.2.a. Circuitos derivados de alumbrado. - Están formados por grupos de luminarios incandescentes o fluorescente o una combinación de ambos, los que no deben sobrepasar una determinada cantidad de watts de carga. Las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas y de Ingeniería de Proyecto (IMSS), establecen la formación de circuitos de alumbrado con una capacidad no mayor de 1500 watts.

Para el desarrollo del proyecto de iluminación de este trabajo, las Normas del IMSS recomiendan:

- En cada salida de alumbrado deberá indicarse el tablero a que pertenece (con una letra mayúscula a un lado de la unidad), circuito al que corresponde (con un número arábigo junto a la letra, la cual indica el tablero), el apagador que lo controla (con una letra minúscula dentro de la unidad), en servicio normal o de emergencia (el servicio normal no lleva anotación, el de emergencia se indica con una o dos zonas negras en los extremos de la unidad), dimensiones, montaje, difusores, carga en watts, etc. Simbología en la que se detallan las principales características (las unidades se representan a escala).
- Alambrado de circuitos. Se proyectará con conductor (alambre) unipolar TW del #12 AWG. como mínimo, procurando que en la mayoría de los casos, la caída de tensión máxima permisible se ajuste a dicho calibre.

- Como máximo se permitirán 8 conductores en cada tubería y por ningún motivo se proyectarán neutros comunes a dos o más circuitos.
- Cuando en una misma canalización se tengan conductores de diferentes calibres, se deberán indicar por lo menos en tres tramos de la tubería el o los circuitos derivados, alimentados por esos calibres.
- En grupos de luminarios controlados desde el tablero de distribución y que no llevan apagadores, no deberán derivarse a otros locales que si llevan apagadores.
- No tener más de cinco llegadas de tubería en una misma caja de conexiones.
- Los circuitos de alumbrado que dan servicio a la zona quirúrgica, deberán proyectarse en forma separada de cualquier otro circuito; siendo además independientes entre si los circuitos que dan servicio a las lámparas centrales de la zona de intervención (lámparas de luz sin sombra), iluminación general de las salas de cirugía y los de iluminación de las circulaciones y lavabos de cirujanos, cubriendo los requisitos de zonas a prueba de explosión.
- La carga en los circuitos no excederá de 1,500 watts.

- No llevar en las canalizaciones de los circuitos de alumbrado de circulaciones, alimentaciones para circuitos en áreas diferentes.
- Se deben considerar circuitos separados para aparatos tales como relojes marcadores y de pasillos, que se conectarán al servicio de emergencia.

III. 2. 2. b. Circuitos derivados de contactos. - Están formados en base a las cargas de aparatos (definidos e indefinidos), que se conectan al sistema de distribución por medio de un receptáculo.

Los circuitos de aparatos definidos, son los que están formados por equipos a los cuales se les conoce su capacidad y ubicación en el proyecto a través de una guía mecánica, tales como: equipo de rayos X portátil, incubadoras, refrigeradores, hornos eléctricos, lavadoras, etc.

Los circuitos de aparatos indefinidos son aquellos contactos a los cuales se les desconoce el tipo de carga a conectar, la que se proyecta para el uso y conexión de aparatos eléctricos pequeños o de alumbrado suplementario en determinadas zonas.

Para su localización en el proyecto no existe regla fija, pudiéndolos situar en donde se requieran. Al igual que en los circuitos de alumbrado, las normas consideran para el diseño y cálculo de los circuitos de contactos, lo siguiente:

- Los contactos comunes monofásicos serán dobles, del tipo duplex, con conexión a tierra y deberán proyectarse para una carga máxima de 400 watts.

Los contactos destinados a refrigeradores, incubadoras y equipos fijos, serán del tipo de seguridad (media vuelta) y su localización se proporcionará en la guía mecánica.

- En cada salida de contactos deberá indicarse lo siguiente: el tablero a que pertenece con una letra mayúscula a un lado del contacto, el circuito a que corresponde con un número arábigo junto a la letra que indica el tablero, en servicio normal o de emergencia.
- No deberán tener más de tres llegadas de tubería a una misma caja de conexiones y el diámetro de la misma no será mayor de 19 mm. (3/4 de pulgada).
- Los circuitos de circulaciones deben ser independientes de las áreas interiores.
- La carga total por circuito no excederá de 1,800 watts.
- Deberá considerarse un circuito independiente para los contactos de parrillas y aparatos de más de 3 amperes y menores de 5 amperes.

- El mínimo calibre de conductor para alimentación de circuitos derivados de contactos será del tipo TW del #10 AWG.

III.2.2.c. Circuitos derivados de fuerza. - Los circuitos derivados de fuerza, están formados por todos aquellos aparatos y equipos que no fueron comprendidos dentro de los circuitos derivados de alumbrado y de aparatos definidos e indefinidos (contactos); es decir, son cargas de motores que forman parte de los sistemas de aire acondicionado e hidráulicos y sanitarios, los cuales se encuentran dentro y fuera del edificio (casa de máquinas).

Al proyectar los circuitos derivados de fuerza es necesario ajustarse a las normas de ingeniería de diseño, las que señalan lo siguiente:

- Los motores fraccionarios y de mayor potencia se deberán proteger contra sobrecarga por medio de unidades de sobrecorriente, tales como: bobinas de disparo, relevadores o elementos térmicos.
- Los motores fraccionarios o de mayor potencia se deben proteger contra corto circuitos, instalando un interruptor automático o de fusibles con capacidad o ajuste de no más de 4, ni menor de 1.25 veces la corriente nominal a plena carga del motor.
- Para la desconexión y arranque de motores, deberá disponerse de un interruptor automático o del tipo de fusibles en combina-

ción con un arrancador del tipo magnético o manual, según sea la potencia del motor.

- Se deben considerar para fines de proyecto los tipos de arrancadores a tensión plena y los de tensión reducida para la selección del calibre de los conductores.
- El alambrado de los circuitos debe proyectarse con cable THW del calibre adecuado, conforme al cálculo comunmente utilizado, procurando que, en la mayoría de los casos, la caída máxima permisible de tensión no sea mayor del 3% de la tensión normal.
- No proyectar en una canalización dos o más alimentaciones para diferentes motores.
- Se indicarán en las canalizaciones eléctricas los calibres y cantidad de conductores que se alojan en ellas, considerando siempre un conductor desnudo del calibre adecuado para aterrizar la carcasa del motor.

III.3. Tableros de Distribución .

Considerando que en una instalación eléctrica, los tableros de distribución - representan uno de los factores primordiales, se inicia por definir su localización.

III.3.1. Centros de carga . - El tablero eléctrico o centro de carga, debe ocupar aproximadamente el lugar correspondiente al centro de gravedad de la carga relativa al área a controlar y tener fácil acceso para alimentarlo desde la subestación eléctrica, de un tablero subgeneral (como nuestro caso), o desde la acometida de la compañía suministradora del servicio.

No siempre es posible ubicar el tablero en el centro de carga. Existen lugares por ejemplo, en que la superficie está limitada por cancelas de cristal - donde no se puede instalar un tablero, en otros mucho menos por tratarse de lugares abiertos. En estos casos para la localización del tablero de distribución obliga por las causas anteriormente señaladas, a encontrar un lugar adecuado dentro del área.

III.3.2. Características de los tableros . - Los tableros de alumbrado, contactos y fuerza (normal y de emergencia), no podrán contar con más de 42 circuitos, esto es, 42 dispositivos de protección de un polo. Cuando se determine el número de polos en el tablero, deberá tomarse en cuenta que un interruptor termomagnético de dos polos, se considerará como 2 interruptores de un polo; por consiguiente, un interruptor termomagnético de tres

polos, representan 3 interruptores de un polo.

El lugar donde se ubiquen los tableros de distribución, deberá seleccionarse hasta donde sea posible sobre la trayectoria de los alimentadores, asegurando un recorrido corto con el menor número de curvas.

Cada tablero deberá tener una capacidad no menor que la del alimentador requerido, suficiente para servir la carga demandada. En general se deben -- considerar circuitos de alumbrado de 1,500 watts como máximo, que a 127 - volts, manejarán una corriente de 13.1 amperes y circuitos de contactos de 1,800 watts como máximo, que al mismo voltaje, manejarán una corriente - de 15.8 amperes.

III.3.3. Nivel de caída de voltaje permisible.- El nivel de - caída de tensión, máximo permisible, desde el medio principal de desconexión o desde el tablero general en la subestación hasta la carga, será del 5% - (por norma). Por lo cual, se puede considerar en las alimentaciones a los tableros de distribución, una caída de tensión de 2.5 a 3.5%, quedando desde - éstos últimos hasta los circuitos derivados, una caída de 1.5 a 2.5%.

En consecuencia, si tenemos un porcentaje de caída de tensión de 2 a 2.5% en un circuito de alumbrado de 13.1 amperes y utilizando conductor de calibre - #12 AWG (por reglamento), la distancia a la que se obtiene dicho margen será de 16 a 20 m. aproximadamente, considerados desde el tablero de distribución hasta el centro de carga del circuito.

De igual manera, para un circuito derivado de contactos de aproximadamente 16 amperes y utilizando conductor de calibre #10 AWG como mínimo permisible, encontramos que con una caída de tensión de 1.5 a 2% se tiene igual distancia.

En casos especiales en que la distancia a la que se encuentren las cargas sea mayor que la señalada, se deberá efectuar el cálculo respectivo, a fin de que la caída de tensión no sobrepase del 5% total. Por lo tanto, si la carga de los circuitos derivados se encuentra más alejada del centro de carga, mayor será la sección del conductor, conservando así la caída de tensión permisible.

En la tabla III.1, se muestran los valores de distancia máxima (en metros), a la cual es posible alimentar una determinada carga, si se tiene una caída de voltaje del 2%.

En cuanto al tablero de distribución, el desbalanceo máximo permitido entre fases, no deberá exceder del 5% (N. T. I. E.); optando para el proyecto en cuestión, formar circuitos derivados de alumbrado y contactos por separado, así como los de fuerza (aire acondicionado e hidroneumáticos), considerando un circuito de reserva por cada cuatro circuitos en uso.

III.4. Alimentaciones y Canalizaciones.

En toda instalación eléctrica intervienen elementos cuya principal característica es la de conducir, proteger y controlar la energía eléctrica. De manera ideal, la conducción de esta energía deberá hacerse sin pérdidas y en condiciones de absoluta seguridad, tanto para las personas como para los equipos.

Razón por la cual se han seleccionado para su análisis, dos elementos importantes que forman parte de la misma: conductores eléctricos y medios de canalización.

III.4.1. Conductores eléctricos. - Se denomina genéricamente como conductor a un material que es capaz de transportar corriente eléctrica debido a una diferencia de potencial entre sus extremos, la que debe realizarse con un mínimo de pérdidas.

En general, un conductor se compone de un hilo o alambre de material conductor o de una serie de alambres cableados, que se utiliza ya sea desnudo o aislado.

Dicho material, además de cumplir con los requisitos en cuanto a propiedades eléctricas, debe guardar ciertos aspectos en lo relacionado a propiedades mecánicas, así como también la consideración del aspecto económico.

Por esta razón, la mayor parte de los conductores empleados en instalacio--

nes eléctricas, se fabrican con cobre (Cu) o con aluminio (Al), que son comercialmente los de mayor conductividad y con un costo relativamente bajo para que resulten económicos. Para aplicaciones donde existen grandes tensiones mecánicas, se utilizan bronces, aceros y aleaciones especiales.

Existen otros materiales de mayor conductividad como la plata, el platino y el oro, utilizados en aplicaciones electrónicas muy especiales y en pequeñas cantidades, los cuales debido al costo tan elevado que tienen, hacen antieconómica su utilización en las instalaciones eléctricas.

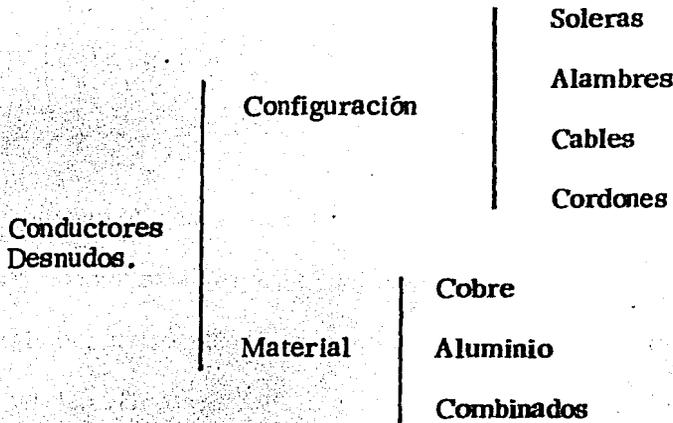
Comparativamente, el aluminio es un 40% menos conductor que el cobre y con una resistencia a la tensión mecánica del 40% aproximadamente. La principal ventaja del aluminio sobre el cobre es su menor peso, ya que el peso específico del primero es de 2.70 gr/cm³., contra 8.89 gr/cm³. del segundo.

Desde el punto de vista de las normas, los conductores se identifican por un número que corresponde al que comúnmente se le conoce como calibre y que sigue el sistema americano de designación AWG (American Wire Gage); siendo el más grueso el número 4/0 y en orden descendente del área del conductor, los números: 3/0, 2/0, 1/0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20, que es el más delgado utilizado en instalaciones eléctricas.

Para conductores mayores de 4/0, se hace una designación que está en función de su área en pulgadas, empleándose la unidad denominada circular mil, que se define como: "la sección de un círculo que tiene un diámetro de un mi-

lésimo de pulgada (0.001 plg.)."

En la tabla III.2 , se indican las dimensiones de los conductores eléctricos - desnudos. Dichos conductores se pueden clasificar de acuerdo a la configuración física y el material utilizado en su fabricación, de la siguiente manera:



Donde:

Soleras. - Formada por una barra sólida de sección rectangular o cuadrada.

Alambre. - Formado por un hilo sólido de sección circular.

Cable. - Formado por un cierto número de hilos requeridos en formación geométrica, con características de flexibilidad.

Cordón. - Formado por un cierto número de hilos reunidos al a zar, en uno o varios torones de máxima flexibilidad.

III. 4. 1. 1. Aislamiento. - La función del aislamiento, es la de confinar la corriente eléctrica en el conductor y contener el campo eléctrico dentro de su masa. Las propiedades de los aislamientos son con frecuencia adecuados para su aplicación; pero pueden degradarlo los efectos de operación, - medio ambiente, envejecimiento, etc.

De manera similar a los conductores, existen factores en los aislamientos, - que deben de ser considerados en la selección, tales como: características eléctricas y características mecánicas.

Los aislamientos se pueden dividir en dos grupos principales:

De papel impregnado. Se emplea papel especial obtenido de pulpa de madera, de celulosa de fibra larga. El cable aislado con - papel libre de humedad, se impregna para mejorar las características del aislante con los siguientes compuestos, los que dependen de la tensión e instalación del cable:

- aceite viscoso,
- aceite viscoso con resinas refinadas,
- aceite viscoso con polímeros de hidrocarburos,
- aceite de baja viscosidad,
- parafinas micro-cristalinas del petróleo.

De tipo seco. A excepción del hule natural (ya en desuso), - los aislamientos secos, son compuestos cuya resina se obtiene de

la polimerización de hidrocarburos. De acuerdo a su respuesta al calor, se clasifican en:

- Termoplásticos. Son aquéllos que al calentarse su plasticidad permite conformarlos a voluntad, recuperando sus propiedades iniciales al enfriarse, manteniendo la forma que se les imprimió.
- Termofijos. A diferencia de los anteriores, después de un proceso inicial similar al de los termoplásticos, los subsecuentes calentamientos no los reblandecen.

III.4.1.2. Conductores aislados de baja tensión. - Se puede considerar como conductor de baja tensión, a todo aquél que tenga un aislamiento que le permita operar voltajes de 0 a 1,000 volts en condiciones apropiadas de seguridad.

Los conductores utilizados en las instalaciones eléctricas son aislados. Anteriormente se aislaban con hule, conociéndose comercialmente como tipo R; - en la actualidad, se fabrican con aislantes termoplásticos de distintas denominaciones comerciales según el fabricante, siendo los más conocidos por ser a prueba de agua entre otras propiedades, los siguientes: tipo TW, tipo THW (Vinanel 900), Vinanel Nylon, Vulcanel EP, Vulcanel XLP (Tabla III.3).

III.4.1.3. Selección del calibre de los conductores en instalaciones eléctricas de baja tensión. - Una vez analizadas las propiedades de los conductores eléctricos utilizados en instalaciones, éstas deberán ser consideradas en la selección de los mismos. Para el proyecto eléctrico en especial, la selección adecuada de un conductor que llevará corriente a un dispositivo específico, se hará tomando en consideración además, dos factores importantes: la capacidad de conducción de corriente y la caída de voltaje.

Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de un conductor llamada también a capacidad, es el valor de la corriente eléctrica en amperes que puede conducir sin exceder una temperatura. Dicho valor está regulado por la pérdida eléctrica en la resistencia del conductor (RI^2), la cual se incrementa al aumentar la temperatura y por la capacidad de disipación de calor de las capas aislantes, además del medio ambiente en que se encuentra instalado el conductor.

La capacidad de conducción o ampacidad, se encuentra limitada por los siguientes factores:

- Conductividad del metal conductor, y
- Capacidad térmica del aislamiento.

Desde el punto de vista de conductividad, se han elaborado tablas que dan la resistencia eléctrica de los conductores, factor que de-

termina las pérdidas de potencia eléctrica al paso de la corriente, según la fórmula:

$$W = RI^2$$

Donde:

R = resistencia eléctrica en ohms.

I = corriente eléctrica en amperes.

W = potencia en watts.

Esta potencia es una energía que se disipa en forma de calor en un período de tiempo determinado. Además como la resistencia eléctrica de los conductores varía por la temperatura y los datos de resistencia están dados para una temperatura de 20°C, al calcular la resistencia de un conductor a cualquier otro valor de temperatura, se deberá corregir mediante la fórmula:

$$R_T = R_{20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(T - 20^\circ\text{C})]$$

Donde:

R_T = resistencia a la temperatura deseada.

T = temperatura considerada.

α = coeficiente de corrección en 1/°C.

De lo anterior se deduce que la capacidad de conducción de corriente de un conductor, está íntimamente ligada a la capacidad del

aislamiento a temperaturas elevadas, considerando que éstos se en encuentran dentro de canalizaciones, las que se comportan como emisores de calor y por temperaturas ambientes superiores a los 30°C.

Por esta razón, el número de conductores dentro de una canalización, se restringe de tal forma que permite un arreglo físico de los mismos de acuerdo a la selección de la tubería, facilitando así, el alojamiento y manejo durante su instalación y considere además, la cantidad de aire necesaria para que los conductores se mantengan a temperaturas adecuadas.

Dichas condiciones se logran mediante la relación entre las secciones de tubería y los conductores, denominándose factor de relleno, donde:

$$f = a/A$$

a = área total de los conductores,

A = área interior del tubo.

Estableciéndose los siguientes valores de factores de relleno, utilizados en instalaciones (Secc. 304.4 N.T.I.E.):

Para un conductor, 55%

Para dos conductores, 30%

Para tres conductores o más, 40%

En la sección 302.4 de las Normas Técnicas para Instalaciones -- Eléctricas, se señalan los factores aplicables a la tabla de valores de capacidad de corriente para conductores de cobre aislado (Tabla III.4), siendo éstos:

- Factores de corrección por agrupamiento
Deben aplicarse cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o cable multiconductor, es mayor de tres.

Factores de Corrección por Agrupamiento.

No. de conductores	% del valor indicado en la tabla
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
más de 42	50

- Factores de corrección por temperatura ambiente. Deben aplicarse para condiciones de -- temperatura ambiente (del local o del lugar donde se encuentran los conductores) de 31°C o mayor.

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	

Cálculo de conductores por caída de voltaje. No basta con calcular y seleccionar el calibre de los conductores de acuerdo a la corriente que circulará por él, sino que además, es necesario llevar a cabo el cálculo por caída de voltaje.

Esta caída no deberá exceder los valores establecidos en las Normas Técnicas, las que en su sección 202.6 señalan: "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 otra parte, la caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado, no debe exceder del 5%."

Asimismo, en la sección 203 Circuitos Alimentadores, se menciona que: "el calibre de los conductores de un circuito alimentador que abastezca circuitos derivados de alumbrado, fuerza y calefacción, debe ser tal que la caída de tensión desde la entrada del servicio hasta los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados, no exceda del 3%, considerando además que la caída de tensión en alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder del 5%."

Para tener la seguridad de no rebasar estos valores de caída de tensión permisible, se hacen los cálculos respectivos por medio de -- las fórmulas que a continuación se desarrollan, utilizando los términos siguientes:

W = potencia en watts.

I = corriente en amperes por conductor.

E_f = voltaje entre fases.

E_n = voltaje de línea a neutro.

$\cos \phi$ = factor de potencia.

R = resistencia del conductor en ohms.

ρ = resistividad del cobre $1/58 \Omega\text{-m/mm}^2$. = $1/50$

L = longitud del conductor en metros.

S = sección del conductor en mm^2 .

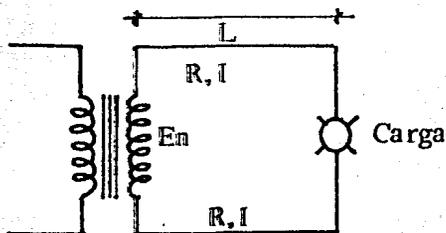
e = caída de voltaje de fase a neutro en volts.

e_f = caída de voltaje entre fases, en volts.

$e\%$ = caída de voltaje en por ciento.

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

Sistema monofásico a dos hilos:



La potencia consumida por la carga es

$$W = E_n I \cos \phi$$

$$I = \frac{W}{E_n \cos \phi}$$

La caída de voltaje por resistencia en el conductor es

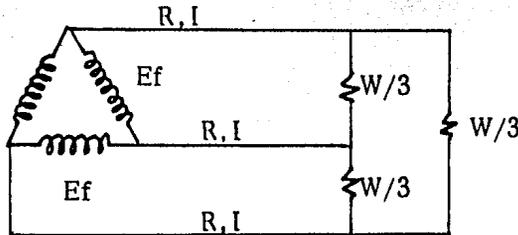
$$e = 2RI ; \text{ si } R = \rho L/S = 1/50 (L/S)$$

entonces

$$e = \frac{LI}{25 S} \quad \text{o} \quad e\% = \frac{LI \times 100}{25 S E_n}$$

$$e\% = \frac{4 LI}{E_n S} ; \quad S = \frac{4 LI}{E_n e\%}$$

Sistema trifásico a tres hilos:



La potencia consumida es

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos \phi$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi}$$

La caída de voltaje entre fases será,

$$e_f = \sqrt{3} R I$$

pero $R = \rho L/S = 1/50 (L/S)$

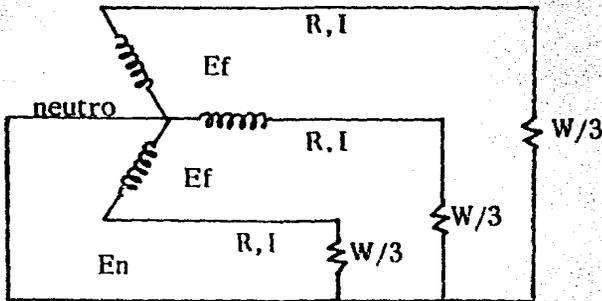
$$e_f = \frac{\sqrt{3} L I}{50 S}$$

el porcentaje de caída de voltaje es,

$$e\% = \frac{e_f \times 100}{E_f} = \frac{\sqrt{3} L I \times 100}{50 S E_f}$$

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} L I}{S E_f} \quad ; \quad S = \frac{2\sqrt{3} L I}{E_f e\%}$$

Sistema trifásico a cuatro hilos:



La potencia consumida será,

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos \theta = 3 E_n I \cos \theta$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \theta} = \frac{W}{3 E_n \cos \theta}$$

La caída de tensión entre fases será,

$$e_f = \sqrt{3} R I = \sqrt{3} L I / 50 S$$

$$e_f \% = \frac{\sqrt{3} L I \times 100}{50 S E_f} = \frac{2 \sqrt{3} L I}{S E_f}$$

$$S = \frac{2 \sqrt{3} L I}{E_f e_f \%}$$

La caída de tensión al neutro es,

$$e = R I = L I / 50 S$$

$$e \% = \frac{e \times 100}{E_n} = \frac{L I \times 100}{50 E_n}$$

$$e \% = \frac{2 L I}{E_n S} \quad ; \quad S = \frac{2 L I}{E_n e \%}$$

III.4.1.4. Características de los conductores utilizados en el proyecto. - Los conductores que se emplearán en el proyecto de instalación eléctrica, serán de cobre electrolítico con aislamiento termoplástico tipo TW y THW (Vinanel 900) y se colocarán indistintamente en tubería - conduit (en su mayoría), ahogada en losa o muro y aparente por falso plafón o en ducto cuadrado embisagrado (cuando así lo requiera).

Se seleccionarán dichos conductores (Tabla III.5), por las siguientes razones:

- No tendrán la posibilidad de sobrecalentarse, ya que se pondrá especial cuidado en el cálculo de los calibres adecuados a la carga que deben alimentar; así como la de aislar y alejar las canalizaciones cercanas a fuentes de calor.
- No sobrepasarán más de 10 a 15°C como máximo en relación con la temperatura ambiente, la cual considerada en las condiciones más desfavorables como de 40°C, se tendrá por lo tanto una temperatura máxima en los conductores de 55°C, la cual se encuentra por debajo del límite permisible para este tipo de aislamiento, 60°C y 75°C respectivamente.
- El aislamiento TW y THW es a prueba de agua (de acuerdo a las tablas de conductores aislados para baja tensión), lo que da por resultado contar con la protección necesaria en los casos en que la tubería o tuberías puedan contener dicho líquido.

III.4.2. Canalizaciones eléctricas. - Se entiende por canalización eléctrica, el dispositivo o dispositivos que se utilizan en instalaciones para contener a los conductores; de tal manera que queden protegidos contra el deterioro mecánico, contaminación, etc., y a su vez resguarden dicha instalación contra incendio por motivo de corto circuito. Las canalizaciones de uso generalizado, son:

a) Tubería conduit.

b) Ductos.

c) Charolas.

III.4.2.a. Tubería conduit. - Es el medio de canalización de mayor uso en la actualidad. Existe en el mercado una gran diversidad de ellos, que se emplean para cada caso en especial.

Su longitud es de 3.05m. con rosca en los extremos a excepción de los de pared delgada y no metálicos. Los tubos conduit pueden ser:

- de acero galvanizado, pared gruesa,
- de acero esmaltado, pared gruesa,
- de acero galvanizado, pared delgada,
- de acero esmaltado, pared delgada,
- de aluminio,
- rígido de policloruro de vinilo (PVC),
- flexible metálico, y

- flexible de polietileno (Polyducto).

Cada uno de ellos tiene distinta aplicación de acuerdo a sus propiedades de resistencia, acabado y manufactura. Se utilizan en instalaciones visibles, embebidos en concreto o embutidos en muros, piso y techos, en locales húmedos o mojados, en presencia de agentes químicos específicos, en lugares secos, en lugares peligrosos, etc.

III. 4. 2. b. Ductos. - Consisten en canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular con tapa. Se utilizan solo en instalaciones visibles, de ahí su aplicación en industrias, laboratorios, subestaciones eléctricas y en el sistema de transporte colectivo (Metro).

Los conductores se llevan en los ductos como si fuera un tubo conduit, pudiéndose catalogar de acuerdo a su aplicación en: ductos alimentadores (si llevan conductores o barras de la subestación a los tableros de distribución), y ductos de conexión (que parten de los tableros a los diferentes aparatos receptores).

Una variante de los ductos son los electroductos, constituidos de barras conductoras integradas de fábrica para su armado en la obra.

Los ductos se utilizan en circuitos múltiples, con la ventaja de ser fáciles de alambrar, teniéndose un mejor aprovechamiento de la capacidad de conducción, puesto que en él, la capacidad es de aproximadamente el 100%, mien-

tras que en el tubo conduit varía de este valor hasta un 50%.

Se permite llevar en un ducto, un máximo de 30 conductores sin ocupar más del 40% de la sección transversal interior del mismo (factor de relleno), y -- hasta un 75% cuando se trate de empalmes y derivaciones, debiéndose aplicar los factores de corrección por agrupamiento; excepto cuando los conductores ocupen el 20% o menos de la sección transversal del ducto (Sección 308 NTIE).

III. 4. 2. c. Charolas . - Se llama así a las estructuras rígidas y continuas especialmente construídas para el soporte de cables. Pueden ser además canales, escalerillas y estructuras similares, fabricadas en metal u otros -- materiales no combustibles (Sección 311.1 NTIE).

Su aplicación es muy similar a la de los ductos, con algunas limitantes, debidas a los lugares donde se lleve a cabo su instalación. Con respecto a esto último, se recomienda:

- Procurar alinear los conductores de manera que guarden siempre la misma posición relativa en todo el trayecto, en especial los de grueso calibre.
- En el caso de conductores delgados, es conveniente hacer amarres a intervalos de 1.50 a 2.0 metros aproximadamente, procurando colocar etiquetas de identificación cuando se trate de -- varios circuitos; en el caso de los de grueso calibre, los ama--

rres se harán a cada 2.0 y 3.0 metros.

- En trayectorias verticales muy largas, es recomendable la fijación de conductores por medio de amarres con abrazaderas especiales o en su defecto, con hilo de cáñamo (Sección 311 NTIE).

Los conectores para canalizaciones eléctricas, son elementos que sirven para interconectar las canalizaciones eléctricas entre sí o con elementos que contienen dispositivos de control, protección y salidas para receptores. Son de dos tipos:

- Condulets, y
- Cajas de conexión.

Los primeros son también cajas de conexión; fabricados en aluminio y otros metales, sirven para instalaciones visibles. En cuanto a las cajas de conexión tienen un acabado especial (galvanizado o esmaltado), para ser utilizadas en instalaciones ocultas o visibles.

En ellas va el montaje de accesorios eléctricos de alumbrado y fuerza, tales como: contactos, apagadores, botones de timbre, salidas de alumbrado y de fuerza, etc. Se fabrican en los siguientes tipos:

- Cajas cuadradas, con perforaciones para tubo de 13 mm., 19 mm. y 25 mm.
- Cajas octogonales, con perforaciones para tubo de 13mm., y

19 mm., y

- Cajas rectangulares (chalupas), con perforaciones para tubo de 13 mm.

Los accesorios adicionales, son de diversas formas y características, las cuales varían de acuerdo al tipo de instalación y tamaño; dentro de estos se encuentran:

- Portalámparas.
- Apagadores de palanca, botón o de presión.
- Contactos de tipo doméstico, comercial e industrial.
- Dispositivos de protección y control, entre los que se pueden mencionar a los interruptores (de seguridad o navaja y termomagnéticos), tableros de distribución (centros de carga) y fusibles (de tapón, cartucho, etc.).

Los dispositivos de protección y control, se encuentran alojados en gabinetes de lámina, los cuales se clasifican de acuerdo al Código NEMA (National Eléctric Manufacturers Association), de la siguiente manera:

NEMA 1. - Usos generales.

NEMA 2. - A prueba de goteo.

NEMA 3. - Servicio de intemperie.

NEMA 3R. - A prueba de lluvia.

NEMA 4. - A prueba de agua y polvo.

NEMA 4X. - A prueba de polvo y agua además de resistencia a la corrosión.

NEMA 5. - A prueba de polvo.

NEMA 6. - Hermética al agua cuando está sumergida.

NEMA 7. - A prueba de gases explosivos.

NEMA 8. - A prueba de gases explosivos, el equipo encerrado - en aceite.

NEMA 9. - A prueba de polvos.

NEMA 10. - Utilizado en minas.

NEMA 11. - Resistente a la corrosión.

NEMA 12. - Servicio Industrial.

NEMA 13. - Uso industrial, contra aceite y polvos.

Una vez definidos los elementos que intervienen en todo circuito derivado, se procederá a realizar los cálculos correspondientes para obtener las alimentaciones y protecciones de dichos circuitos. Tomando como ejemplo el circuito A1 (circuito 1 del tablero "A") en el que están conectados 13 luminarios del tipo fluorescente, de 100 watts cada uno (incluyendo la carga del balastro), se utilizará el sistema de 1 fase 2 hilos, teniendo entonces:

Datos

$$\begin{aligned}
 W &= 1\,300 \text{ watts} \\
 E_n &= 127 \text{ volts} \\
 \cos \phi &= 0.9 \\
 L &= 18 \text{ m.} \\
 e\% &= 2
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 I &= \frac{W}{E_n \cos \phi} = \frac{1\,300}{127 \times 0.9} = 10.23 \text{ amp.} \\
 S &= \frac{4LI}{E_n e\%} = \frac{4 \times 18 \times 10.23}{127 \times 2} = 2.89 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

El valor obtenido corresponde aproximadamente al de la sección de un conductor del calibre #14 AWG; como la norma establece utilizar para un circuito de alumbrado un calibre mínimo del #12 AWG, luego entonces la distancia máxima a la cual se puede alimentar una carga de la capacidad indicada, será de 21 metros. Si se sustituye en la ecuación correspondiente el valor de la sección transversal del conductor establecido, se verá que el valor de caída de voltaje es menor al considerado.

Para el cálculo de la canalización, se toma el valor correspondiente de la tabla de áreas de conductores con aislamiento TW, el que multiplicado por el número de conductores utilizados será:

$$12.8 \times 2 = 25.6 \text{ mm}^2.$$

De la tabla de áreas disponibles de tubo conduit (30% para dos conductores), la mínima tubería es de 13 mm. (1/2 pulg.), con 59 mm² de área; lo cual significa que ambos conductores caben perfectamente.

La capacidad de la protección del circuito, será como mínimo el valor de corriente permisible en los mismos conductores (Secc. 205.4 NTIE), es decir, para calibre #12 AWG, 20 amperes. En resumen se tendrá:

Circuito A1, 1 300 w., 2-12, T-13 mm. y 1P-20 A.

Como un ejemplo más, tomaremos el circuito 38, 10, 12 (3 fases, 4 hilos) en el que está conectado un contacto para una carga trifásica de 6 000 watts de

capacidad:

Datos

$$W = 6\,000 \text{ w.}$$

$$E_f = 220 \text{ v.}$$

$$E_n = 127 \text{ v.}$$

$$L = 13 \text{ m.}$$

$$\cos \theta = 0.85$$

$$e\% = 2$$

$$I = \frac{6\,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85} = 18.60 \text{ amp.}$$

$$S = \frac{2 LI}{E_n e\%} = \frac{2 \times 13 \times 18.60}{127 \times 2} = 1.90 \text{ mm}^2$$

Como en el ejemplo anterior, la sección transversal corresponde aproximadamente a un conductor del #14 AWG. Por norma el mínimo calibre de conductor para cargas de contactos es del #10 AWG; luego entonces de las tablas correspondientes se tiene que su sección es de 5.26 mm^2 y que soporta una corriente de 30 amperes. Al igual que en el ejemplo anterior, si se sustituye el valor de la sección en la ecuación correspondiente, se tendrá una caída de tensión menor a la considerada.

La canalización se calcula de la siguiente manera; para cable #10 AWG con aislamiento TW:

$$\begin{aligned} 16.8 \times 4 &= 67.2 \text{ mm}^2 + 3.30 \text{ del conductor desnudo} \\ &\text{(por norma) de calibre \#12 AWG.} \\ &= 70.50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Para 3 conductores o más, el área disponible del tubo conduit de 13 mm. al 40% es de 78 mm^2 , por lo que sí caben en esta canalización. La práctica obliga a utilizar el diámetro nominal inmediato superior, es decir, tubería de 19 mm. (3/4 pulg.) por comodidad de instalación. La protección del circuito estará dada por la cantidad de corriente manejada en el mismo, es decir: 20 amperes.

Cabe hacer notar que el calibre del conductor desnudo, se calculó de acuerdo a la tabla correspondiente de capacidad nominal de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. En conclusión, para este circuito se tendrá:

Circuito B8, 10, 12; 6 000 w., 4-10, 1-12 desnudo, 3P-20 A.

Los resultados obtenidos de los cálculos efectuados, para el total de los circuitos derivados, se tienen en las tablas del Apéndice I.

Con relación a la formación y ubicación de los cuadros de carga o tableros, su metodología ya fue explicada con anterioridad; sólo cabe efectuar el cálculo respectivo de la alimentación, canalización y protección de los mismos, teniendo para el Tablero "A":

Datos

W = 5 800 w.	Como se trata de un sistema trifásico, 4 hilos, entonces:
L = 28 m.	
Ef = 220 v.	
En = 127 v.	
cos ϕ = 0.85	$I = \frac{5\,800}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85} = 17.92 \text{ amp.}$

Por norma se deberá considerar 1.25 de reserva al conductor, por lo que:

$$I_{\text{cond}} = 1.25 \times 17.92 = 22.4 \text{ amp.}$$

De acuerdo a la tabla, el conductor que soporta esta corriente es el del calibre #10 AWG, de sección transversal de 5.26 mm²; por lo que la caída de voltaje es:

$$e\% = \frac{2 LI}{E_n S} = \frac{2 \times 17.9 \times 28}{127 \times 5.26} = 1.5$$

La capacidad del interruptor principal en el tablero (Secc. 205.4 NTIE), será entonces:

$$I_{int} = I_{cond} = 22.4 \text{ amp. ; que corresponde a } 30 \text{ amp.}$$

La canalización estará dada por:

$$\begin{aligned} \text{Conductor THW \#10 AWG} &= 16.8 \text{ mm}^2 \times 4 = 67.2 \text{ mm}^2 \\ \text{Conductor desnudo (de tabla) \#12 AWG} &= \frac{3.3 \text{ ''}}{70.5 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

Corresponderá a una tubería conduit de 19 mm. (3/4 pulg.). Teniendo por lo consiguiente:

Tablero "A", 5 800 w., 4-10, 1-12 desnudo, T-19, 3P-30 A.

Los resultados para los tableros de distribución utilizados en el proyecto, se anotan en la tabla de cálculo de alimentaciones a los mismos, Apéndice I.

Respecto a las alimentaciones y protecciones de motores, será necesario utilizar las siguientes expresiones para realizar el cálculo respectivo:

$$\begin{aligned} I_{int} &= K \cdot I_{pc_{mayor}} + \sum I_{pc_{demás}} && ; K = 1.5 \text{ motores mayores} \\ & && \text{de } 10 \text{ H.P., y} \\ I_{cond} &= 1.25 I_{pc_{mayor}} + \sum I_{pc_{demás}} && K = 2.0 \text{ motores menores} \\ & && \text{de } 10 \text{ H.P.} \end{aligned}$$

$$I_{arr.} = I_{int.}$$

Tomando como ejemplo el motor UGAH-1, con una capacidad de 77.6 Kw. - (aproximadamente 100 H.P.), a un voltaje de operación de 440 volts, 60 c.p. s.; la corriente a plena carga (I_{pc}), de acuerdo a la tabla 403.95 de N. T. I. E.

será de 130 amperes, por lo tanto, de acuerdo a las expresiones antes señaladas tenemos:

$$I_{arr} = 1.5 I_{pc} = 1.5 \times 130.0 = 195.0 \text{ amp.}$$

El calibre del conductor de alimentación, será como mínimo (Secc. 403.14 N TIE) 1.25 I_{pc}, por lo que:

$$I_{cond} = 1.25 \times 130.0 = 162.5 \text{ amp.}$$

de las tablas correspondientes se tiene que para aislamiento THW, el conductor que soporta este valor de corriente es el calibre #2/0 AWG. Al igual que en los contactos, los motores deben llevar conductor desnudo para aterrizar, siendo para este caso en particular del #6 AWG.

Para la canalización, el área de los conductores es:

$$\begin{array}{r} \#2/0 ; 179.4 \times 3 = 538.2 \text{ mm}^2 \\ \#6 ; 13.3 \times 1 = 13.3 \text{ " } \\ \hline 551.5 \text{ mm}^2 \end{array}$$

corresponde a una tubería de 51 mm. (2pulg.)

La protección estará dada por la I_{arr.}, es decir: 3P-200 A.

Los cálculos respectivos se anotan en las tablas de cálculo de alimentaciones y protecciones a motores del Apéndice I.

Al igual que en los circuitos derivados de alumbrado y contactos, los circuitos derivados de fuerza (motores en nuestro caso) se encuentran contenidos en tableros denominados Centro de Control de Motores (CCM), los cuales a su vez se conforman de igual manera que los de distribución (anteriormente

descritos), con la única diferencia de que en los CCM se tienen los arrancadores y elementos de protección del motor. En el proyecto se tienen además - tableros subgenerales (TSG), los cuales contienen los circuitos alimentadores de los tableros de distribución. Su cálculo y formación se lleva a cabo de la misma forma que en los de distribución, tomando en cuenta que el interruptor derivado en el tablero subgeneral, será de igual capacidad al principal del tablero contenido.

Finalmente, la realización del cálculo de alimentaciones y protecciones generales, se puede ejemplificar con el tablero CCM-1 de las siguientes características:

Se trata de un tablero que contiene 5 motores de 1 H.P., 2 motores de 2 H.P. y 2 motores de 5 H.P. cada uno respectivamente. Las I_{pc} se obtienen de la tabla correspondiente, es decir:

$$1 \text{ H.P.} = 3.8 \text{ amp.}; \quad 2 \text{ H.P.} = 7.1 \text{ amp.}; \quad 5 \text{ H.P.} = 15.9 \text{ amp.}$$

donde la I_{pc} del tablero será la suma de las I_{pc} de los motores = 65.0 amp.

Para calcular la corriente del interruptor se tiene:

$$I_{int} = 2 \times 15.9 + 49.1 = 80.9 \text{ amp.}$$

que corresponde a un interruptor de: 3P-100 A.

El cálculo del calibre del alimentador se obtiene de las expresiones señaladas con anterioridad:

$$I_{cond} = 1.25 \times 15.9 + 49.1 = 68.9 \text{ amp.}$$

De acuerdo a las normas se le debe de considerar como mínimo un 25 % más de reserva:

$$I_{\text{cond}} = 1.25 \times 68.9 = 86.2 \text{ amp.}$$

el conductor que soporta esta corriente es del calibre #4 AWG y el conductor desnudo de tierra, conforme al interruptor es del #8 AWG. La canalización para los conductores señalados será:

$$\begin{array}{l} \#4 \text{ AWG} = 70.1 \text{ mm}^2; \quad 3 \times 70.1 = 210.30 \text{ mm}^2 \\ \#8 \text{ AWG} = 8.36 \text{ " } ; \quad 1 \times 8.36 = \frac{8.36}{218.66} \text{ mm}^2 \end{array}$$

de tablas se tiene una tubería de 32 mm de diámetro (1 1/4 pulg.).

Los resultados obtenidos del cálculo de alimetadores y protecciones genera - les, se encuentran contenidos en la tabla correspondiente del Apéndice I.

Tabla III.1

VALORES DE DISTANCIA MAXIMA (en metros), A LA CUAL SE PUEDE ALIMENTAR UNA CARGA DETERMINADA, CON UNA CAIDA DE VOLTAJE DEL 2% .

Conductor No.	C a r g a e n W a t t s														
	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
12	46	39	35	31	28	25	23	21	20	18	17	16	15	14	13
10	73	62	55	49	44	40	37	34	31	29	28	26	25	23	22
8	117	100	88	78	70	63	59	54	50	46	44	41	39	37	35

Tabla III.2

DIMENSIONES DE CONDUCTORES DESNUDOS

Calibre AWG o MCM	Sección mm ² .	Diámetro	
		Pulg.	mm.
20	0.5176	0.03196	0.812
18	0.8232	0.04030	1.024
16	1.3090	0.05082	1.291
14	2.0810	0.06408	1.628
12	3.3090	0.08081	2.053
10	5.2610	0.1019	2.588
8	8.3670	0.1285	3.264
6	13.3030	0.1620	4.115
4	21.1480	0.2043	5.189
2	33.6320	0.2576	6.543
0	53.4770	0.3249	8.252
00	67.4190	0.3648	9.266
000	85.0320	0.4096	10.403
0000	107.2250	0.4600	11.684
250	126.644	0.575	14.605
300	151.999	0.630	16.002
350	177.354	0.681	17.297
400	202.709	0.728	18.491
500	253.354	0.814	20.675
600	303.999	0.893	22.682
700	354.708	0.964	24.685
750	379.837	0.998	25.349
800	405.160	1.031	26.187
900	455.805	1.093	27.762
1 000	506.450	1.152	29.260
1 250	633.063	1.289	32.741
1 500	759.677	1.412	35.865
1 750	886.286	1.526	38.760
2 000	1012.901	1.631	41.427

TABLA DE CONDUCTORES AISLADOS.

136

Tabla III.3

Nombre Comercial	Tipo	Temp. Max. °C	Material Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Hule Resistente al calor.	RH RHH	75 90	Hule resistente al calor.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de flama.	Locales secos
Hule Resistente al calor y a la humedad.	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad.	Idem	Locales húmedos y secos.
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% de hule no molido, sin grano.	Idem	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad.	RUW	60	Idem	Idem	Locales húmedos y secos.
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de 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.
Termoplástico duplex resistente a la humedad.	TWD	60	Idem	Ninguna	Idem

Nombre Comercial	Tipo	Temp. Max. °C	Material Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
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	90	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama.	Ninguna	Locales secos y húmedos. 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 75	Idem	Nylon	Locales con grasas, aceite y gasolinas. Locales secos y húmedos.

Tabla III.4

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS
(AMPERES)

Temperatura máxima del aislamiento.	60°C		75°C	
	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20
12	20	25	20	25
10	30	40	30	40
8	40	55	45	65
6	55	80	65	95
4	70	105	85	125
3	80	120	100	145
2	95	140	115	170
1	110	165	130	195
0	125	195	150	230
00	145	225	175	265
000	165	260	200	310
0000	195	300	230	360
250	215	340	255	405
300	240	375	285	445
350	260	420	310	515
400	280	455	335	545
500	320	515	380	620
600	355	575	420	690
700	385	630	460	755
750	400	655	475	785
800	410	680	490	815
900	435	730	520	870
1 000	455	780	545	935

Tabla III.5

DIMENSIONES DE CONDUCTORES CON AISLAMIENTO DE HULE Y TERMOPLASTICO.

Calibre AWG, MCM		Tipos: T, TW, THW, RHW, RHH		
		Diámetro (mm.) (Incluye aislamiento)	Area (mm ²)	Area de la sección transversal (mm ²)
A	18	-	-	0.823
L	16	-	-	1.308
A	14	3.3	8.7	2.08
M	12	3.8	11.1	3.31
3	10	4.3	14.3	5.26
R				
E				
	18	-	-	0.823
	16	-	-	1.308
C	14	3.6	9.9	2.08
	12	4.0	12.8	3.31
	10	4.6	16.8	5.26
A.				
	8	6.2	30.4	8.37
	6	8.2	52.9	13.30
B	4	9.4	70.1	21.15
	2	11.0	95.0	33.6
L	1/0	13.9	152.7	53.5
	2/0	15.1	179.4	67.4
	3/0	16.4	212.1	85.0
E	4/0	17.9	251.8	107.2
S	250	20.0	314.6	126.7
	300	21.4	360.1	152.0
	350	22.7	405.9	177.4
	400	23.9	449.6	202.7
	500	26.1	536.5	253.3
	600	29.0	662.0	304.1
	750	31.7	790.4	380.0
	1 000	35.7	998.8	506.7
	1 250	-	-	633.3
	1 500	-	-	760.1

Tabla III.6

**DIMENSIONES DE TUBO CONDUIT Y AREA DISPONIBLE
PARA LOS CONDUCTORES**

Diámetro nominal		Diámetro interior	Area interior total	Area disponible para conductores (mm ²)	
mm.	pulg.	(mm)	(mm ²)	40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores o más)
13	1/2	15.81*	196	78	59
19	3/4	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	1 1/4	25.31*	979	392	294
38	1 1/2	41.16*	1331	532	399
51	2	52.76*	2186	874	656
63	2 1/2	62.71**	3088	1235	926
76	3	77.93**	4769	1908	1431
89	3 1/2	90.12**	6378	2551	1913
102	4	102.26**	8213	3285	2464

* Corresponde al tubo metálico ligero.

** Corresponde al tubo metálico pesado.

Tabla III.7

NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES QUE PUEDEN ALOJARSE EN UN TUBO CONDUIT

Tipo de conductor	Calibre del conductor AWG, MCM	Diámetro nominal del tubo en 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			
T, TW y THW	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

* Alambres.

Tabla III. 8

Tabla de Cálculo de Calibre de los Conductores para puesta a Tierra de Equipos y Canalizaciones Interiores.

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes - del equipo, conductor, etc.	Calibre del conductor de puesta a tierra. (AWG o MCM)	
	cobre	aluminio
No mayor de (amperes)		
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 MCM
1600	4/0	350 "
2000	250 MCM	400 "
2500	350 "	500 "
3000	400 "	600 "
4000	500 "	800 "
5000	700 "	1000 "
6000	800 "	1200 "

III.5. Sistema de Suministro de Energía.

El suministro de energía, es lo que normalmente se le conoce como a c o m e r t i d a, cuya definición se estableció anteriormente en el Capítulo I y que es proporcionada por la entidad responsable de la generación y distribución de la energía eléctrica.

De acuerdo a sus características, el suministro de energía se puede llevar a cabo a través de:

- Línea de distribución urbana, o
- Generación de energía propia (planta de e m e r g e n c i a).

Con relación a la primera, a continuación se hará la exposición respectiva; - en cuanto a la segunda, su análisis se realizará más adelante.

III.5.1. Línea de distribución urbana. - Es la red de cableado (aérea y subterránea) e interconexión de equipos de control y protección, que lleva a cabo la Cía. Suministradora en los diferentes núcleos de población - donde se requiere la utilización del servicio; esto es lo que comúnmente se - le conoce como a l i m e n t a c i ó n al servicio del cliente.

La manera como se realice dicha alimentación, dependerá del tipo de red -- instalada en la zona, de la tensión de alimentación requerida y de la magni--

Uno de los principales objetivos que persigue la Cía. al otorgar un servicio, es el de proporcionar la mayor continuidad de suministro al cliente en función de algunos factores, tales como:

- confiabilidad del sistema de potencia y del sistema de distribución de la propia Compañía,
- tipo de alimentación al cliente.

La medición de la energía eléctrica (señalada en el Capítulo I), es la última operación que realiza la Cía. Suministradora, antes de hacer la entrega de la misma al cliente. Esta se lleva a cabo en las instalaciones del usuario y requiere de un espacio para instalar el equipo de medición.

Dicho equipo se puede reducir a un conjunto de watthorímetros o a un equipo diseñado para llevar a efecto la medición, que dependerá de la magnitud de la carga y de la tensión de entrega de la energía.

Cuando se hace necesario instalar una subestación eléctrica en el interior del conjunto, el local proporcionado por el usuario deberá ser lo suficientemente amplio, de tal manera que la construcción y operación de dicha subestación se lleve a cabo sin problemas de espacio, considerando además que los accesos permitan el libre paso del equipo eléctrico para operaciones de mantenimiento y reemplazo del mismo.

El local se debe construir con materiales resistentes e incombustibles, sin

humedad y con protecciones contra filtraciones de agua, además de una ventilación adecuada. Deberá tener también la resistencia necesaria en su estructura para soportar equipo y cables de energía.

La línea de distribución urbana, de acuerdo al voltaje o tensión de suministro puede ser:

a) En alta tensión.

b) En baja tensión.

Antes de hacer el análisis respectivo se debe tener en cuenta que: "la tensión nominal de un sistema, es la tensión de designación del sistema a la que están referidas ciertas características de operación del mismo".

III.5.1.a. Alta tensión . - Es la distribución primaria de energía eléctrica, que se realiza en conexión estrella aterrizada en la subestación de la Cía. Suministradora. Si a partir de la subestación se llevan 3 conductores de fase, se tiene un sistema 3 fases - 3 hilos; si a partir de la subestación se llevan 3 conductores de fase y el neutro, se tendrá entonces un sistema 3 fases - 4 hilos, denominado también sistema multiaterrizado.

Se considera como alta tensión, a aquellos valores de voltaje mayores a los 1000 volts; entre los cuales se tienen: 13.8, 24.0, 34.5, 69.0, 115.0, 230.0 y 400.0 KV.

III.5.1.b. Baja tensión. - Es la distribución secundaria de energía eléctrica, que se lleva a cabo con transformadores de distribución monofásicos (2 o 3 hilos) y trifásicos (4 hilos). Se considera como baja tensión, a valores de voltaje no mayores de 1 000 volts; siendo los más comunes: 120, 127, 220 y 240 volts.

III.5.2. Análisis comparativo del suministro de energía en alta o baja tensión. - Para realizar el análisis comparativo del suministro de energía al conjunto, de acuerdo a la tensión requerida (alta o baja), se deben tomar en cuenta las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica vigentes.

Con lo señalado en estas, se estimará el costo de la energía eléctrica en alta y baja tensión con la carga que se detalla, considerando los factores de demanda (f.d.) siguientes:

carga de alumbrado	0.8
carga de contactos	0.5
carga de equipos de aire acondicionado	1.0
carga de equipos hidráulicos y sanitarios	0.5
carga de equipos especiales	0.6

Por lo tanto,

$$\text{carga conectada (kw) x f.d. x horas/día = kwh/día}$$

Alumbrado	= 45.7 x 0.8 x 24 =	877.4 kwh/día
Contactos	= 58.4 x 0.5 x 24 =	700.8 "
Equipos hidr. y sanit.	= 13.7 x 0.5 x 24 =	164.4 "
Equipos especiales	= 28.7 x 0.6 x 24 =	413.3 "
Rayos X	= 21.2 x 0.2 x 1 =	4.2 "
		<hr/>
Carga demandada diaria.		= 2 160.1 kwh.

En relación con la carga de aire acondicionado, se considerará una jornada - de trabajo de 16 horas/día, en un período de 6 meses en el año.

$$\text{Equipos de aire acond.} = 216.8 \times 1.0 \times 16 = 3\,468.8 \text{ kwh/día}$$

Si 6 meses calendario corresponden a 180 días, entonces:

$$3\,468.8 \times 180 = 624\,384 \text{ kwh/anales}$$

Que corresponden al consumo de energía durante este lapso de tiempo; para las demás cargas, se tiene que los días de trabajo normal son:

$$365 \text{ días} - 52 \text{ domingos} - 13 \text{ días festivos} = 300 \text{ días normales.}$$

Ahora bien, si de los 65 días restantes se considera que la carga de trabajo diario se reduce en un 30% de su ritmo habitual:

$$\begin{aligned} \text{Consumo anual} &= \text{carga demandada/día} \times 300 \text{ días normales} \\ &+ (\text{carga demandada/día} \times 65 \text{ días} \times 0.7) \\ &= 2\,160.1 \times 300 + (2\,160.1 \times 65 \times 0.7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Consumo anual} &= 648\,030 + 98\,284 \\
 &= 746\,314 \text{ kwh/año} \\
 \text{Consumo anual total} &= 746\,314 + 624\,384 \\
 &= 1\,370\,698 \text{ kwh.}
 \end{aligned}$$

El promedio mensual de consumo de energía eléctrica será:

$$\text{Consumo promedio} = \frac{1\,370\,698}{12} = 114\,225 \text{ kwh/mes}$$

III.5.2.a. Estimación del costo. - Para realizar la estimación del costo de la energía, se debe considerar que:

Demanda Máxima Medida (DMM) = Demanda Máxima Calculada

La cual se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el que el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo de facturación.

Por lo tanto para este proyecto:

$$\text{DMM} = 310.7 \text{ kw}$$

De acuerdo a la tarifa 3 (baja tensión):

$$\text{Cargo fijo} = \$795.00 \times \text{kw. de demanda máxima medida.}$$

$$= \$795.00 \times 310.7$$

$$= \$247,006.50$$

$$\text{Cargos por consumo} = \$3.95 \times \text{kwh/mensual}$$

$$= \$3.95 \times 114\,225$$

$$= \$451,188.75$$

$$\text{Costo total} = \text{cargo fijo} + \text{cargos por consumo}$$

$$= \$247,006.50 + \$451,188.75$$

$$= \$698,195.25$$

De acuerdo a la tarifa 8 (alta tensión):

$$\text{Cargo fijo} = \$600.00 \times \text{kw. de demanda máxima medida.}$$

$$= \$600.00 \times 310.7$$

$$= \$186,420.00$$

$$\text{Cargos por consumo} = \$3.00 \times \text{kwh/mensual}$$

$$= \$3.00 \times 114\,225$$

$$= \$342,675.00$$

$$\text{Costo total} = \text{cargo fijo} + \text{cargos por consumo}$$

$$= \$186,420.00 + \$342,675.00$$

$$= \$529,095.00$$

La diferencia entre la tarifa 3 (baja tensión), con respecto a la tarifa 8 (alta tensión) es:

$$\$698,195.25 - \$529,095.00 = \$169,100.25$$

Dando por resultado que el suministro de energía eléctrica al conjunto, se realice en alta tensión.

Cabe hacer notar que tanto los valores de carga conectada, como el de demanda máxima medida, se justificarán más adelante al realizar el cálculo de la subestación eléctrica.

III.5.3. Alimentación en alta tensión. - Se considera como alta tensión, al voltaje manejado mayor de los 1 000 volts; por lo tanto, un conductor para alta tensión será aquél que tenga un aislamiento que le permita operar en condiciones apropiadas de seguridad para dichos niveles de voltaje.

Los conductores utilizados en instalaciones de alta tensión, se pueden clasificar según su aplicación en:

- conductores para distribución comercial e industrial,
- conductores para distribución residencial,
- conductores para subtransmisión,
- conductores para transmisión.

Las partes que los constituyen son:

- a) **Conductor**. Es el elemento por el cual fluye la corriente eléctrica; puede ser de cobre o aluminio, sólido o cableado en diferentes formas.
- b) **Aislamiento**. Con capacidad de soportar la tensión aplicada.
- c) **Cubierta**. Es la que proporciona la protección contra el ataque del tiempo y los agentes externos.
- d) **Pantalla electrostática**. Su función principal es la de confinar el campo eléctrico al interior del aislamiento, evitando con esto los gradientes de potencial peligrosos en la superficie del cable.

(NOTA: Para cables aéreos, sólo se requiere del conductor)

Los cables por su construcción y formación final pueden ser unipolares y tripolares, de acuerdo al número de conductores que contengan.

En el caso de los cables tripolares, los espacios dejados entre fases se ocupan con rellenos adecuados. Los unipolares una vez terminados, pueden ser reunidos en un cableado espiral de paso largo, dando lugar a un cable de formación triplex.

III.5.3.1. Características de una red de alimentación en alta tensión. - Al realizar una red de alimentación en alta tensión, debe

rán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- **Proyectarse totalmente independiente de las redes exteriores de baja tensión.**
- **La alimentación en alta tensión deberá ir alojada en ductos de asbesto-cemento del diámetro adecuado, dejando un ducto paralelo vacío (10 cm. de diámetro para 15 Kv).**
- **Los conductores a utilizar en la alimentación o interconexión de subestaciones, pueden ser: Sintenax unipolar, Vulcanel unipolar o Conduzone unipolar.**
- **La localización de los registros no deberá exceder de 40 m. entre uno y otro.**
- **Los registros extremos (acometida y equipo de medición), deberán ser de 125 x 125 x 125 cm. libres interiores; los registros intermedios deberán ser de 100 x 100 x 100 cm.**
- **Los accesorios serán, mufas secas para terminales de tensión adecuada y recomendadas por el fabricante de conductor eléctrico.**

(NOTA: En unidades hospitalarias, es conveniente evitar hasta donde sea posible los puntos de empalme o derivación, de acuerdo a las normas).

III.5.3.2. Selección del conductor para la alimentación en alta tensión. - Para la selección del calibre del conductor a utilizar en la alimentación en alta tensión, se deben de seguir los siguientes pasos:

- Calcular la corriente que soportará al alimentar la subestación, mediante la fórmula:

$$I_t = \frac{\text{KVA transformador}}{\sqrt{3} \times \text{Kv primarios}}$$

- Afectar dicha corriente por los factores de agrupamiento (f.a.) y de temperatura (f.t.), de la siguiente manera:

$$I_{\text{max.}} = \frac{I_t}{\text{f.t.} \times \text{f.a.}}$$

- Con el valor de la corriente encontrado, buscar en las tablas de conductores para alta tensión, aquél que pueda conducir la corriente $I_{\text{max.}}$

Para éste proyecto, se tienen los siguientes valores:

Subestación I.

$$\text{KVA}_{\text{transf.}} = 150$$

$$\text{voltaje} = 13.2 \text{ Kv (primarios)}$$

$$\text{f.a.} = 1.0$$

$$\text{f.t.} = 0.8$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$I_t = \frac{150}{\sqrt{3} \times 13.2} = 6.56 \text{ amp.}$$

Por lo que la corriente corregida será:

$$I_{\text{max.}} = \frac{6.56}{0.8 \times 1.0} = 8.20 \text{ amp.}$$

Con este valor de corriente, encontramos que el calibre seleccionado en las tablas es del #8 AWG.

Subestación II.

$$\text{KVA}_{\text{transf.}} = 300$$

$$\text{voltaje} = 13.2 \text{ Kv.}$$

$$\text{f.a.} = 1.0$$

$$\text{f.t.} = 0.8$$

$$I_t = \frac{300}{\sqrt{3} \times 13.2} = 13.12 \text{ amp.}$$

$$I_{\text{max.}} = \frac{13.12}{0.8 \times 1.0} = 16.4 \text{ amp.}$$

El calibre del conductor será del #8 AWG.

NOTA: El calibre del conductor utilizado en el proyecto será del #2 AWG., por ser el mínimo que se fabrica.

III.5.4. Sistema de alimentación en baja tensión. - En la realización de todo proyecto eléctrico deben de tenerse en cuenta aspectos importantes como: flexibilidad, seguridad y economía (señalados en un principio); por tal motivo, al efectuar el análisis de la alimentación en baja tensión, se ha tenido especial cuidado en su observancia. De ahí que un primer paso en el estudio de los diferentes tipos de carga eléctrica, fue el separar las que se refieren al sistema de aire acondicionado del resto de la instalación.

Las causas o razones que motivaron dicha separación son las siguientes:

- Representan aproximadamente un 65% de la capacidad total instalada; lo que da por resultado tener un transformador de mayor capacidad y por lo tanto de un costo más elevado.
- Como el sistema de aire acondicionado no funciona en su totalidad durante el día, el transformador trabajaría muy por debajo de sus condiciones nominales de diseño; teniendo, por lo tanto, más pérdidas y el consiguiente desperdicio de capacidad.
- La utilización del sistema de aire acondicionado está sujeta a la operación del mismo durante los seis meses de mayor incremento en la temperatura ambiente; por lo que el resto del año quedaría sin funcionar.

- El separar el sistema mencionado de la demás instalación, da por resultado utilizar dos transformadores, uno para aire acondicionado y otro para el resto de los equipos, permitiendo que ambos trabajen en condiciones muy cercanas a las de diseño, ya que al no funcionar aquél y por lo tanto uno de los transformadores, el otro no se vería afectado.
- Con el aumento del voltaje de operación (del lado del secundario del transformador), se reducen notablemente los problemas de corrientes de arranque de los motores y de corto circuito para la totalidad del sistema; teniendo por resultado un ahorro en material y en equipo.

Por lo anteriormente expuesto y con las consideraciones anotadas, se analizarán los diagramas unifilares, tanto para el sistema sencillo (220 volts), como para el sistema combinado (220 y 440 volts).

III.5.4.1. Análisis comparativo de la alimentación en baja tensión. - Para efectuar el análisis de la alimentación en baja tensión a los voltajes señalados, será necesario representar por medio de un diagrama unifilar, los elementos que en él intervienen, con la finalidad de terminar en un estudio comparativo que precise cuál de los dos sistemas es el más viable.

Diagrama unifilar simple, para: 13.2 Kv./220-127 volts.

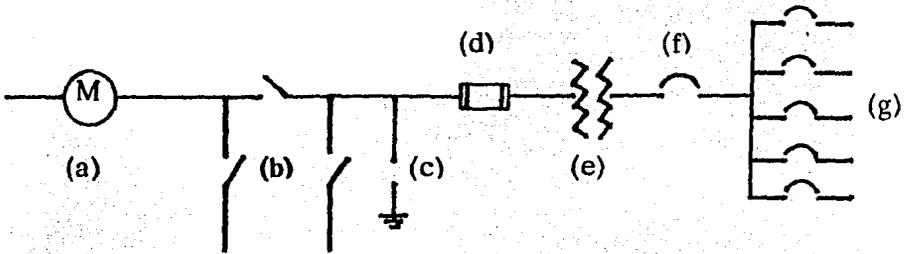
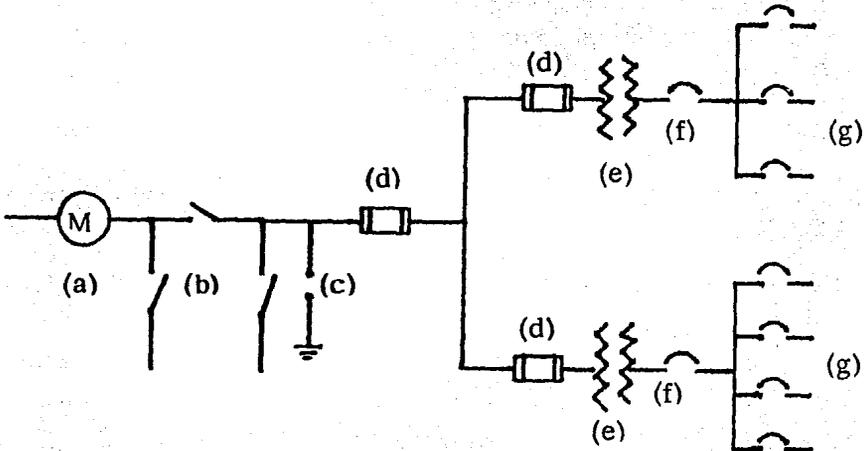


Diagrama unifilar combinado, para: 13.2 Kv./220-127 volts, y 13.2 Kv./440-254 volts.



Donde:

- (a) Equipo de medición.
- (b) Cuchillas desconectadoras.
- (c) Apartarrayos.
- (d) Interruptor tripolar en alta tensión.
- (e) Transformador trifásico.
- (f) Interruptor general (termomagnético o de cuchillas fusibles).
- (g) Interruptores derivados (termomagnéticos o de cuchillas fusibles).

Una vez analizadas ambas configuraciones así como las consideraciones, se concluye lo siguiente:

<u>Sistema simple</u>	<u>Sistema combinado</u>
Desperdicio de capacidad al no funcionar el sistema de aire acondicionado.	Flexibilidad para futuras ampliaciones.
Menor costo inicial de instalación.	Amortización del costo inicial por el ahorro en pérdidas.
Mayor corriente de arranque en motores.	Se reduce notablemente.
Interruptores de mayor capacidad.	Menos capacidad de los interruptores.
Conductor de mayor calibre para alimentadores.	Reducción del calibre, debido a la cantidad de corriente manejada.
Incremento en la caída de tensión.	Se reduce por la separación de las subestaciones.

III.5.5. Subestación eléctrica. - Es el conjunto de elementos que permiten cambiar las características eléctricas de los sistemas de potencia, tales como el voltaje, la frecuencia, la corriente, etc. Se clasifican en diferentes tipos de acuerdo a lo señalado, de la siguiente manera:

- Por el tipo de operación, serán de corriente alterna o directa.
- Por su funcionamiento pueden ser receptoras, de enlace, reductoras, de distribución y rectificadoras.
- Por su construcción pueden ser del tipo interior, de intemperie y blindadas.

III.5.5.1. Elementos constitutivos de una subestación. -

Los elementos principales que constituyen una subestación eléctrica son:

- Equipo de medición de la cía. suministradora.
- Cuchillas desconectoras de operación en grupo.
- Apartarrayos.
- Interruptor tripolar en aceite.
- Transformador.
- Buses o barras colectoras.
- Tablero de baja tensión, con aparatos de medición (amperímetro y voltímetro).
- Interruptor general y derivados (termomagnéticos o de cuchillas fusibles).

Las subestaciones se diseñan en base a la potencia y al voltaje de operación, tomando en cuenta la corriente de corto circuito a soportar. El equipo de transformación y el de interrupción y desconexión, son los de mayor importancia en una subestación; ya que la forma de interrupción se lleva a cabo a través de interruptores de potencia, clasificados de acuerdo a la forma de extinguir el arco eléctrico; pudiendo ser en vacío, en pequeño volumen de aceite, en aire con energía almacenada, en SF₆, etc; estos interruptores son de operación con carga.

La desconexión del sistema se realiza por medio de cuchillas desconectoras, las cuales generalmente operan sin carga. Si el sistema es de barras -

colectoras simples, se tendrá un interruptor principal y uno o varios interruptores de potencia secundarios según sea el arreglo de desconexión o interrupción de la subestación.

Estos arreglos varían de acuerdo al grado de complejidad que se tenga, al sistema y al voltaje de operación de la misma; así entonces, la subestación estará en función del arreglo de las barras, las que unirán todos los circuitos necesarios, pudiendo ser de barra simple y de barras dobles.

Con ambos sistemas se pueden lograr una infinidad de arreglos con relación a la carga a manejar, obteniendo con ello una mayor flexibilidad, continuidad y seguridad en el sistema.

Los transformadores, elementos sumamente importantes en las subestaciones, se clasifican:

- Por el número de fases en: monofásicos y trifásicos.
- Por el tipo de núcleo con que se fabrica: de columna o acorazado.
- Por su manera de enfriamiento: en aceite o por aire y agua.
- Por el tipo de refrigerante del aislamiento: en seco o sumergido en aceite.
- Por el uso: de tipo interior o de intemperie.

Los transformadores se construyen en diferentes tamaños, de acuerdo a las necesidades según sea la carga, estos pueden ser para alumbrado, distribu-

ción y potencia. Los de alumbrado son del tipo seco y su capacidad varía entre 2.0 y 112.5 KVA. Los de distribución son del tipo sumergido en aceite, con enfriamiento de aire y su capacidad varía entre 10.0 y 500.0 KVA. Los de potencia son similares a los anteriores, pero su capacidad varía hasta varios cientos de KVA; su enfriamiento se lleva a cabo con combinaciones de aire y aceite, aire forzado y agua forzada.

La capacidad de los transformadores se define como: los KVA que el devanado secundario es capaz de soportar por un tiempo determinado, bajo condiciones de diseño dadas sin que la temperatura promedio de operación sea mayor a los 65°C, con una temperatura ambiente de 30°C promedio y 40°C máxima.

Para conocer la capacidad, es necesario calcular los KVA de transformación por medio de la siguiente fórmula:

$$KVA_{\text{transf}} = \text{Carga instalada} \times \frac{\text{factor de demanda}}{\text{factor de diversidad}}$$

o también, considerando un factor de potencia:

$$\cos \phi = 0.85$$

$$KVA_{\text{nom}} = \frac{KW \text{ demandados}}{\cos \phi}$$

por lo que:

$$KVA_{\text{transf}} = \frac{KVA \text{ nominales}}{\text{factor de diversidad}}$$

Factor de demanda. Es igual a la relación que existe entre la demanda de un sistema y la carga total conectada de dicho sistema; este factor siempre será menor que 1.

Factor de diversidad. Es la relación que existe entre la suma de las demandas máximas individuales del sistema y la demanda máxima del mismo; este factor tendrá valores de 1 y mayores.

Los apartarrayos o descargadores de sobretensión, son aparatos eléctricos cuya función es la de proteger al transformador y a la instalación eléctrica, contra los efectos de sobretensiones no permitidas. Un apartarrayo está formado generalmente de una serie de cámaras de arco limitadoras de corriente, colocadas una sobre de la otra.

En paralelo a las cámaras de arco, se encuentra colocada una resistencia no lineal. La función de una cámara de arco es, que en el momento en que la tensión sobrepase un determinado valor, inmediatamente se encienda un arco entre los bornes, propiciando que la sobretensión se descargue a través de las mismas cámaras, así como también por la resistencia no lineal.

El elemento importante del descargador de sobretensión, es un explosor de gran capacidad para limitar la corriente. En dicho explosor el arco eléctrico se desvía inmediatamente después de haberse formado, hacia una cámara de extinción por efecto del campo eléctrico de una bobina. La cámara de explo-

sión del explosor, está construída de un material de cerámica que adquiere en un proceso especial de calcinación, diferentes propiedades decisivas para una extinción eficaz y rápida, así como una buena capacidad de conducir la corriente.

III.5.5.2. Clasificación de las subestaciones. - Sabemos que, la subestación eléctrica tiene la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente), y de proveer un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de un sistema; por lo tanto, se pueden clasificar de acuerdo a la función que desempeñan como sigue:

Subestaciones en plantas generadoras o centrales eléctricas. Se encuentran adyacentes a plantas generadoras de electricidad, para modificar los parámetros de potencia suministrados por los generadores y permitir la transmisión en alta tensión a través de las líneas de conducción. A este respecto podemos mencionar, que los generadores suministran la potencia entre 5 y 25 Kv., y la transmisión dependiendo del volumen de energía y la distancia, se puede efectuar a 69, 85, 115, 138, 230 o 400 Kv.

Subestaciones receptoras primarias. Son alimentadas directamente de las líneas de transmisión y reducen la tensión a valores menores, para alimentar los sistemas de subtransmisión o redes de distribución, de tal manera que dependiendo de la ten-

sión de transmisión, pueden tener en su secundario tensiones de 115, 69 y ocasionalmente 34.5, 13.2, 6.9 o 4.16 Kv.

Subestaciones receptoras secundarias. Son por lo general alimentadas por las redes de subtransmisión; suministran energía eléctrica a las redes de distribución a tensiones entre los 43.5 y 6.9 Kv.

Las subestaciones por el tipo de instalación, pueden ser también:

De tipo intemperie. Son subestaciones diseñadas para áreas abiertas; requieren de aparatos y máquinas capaces de funcionar bajo condiciones atmosféricas adversas (calor, lluvia, viento e inclusive nieve). En general se utilizan en sistemas de alta tensión.

De tipo interior. Son aquellas diseñadas para operar en áreas cerradas; son pocos los tipos de subestaciones de esta naturaleza y generalmente utilizadas en industrias, incluyendo la variante del tipo blindado.

De tipo blindado. En estas subestaciones los aparatos y máquinas se encuentran bastante protegidos, y el espacio necesario para su montaje se reduce en comparación con otro tipo de subestaciones convencionales. Por lo general se utilizan en el interior

de fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales; requieren de poco espacio y manejan tensiones de distribución y utilización.

III.5.5.3. Cálculo de las subestaciones eléctricas. - Las subestaciones eléctricas a utilizar en el proyecto, serán del tipo interior, instaladas en casa de máquinas, las que se encuentran localizadas aproximadamente entre los 20 y 40 metros dentro del predio.

Como las normas señalan que el equipo de medición de la cía. suministradora no deberá estar ubicado a más de 5 m. de los límites del mismo, por lo tanto, la instalación de los gabinetes que contienen el citado equipo, se encontrarán en el lindero a la distancia señalada.

Para el cálculo y como se mencionó con anterioridad en relación a la necesidad de separar las cargas de aire acondicionado del resto de la instalación, se utilizarán factores de demanda individuales para cada uno de los sistemas de carga eléctrica, los que de acuerdo a las normas serán:

alumbrado	0.8
contactos	0.5
aire acondicionado	1.0
hidráulico y sanitario	0.5
equipos especiales	0.6

Servicio Normal

Concepto	Alumbrado	Contactos	Aire acondicionado	Hidráulicos y sanitarios	Equipos especiales
Tablero "A"	3 800 w.	2 000 w.			
Tablero "B"	3 200 w.	17 070 w.			
Tablero "C"	8 050 w.	7 800 w.			
Tablero "D"	2 700 w.	5 300 w.			
Tablero "E"	3 800 w.	7 700 w.			
Tablero "F"	1 600 w.	800 w.			
Alumbrado exterior	2 250 w.				
Autoclave 1					15 000 w.
Autoclave 2					10 000 w.
Carga conectada	25 400 w.	40 670 w.			25 000 w.
f. d.	0.8	0.5			0.6
Carga demandada	20 320 w.	20 335 w.			15 000 w.

NOTA: Para el equipo de rayos X, se considera una carga

de 21 250 watts con un f.d. de 0.2; por lo que $21\ 250 \times 0.2 =$

4 250 w.

Servicio de Emergencia.

Concepto	Alumbrado	Contactos	Aire acondicionado	Hidráulicos y sanitarios	Equipos especiales
Tablero "AE"	4 225 w.	10 250 w.			
Tablero "BE"	7 100 w.	2 950 w.			
Tablero "CE"	4 350 w.	200 w.			
Tablero "DE"	1 700 w.	2 800 w.			
Tablero "EE"	1 800 w.				
Tablero "TA"	900 w.	1 500 w.			
UMA 1			6 579 w.		
UMA 2			1 419 w.		
UMA 3			4 491 w.		
UMA 4			8 674 w.		
UMA 5			8 674 w.		
Bomba 1				4 491 w.	
Bomba 2				4 491 w.	
Compresor				954 w.	
CAC 1				954 w.	
CAC 2				954 w.	
Caldera 1				954 w.	
Caldera 2				954 w.	
Compresor medicinal 1					1 841 w.
Compresor medicinal 2					1 841 w.
Carga conectada	20 075 w.	17 700 w.	29 837 w.	13 752 w.	3 682 w.
f.d.	0.8	0.5	1.0	0.5	0.6
Carga demandada	16 060 w.	8 850 w.	29 837 w.	6 876 w.	2 209 w.

Para la obtención del total de la carga demandada, será necesario el analizar tanto el factor de demanda (f.d.) como el factor de diversidad (F.D.); por lo tanto, si:

$$\text{factor de demanda} = \frac{\text{demanda máxima del sistema}}{\text{carga total conectada}}$$

$$\text{factor de diversidad} = \frac{\text{suma de demandas máximas individuales}}{\text{demanda máxima del sistema}}$$

Entonces, en nuestro caso, las demandas máximas individuales no tendrán igual momento crítico, por lo cual no hay coincidencia. Esto quiere decir, que la suma de las demandas máximas individuales es diferente a la demanda máxima del sistema; lo que implica que el factor de diversidad sea diferente y mayor que la unidad.

Por otro lado, las Normas de Ingeniería de Diseño, recomiendan utilizar los factores de diversidad siguientes:

- Para cargas de alumbrado y contactos 1.5
- Para cargas de fuerza en general 1.2

En cuanto al factor de demanda, se tiene que:

$$\text{f.d.} \times \text{carga total conectada} = \text{demanda máxima del sistema}$$

Si se tienen cargas individuales, entonces:

$$\sum \text{f.d.}_i \times \text{carga total conectada}_i = \sum \text{demanda máxima}_i$$

Sustituyendo en la fórmula de factor de diversidad:

$$F.D. = \frac{\sum f.d.i \times \text{carga total conectada}_i}{\text{demanda máxima del sistema}}$$

Por lo tanto:

$$\text{demanda máxima del sistema} = \sum \frac{f.d.i \times \text{carga total conectada}_i}{F.D.i}$$

(NOTA: de acuerdo a las normas, el factor de diversidad es individual)

Sustituyendo valores, para el Servicio Normal tenemos:

$$\begin{aligned} \text{demanda máxima del sistema} &= \frac{(25\,400 \times 0.8) + (40\,670 \times 0.5)}{1.5} + \\ &\quad \frac{(25\,000 \times 0.6) + (21\,250 \times 0.2)}{1.2} \\ &= 27\,103.3 + 16\,041.6 \\ &= 43\,144.9 \text{ watts} = 43.1 \text{ Kw.} \end{aligned}$$

Para el Servicio de Emergencia:

$$\begin{aligned} \text{demanda máxima del sistema} &= \frac{(20\,075 \times 0.8) + (17\,700 \times 0.5)}{1.5} + \\ &\quad \frac{(13\,752 \times 0.5) + (3,682 \times 0.6) + 29\,837}{1.2} \\ &= 16\,606.6 + 32\,435.2 \\ &= 49\,041.8 \text{ watts} = 49.0 \text{ Kw.} \end{aligned}$$

$$\text{total carga demandada} = 43.1 + 49.0 = 92.1 \text{ Kw.}$$

En el cálculo de la capacidad del transformador, se emplea la siguiente expresión:

$$KVA_{\text{nom.}} = \frac{Kw.}{\cos \phi}$$

Sustituyendo valores:

$$KVA_{\text{nom.}} = \frac{92.1}{0.85} = 108.35$$

Ahora bien:

$$KVA_{\text{transf.}} = KVA_{\text{nom.}} + 20\% \text{ de reserva}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} KVA_{\text{transf.}} &= 108.35 + 21.67 \\ &= 130.0 \end{aligned}$$

Como no hay en el mercado un transformador de la capacidad obtenida, se toma el más cercano, siendo de:

$$\underline{150 \text{ KVA.}}$$

Para realizar el cálculo de la otra subestación, se siguen los mismos pasos que en la anterior.

Subestación Eléctrica II: 13.2 Kv./440-254 volts.

Servicio Normal

Concepto	Aire acondicionado
UGAH 1	77 600 w.
UGAH 2	77 600 w.
TE 1	2 726 w.
TE 2	2 726 w.
BAC 1	4 491 w.
BAC 2	4 491 w.
BAH 1	8 674 w.
BAH 2	8 674 w.
Carga conectada	<u>186 982 w.</u>
f.d.	<u>1.0</u>
Carga demandada	186 982 w.

$$\text{Demanda máxima del sistema} = \frac{186\,982}{1.0} = 186\,982 \text{ watts} = 187.0 \text{ Kw.}$$

(NOTA: Se aplica factor de diversidad unitario, debido a que sólo se tienen cargas de aire acondicionado)

$$\text{KVA}_{\text{nom.}} = \frac{187.0 \text{ Kw.}}{0.85} = 220.0$$

$$\text{KVA}_{\text{transf.}} = 220.0 + 44.0 = 264.0$$

Por lo tanto la capacidad del transformador será: 300 KVA.

III.5.5.4. Cálculo de la capacidad de los interruptores principales de las subestaciones. - Para obtener la capacidad de los interruptores principales respectivamente de las subestaciones eléctricas, será necesario realizarlos de la siguiente manera:

Subestación I;

a) Capacidad del interruptor del tablero de emergencia (TGE-1)

$$\begin{aligned}
 \text{TGE-1} &= \text{TSGE} + \text{Tablero "DE"} + \text{Tablero "EE"} + \\
 &\quad \text{Tablero de Aislamiento} + \text{CCM-1} + (\text{CCM-2} \\
 &\quad - \text{Carga del motor mayor} + 200\% \text{ de la carga} \\
 &\quad \text{del motor mayor}) \\
 &= 37\,073 + 4\,500 + 1\,800 + 2\,400 + 17\,434 + \\
 &\quad 21\,839 + 8\,674 \\
 &= 93\,720 \text{ watts.}
 \end{aligned}$$

$$I_{\text{int}} = \frac{93\,720}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85} = 289.35 \text{ amp.}$$

por lo tanto, el interruptor será de 3P-300 A.

b) Capacidad del interruptor principal (TGN-1).

$$\begin{aligned}
 \text{TGN-1} &= \text{TGE-1} + \text{Tablero "D"} + \text{Tablero "E"} + \text{Ta} \\
 &\quad \text{blero "F"} + \text{TSGN} + \text{Tablero "H"} \\
 &= 93\,720 + 8\,000 + 11\,700 + 2\,400 + 40\,920 \\
 &\quad + 25\,000 \\
 &= 181\,740 \text{ watts.}
 \end{aligned}$$

$$I_{\text{int}} = \frac{181\,740}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85} = 561.11 \text{ amp.}$$

El interruptor principal de la subestación I en baja tensión será: 3P-600 A.

Subestación II;

La capacidad del interruptor principal de esta subestación será igual al del Tablero CCM-3, entonces:

$$\begin{aligned} I_{\text{int}} &= K I_{\text{pc mayor}} + \sum I_{\text{pc de los demás}} \\ &= 1.5 \times 130.0 + 185.8 \\ &= 380.8 \text{ amp.} \end{aligned}$$

Por lo que el interruptor principal será de:

3P-400 A.

III.5.6. Sistema de emergencia. - Las instalaciones que se encuentran localizadas en sitios de peculiar operación, requieren del suministro ininterrumpido de energía eléctrica; por lo cual, es necesario anexar una planta eléctrica de emergencia al sistema básico desde las fases de la planeación y proyecto, hasta las de ejecución, operación y mantenimiento de la obra.

Este tipo de necesidades se presentan generalmente en sistemas provistos de cargas cuya continuidad de servicio es imprescindible, debido a su funcionamiento propio o a consideraciones externas ajenas al equipo, que influyen decisivamente en la resolución de instalar una planta de emergencia.

Las plantas eléctricas de emergencia, se utilizan en los casos en que las condiciones de falla del suministro de corriente eléctrica pongan en peligro vidas humanas, se pierda o dañe una producción determinada o se afecten otros bienes. En el diseño de plantas eléctricas, debe de considerarse la capacidad de los equipos que se desea no interrumpan su funcionamiento, así como las necesidades mínimas de alumbrado, para permitir la circulación de personas sin que se ponga en peligro su integridad física.

En el caso de los hospitales y otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, se considera a las plantas eléctricas de emergencia como un salvavidas; de aquí la importancia de poner mayor atención no sólo a la selección, adquisición e instalación de las mismas, sino de cuidar con esmero las ca --

racterísticas que aseguren su buena operación.

El suministro de energía eléctrica en emergencia se utiliza generalmente en:

- Instalación eléctrica de hospitales en las áreas de cirugía, recuperación, terapia intensiva, salas de tratamiento.
- Operación de servicios de importancia crítica, como son los elevadores públicos.
- Instalaciones de alumbrado en locales a los cuales acuden un gran número de personas; tales como estadios deportivos, aeropuertos, comercios, salas cinematográficas, hoteles.
- Industria de proceso continuo.
- Instalaciones de computadoras, bancos de memoria, equipos de procesamiento de datos, radares, torres de control en los aeropuertos, alumbrado y señalización de pistas de aterrizaje para aviones.

En algunos de los ejemplos anteriores, en ningún momento se debe de cortar el suministro de energía eléctrica, aún cuando la fuente que los abastece falle, ya que las consecuencias en muchos de los casos podrían ser fatales. En el diseño de este tipo de sistemas deben tomarse en cuenta dichos factores.

Los problemas que se presentan se pueden solucionar de diferentes formas, -

entre las cuales se pueden mencionar:

- Alimentación con corriente alterna - corriente directa (dependiente de baterías), generalmente utilizado en alumbrado.
- Conversión - batería - inversión.
- Generación continua, con suministro normal como emergencia.

Las plantas de emergencia se diseñan para operar en períodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica, soporta la demanda normal y solamente al fallar ésta, se requiere sustituirlo para algunas cargas.

De acuerdo al tipo de combustible utilizado, se pueden clasificar en varios tipos:

- Con motor de gasolina.
- Con motor de gas L.P.
- Con motor diesel.
- Con turbina de vapor.

En éstas, se aprovecha la energía térmica de un combustible (gasolina, diesel, gas, etc.) para producir movimiento en un motor de combustión interna y éste a su vez mueve un generador de corriente alterna. La fuente de energía eléctrica es un generador síncrono y para el caso de combustible diesel, la eficiencia aproximada es de 0.310 lt. por Kw/h.; la capacidad comercial de este tipo de plantas es de 650 watts hasta 1 000 Kw.

De acuerdo a su operación, las plantas de emergencia pueden ser: de tipo manual y de tipo automático.

III.5.6.1. Planta de emergencia tipo manual. - En las plantas de operación manual, se requiere de un interruptor para arrancar o parar dicha planta, accionado manualmente. Se utilizan en lugares donde la interrupción del suministro de energía eléctrica, se puede restablecer en un período de tiempo relativamente largo, de 2 a 5 minutos.

III.5.6.2. Planta de emergencia tipo automático. - Las plantas del tipo automático son aquellas cuyo funcionamiento se realiza sin la intervención de un operario, dado que inician su operación a través de un interruptor de transferencia el cual manda una señal a la marcha del motor, que a su vez comienza a desarrollar su trabajo a las revoluciones establecidas; - estas plantas se utilizan generalmente en aquellos lugares donde el suministro de energía debe restablecerse lo más pronto posible.

Para su instalación se requiere de un permiso especial, el que se otorga cuando se justifica ampliamente el generar energía de esta manera; ya que resulta más barato que la entregada por la Cía. suministradora del servicio. Al solicitar o proponer la utilización de una planta de emergencia, deberá especificarse su uso en general (alumbrado, motores), lugar de operación (altitud, clima) y la letra del código de los motores en caso de que existan, con la finalidad de prever la corriente de arranque.

Las especificaciones de más importancia en una planta de emergencia son:

- Marca
- Modelo
- KVA y KW continuos
- KVA y KW de emergencia
- Factor de potencia
- Voltaje de generación
- Regulación de voltaje
- Frecuencia
- Regulación de frecuencia
- Número de fases
- Número de hilos
- Capacidad del equipo de transferencia.

III.5.6.3. Características generales de las plantas eléctricas automáticas. - Las plantas eléctricas son unidades de fuerza, - compuestas de un motor de combustión interna de 4, 6, 8 o 12 cilindros del - tipo industrial estacionario, un generador eléctrico de corriente alterna con sus controles y accesorios totalmente ensamblados y probados; ambos compo - nentes se seleccionan para trabajar en conjunto, proporcionando así, seguri - dad y eficiencia en su operación.

Generalmente se requiere de poco trabajo al instalarlas y es posible su funcio

namiento de inmediato. Entre los componentes de una planta de emergencia, - se pueden citar los siguientes:

- Motor y generador síncrono, montados en base de acero estructural con sus respectivos sistemas de enfriamiento; protección contra elevadas temperaturas de agua, baja presión del aceite y sobrevelocidad, motor de arranque, controles de arranque y paro, válvulas de purga, bomba de inyección de combustible, filtros de aire, aceite y combustible.
- Interruptor de transferencia automática colocado en su respectivo gabinete.
- Tablero de control, conteniendo el circuito de arranque y paro automático de la planta, mantenedor de carga de baterías, fusibles de protección, relevador de tiempo de transferencia, relevador de tiempo de paro del motor, reloj programador y relevadores sensitivos de voltaje.
- Instrumentos tales como: voltímetro, amperímetro, frecuencímetro, conmutadores de fases para el amperímetro y voltímetro respectivamente, kilowattímetro (cuando la capacidad de la planta es superior a 30 KW).

Están integrados en la puerta del tablero de control (plantas automáticas), o en un gabinete independiente para montaje en la pared o sobre el generador de la planta (de arranque manual).

- Acumuladores y cables de conexión.
- Silenciador de gases de escape tipo hospital, industrial o residencial; tramos de tubo metálico flexible para conexión con el tubo múltiple del escape del motor de combustión.
- Juego de pernos de anclaje y amortiguadores antivibratorios de hule rígido.

III.5.7. Cálculo de la planta de emergencia. - Para una correcta selección del tipo, modelo, potencia y demás de la planta de emergencia, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Carga por abastecer
- Número de unidades a emplear
- Clase de corriente a utilizar
- Voltaje de generación
- Frecuencia
- Número de fases
- Velocidad del motor
- Características de la excitatriz
- Aspectos técnicos del primo motor
- Potencia del primo motor
- Costo inicial
- Combustible a emplear
- Vida útil

III.5.7.1. Selección de la planta de emergencia, a partir de las cargas por abastecer. - Al realizar el proyecto de una planta eléctrica de emergencia, será necesario conocer las cargas y realizar la investigación de ellas sobre el terreno, con la finalidad de evitar la introducción de errores en la apreciación de la capacidad probable de la misma, los cuales se traducen en un costo elevado del kilowatt-hora, a consecuencia del monto de la amortización de las máquinas o del desembolso en un corto tiempo por la necesidad de aumentar la capacidad de la planta, calculada insuficientemente desde el principio y sin prever el futuro aumento de la demanda.

Para la obtención de las cargas por abastecer, deben tomarse en cuenta las de alumbrado, de contactos y de fuerza, de la siguiente manera:

- Para las de alumbrado; si es del tipo incandescente basta con sumar la potencia en watts tomada por luminario (de igual manera para los contactos); si son del tipo fluorescente y no se encuentra incluida la potencia tomada por el reactor en la potencia nominal de la lámpara, se debe sumar ésta teniendo su factor de potencia.
- Para las de fuerza; la potencia tomada por cada motor se obtiene a partir de los datos de placa de cada uno de ellos tal y como se verá más adelante.

Es conveniente aclarar algunos conceptos relativos a los datos de placa de un motor:

Voltaje. En ocasiones los voltajes de los motores y los generadores son diferentes, como se muestra a continuación:

Motor.	Generador.
110 (*)	120
208 (60 Hz)	120/208
220	240
440	480
550	480
2 200	2 400
2 300	2 500

(*) Motores menores de 15 HP.

Funcionamiento de los motores. Cuando se conecta un motor de corriente alterna (que no sea de rotor devanado) a la línea, tomará durante su arranque una corriente varias veces mayor que la nominal, demandando en consecuencia una cantidad mayor de Kw y de KVA, hasta alcanzar el motor aproximadamente 2/3 de la velocidad nominal; en este punto los Kw. tomados son máximos.

Durante dicho periodo los Kw son aproximadamente la mitad de los

KVA; a partir de los $\frac{2}{3}$ de la velocidad y hasta alcanzar la velocidad nominal, disminuyen los KVA demandados por el motor. Los KVA disminuyen a cerca del 94% de los KVA a velocidad nominal para motores grandes; por lo tanto, es conveniente considerar los **datos** de aceleración iguales a los de rotor bloqueado.

A fin de determinar los parámetros del motor a rotor bloqueado, se recurre a la letra del código NEMA. En la tabla siguiente se muestran las letras de dicho código, así como los KVA por HP a rotor bloqueado correspondientes (de acuerdo a NTIE-403.3):

Letras del código NEMA para motores

Letra	KVA/HP	Letra	KVA/HP
A	0 - 3.14	L	9.0 - 9.9
B	3.15 - 3.54	M	10.0 - 11.19
C	3.55 - 3.99	N	11.2 - 12.49
D	4.0 - 4.49	P	12.5 - 13.99
E	4.5 - 4.99	R	14.0 - 15.99
F	5.0 - 5.59	S	16.0 - 17.99
G	5.6 - 6.29	T	18.0 - 19.99
H	6.3 - 7.09	U	20.0 - 22.39
J	7.1 - 7.99	V	22.4 - y más
K	8.0 - 8.99		

En base a los valores anteriores, se pueden calcular los KVA a rotor bloqueado para un cierto motor, multiplicando el correspondiente de acuerdo a la letra del código por los HP del motor. Cuando no se cuente con la letra de código, se recomienda para motores comunmente utilizados:

<u>Capacidad</u>	<u>Letra</u>
15 HP y más	F
10 HP	G
7.5 y 5 HP	H
3 HP	J
2 y 1.5 HP	K
1 HP	L
menores de 1 HP	M

III.5.7.2. Método de cálculo de la capacidad de la planta de emergencia. - La metodología necesaria para realizar el cálculo de la capacidad de la planta de emergencia, se reduce a la utilización de una tabla de registro de datos, así como la de llevar a cabo los siguientes pasos y la explicación de la teoría adecuada:

- 1o. Anotar la carga de alumbrado y contactos en las columnas 9 y 10.
- 2o. Registrar en las columnas 1, 2, 3 y 4 los datos de placa de los motores según la secuencia de arranque; de no existir un orden fijado, se ordenarán en potencias decrecientes.

- 3o. Seleccionar el voltaje de generación entre los disponibles; de acuerdo a las necesidades del proyecto, si parte de la carga está alejada del generador, conviene escoger un voltaje mayor al normal.
- 4o. Con la tabla apropiada, calcular los KVA a rotor bloqueado y a continuación los Kw, que serán iguales a la mitad de los KVA a rotor bloqueado; se anotarán los valores en las columnas 5 y 6 respectivamente.

Ejemplo. Para un motor de 10 HP (UMA-4) código G, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{KVA}_{\text{rotor}} &= (5.6 \text{ a } 6.3) \times 10 \\ \text{bloqueado} &= 56 \text{ a } 63 ; \text{ se toma } 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KW}_{\text{rotor}} &= 1/2 \text{ KVA}_{\text{rotor}} \\ \text{bloqueado} &= (1/2) \times 60 \\ &= 30 \end{aligned}$$

- 5o. Obtener los KVA y los KW a plena carga de la tabla para motores de inducción; se anotan en las columnas 7 y 8. Durante el arranque de los motores se tienen picos de demanda (KVA a rotor bloqueado) sumados a la carga más estable; a fin de seleccionar correctamente la unidad generadora, se deben determinar los valores máximos de carga continua y máxima.
- 6o. Sumar los KVA de la columna 5 a los KVA de la columna 9 del renglón anterior de la tabla y anotar los resultados en la columna 11.
- 7o. Sumar los KW de la columna 6 a los KW de la columna 10 del renglón anterior y anotar el resultado en la columna 12.
- 8o. Sumar los KVA de la columna 7 a los de la columna 9 (renglón inmediato superior) y anotar el resultado en la misma columna.

- 9o. Sumar los KW de la columna 8 a los de la columna 10 del renglón anterior y anotar el resultado en la misma columna.

Con los **valbres** máximos de las columnas 9, 10, 11 y 12, se selecciona la unidad generadora de las proporcionadas en tablas por el fabricante. Según sean las condiciones del problema, dicha unidad será la más pequeña que pueda abastecer los valores máximos de KVA y KW continuos y los KVA y KW máximos.

Por otro lado, los motores no siempre se arrancan conectándolos directos a la línea, sino que, por norma deben usarse para motores de más de 5 HP de capacidad, arrancadores apropiados. Los métodos de arranque típicos son:

Arranque a voltaje pleno. Se conecta el motor directo a la línea, tomando una corriente alta durante el arranque.

Arranque con resistencia o reactancia. Se utiliza una resistencia para limitar la corriente de arranque. Este método no es satisfactorio, ya que el generador abastece la potencia tomada por el reóstato.

Motores con devanados parciales. Se utilizan motores con devanados que se conectan en serie en el arranque y en paralelo a plena marcha. La capacidad de la planta se calcula según los datos del fabricante.

Arranque con autotransformador compensador. Se utiliza a fin de reducir el voltaje durante el arranque; consta de varios contactos que permiten aumentar el voltaje en forma gradual durante el arranque. Debe tenerse en cuenta al emplear este método, que el par de arranque depende del cuadrado del porcentaje del voltaje de conexión usado.

En el cálculo de la capacidad de la planta se utiliza el mismo método explicado con anterioridad, con la siguiente variante: "Para obtener los KVA a rotor bloqueado, se multiplican los KVA de la columna 5 por el cuadrado del porcentaje del voltaje empleado, expresado como decimal. Por ejemplo:

Sí el voltaje es del 65%, será igual a 0.65;

se tendrá entonces $0.65^2 = 0.423$ como factor.

Los cálculos faltantes se harán de la misma forma."

Como se puede observar, las alternativas que se tienen son varias (conexión de 80%, 65% y 50%), la selección de la mejor de ellas dependerá del porcentaje del par de arranque que se obtenga de cada una.

En la tabla de registro de datos siguiente, se muestran los cálculos obtenidos para el proyecto:

188

198

TABLA DE CALCULO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

Tabla III.9

Voltaje: 220 Fases: 3 KVA: KW:

Datos de Placa				Carga a rotor bloqueado		Carga a velocidad nominal		Carga acumulada de motor a velocidad nominal mas otras cargas		Carga acumulada mas carga a rotor bloqueado del motor arrancándose	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H. P.	COD.	Ø	VOLTS	KVA	KW	KVA	KW	KVA Cont.	KW Cont.	KVA Máx.	KW Máx.
				ALUMBRADO Y CONTACTOS				16.5	16.5		
10	G	3	220	60	30	10.30	8.70	25.80	25.20	75.50	46.50
10	G	3	220	60	30	10.30	8.70	37.10	33.90	86.80	55.20
7.5	H	3	220	50	25	8.35	7.10	45.45	41.00	87.10	58.90
5	H	3	220	34	17	5.70	4.80	51.15	45.80	79.45	58.00
5	H	3	220	34	17	5.70	4.80	56.85	50.60	85.15	62.80
5	H	3	220	34	17	5.70	4.80	62.55	55.40	90.85	67.60
2	K	3	220	17	8.5	2.47	2.0	65.00	57.40	79.55	63.90
2	K	3	220	17	8.5	2.47	2.0	67.50	59.40	82.00	65.90
1.5	K	3	220	13	6.5	1.90	1.45	69.40	60.85	85.50	65.90
1	L	3	220	9.5	4.75	1.33	0.99	70.70	61.84	78.90	65.60
1	L	3	220	9.5	4.75	1.33	0.99	72.05	62.83	80.20	66.60
1	L	3	220	9.5	4.75	1.33	0.99	73.38	63.82	81.55	67.58
1	L	3	220	9.5	4.75	1.33	0.99	74.71	64.81	82.88	68.57
1	L	3	220	9.5	4.75	1.33	0.99	76.40	65.80	84.21	69.56
				VALORES MAXIMOS				76.40	65.80	90.85	69.56

Tabla III.10

TABLA DE VALORES DE KVA Y KW PARA MOTORES
DE INDUCCION

H. P.	KVA.	KW.
1	1.33	0.99
1.5	1.90	1.45
2	2.47	2.00
3	3.42	2.80
5	5.70	4.80
7.5	8.35	7.10
10	10.30	8.70
15	15.20	13.20
20	19.80	17.10
25	24.40	21.00
30	29.60	26.00
40	39.60	35.00
50	47.50	41.50
60	57.00	51.00
75	70.00	62.00
100	93.50	82.50
125	118.00	105.00
150	137.00	123.00
200	182.50	164.00

Tabla III.11

**CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES
TRIFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

H. P.	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (amperes)		
	220 volts	440 volts	2 400 volts
1/2	2.1	1.0	
3/4	2.9	1.5	
1	3.8	1.9	
1½	5.4	2.7	
2	7.1	3.6	
3	10.0	5.0	
5	15.9	7.9	
7½	23.0	11.0	
10	29.0	15.0	
15	44.0	22.0	
20	56.0	28.0	
25	71.0	36.0	
30	84.0	42.0	
40	109.0	54.0	
50	136.0	68.0	
60	161.0	80.0	15
75	201.0	100.0	19
100	259.0	130.0	25
125	326.0	163.0	30
150	376.0	188.0	35
200	502.0	251.0	47

III.5.8. Tablero de transferencia automática. - En los sistemas de distribución modernos se utilizan frecuentemente dos o más fuentes de alimentación. Esta práctica se debe a razones de seguridad y de economía de las instalaciones, donde es esencial la continuidad del servicio eléctrico.

Al ocurrir una falla en el suministro de energía de la fuente preferente (normal) de los sistemas, la fuente de emergencia se conecta a los circuitos de carga en forma automática y selectiva por medio de un equipo de transferencia. La retransferencia de la línea de emergencia a la de normal, sólo se efectúa hasta haberse restablecido el suministro de energía de esta última línea.

El equipo de transferencia automática, se compone de tres partes básicas: el switch de transferencia (transfer), el panel de control y el gabinete de la unidad.

III.5.8.1. Switch de transferencia (transfer). - Está formado de dos interruptores en aire, en caja moldeada, accionados por un mecanismo común, por medio del cual el transfer puede colocarse en tres posiciones diferentes: normal, abierto y emergencia; el mecanismo se acciona manual o eléctricamente.

Durante la operación eléctrica, el movimiento del motor universal, se transmite a través de un tren de engranes a la barra maestra de accionamiento común. Por la posición de los dos interruptores con respecto al mecanismo, la

barra de accionamiento sirve como interlock mecánico efectivo, puesto que evita que ambos interruptores permanezcan cerrados al mismo tiempo, permitiendo obtener transferencias automáticas con tiempos muertos no mayores de 10 ciclos.

En la posición manual y operando el mecanismo, es posible accionar el transfer hasta la posición abierto, en la cual ambos interruptores están desconectados. En esta posición se evita tener que desconectar los buses o cables del lado de carga del transfer durante operaciones de mantenimiento.

El utilizar interruptores en aire, permite su aplicación en cargas mixtas de alumbrado y fuerza, tanto de corriente alterna como de directa, hasta una capacidad en amperes igual a la del marco usado.

III. 5. 8. 2. Panel de control. - El panel de control está integrado por los dispositivos de protección y control, siendo los siguientes:

- Desconectores
- Transformadores de control
- Relés sensitivos de voltaje
- Timers
- Programadores
- Switches de control
- Relés sensitivos de frecuencia.

Todos los componentes del panel de control, deberán estar debidamente protegidos mediante dispositivos adecuados como: fusibles o interruptores automáticos de la calibración y capacidad interruptiva adecuadas. Los transformadores de control deberán diseñarse y construirse para el suministro de servicio por períodos de tiempo largos y en condiciones severas de operación.

Deberá tenerse además, una regulación apropiada que permita la operación correcta de las bobinas de diversos relés de control; del motor eléctrico y de los dispositivos electrónicos instalados en el panel.

III.5.8.3. Gabinete de la unidad de transferencia. - Los gabinetes de la unidad de transferencia, se diseñan para alojar completamente todos los accesorios y cumplir los requisitos de operación de acuerdo a las especificaciones. La selección adecuada del gabinete a las condiciones de operación existentes, podrá hacerse de entre los tipos de construcción recomendados por las normas NEMA.

CAPITULO IV

SISTEMAS DE PROTECCION

IV. SISTEMAS DE PROTECCION.

IV.1. Sistema de Tierras.

En toda planta o subestación eléctrica, uno de los aspectos principales para la protección contra sobretensiones es la disposición de una red de tierras, a la cual se conectan todos los neutros del sistema y cuando así se requiera, las carcasas de los equipos, estructuras metálicas y otras partes que se de sea estén a potencial de tierra.

IV.1.1. Objetivo del sistema de tierras. - El objetivo principal de un sistema de tierras es:

- Reducir al mínimo el peligro que presenta un sistema, por su propia energía o por causas externas.
- Proporcionar un circuito de muy baja impedancia que permita la circulación de las corrientes de tierra, debidas a una falla a tierra del sistema eléctrico o a la operación de un apartarrayo.
- Fijar la diferencia de potencial de todas las masas metálicas - con respecto al suelo, que producen dichas corrientes de tierra.
- Proteger las máquinas y los aparatos de las sobretensiones.

IV.1.2. Factores que intervienen en el diseño de un sistema de tierras. - Son tres los factores principales que deben tomarse en cuenta en el diseño de un sistema de tierras:

a) Seguridad al personal. Es de vital importancia, tanto en condiciones de falla como normales que no circule ninguna corriente que pudiera ser mortal, a través del equipo al cual se tenga acceso.

El voltaje que pudiera existir entre un equipo con respecto a tierra, no es una medida del peligro existente. El criterio a seguir y tomar en cuenta, es la diferencia de potencial entre cualquiera de dos puntos que pudiesen ser tocados simultáneamente por una persona.

Por lo tanto habrá que asegurar que haya una conexión efectiva de muy baja impedancia y de una capacidad de corriente adecuada entre los dos puntos que pueden ser tocados simultáneamente, diseñando un arreglo de tal forma (tanto como sea posible), que la principal corriente de falla a tierra, no fluya únicamente por estos puntos.

b) Prevención de daños al equipo. Es deseable bajo condiciones de falla, limitar tanto como sea posible, el voltaje que aparece en los gabinetes de los equipos y la malla principal

de tierras cuando circula una corriente de falla.

c) Operación de los equipos de protección. En los equipos de protección que utilizan la corriente de falla a tierra para su operación, debe de considerarse la intensidad de la misma, ya que de esto depende el funcionamiento correcto y la adecuada eliminación de las fallas en los sistemas, con la finalidad de obtener una mejor calidad en el servicio.

IV.1.3. Consideraciones básicas de la red de tierra. - Se han considerado básicamente tres sistemas para la red de tierras:

a) Sistema radial. Es el más económico y el menos eficiente de los sistemas, ya que al producirse una falla en alguno de los aparatos, se generan elevados gradientes de potencial. Consiste en uno o varios electrodos a los cuales se conectan las derivaciones de los equipos.

b) Sistema en anillo. Se obtiene colocando en forma de anillo un cable de cobre de calibre suficiente, alrededor de la superficie que ocupa el equipo de la subestación, conectando derivaciones de cada aparato al anillo por medio de cable de menor calibre.

Es un sistema económico y eficiente, con el cual se eliminan las grandes distancias de descarga a tierra que tiene el sistema ra-

dial. Se disminuyen los potenciales peligrosos, al disiparse la corriente de falla por varios puntos en paralelo.

c) Sistema de malla. Actualmente es el más utilizado en los sistemas eléctricos. Consiste en formar una malla por medio de cables de cobre y conectarlos a través de electrodos (varillas), a partes más profundas con el fin de buscar zonas de menor resistividad en el terreno. Su costo es más elevado que los anteriores sistemas, pero a su vez, el de mayor eficiencia.

IV.1.4. Partes constitutivas de una red de tierras.- Los elementos que constituyen una red de tierras son:

a) Conductores. Los utilizados en redes de tierras son del tipo de cable de cobre desnudo del calibre apropiado, dependiendo del sistema a emplear. Por razones mecánicas se recomienda como mínimo calibre el de 2/0 AWG., ya que eléctricamente se pueden usar cables de cobre de calibres hasta del #2 o 4 AWG.

En los sistemas en anillo se utiliza cable de cobre de 500 mcm., para el sistema de malla el conductor a utilizar es el cable de cobre del calibre 2/0 o 4/0 AWG. La razón de usar cable de cobre se debe a su mayor conductividad, tanto eléctrica como térmica y a su resistencia a la corrosión con respecto a otro tipo de material conductor.

b) **Electrodos.** Se les denomina así a las varillas clavadas en el terreno, y que sirven para que la malla esté en contacto con zonas de mayor humedad del subsuelo y por consiguiente de menor resistividad eléctrica. Son de una gran importancia, sobre todo en terrenos desprotegidos de vegetación donde por la acción del sol, están completamente secos.

Los electrodos se fabrican con varillas de fierro galvanizado o bien varillas tipo copperweld. En el caso de varilla de fierro galvanizado, se utilizan en terrenos donde la composición química del mismo no afecte dicho material.

En terrenos cuyas características son más corrosivas, se utiliza varilla tipo copperweld, la cual está constituida por una varilla de fierro a la que se le adhiere un recubrimiento de cobre, soldado en forma continua a dicha varilla. Dicho material combina las ventajas del cobre con la resistencia mecánica del fierro, teniendo por lo tanto buena conductividad, mayor resistencia a la corrosión y mecánicamente más solidez para ser clavada en cualquier terreno.

c) **Conectores y accesorios.** Son los elementos que sirven para unir los conductores de la red de tierras; además de conectar las varillas o electrodos con los conductores derivados de

los equipos y estructuras y a su vez unirlos a la red. Los más utilizados en el sistema de tierras son:

- **Conectores mecánicos.** Formados generalmente de dos piezas las cuales se unen por medio de tornillos. Su característica principal es la facilidad de instalación, teniendo algunas veces problemas de corrosión, la que se elimina dándole un tratamiento especial a la junta.
- **Conectores soldables.** Se utilizan generalmente en instalaciones enterradas y en las que el conductor de tierra no va separado de los equipos al proporcionarles mantenimiento, cambio de posición, etc.
- **Conectores a presión.** Son los más económicos, de fácil instalación, con algunas desventajas, tales como la de no poder desconectarse de la red para hacer mediciones y con problemas de corrosión.

IV.1.5. Límites de corrientes tolerables por el cuerpo humano. - La conducción de altas corrientes a tierra en instalaciones eléctricas debidas a fallas en el equipo y por efectos atmosféricos, ha obligado a tomar precauciones para que los gradientes eléctricos o las tensiones resultantes no ofrezcan peligro al personal de mantenimiento.

Intensidades del orden de los miles de amperes, producen gradientes de potencial elevados en la vecindad del punto o puntos de contacto a tierra, si además se da la circunstancia de estar apoyado en dos puntos, entre los cuales existe una diferencia de potencial debida al gradiente antes indicado, pueden sufrir una descarga de tal magnitud que sobrepase los límites tolerables.

En tal situación, si la corriente que circula a través del cuerpo, pasa por algún órgano vital como el corazón, puede causar fibrilación ventricular y sobrevenir la muerte. La percepción de la corriente en el cuerpo humano, es de aproximadamente de 1 miliamper como mínimo.

El camino de la corriente incluye la mano y el antebrazo, las contracciones musculares, el malestar y el dolor aumentan al crecer la corriente, bastando intensidades de unos cuantos miliamperes para evitar que el sujeto pueda soltar el objeto agarrado, debido a la condición antes señalada.

Se pueden tolerar corrientes de intensidades superiores, sin que se produzca fibrilación si la duración es muy corta. La ecuación que liga los parámetros de la intensidad de corriente y el tiempo que puede tolerarla un organismo es:

$$(I_k^2)(t) = 0.0135$$

de la cual: $I_k = \frac{0.116}{t}$ amp.

donde:

I_k = corriente RMS que circula por el cuerpo.

t = tiempo de duración del choque eléctrico en segundos.

0.0135 = constante de energía, derivada empíricamente.

IV.1.6. Diferencias de potencial tolerables. - Tres tipos de potenciales son los que hay que tomar en cuenta, a saber:

- a) Potencial de paso.
- b) Potencial de contacto.
- c) Potencial de transferencia.

IV.1.6.a. Potencial de paso. Es la diferencia de potencial que aparece entre los dos pies (generalmente espaciados 1 metro), cuando una persona está parada en la superficie del terreno y en el cual se presenta un gradiente a causa del flujo de la corriente de falla.

IV.1.6.b. Potencial de contacto. Es la diferencia de potencial a través del cuerpo de una persona, entre una mano y los dos pies cuando está tocando un objeto u equipo aterrizado. La magnitud del potencial de contacto dependerá del gradiente en el espacio de tierra que existe entre el objeto aterrizado o el conductor de la red en el cual la persona está parada.

El potencial será más grande cuando la persona está parada en el centro de la malla; este potencial de contacto máximo es conocido como potencial de malla.

IV.1.6.c. **Potencial de transferencia.** Puede considerarse como un caso especial del potencial de contacto. Una persona parada dentro del área de una subestación toca un conductor aterrizado en un punto remoto, o una persona parada en un punto remoto toca un conductor conectado a tierra en dicha subestación, la tensión del choque eléctrico puede ser esencialmente igual a la elevación total de potencial de la malla de tierra y no la fracción de éste total que se encuentra con los potenciales de paso y de contacto.

IV.1.7. **Procedimiento para calcular un sistema de tierras.** - Con los potenciales tolerables de paso y de contacto conocidos, se puede diseñar y construir un sistema de tierras, llevando a cabo los siguientes pasos:

- a) Investigar las características del terreno.
- b) Determinar la intensidad de la corriente máxima de falla a tierra.
- c) Realizar un diseño preliminar del sistema de tierras.
- d) Calcular la resistencia del sistema de tierras.
- e) Calcular el máximo aumento de potencial en la red.
- f) Calcular los voltajes de paso en la periferia.
- g) Investigar los potenciales de transferencia.

Una vez que el sistema de tierras ha sido instalado y probado, deberán realizarse pruebas periódicamente para determinar si la resistencia permanece constante o se ha incrementado.

Si las pruebas realizadas, muestran que la resistencia se ha incrementado a valores no deseados, deberán tomarse las medidas necesarias para reducir - la. Dichas medidas pueden ser, aumentando los electrodos de tierra (varillas), incrementando el contenido de humedad en el terreno o por medio de trata-- mientos químicos.

IV.1.8. Equipos que deben conectarse a tierra. - Para evitar que en algún momento puedan quedar a un potencial diferente del de tierra y - puedan ser tocados por el personal, deberán conectarse a tierra los siguien- tes equipos o elementos:

a) **Estructuras de edificios.** Se conectarán a tierra por medio de un cable de cobre, de preferencia con conectores solda- bles por fusión. Deben conectarse las columnas de las esquinas y las intermedias que así lo requieran; para no tener las conexiones a distancias mayores de 20 metros.

b) **Estructuras de subestaciones.** Así como los equipos metálicos que se encuentren ahí instalados.

c) **Cercas metálicas en las subestaciones.** Deben conectarse los postes de las esquinas así como las puertas a los postes, para permitir una continuidad eléctrica en las mismas.

d) **Recipientes metálicos.** En los cuales se utilizarán de preferencia conectores soldables del tipo cable a placa.

- e) **Cubiertas metálicas.** Las que contienen y protegen equipo eléctrico, tales como: transformadores y tableros, los que deberán conectarse en dos puntos de la red.
- f) **Carcasas de motores y generadores.** Independientemente del tamaño y tensión.
- g) **Estación de botones o equipo de control.** Cuando así se requiera.
- h) **Ductos y charolas metálicas para cables.**
- i) **Carcasas de equipo eléctrico portátil.** Estarán conectadas a tierra a través de contactos polarizados.
- j) **Tuberías conduit.** A menos que los soportes de las mismas estén conectados firmemente a tierra.
- k) **Neutros de generadores y transformadores.** Cuando así se requiera.
- l) **Apartarrayos y equipos supresores de sobretensiones.**

IV.1.9. Sistema de tierras del hospital. - El sistema de tierras que deberá proyectarse en el hospital es el siguiente, de acuerdo a las normas dividido en:

- a) Sistema de tierras de la subestación.
- b) Sistema de tierras para contactos, canalizaciones y equipos.

IV.1.9.a. Sistema de tierras de la subestación. - En la Sección 603 (N.T.I.E.), se establece que: las subestaciones deben contar con un adecuado sistema de tierras, al cual se conectarán los elementos de la instalación que lo requieran. La red o malla de conductores que lo forman irán directamente enterrados a una profundidad entre 50 y 100 cms. De igual manera para los electrodos conectados a la red de conductores, enterrados a la profundidad necesaria para tener un mínimo valor de resistencia; así como los conductores de puesta a tierra, con los cuales se hace la conexión de las partes de la instalación y el equipo.

La norma 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. Puede estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciamiento razonable. Recomienda además, que los conductores de la malla sean de cobre, de calibre mínimo de 4/0 AWG y los conductores de puesta a tierra de los equipos del No. 2 AWG (figuras IV.1 y IV.2).

En los cruces los conductores deberán conectarse rígidamente entre sí y en puntos adecuados, conectarse a electrodos de tierra de 2.5 metros de longitud o más, clavados verticalmente; donde sea posible, se recomienda cons--

truir registros en los mismos puntos. Los materiales o elementos constitutivos del sistema de tierras de las subestaciones, deberán cumplir con lo siguiente:

- Tener un punto de fusión bastante alto, para que no sufra deterioro bajo las más severas condiciones de magnitudes de corrientes de falla y duración de las mismas.
- Tener suficiente conductividad, de manera que no contribuyan substancialmente, a originar diferencias de potencial peligrosas.
- Tener resistencia mecánica suficiente y resistencia a la corrosión.

La resistencia total de la malla con respecto a tierra, se podrá determinar por medio de la expresión:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} \quad , \text{ en ohms } (*)$$

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

L longitud total de los conductores enterrados, en metros.

ρ resistividad eléctrica del terreno, en ohms-metro.

(*) Fórmula de Laurent y Niemann (I. E. E. E.)

La resistencia eléctrica total del sistema de tierras de las subestaciones, deberá conservarse en el valor más bajo posible (los valores aceptables varían entre los 10 ohms y menos de 1 ohm, incluyendo todos los elementos que lo forman). Para reducir ésta, se puede aumentar el área total de la malla, reducir el espaciamiento de los conductores o aumentar el número de electrodos. Se recomienda efectuar pruebas de resistencia periódicamente.

IV.1.9.b. Sistema de tierras para contactos, canalizaciones y equipos. - Estará constituido por un conductor de cobre, que se llevará a través de todas las tuberías de derivación del sistema de contactos. El calibre de dicho conductor no será menor del No. 12 AWG, debiendo ser desnudo generalmente, excepto en lugares cercanos a las costas, donde llevará forro.

Todos los hilos de tierra que llegan a los tableros de distribución, serán conectados a un conductor común, que llegará hasta el tablero principal de baja tensión.

Este sistema de tierras será independiente del neutro del sistema y se unirá en el tablero general situado en la casa de máquinas, a la barra neutra.

En la tabla III.8, se muestran los valores del calibre de conductores para puesta a tierra de los equipos, canalizaciones y alimentadores, de los cuales, se seleccionará el adecuado de acuerdo a la capacidad del interruptor.

Electrodo para conexión a tierra

Ver detalle "A"

Cable desnudo calibre 4/0 AWG

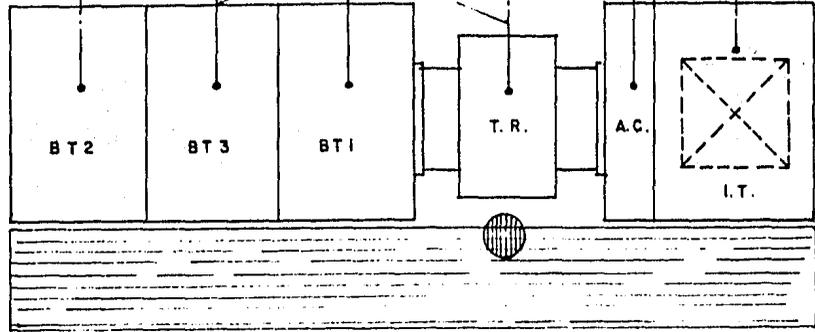
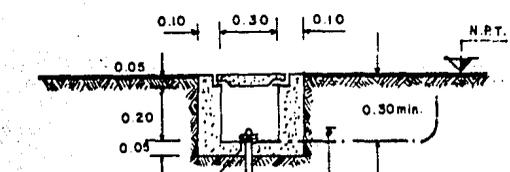


Figura IV.1

3

DETALLE "A"



Abrazadora para tierra

Varilla Copperweld

Planta

J

K

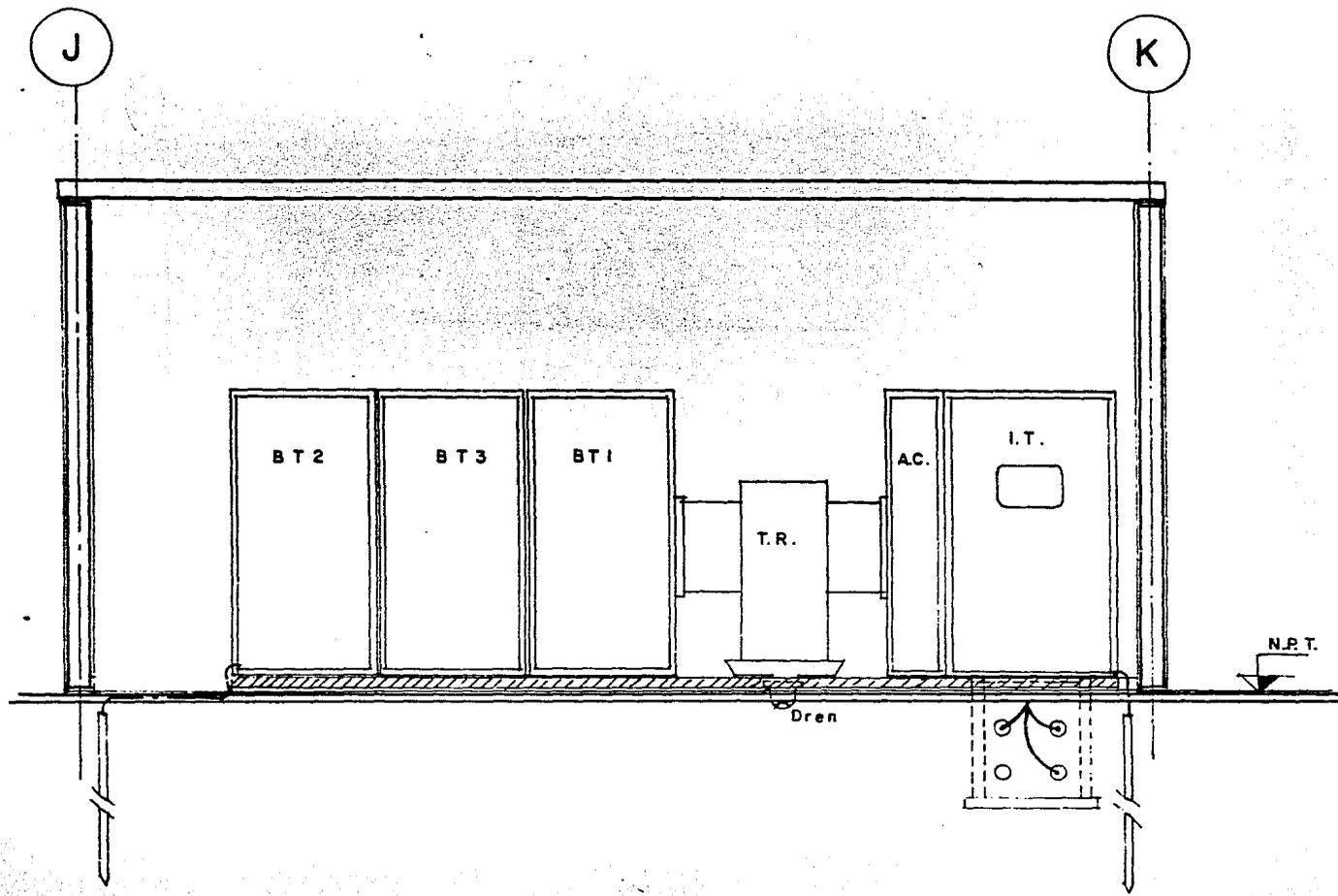


Figura IV.2

Alzado

IV.2. Protección contra Sobrecorrientes.

La principal función de un dispositivo de protección de un sistema eléctrico, es primordialmente la de proporcionar la protección debida a los elementos del mismo.

Estos dispositivos de protección deben tener principalmente, la capacidad adecuada para interrumpir el circuito con seguridad, bajo cualquier condición de anormalidad; de tal modo que proporcione protección al personal, al sistema eléctrico y al equipo de utilización.

IV.2.1. Condiciones de anormalidad. - Las principales condiciones de anormalidad en una instalación eléctrica son:

- a) Sobrecarga o sobrecorriente.
- b) Corto circuito.

IV.2.1.a. Sobrecarga o sobrecorriente. - La sobrecarga o sobrecorriente ocurre cuando el equipo eléctrico, toma demasiada corriente durante un tiempo largo. Esta condición puede ser ocasionada por la operación defectuosa del propio equipo; como un motor con su rotor bloqueado o por la operación simultánea de un número mayor de cargas eléctricas o aparatos.

IV.2.1.b. Corto circuito. - Un corto circuito se presenta cuando -

existe una falla en el aislamiento entre los conductores o entre un conductor y tierra.

IV.2.2. Diseño de un sistema de protección contra sobrecorriente. - En el diseño de un sistema de protección contra sobrecorriente, implica tomar en cuenta dos puntos importantes, que son:

- La selección correcta del dispositivo adecuado para interrumpir la sobrecorriente.
- La selección de los valores de corriente y tiempo de respuesta correctos para los dispositivos ajustables, que les permita funcionar selectivamente con otros dispositivos, sean o no ajustables, para desconectar la porción de la instalación en problemas, con el mínimo posible de disturbios en el resto de la misma.

IV.2.3. Dispositivos contra sobrecorriente. - Los dispositivos utilizados para la interrupción de la sobrecorriente son:

- a) Fusibles.
- b) Interruptores automáticos.

IV.2.3.a. Fusibles. - Es un dispositivo térmicamente operado, que sirve para detectar y abrir un circuito cuando se presenta una sobrecorriente. Tienen la desventaja de no ser ajustables y ser lentos para operar con valores moderados de sobrecorriente.

Son menos precisos que los relevadores, pero comparables con los interruptores termomagnéticos de bajo voltaje de disparo instantáneo, con altas corrientes y superior a ellos en bajas corrientes de corto circuito.

También tienen la desventaja, de que en caso de fundirse uno sólo de ellos, el circuito trifásico puede quedar en operación monofásica ocasionando una sobrecarga en las líneas restantes. Los fusibles se clasifican en:

- fusibles limitadores de corriente y
- fusibles no limitadores.

Al ocurrir un corto circuito, los fusibles limitadores de corriente se funden en el primer medio ciclo de la corriente de corto circuito, mucho antes de alcanzar su valor máximo, logrando reducir notablemente el valor de la potencia aparente a interrumpir; por lo que la curva de operación corriente-tiempo de respuesta, es una curva de tiempo inverso.

IV.2.3.b. Interruptores automáticos. - De bajo voltaje, pueden ser:

- electromagnéticos y,
- termomagnéticos.

Los electromagnéticos operan cuando la corriente alcanza un determinado valor al atraer la armadura del dispositivo de disparo. Una combinación de disparo térmico (para protección de sobrecargas moderadas) y disparo -

magnético instantáneo (para corto circuito), se proporciona en los interruptores termomagnéticos. Ambos interruptores deben ser capaces de abrir y cerrar su corriente nominal repetidamente y de abrir la corriente de corto circuito de diseño.

IV.2.4. Método para el cálculo de la corriente de corto circuito, al suceder una falla. - Como sabemos, una corriente de corto circuito es aquella que circula a través de un circuito eléctrico, debido a un accidente provocado por el contacto de dos conductores desnudos, roto el aislamiento, exceso de humedad o contacto con tierra; en magnitud es bastante mayor a la que circula por el circuito.

Los casos de falla que se presentan son:

- de fase a tierra,
- de dos fases a tierra,
- entre dos fases.

Todas ellas desbalanceadas o asimétricas. La selección de los dispositivos de protección contra el corto circuito, se basa en el cálculo de corrientes de corto circuito trifásico de naturaleza balanceada o simétrica.

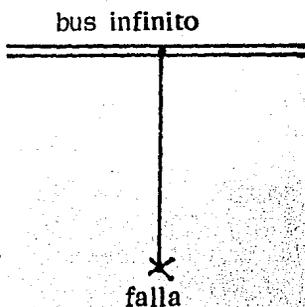
Los estudios de corto circuito tienen varios objetivos, y el método empleado para una selección en particular, depende de varias cosas como son: el tamaño del sistema bajo estudio, los resultados esperados y la aplicación de és--

tos. En particular, para instalaciones pequeñas y sistemas de distribución, se pueden emplear métodos relativamente simples, fáciles de utilizar y rápidos en su concepción, que permitan resolver el problema con un cierto grado de aproximación.

Un método que reúne algunas de las características anteriores, es el conocido como método de los MVA's; el cual es una modificación del método óhmico, en el que la impedancia de un circuito, es la suma de las impedancias de sus componentes.

Dado que por definición la admitancia es el recíproco de la impedancia, esto da por resultado que la admitancia del sistema, sea la suma de los recíprocos de las resistencias de sus componentes. Ahora bien, por definición la admitancia de un circuito es la corriente máxima, o KVA por unidad de voltaje que circulará a través del mismo, en un corto circuito cuando es suministrada de una fuente de capacidad infinita.

Para comprender mejor esto, considérese la figura siguiente:



La corriente de corto circuito será

$$I_{cc} = V/Z$$

La potencia de corto circuito es,

$$VA = V^2/Z$$

o

$$MVA = (KV)^2/Z$$

Si sabemos que: $Y = 1/Z_{ohms}$

Y que: $MVA_{acc} = (KV)^2 / Z_{ohms} = (KV)^2 Y$

Pero: $S_b = V_b^2 / Z_b$; $MVA_b = (KV_b)^2 / Z_b$
 $Z_{ohms} = Z_{pu} Z_b$

Sustituyendo: $MVA_{acc} = (KV)^2 / Z_{pu} Z_b$

$$= \frac{1}{Z_{pu}} \frac{(KV)^2}{Z_b} ; MVA = (KV)^2 / Z_b$$

Por lo tanto: $MVA_{acc} = MVA / Z_{pu}$

Antes de la aplicación del método, se deben conocer qué elementos alimentan las corrientes de corto circuito; siendo básicamente tres las fuentes:

- **Generadores**. Cuando un corto circuito ocurre en un circuito alimentado por un generador, éste sigue generando, ya que el campo de excitación se mantiene y el primo motor que lo acciona, continúa a su velocidad normal. El voltaje generado produce una corriente de corto circuito de magnitud larga, que fluye hasta el punto de falla; la que únicamente se limita por la impedancia del generador y la del circuito entre aquél y el citado punto.
- **Motores síncronos**. Construídos básicamente como generadores, dichos motores toman energía de una fuente de corriente --

- alterna** convirtiéndola en energía mecánica. Pueden producir **energía eléctrica** en cuanto la falla ocurre, reduciéndose el voltaje en el sistema y como consecuencia de esto, disminuye su velocidad lentamente. Sin embargo la energía rotatoria de la carga acciona al rotor, como un primo motor de generador, convirtiéndose en **tal**. La cantidad de corriente dependerá de la potencia, voltaje, **reactancia** del motor y del sistema hasta el punto de falla.
- Motores de inducción:** La inercia de la carga acciona al **motor** después de ocurrida la falla, produciéndose el mismo efecto que en el motor síncrono. La corriente de corto circuito depende de los mismos factores que en el anterior; con la diferencia de que la impedancia de la máquina efectiva en el tiempo de falla, **corresponde** estrechamente con la impedancia del motor en reposo. Consecuentemente, el valor simétrico inicial de la corriente de **corto** circuito es aproximadamente igual a la corriente de arranque del motor a voltaje pleno.

En la aplicación del método de los MVA's, deberán seguirse los siguientes **pasos**:

- 1o.** Partir de un diagrama unifilar del sistema, donde se representen todos los elementos de la instalación que interesen en el estudio, tales como: Generadores, motores, transformadores, **alimen**

tadores, etc.

2o. Convertir a MVA's de corto circuito (MVA_{cc}) todos los componentes, generalmente dados por sus MVA propios e impedancias o reactancias nominales. Los MVA's de corto circuito de cada uno, equivalen a sus MVA nominales divididos entre su impedancia o reactancia propia en por unidad:

$$MVA_{cc} = MVA / Z_{pu}$$

Para un alimentador en donde el voltaje está dado y su impedancia o reactancia conocida, los MVA de corto circuito serán igual a los -- (KV)² divididos entre su impedancia o reactancia en ohms:

$$MVA_{cc} = (KV)^2 / Z_{ohms}$$

3o. Desarrollar un diagrama de MVA's; donde para su combinación se siguen las siguientes reglas:

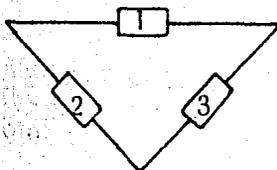
- Los MVA's en serie, se resuelven como resistencias en paralelo.

$$MVA_{1,2} = \frac{MVA_1 \times MVA_2}{MVA_1 + MVA_2}$$

- Los MVA's en paralelo, se suman como resistencias en serie.

$$MVA_{1,2} = MVA_1 + MVA_2$$

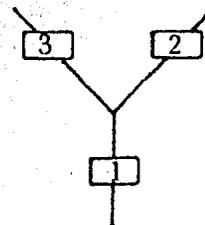
- Las conversiones delta a estrella, se resuelven por medio de aritmética simple.



conexión delta

Y = estrella

D = delta



conexión estrella

Donde: $Y_1 = S/D_1$

$$Y_2 = S/D_2$$

$$Y_3 = S/D_3$$

Siendo: $S = (D_1 \times D_2) + (D_2 \times D_3) + (D_3 \times D_1)$

4o. Cálculo de la corriente de corto circuito en el punto de falla, aplicando la expresión:

$$I_{cc} = \frac{MVA_{cc} \times 1000}{\sqrt{3} \times KV}$$

Las corrientes de corto circuito se expresan en amperes instantáneos de pico o más comúnmente, en amperes r.m.c. simétricos. Por lo que, para calcular el valor de la corriente de corto circuito asimétrica, se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{cc} \text{ asimétrica} = I_{cc} \text{ simétrica} \times \text{factor de asimetría}$$

En la tabla que se muestra a continuación, se indican los factores de asimetría por los que se debe de multiplicar la corriente simétrica r.m.c. de corto circuito, para obtener las corrientes asimétricas máximas r.m.c., instantánea en una fase y trifásica promedio.

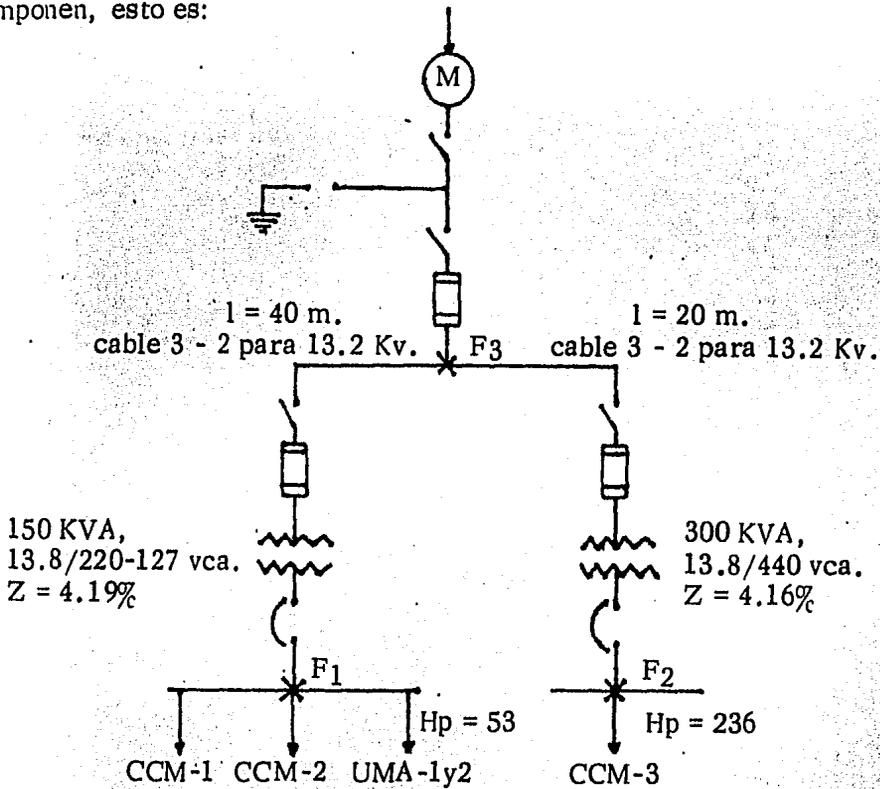
El factor de potencia y la relación X/R señalados, se refieren a la parte del circuito eléctrico hasta el punto de falla; y no a los del mismo circuito en condiciones normales.

Tabla IV.1

Factor de potencia, de corto circuito en %	Relación X/R de corto circuito.	Factores a utilizar, para obtener las corrientes indicadas, medio ciclo después del inicio de la falla.		
		Corriente máxima - instantánea de pico en amperes. Mp	Corriente máxima - r.m.c. en una fase. Mm	Corriente trifásica - promedio en amperes rmc. Ma
0		2.828	1.732	1.394
1	100.00	2.785	1.696	1.374
2	49.993	2.743	1.665	1.355
3	33.322	2.702	1.630	1.336
4	24.979	2.663	1.598	1.318
5	19.974	2.625	1.568	1.301
6	16.623	2.589	1.540	1.285
7	14.251	2.554	1.511	1.270
8	13.460	2.520	1.485	1.256
9	11.066	2.487	1.460	1.241
10	9.9301	2.455	1.436	1.220
11	9.0354	2.424	1.413	1.216
12	8.2733	2.394	1.391	1.204
13	7.6271	2.364	1.372	1.193
14	7.0721	2.336	1.350	1.182
15	6.5912	2.309	1.330	1.171
16	6.1695	2.282	1.312	1.161
17	5.7947	2.256	1.294	1.152

18	5.4649	2.231	1.277	1.143
19	5.1672	2.207	1.262	1.135
20	4.8990	2.183	1.247	1.127
21	4.6557	2.160	1.232	1.119
22	4.4341	2.138	1.218	1.112
23	4.2313	2.110	1.205	1.105
24	4.0450	2.095	1.192	1.099
25	3.8730	2.074	1.181	1.093
26	3.7138	2.054	1.170	1.087
27	3.5661	2.034	1.159	1.081
28	3.4286	2.015	1.149	1.075
29	3.3001	1.996	1.136	1.070
30	3.1798	1.978	1.130	1.066
31	3.0669	1.960	1.121	1.063
32	2.9608	1.943	1.113	1.057
33	2.8606	1.926	1.105	1.053
34	2.7660	1.910	1.098	1.049
35	2.6764	1.899	1.091	1.046
36	2.5916	1.878	1.084	1.043
37	2.5109	1.863	1.078	1.039
38	2.4341	1.848	1.073	1.035
39	2.3611	1.833	1.068	1.033
40	2.2913	1.819	1.062	1.031
41	2.2246	1.805	1.057	1.028
42	2.1608	1.791	1.053	1.026
43	2.0996	1.778	1.049	1.024
44	2.0409	1.765	1.045	1.022
45	1.9845	1.753	1.041	1.020
46	1.9303	1.740	1.038	1.019
47	1.8780	1.728	1.034	1.017
48	1.8277	1.716	1.031	1.016
49	1.7791	1.705	1.029	1.014
50	1.7321	1.694	1.026	1.013
55	1.5185	1.641	1.015	1.008
60	1.3333	1.594	1.009	1.004
65	1.1691	1.553	1.004	1.002
70	1.0202	1.517	1.001	1.001
75	0.8819	1.486	1.0008	1.0004
80	0.7500	1.460	1.0002	1.00005
85	0.6198	1.439	1.00004	1.00002
100	0.0000	1.414	1.00000	1.00000

IV.2.4.1. Cálculo de la corriente de corto circuito. Para llevar a cabo el cálculo de la corriente de corto circuito, como se mencionó anteriormente, es necesario tener el diagrama unifilar del sistema; además de los MVA's de corto circuito con que contribuyen los elementos que lo componen, esto es:



- Para la línea (CFE):

$$\text{MVA}_{\text{acc}} = 500 \quad X = 20 \quad R = 1$$

- Para las líneas de alimentación:

Subestación I.

$l_1 = 40\text{m.}$; 3 cables del #2 para A.T.
(uno por fase)

$$R = 0.72 \text{ ohms/Km.} \quad ; \quad X = 0.29 \text{ ohms/Km.}$$

$$Rl_1 = 0.72 \text{ ohms/km} \times 0.040 \text{ km} = 0.0288$$

$$Xl_1 = 0.29 \text{ ohms/km} \times 0.040 \text{ km} = 0.0116$$

$$Zl_1 = (0.0288)^2 + (0.0116)^2 = 0.0310$$

Subestación II.

$$l_2 = 20 \text{ m.} \quad ; \quad 3-2 \text{ A. T. (uno por fase)}$$

$$Rl_2 = 0.72 \times 0.020 = 0.0144$$

$$Xl_2 = 0.29 \times 0.020 = 0.0058$$

$$Zl_2 = (0.0144)^2 + (0.0058)^2 = 0.0155$$

Los MVA de corto circuito de los alimentadores son:

$$MVA_{cc1} = (13.8)^2 / 0.031 = 5620.6452$$

$$MVA_{cc2} = (13.8)^2 / 0.0155 = 11241.29$$

- Transformadores.

$$T_1 = 150 \text{ KVA.} \quad ; \quad X = 4.0\% \quad R = 1.23\% \quad Z = 4.19\% \quad (*)$$

$$T_2 = 300 \text{ KVA} \quad ; \quad X = 4.0\% \quad R = 1.14\% \quad Z = 4.16\% \quad (*)$$

$$MVA_{ccT1} = 0.150 / 0.0419 = 3.58$$

$$MVA_{ccT2} = 0.300 / 0.0416 = 7.2115$$

(*) Ver tabla IV.2

- Motores:

Para CCM-1 ; CCM-2 ; UMA-1 y UMA-2

$$H_{p_{tot.}} = 53 \quad X/R = 6 \quad (\text{ver gr\u00e1fica IV.1})$$

$$MVA_m = \frac{0.746 \times 53}{0.85 \times 1000} = 0.0465$$

Si:

$$X_m = \frac{I_{nom.} / 5 I_{nom.}}{MVA_m} = \frac{1}{5 \times 0.0465} = 4.301 \text{ pu/MVA}$$

$$X_{mpu} = 4.301 \times 0.0465 = 0.20 \text{ pu}$$

Por lo tanto: $R = 0.20/6 = 0.0333$

$$Z = (0.0333)^2 + (0.2)^2 = 0.2028$$

$$MVAccm_1 = 0.0465/0.2028 = 0.2293$$

Para CCM-3

$$H_{p_{tot}} = 236 \quad X/R = 12 \quad (\text{ver gr\u00e1fica IV.1})$$

$$X_m = \frac{1}{5 \times 0.2071} = 0.9656$$

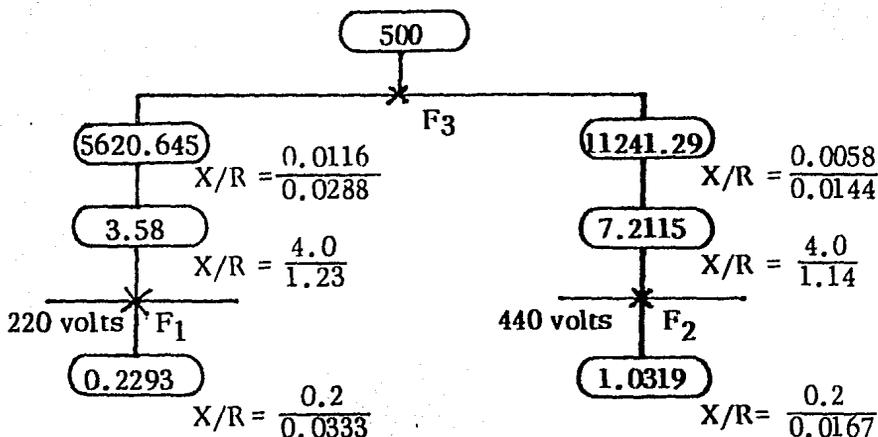
$$X_{mpu} = 0.9656 \times 0.2071 = 0.20$$

$$R = 0.2/12 = 0.0167$$

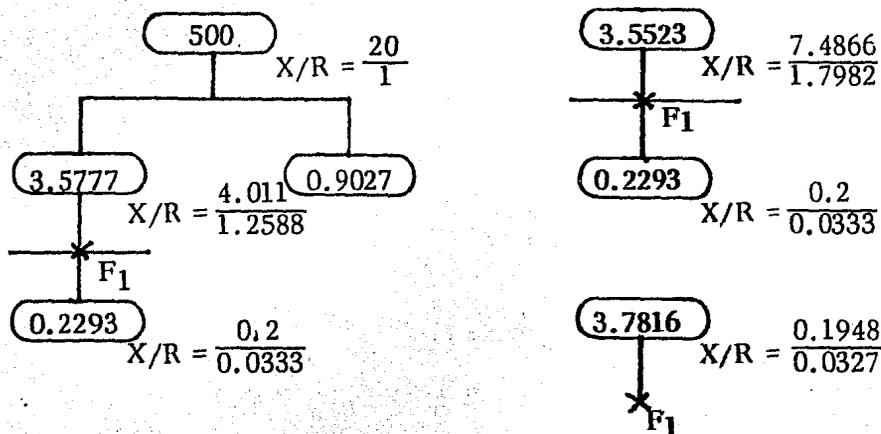
$$Z = (0.0167)^2 + (0.2)^2 = 0.2007$$

$$MVAccm_2 = 0.2071/0.2007 = 1.0319$$

El diagrama de MVA's queda de la siguiente manera:



El primer punto de falla (F_1) a calcular, será en el interruptor general TGN-1. Por lo que el diagrama unifilar de MVA's, será:



Por lo tanto:

$$I_{cc} = \frac{3.7816 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.22} = 9924.126 \text{ amp.}$$

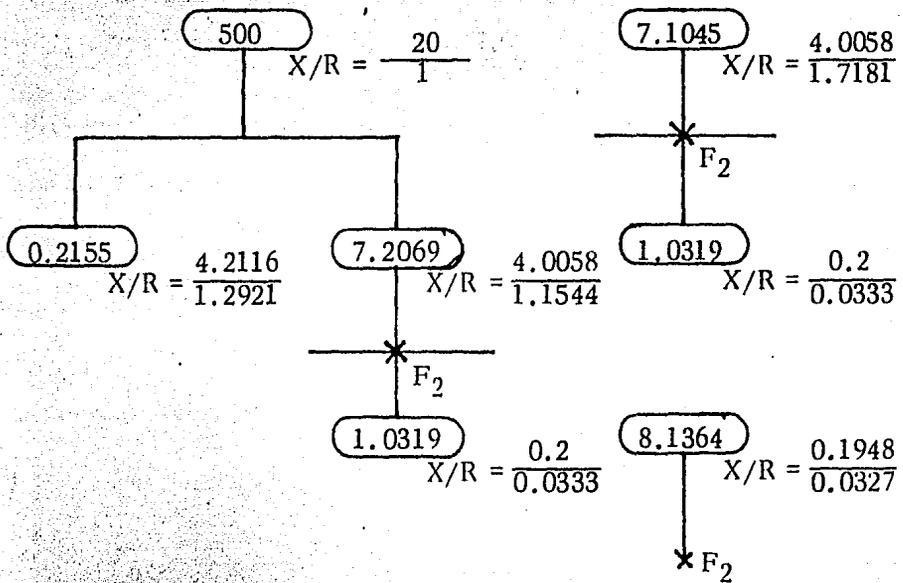
Que es la corriente de corto circuito simétrica en el punto de falla (F_1). Con el valor de la relación X/R en la tabla, se busca el factor

de asimetría:

$$X/R = 0.1948/0.0327 = 5.958 ; \text{ factor asimétrico} = 1.15$$

$$I_{cc} \text{ asimétrica} = 1.155 \times 9924.126 = 11471.5 \text{ amp.}$$

Para el punto de falla F_2 , localizado en las barras principales del CCM-3, tenemos:



Por lo que:

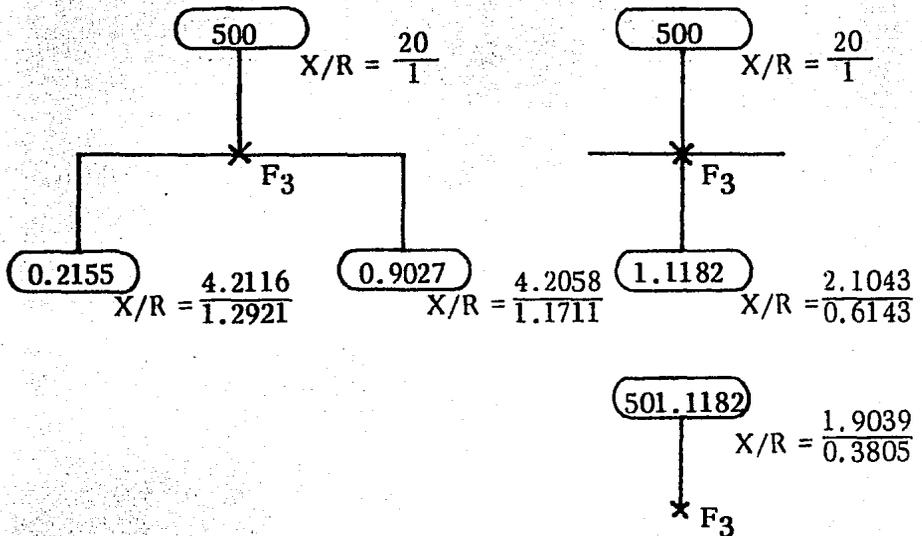
$$I_{cc} = \frac{MVAcc \times 1000}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{8.1364 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.44} = 10676.25 \text{ A}$$

Es la corriente de corto circuito simétrica en el punto de falla F_2 , para el factor de asimetría:

$$X/R = 0.1948/0.0327 = 5.9631 ; \text{ f.a.} = 1.156$$

$$I_{cc} \text{ asimétrica} = 10676.25 \times 1.156 = 12341.75 \text{ amp.}$$

Para el punto de falla F_3 en el bus de alta tensión:



Donde:

$$I_{cc} = \frac{501.1182 \times 1000}{\sqrt{3} \times 13.8} = \frac{501118.2}{1.7320 \times 13.8} = 21918.87 \text{ amp.}$$

Es la corriente de corto circuito en el punto de falla F_3 , para el factor de asimetría:

$$X/R = 1.9039/0.3805 = 5.003 ; \quad f.a. = 1.131$$

$$I_{cc} \text{ asimétrica} = 21918.87 \times 1.131 = 24990.2 \text{ amp.}$$

En resumen, los valores de corto circuito determinados para los puntos indicados en el diagrama unifilar son:

Punto de falla	Voltaje	Período Subtransitorio
F ₁	220-127 volts	11 471.5 amp.
F ₂	440-257 volts	12 341.7 amp.
F ₃	13,800 volts	24 790.2 amp.

IV.2.5. Coordinación de protecciones. - La coordinación de protecciones es un análisis organizado tiempo-corriente de las curvas de operación de los dispositivos en serie, desde el de distribución hasta el de la fuente; básicamente es una comparación del tiempo que tardan en operar cada uno, cuando circulan corrientes anormales por ellos.

El objeto de la coordinación de protecciones es determinar las características, gamas y ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, que deben interrumpir los corto circuitos con rapidez y proporcionar protección a equipos, aislando la carga que falló cuando se presenta alguna anomalía. Por lo tanto, en la coordinación será necesario conocer los valores de falla en los diferentes puntos del sistema y las gráficas de operación de los dispositivos de protección que lo componen.

Los métodos para protección de sistemas de bajo voltaje, son los siguientes:

Sistema selectivo. Es un sistema casi ideal; en el que en caso de corto circuito en el sistema, sólo el aparato o sección donde ocurre se desconecta, quedando el resto conectado y el trastorno

será mínimo. En este sistema cada dispositivo tiene que dejar pasar la corriente total del corto circuito; por lo que las características de tiempo y corriente de éstos deberán coordinarse de manera que solamente la parte afectada funcione durante la falla. En consecuencia, el dispositivo que protege al interruptor principal deberá ser de tiempo diferido, es decir, que no se abrirá a menos que en determinado tiempo los demás no abran el circuito afectado.

Sistema escalonado. Sólo aplicable a interruptores en aire, de mayor capacidad. Con este sistema se pueden tener interruptores en puntos donde la corriente de corto circuito es mayor que su régimen; esto puede hacerse si también hay interruptores de circuito para ayudarlos en caso de falla. Si la falla sucediese en uno de los cables de distribución, es probable que dos interruptores de los mencionados se abran a la vez, por lo tanto, ambos deberán tener características de acción instantánea, ajustando el mayor para abrirse antes del de menor capacidad; lo que significa que si la corriente de corto circuito es mayor que el régimen del interruptor menor, el de mayor capacidad accionará.

Sistema de régimen total. En este sistema cada dispositivo de seguridad puede interrumpir el corto circuito del equipo que protege, siendo éstos de interrupción instantánea. En redes extensas, se pueden aplicar interruptores que se abran sucesivamente sólo en

la sección donde ocurre la falla. El sistema puede no tener todas las ventajas del sistema selectivo, ni las deficiencias del sistema escalonado, pero se considera como un término medio entre ambos.

Al realizar el estudio de la coordinación, deberá determinarse el ajuste necesario del dispositivo de protección siguiente en dirección de la fuente, de manera que se logre que el mismo opere para todos los valores de corriente menores a los de falla, en tiempos mayores que los correspondientes al elemento anteriormente considerado.

Las curvas de operación en una gráfica de coordinación, no deberán tocarse ni traslaparse, ya que esto significaría que para valores de corriente en que actúen los elementos a que pertenecen dichas curvas, operarían respectivamente en tiempos iguales o en primer lugar el que debería hacerlo después.

El tiempo mínimo en la operación, generalmente se aplica para el valor de falla, ya que para valores de corriente menores, el rango de la diferencia en el tiempo de operación tiende a aumentar.

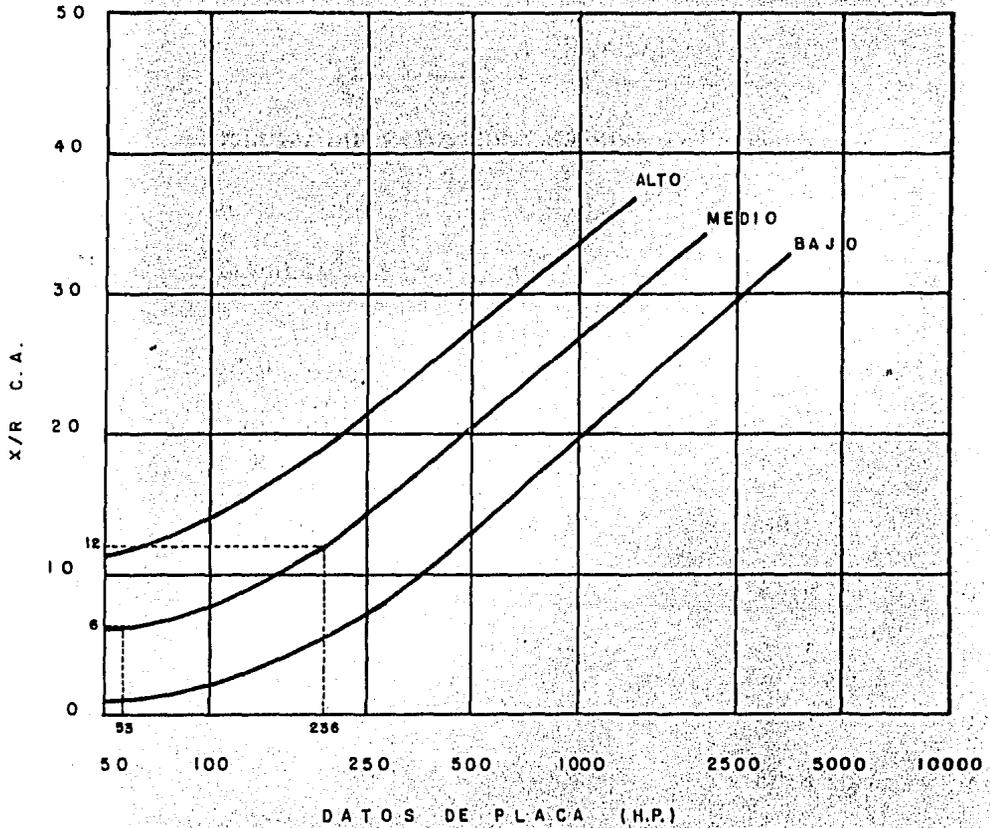
Cuando se aísla únicamente la parte del sistema eléctrico con falla y el resto queda energizado, se dice que se tiene un sistema eléctrico coordinado selectivamente. Luego entonces, lo esencial para obtener una buena coordinación en los dispositivos de interrupción de la energía, será el comprender las características tiempo-corriente de los mismos.

Tabla IV.2

Impedancias Normalizadas de los Transformadores

KVA	X/R	R (%)	X(%)	Z (%)
150	3.24	1.23	4.0	4.19
225	3.35	1.19	4.0	4.17
300	3.50	1.14	4.0	4.16
500	3.85	1.04	4.0	4.12
750	5.45	0.94	5.1	5.19
1 000	5.70	0.89	5.1	5.19
1 500	6.15	0.83	5.1	5.18
2 000	6.63	0.77	5.1	5.17

GRAFICA IV.1



RANGOS DE X/R PARA MOTORES DE
INDUCCION TRIFASICOS

(IEEE Std. 320-1972)

IV.3. Tablero de Aislamiento.

Estudios estadísticos realizados en todo el mundo, han demostrado que las muertes por electrocución en los hospitales son muy frecuentes, llegando a alcanzar niveles alarmantes.

Dichos estudios comprobaron que el aumento en el número de accidentes de este tipo, coincide con el uso cada día mayor de dispositivos eléctricos empleados en cirugía, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

En las instituciones que forman parte del Sector Salud, han adoptado como norma, la instalación del Sistema de Distribución Aislado en todas las clínicas y hospitales en proceso de construcción. Este sistema de distribución eléctrica resuelve los problemas que se venían presentando y proporciona mayor seguridad a los pacientes y cuerpo médico contra descargas eléctricas, debidas a fallas en el aislamiento del sistema de distribución o de los equipos médicos operados por energía eléctrica.

Dicho sistema de distribución aislado se utiliza en:

- Salas de cirugía o quirófanos (figura IV.3).
- Salas de expulsión.
- Salas de terapia intensiva.
- Salas de cuidado coronario.
- Equipos portátiles de rayos X.

Los componentes que constituyen el sistema de distribución aislado, son los siguientes:

- transformador de aislamiento,
- interruptor del primario,
- interruptores derivados,
- indicador de peligro,
- receptáculos de fuerza y de tierra,
- conectores de tierra y bus equipotencial de tierra.

Además de otros accesorios opcionales tales como:

- indicadores remotos,
- probador de continuidad de la conexión de tierra,
- paneles de alarma,
- detector de continuidad de la conexión de tierra,
- módulos de aislamiento para salas de cuidado intensivo.

IV.3.1. Utilización del sistema de aislamiento. - En cada quirófano, sala de expulsión, etc., se encuentran instalados módulos de contactos de fuerza, los que en la mayoría de los casos están montados en el propio Tablero de Aislamiento. Antes de utilizar el sistema, se deberán checar los siguientes puntos:

- a) El equipo eléctrico a utilizarse deberá estar provisto de la cla

- vija adecuada, para poder enchufar a los contactos de fuerza.
- b) Los equipos móviles deben estar conectados a los receptáculos por medio de cables del color que tienen éstos.
 - c) Deberán cerrarse los interruptores en el panel del tablero de aislamiento, para energizar los contactos de fuerza.
 - d) Se revisará que la lámpara del indicador de peligro, esté encendida y que el switch (silencio/alarma) se encuentre en la posición alarma.
 - e) Revisar en el módulo de contactos que esté encendida la lámpara del indicador remoto y que el switch esté en la posición de alarma.

La lámpara no debe de estar centellando; el switch debe moverse a la otra posición para que deje de hacerlo.

- f) Se debe conectar en los receptáculos cada uno de los equipos eléctricos que sea necesario utilizar, para la atención al paciente.

Es posible que al conectar alguno de los utensilios, suene la alarma y se encienda la luz roja en el indicador de peligro del tablero y los indicadores remotos; en tal caso, es recomendable reemplazar el dispositivo por otro en buen estado (que no haga sonar la alarma).

Después de llevarse a cabo los puntos anteriormente señalados, el sistema quedará listo para la utilización del personal médico. El buen funcionamiento del sistema de aislamiento, dependerá de que el cuerpo médico reporte con oportunidad, si alguno de los indicadores ha dado la señal de alarma.

Dicho personal deberá estar enterado de que si el indicador de peligro da la alarma durante una intervención quirúrgica, se podrá continuar con la operación. Por lo tanto, es recomendable el probarlo por lo menos una vez cada semana y llevar un récord de lecturas obtenidas en cada caso.

Dicho indicador tiene un switch de prueba, mediante el cual se puede hacer sonar la alarma, siempre y cuando el voltaje del sistema sea mayor del 80% de la tensión nominal. Al operar el switch, se encenderá la lámpara y si la unidad no está silenciada, se escuchará el zumbador en el momento en que la aguja del aparato cruce la línea divisoria entre las zonas gris y roja de la escala; al actuar el switch de prueba, no se crea ninguna situación de peligro adicional en el sistema.

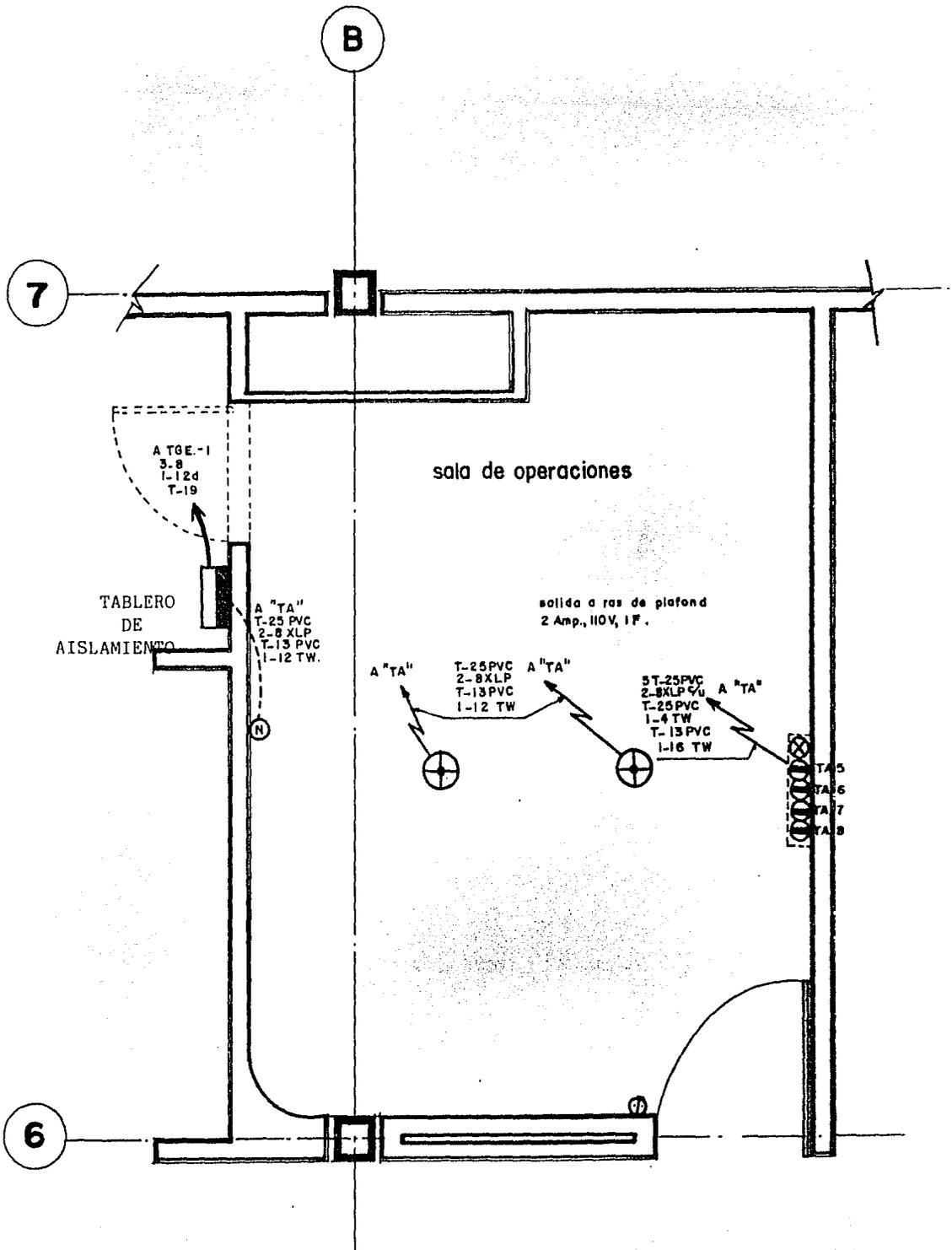


Figura IV.3 Sistema de Distribución Aislado.

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES Y COSTOS

V. ESPECIFICACIONES Y COSTOS.

V.1. Especificación de las Subestaciones.

Para el suministro e instalación de las subestaciones eléctricas, utilizadas en este proyecto, los gabinetes metálicos que las constituyen tendrán las siguientes especificaciones:

- Serán de acero rolado en frío, contruídos con lámina del No. 11 USG como mínimo, autoportados, armados con perfil laminado comercial. Las tapas y puertas desmontables serán del mismo material, con las dimensiones indicadas en los planos y especificaciones correspondientes; de frente muerto sin tapa interior en el piso.
- Cada gabinete se someterá a un proceso de desoxidación y llevará dos capas de pintura anticorrosiva interior y exteriormente; el acabado exterior será a base de resina artificial en color gris. La parte posterior con puertas donde sea necesario, soportadas por medio de bisagras y cerraduras; ventana de inspección en la sección del interruptor en alta tensión. Esta será de vidrio inastillable capaz de soportar presiones internas de 0.4 Kg/cm^2 .; con bloqueo mecánico en sus puertas para evitar la abertura cuando se encuentre energizado.

En el análisis de las características de dichas subestaciones, será posible - dividirlas en: Recepción en alta tensión, Subestación I y Subestación II.

V.1.1. Recepción en alta tensión. - La acometida y medición en alta tensión, estará formada por cuatro gabinetes o secciones, con las características anteriormente señaladas para éstos, siendo:

- a) Sección de acometida y medición
- b) Sección de cuchillas de servicio
- c) Sección del interruptor en alta tensión y apartarrayos
- d) Sección de interruptores derivados en alta tensión.

V.1.1.a. Sección de acometida y medición. - Está compuesta de un gabinete metálico clase 15 KV., para recibir cables de acometida en alta tensión, incluyendo mufas terminales; además de alojar el equipo de medición de la Cía. suministradora del servicio. Sus dimensiones son:

ancho 120 cm.; fondo 200 cm.; altura 210 cm.

V.1.1.b. Sección de cuchillas de servicio. - Compuesta de un gabinete clase 15 KV., para alojar un juego de cuchillas de operación en grupo (sin carga), a través de un volante desde el exterior del propio gabinete; - con las siguientes dimensiones:

ancho 160 cm.; fondo 200 cm.; altura 210 cm.

V.1.1.c. Sección del interruptor en alta tensión y apartarrayos. - Consta de un gabinete metálico clase 15 KV., para alojar interruptor tripolar de operación en grupo y con carga, en aire, con portafusibles y disparo automático para protección de falla en cualquiera de las fases. Relleno fusible de 40 amperes y 1 000 MVA. de capacidad interruptiva; de operación frontal desde el exterior del gabinete por medio de una palanca.

Además, tres apartarrayos de tipo autovalvular para sistema con neutro rígidamente puesto a tierra; frecuencia de 60 ciclos por segundo y de una sola pieza. Las dimensiones del gabinete son:

ancho 120 cm.; fondo 200 cm.; altura 210 cm.

V.1.1.d. Sección de interruptores derivados en alta tensión. - Al igual que el anterior, consta de dos gabinetes de similares características, para alojar interruptores tripolares de operación en grupo y con carga, en aire y portafusibles iguales al principal, con la excepción de que éstos no llevan apartarrayos; sus dimensiones son las mismas.

V.1.2. Subestación I. - Es una subestación reductora (13.8 Kv/220-127 volts), la cual está compuesta de los siguientes elementos:

- a) Sección del interruptor derivado en alta tensión
- b) Sección de acoplamiento
- c) Transformador

- d) Sección de interruptor en baja tensión y medición
- e) Interruptores derivados en baja tensión (servicio normal)
- f) Interruptores derivados en baja tensión (servicio de emergencia)
- g) Interruptor de transferencia
- h) Planta de emergencia.

V.1.2.a. Sección de interruptor derivado en alta tensión. Consta de un gabinete de idénticas características a los anteriormente señalados, con igual contenido y dimensiones.

V.1.2.b. Sección de acoplamiento. - Compuesta de un gabinete metálico para alojar cables de alta tensión, que interconectan al interruptor en alta tensión con el lado de igual tensión del transformador; sus dimensiones son:

ancho 40 cm.; fondo 200 cm.; altura 210 cm.

V.1.2.c. Sección del transformador. - Constituida por un transformador de distribución sumergido en aceite, de las siguientes características:

Clase	OA
Fases	3
Capacidad nominal	150 KVA.

Altura sobre el nivel del mar	
Frecuencia	60 c.p.s.
Incremento de temperatura de operación	65°C sobre la media ambiente de 30°C y la mínima de 40°C.
Garganta del lado de alta tensión	
Garganta del lado de baja tensión	
Voltaje nominal en alta tensión	13 800 volts
Voltaje nominal en baja tensión	220/127 volts
Nivel básico de impulso de onda partida.	Alta tensión: 175 KV Baja tensión: 36 KV
Conexión en a. t.	Delta
Conexión en b. t.	Estrella, con neutro fuera del tanque
Derivaciones en alta tensión	Dos arriba y dos abajo, - del 25% del voltaje nominal
Impedancia a 60 c.p.s.	4.5%
Resistencia eléctrica copa estándar	Mínima 22 KV
Resistencia de envejecimiento	Sedimento no mayor al 0.8%
Ganchos para maniobras	
Carátula indicadora de temperatura y nivel de aceite	

V.1.2.d. Sección de interruptor principal en baja tensión y medición. - Formada de un gabinete de lámina de acero, tipo blindado, autoportado para ser colocado directamente al piso; de frente "muerto", es decir, no estará expuesta ninguna pieza con corriente que pueda producir un choque eléctrico al operador. Contendrá los siguientes elementos:

- Un voltmetro escala 0-300 volts y conmutador de fases.
- Un ampermetro escala 0-600 amperes y conmutador de fases.
- Tres transformadores de corriente tipo dona, relación 600/5 amp.
- Un interruptor electromagnético de 3P-600 amperes, capacidad interruptiva a 220 volts, de 42 000 amperes simétricos RMC.

Sus dimensiones son: ancho 100 cm., fondo 100 cm., altura 210 cm.

V.1.2.e. Sección de Interruptores en baja tensión (servicio normal). - Formada, al igual que la anterior, de un gabinete de similares características. Contendrá interruptores para servicio interior y accionamiento magnético por sobrecarga no ajustable, de las siguientes capacidades:

- Un interruptor termomagnético 3P-300 A., cap. int. 42 000 amp.
- Un " " " 3P-150 A., " " 25 000 "
- Un " " " 3P-100 A., " " 25 000 "
- Un " " " 3P-40 A., " " 18 000 "
- Tres " " " 3P-30 A., " " 18 000 "
- Tres espacios libres.

Sus dimensiones son: ancho 100 cm., fondo 100 cm., altura 210 cm.

V.1.2.f. Sección de interruptores en baja tensión (servicio de emergencia). - Constituida de un tablero tipo ML, autosoportado, de frente muerto; conteniendo interruptores de las siguientes capacidades:

- Un interruptor termomagnético 3P-150 A., cap. int. 25 000 amp.
- Un " " " 3P-100 A. " " 25 000 "
- Un " " " 3P-70 A. " " 25 000 "
- Dos " " " 3P-30 A. " " 18 000 "
- Un " " " 2P-40 A. " " 18 000 "
- Cuatro espacios libres.

Sus dimensiones son las mismas que el gabinete anterior.

V.1.2.g. Sección de interruptor de transferencia automática. - Formada de un tablero de control, diseñado para trabajar automáticamente en caso de interrupción del suministro normal, o bien, cuando el voltaje no sea el adecuado para los equipos eléctricos en operación.

Deberá tener una protección del tipo termomagnético a un voltaje de operación de 220 volts de corriente alterna (v.c.a.); con una capacidad de 300 amp. 3 fases, 4 hilos, 60 c.p.s. El sistema de transferencia se hará a través de interruptores accionados por un mecanismo común; sistema de arranque y paro automático, con tres intentos de arranque; relevadores de 2 polos, 2 tiros,

24 volts de corriente directa; reloj retardador de entrada a la red normal, - con un rango de operación de 0.30 minutos; accesorios de medición y control ubicados al frente y en la parte superior del gabinete.

Las dimensiones son: ancho 100 cm., fondo 100 cm., altura 210 cm.

V.1.2.h. Sección de la planta de emergencia. - Formada por una planta diesel-eléctrica de emergencia; diseñada para operación automática; 3 fases, 4 hilos, con capacidad de 70 Kw en servicio continuo y 80 Kw. en servicio de emergencia (dos horas), factor de potencia 0.8, frecuencia 60 c. p.s., 1 800 r.p.m., con operación a 220 v.c.a.

Excitación de alta frecuencia sin escobillas, diodos herméticamente sellados rectificadores de onda completa en las tres fases. Accionada por un motor - diesel de 4 tiempos, en línea o en "V"; protegido contra sobrevelocidad; baja presión de aceite de cárter automático; tipo de aspiración turbocargada. La - potencia indicada deberá ser efectiva a un cierto valor de altitud sobre el nivel medio del mar.

Deberá incluir: tanque de combustible de uso diario de capacidad suficiente, interruptor termomagnético de 3P-300 amperes, silenciador tipo hospital, -- manguera flexible de acero sin costura para gases de escape, pernos de an-- claje y kilowattthorfmetro conectado.

Además de las secciones anteriormente señaladas, la subestación deberá con

tener los siguientes materiales:

- Un sistema de tierras formado por varillas copperweld de 3.05 m. de largo y 19 mm. de diámetro y cable electrolítico desnudo semi-duro de calibre 2/0 AWC. para conexión de equipos metálicos a la red.
- Dos extinguidores del tipo ABC de 10 lbs. cada uno.
- Juego de guantes con aislamiento para 15 KV.
- Pinzas de alicates para desmontar fusibles.

V.1.3. Subestación II. - Al igual que la anterior, se trata de una subestación reductora (13.8 KV/440-254 volts) constituida de los siguientes elementos:

- a) Sección de interruptor derivado en alta tensión y sección de acoplamiento.
- b) Sección del transformador.
- c) Sección de interruptor principal en baja tensión y medición.
- d) Sección de interruptores derivados en baja tensión (servicio normal).

V.1.3.a. Sección de interruptor derivado en alta tensión y sección de acoplamiento. - Similar en todas sus características a lo anteriormente señalado en la Subestación I.

V.1.3.b. Sección del transformador. - Igual al de la anterior subestación en cuanto a características; con las siguientes variantes:

Capacidad nominal	300 KVA
Voltaje nominal en alta tensión	13 800 volts
Voltaje nominal en baja tensión	440/254 volts.

V.1.3.c. Sección de interruptor principal en baja tensión y medición. - Formada de un gabinete similar al señalado con anterioridad, conteniendo los siguientes elementos:

- Un voltmetro escala 0-600 volts y conmutador de fases.
- Un ampérmetro escala 0-400 amperes y conmutador de fases.
- Tres transformadores de corriente tipo dona, relación 400/5 amp.
- Un interruptor electromagnético de 3P-400 amperes, capacidad interruptiva a 440 volts de 42 000 amperes simétricos RMC.

V.1.3.d. Sección de interruptores derivados en baja tensión (servicio normal). - De similares características al señalado en la Subestación I; conteniendo los siguientes interruptores para uso interior, de accionamiento magnético por sobrecarga no ajustables, de las capacidades:

- Dos interruptores termomagnéticos de 3P-200 A., cap. int. 25 KA.
- Dos " " " " 3P-30 A. " " 18 "
- Cuatro " " " " 3P-15 A. " " 18 "

- Dos espacios libres.

Además del siguiente material:

- Un sistema de tierras, formado por varillas copperweld de 3.05 m. de largo y 19 mm. de diámetro y cable electrolítico de cobre desnudo semiduro de calibre 2/0 AWG., para conexión de equipos metálicos a la red.
- Dos extinguidores tipo ABC de 10 lbs. cada uno.
- Juego de guantes con aislamiento para 15KV.
- Pinzas de alicates para desmontar fusibles.

V.2. Especificaciones de la Instalación Eléctrica.

Las especificaciones relativas a la instalación eléctrica, deben sujetarse a requisitos mínimos de observancia y recomendaciones de conveniencia práctica, establecidos en las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas (N.T.I.E.) y en las Normas de Ingeniería de Diseño del I.M.S.S.; así como en manuales y catálogos de los fabricantes de material y equipo eléctrico.

Por lo cual, no se hará mención de marcas determinadas ni modelos comerciales, debiendo entenderse que sólo se pretenderá definir sus características de funcionamiento, sin que por ello se señale de una manera específica su uso; en tal virtud, se podrán usar materiales y accesorios que cumplan con los criterios y normas establecidos, o en su defecto, aquéllos de diseño y calidad similar.

Para llevar a cabo el análisis de especificaciones, éstas se pueden dividir en: especificación de materiales y especificación de equipo.

V.2.1. Especificación de materiales. - Se refiere únicamente a los materiales utilizados en el proyecto de instalación eléctrica, de entre los que se pueden mencionar:

Ductos. Serán de asbesto-cemento del diámetro (indicado en el proyecto) suficiente para contener cables de alta tensión del sistema de

alimentación a las subestaciones.

Tuberías. Las canalizaciones eléctricas de alimentación y derivación en baja tensión, serán de tubo conduit metálico galvanizado pared gruesa, con rosca en los extremos para unirse a otro tubo de similares características por medio de un cople, o bien, para sujetarse a las cajas unión o de salida, así como a los tableros de control por medio de contras y monitores.

Todas las tuberías y ductos para canalizaciones eléctricas, deberán estar perfectamente libres de rebabas y aristas cortantes. Siempre que la distancia lo permita, se procurará instalar tubos enteros, evitando el uso de pedacera y coples, con la finalidad de tener mayor rigidez en la instalación. Las tuberías soportadas en losas, trabes y muros, deberán sujetarse por medio de soportes y abrazaderas metálicas, salvo en casos específicos en que se indique que deban instalarse ahogadas en losas o firmes.

En el caso de instalar canalizaciones ahogadas en losas, las tuberías y cajas de conexión deben de sujetarse firmemente a la cimbra después de haber colocado el armado, con el objeto de evitar que sean desplazadas al efectuar el colado; no permitiéndose más de dos curvas de 90° equivalente entre dos registros consecutivos.

Las canalizaciones eléctricas se instalarán separadas de otras, so-

bre todo aquéllas que puedan elevar la temperatura de los conductores. Las tuberías de alimentación de motores o equipos que pudieran tener vibraciones, deberán rematarse en las cajas de conexión con tuberías flexibles y sujetarse por medio de conectores especiales.

Coples. Del mismo material del tubo conduit, con roscado interno.

Codos. Serán del mismo tubo cuando así lo requiera. En diámetros de 25 mm. (1") en adelante serán prefabricados, del mismo material de la tubería.

Tubo conduit flexible. Utilizado en instalación de motores, uniéndolo al tubo conduit rígido por medio de un conector y continuándolo hasta la caja de conexión del equipo.

Cajas de conexión y registros. Serán de acero galvanizado, de las dimensiones adecuadas a las tuberías y conexiones que contendrá; la profundidad mínima de éstas será de 38 mm.; incluyéndose tapas del mismo material. En instalaciones visibles, de aparatos o especiales en zonas húmedas, de vapor o gases explosivos, se utilizarán cajas fundidas tipo condulet, incluyendo tapas, empaques, selladores y accesorios adecuados para el caso.

Monitores. De material de fundición; su diámetro permitirá por

un lado, atornillarse al tubo conduit y por el otro, con rosca para ser atornillado a las cajas de conexión, registros, tableros e interruptores, procurando que el extremo libre donde se extraen los conductores no presente aristas.

Contras. De fierro galvanizado, troqueladas en forma de collarín dentado (de 6 a 8 dientes) y roscado interno para sujeción de monitores.

Apagadores. Deberán reunir las características de interrumpir en apertura brusca, pequeñas capacidades de corriente; serán de operación manual en circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza de acuerdo a las normas. Estarán provistos de los medios suficientes para mantenerse en caja de conexiones, pudiendo ser sencillos o de tres vías. Además, deberán contar con su respectiva placa de recubrimiento sujeta a dicha caja, con el número de salidas requeridas en cada caso.

Contactos. Los comunes serán duplex, polarizados, con conexión a tierra; de 15 amperes y 127 volts; de entradas rectas paralelas y una redonda. Los de media vuelta de tres conductores, utilizados en quirófanos, refrigeradores e incubadoras, serán de la misma capacidad de los anteriores.

Conductores. Serán de cobre electrolítico suave ó recocido; el aislamiento de conductores utilizados en circuitos derivados, será del tipo TW, para 60°C y 600 volts. Los alimentadores tendrán aislamiento termoplástico THW, para temperaturas hasta 75°C y 600 volts. Los calibres serán de acuerdo a la clasificación AWG (American Wire Gage) indicados en el proyecto; los conductores tendrán la forma de alambre hasta el calibre #10 y del #8 en adelante en forma de cable.

Cables de alta tensión. Serán cables de energía del tipo sintenax o conduzone; las terminales y empalmes estarán hechos a base de mufas.

V.2.2. Especificación de equipos. - Son las especificaciones mínimas que deberán observar los elementos que conforman el proyecto de instalación eléctrica, siendo los siguientes:

Tableros. Estarán constituidos de un gabinete metálico, con la cantidad de espacios libres suficientes, tanto para alojar interruptores termomagnéticos de los circuitos derivados, como para futuras ampliaciones. Serán de 3 fases, 4 hilos y 220/127 volts de operación; con interruptor principal de la capacidad adecuada. Del tipo de embutir, con tapa y cerradura, uno para servicio normal y otro para servicio de emergencia. Deberá representarse en planos la

ubicación aproximada dentro del conjunto.

Interruptores. Del tipo termomagnético, adecuados a la carga y voltaje de la línea. Serán de enchufar, con palanca de operación al frente indicando la capacidad en amperes; de 1, 2 o 3 polos según se requiera. Los de cuchillas estarán en caja metálica tipo NEMA, con palanca de accionamiento lateral y cartuchos con elemento fusible de la capacidad apropiada.

Unidades de iluminación. Serán a base de lámina negra rolada en frío, del No. 20 USG para el marco y del No. 22 USG para el cuerpo. Tendrán acabado de pintura anticorrosiva y esmalte blanco secado al horno. Las de tipo fluorescente estarán compuestas de lámparas tubulares (slimline) color blanco frío, de la potencia indicada; reactor o balastra de efecto estroboscópico corregido, de alto factor de potencia y encendido rápido; bases para enchufar las lámparas y difusor de plástico acrílico transparente cristalino, de alta eficiencia y baja brillantez. Los luminarios de empotrar, se conectarán a través de contacto y clavija de hule, de la armadura del mismo a la caja de conexiones, utilizando para la interconexión cable de uso rudo del #12 AWG.

Las armaduras de los luminarios de tipo industrial, serán de lámina igual a la anterior, con tubos fluorescentes de las características

Indicadas. Deberán llevar además cabeceras de aluminio; el montaje de éstas se hará por medio de tirantes de cadenas, sujetas a la estructura del edificio.

Los luminarios del tipo incandescente al igual que los anteriores, se fabricarán en lámina negra de las especificaciones señaladas. Contendrán lámparas del tipo, potencia y voltaje indicados, con difusor de cristal o plástico acrílico. En el interior del luminario se colocará un block socket de porcelana tipo anuncio, a través de una solera de lámina soldada o empotrada al cuerpo del mismo, lo que permitirá atornillar la lámpara en posición horizontal, para unos casos y vertical para otros (luminario tipo spot, en bote integral). Los gabinetes tendrán las dimensiones necesarias requeridas para ventilación y radiación de calor.

V.3. Costo del Proyecto.

Uno de los aspectos de mayor importancia en todo proyecto, es sin duda un buen presupuesto, en el cual deberá tomarse en cuenta la economía, sin que por esto se deteriore la calidad y flexibilidad del mismo. La parte fundamental del presupuesto son los precios unitarios, los que multiplicados por la cantidad de unidades del concepto de trabajo, dan origen a dicho presupuesto; los precios unitarios en sí, se componen de: costos directos, costos indirectos y utilidad.

V.3.1. Costo directo. - Conceptualmente es la suma de los precios de adquisición de los materiales, la mano de obra y la herramienta y equipo, afectados por los rendimientos, prestaciones, derechos y depreciaciones que integran en forma variable cada proceso productivo; esto es:

- a) Costo directo de materiales.
- b) Costo directo de mano de obra.
- c) Costo directo de herramienta y equipo.

V.3.1.a. Costo directo de materiales. - Es el correspondiente a las erogaciones realizadas en la adquisición o producción de los materiales, para la correcta ejecución del concepto de trabajo.

V.3.1.b. Costo directo de mano de obra. - Son las erogaciones realizadas por el pago de salarios al personal que interviene directa y exclu-

sivamente, en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate. No se considera dentro de este rubro al personal técnico, administrativo y de supervisión y vigilancia, puesto que se incluyen en los costos indirectos.

El costo directo de la mano de obra se puede obtener de dos formas: a través de precios fijos por volumen de obra (por salida) y por estimación del tiempo y del personal necesario para la instalación, en función con la cantidad de materiales a utilizar.

Volúmenes de obra. El precio se fija para cada tipo de salida de acuerdo con el valor promedio negociado con destajistas; las ventajas que se tienen son:

- sencillez para establecer el costo una vez clasificado y determinado el tipo de salida y cantidad de obra;
- facilidad de control en los pagos a cuenta.

Las desventajas que se tienen son:

- inexactitud de precios unitarios negociados, quedando a criterio de destajistas; imposibilidad de evaluar la diferencia de precios por salida en función del grado de dificultad de ejecución;
- no se puede lograr una motivación del personal para obtener más calidad, ya que siempre tratará de hacer mayor volumen de obra en el mismo tiempo;
- poca facilidad para el control de avance del trabajo;

- no plantea un panorama preciso sobre la asignación de recursos de acuerdo al programa de ejecución;
- dificultad en el análisis de mano de obra no productiva directamente (bodegueros, capataz, etc.).

Estimación del tiempo de ejecución (hora-hombre).

Se basa primordialmente en los siguientes aspectos:

- conocimiento de la cuantificación total de los materiales;
- aplicación de rendimientos unitarios a cada uno de los materiales;
- totalización de horas-hombre necesarias para la ejecución de los trabajos;
- comparación de dicho total contra el programa de obra, para la determinación de la cantidad de personal necesario;
- cálculo del costo de la labor en función de los salarios reales pagados al personal.

De los puntos anteriores el criterio será entonces, el conocimiento de valores confiables de los rendimientos. Poco conocimiento se tiene de la existencia de estudios sobre la materia en nuestro país; por lo tanto, una buena fuente de documentación al respecto será el "Manual of Labor Units", publicado por NECA (National Eléctrica Contractors Asociación Inc.).

En él se presentan los valores en forma de tablas, las que permiten seleccionar los mismos en función de variables tales como:

- a) Condiciones físicas de instalación (altura, necesidad de andamios, etc.).
- b) Tipo de trabajo (si es condición única o se repite).
- c) Condiciones de terminación (si es instalación oculta, aparente, etc.).

La combinación de estas alternativas, hará posible seleccionar de acuerdo a la experiencia del estimador, el factor más cercano a la realidad. Un ejemplo de lo anteriormente descrito, puede ser el siguiente (del manual NECA):

concepto	condición				
	1	2	3	4	5
Tubo conduit, pared gruesa de 13 mm. de diámetro.	0.35	0.40	0.50	0.60	0.80

Los valores anteriores nos indican el tiempo efectivo de trabajo en centésimas de hora, que son necesarias para la instalación de un tubo de las características señaladas, de acuerdo a las posibilidades indicadas en las columnas 1 a 5. Dichas condiciones son:

- 1) Instalación a nivel de piso, sin problema de espacio, en situación repetitiva.
- 2) Instalación a nivel hasta 3 m., sin problema de espacio, en situación repetitiva.

- 3) Instalación a nivel hasta 3 m., con pocos conflictos de espacio, en situación no repetitiva.
- 4) Instalación a nivel hasta 5 m., con pocos conflictos de espacio, en situación no repetitiva.
- 5) Instalación a nivel hasta 8 m., con conflictos de espacio, en condiciones de colocación precisa.

Una vez seleccionado el valor adecuado de las horas-hombre, necesarias para colocar un tubo y conociendo la cantidad total de los mismos, se podrá determinar la cantidad de éstos para realizar su instalación. De igual manera se procede con todos y cada uno de los materiales, donde se podrá obtener, sumando los resultados individuales de los mismos, el total de la mano de obra efectiva en horas-hombre necesarias para llevar a cabo la ejecución de los trabajos.

El total anterior, se tendrá que comparar con el tiempo disponible, para determinar la cantidad de hombres necesaria; es decir:

$$\frac{\text{Horas-hombre necesarias}}{\text{Horas disponibles}} = \text{Hombres necesarios}$$

En la determinación de las horas disponibles, será obligatorio conocer tanto la duración de la obra, como el total de horas pagaderas; las que se obtienen de la siguiente forma:

$$\text{Horas pagaderas} = \text{Duración de la obra} \times \text{Días hábiles al mes} \times \text{Jornada legal diaria.}$$

Una vez obtenido el total de horas pagaderas, deberá multiplicarse por un factor de productividad (en porciento) o tiempo real trabajado; el cual estará en función de la jornada legal y el tiempo muerto, el que a su vez estará en función de las condiciones laborales de la empresa (prestaciones, contrato colectivo, etc.) y aún de cada obra en particular; quedando entonces:

$$\text{Horas disponibles} = \text{Horas pagaderas} \times \% \text{ de productividad (*)}$$

(*) El porcentaje varía, de acuerdo a la experiencia adquirida, entre 62 a 72% aproximadamente.

Por lo tanto, al sustituir valores en la expresión original, se obtendrá la cantidad de hombres necesarios para ejecutar el trabajo. Dicha cantidad representa a los operarios que realizan el trabajo efectivo, como son los oficiales (electricistas en nuestro caso) y los ayudantes. Dependiendo del particular, se deberá decidir la proporción en que las diferentes categorías integran el total.

Con la distribución de personal, el costo de la mano de obra se calculará de acuerdo a los salarios reales actualizados, donde:

$$\text{Salario real} = \text{Salario nominal} \times \text{Factor de salario real}$$

$$\text{Factor de salario real} = \frac{\text{tiempo pagado}}{\text{tiempo trabajado}}$$

Para calcular el tiempo pagado y el trabajado, se procede de la siguiente manera:

- Tiempo trabajado.

días calendario (anuales)	365.0 días
por año bisiesto	0.25 "
	<u>365.25 días</u>

días no laborables = 52 domingos (Art. 71 Ley Federal del Trabajo) + 7.17 días de descanso obligatorio (Art. 74) + 6 días vacaciones (Arts. 77 y 78) = 65.17 días.

Días efectivos trabajados = 365.25 - 65.17 = 300.08

- Tiempo pagado (con prestaciones).

por concepto de salario	365.25 días
prima de vacaciones (Art. 80)	
6 días x 0.25	1.50 "
aguinaldo (Art. 87)	15.0 "
	<u>381.75 días</u>
impuesto sobre remuneraciones pagadas (Ley Federal de Hacienda), 1% sobre el salario; 0.01 x 381.75 . . .	3.817 "
	<u>385.567 días</u>
días equivalentes por Seguro Social, (Art. 84); salario mínimo: 0.206875 x 381.75 = 78.9	
salario mayor del mínimo: 0.169375 x 381.75 = 64.6	

Por lo que los factores de salario real serán:

$$- \text{ para salario mínimo} = \frac{385.567 + 78.9}{300.08} = 1.55$$

$$- \text{ para salarios superiores al mínimo.} = \frac{385.567 + 64.6}{300.08} = 1.5$$

Donde:

$$1.5 \times \text{salario mayor del mínimo} = \text{salario real}$$

$$1.55 \times \text{salario mínimo} = \text{salario real (mínimo)}.$$

El costo total de horas-hombre será:

$$\text{Número de hombres por categoría} \times \text{Costo por hora a salario real} = \text{Costo de hora-hombre por categoría}$$

$$\text{Costo total de horas-hombre} = \sum \text{Costo de horas-hombre por categoría a salario real.}$$

Finalmente, el costo total de la mano de obra se obtendrá de multiplicar el total de las horas pagaderas por el costo total de las horas-hombre del personal necesario:

$$\text{Costo total de la mano de obra} = \text{Horas pagaderas} \times \text{Costo total de horas-hombre necesarios}$$

Las ventajas que se tienen al utilizar este sistema son:

- Costo proporcional directamente a la cantidad.
- Menor posibilidad de omisión.
- Mayor posibilidad de control de calidad.
- Facilidad en la determinación de la fuerza de trabajo necesaria y el tiempo a utilizarla.
- Control del costo de mano de obra no productiva.
- Permite determinar el costo de transporte de personal.
- Posibilidad de control directo del costo al compararlo con los materiales utilizados.

Cabe hacer notar que el costo de la mano de obra, variará cuando se trate de

obras foráneas y se tenga que llevar personal capacitado del lugar de origen o por la necesidad de trabajar horas extras.

V.3.1.c. Costo directo de herramienta y equipo. - Es el correspondiente al consumo por desgaste de herramientas y equipo, utilizados en la ejecución del concepto de trabajo.

V.3.2. Costo indirecto. - El costo indirecto estará constituido por aquellos gastos que no pueden ser reflejados en forma directa al costo, tales como: gastos de oficinas centrales, gastos de administración de obra, gastos imprevistos y financiamiento.

Los indirectos se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo, el cual se calcula sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo dicha suma entre el costo directo total de la obra que se trate.

V.3.3. Utilidad. - Es el beneficio o ganancia que se obtiene en la realización de un concepto de trabajo. Se representa como un porcentaje sobre la suma de los costos directos más los costos indirectos.

Dentro de este cargo, deberá incluirse el Impuesto Sobre la Renta que por ley se debe pagar al fisco. Existen otras erogaciones a las cuales se les denomina como cargos adicionales, los que representan los pagos de impuestos y derechos locales y federales, que se causen con motivo de la ejecución

de los trabajos y que no están comprendidos dentro de los costos directos, ni los indirectos, ni la utilidad; dichos cargos se expresarán como un porcentaje de la suma de los tres cargos anteriores.

En el listado que se adiciona, se contemplan los conceptos de trabajo que intervienen en el proyecto, así como sus unidades de medición, cantidades, costos unitarios e importe de los mismos; además del factor de rendimiento en horas-hombre y el total de éstas, para realizar el cálculo del costo de la mano de obra correspondiente.

LISTA DE MATERIAL NECESARIO PARA LA INSTALACION ELECTRICA
DEL CENTRO HOSPITALARIO TIPO

C o n c e p t o	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H. H.	Total H. H.
Tubo conduit metálico galvanizado, pared gruesa, con rosca en los extremos, incluyendo cople:						
13 mm. de diámetro	tramo	800	576.45	461,160.00	0.60	480.0
19 mm. " "	tramo	170	736.57	125,216.90	0.70	119.0
25 mm. " "	tramo	120	1,139.17	136,700.40	0.90	108.0
32 mm. " "	tramo	100	1,571.00	157,100.00	1.10	110.0
38 mm. " "	tramo	35	2,002.84	70,099.40	1.30	45.5
51 mm. " "	tramo	50	2,616.24	130,812.00	1.60	80.0
Ducto de asbesto-cemento, del número de vfas indicado en proyecto, de 100 mm. de diámetro.						
	metro	280	583.46	163,368.80	3.00	840.0
Contratuercas troqueladas de fierro galvanizado, de:						
13 mm.	pieza	2 750	4.40	12,100.00	0.20	550.0
19 mm.	pieza	450	6.80	3,060.00	0.22	99.0
25 mm.	pieza	70	10.00	700.00	0.27	18.9
32 mm.	pieza	50	21.30	1,065.00	0.40	20.0
38 mm.	pieza	50	26.60	1,330.00	0.42	21.0
51 mm.	pieza	35	38.60	1,351.00	0.53	18.55
Monitores de material de fundición, de:						
13 mm.	pieza	2 750	8.40	23,100.00	0.20	550.0
19 mm.	pieza	450	11.70	5,265.00	0.22	99.0
25 mm.	pieza	70	16.85	1,179.50	0.27	18.9
32 mm.	pieza	50	32.40	1,620.00	0.40	20.0
38 mm.	pieza	50	38.00	1,900.00	0.42	21.0
51 mm.	pieza	35	52.00	1,820.00	0.53	18.55
Coples para tubería conduit, de:						
13 mm.	pieza	80	22.67	1,813.60	0.30	24.0
19 mm.	pieza	20	29.53	586.60	0.35	7.0

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
25 mm.	pieza	60	50.75	3,045.00	0.40	24.0
32 mm.	pieza	50	81.95	4,097.50	0.60	30.0
38 mm.	pieza	20	99.22	1,984.40	0.64	12.8
51 mm.	pieza	25	154.13	3,853.25	0.72	18.0
Codos de 90° para tubo conduit galvanizado, pared gruesa de:						
25 mm.	pieza	25	149.34	3,733.50	0.40	10.0
32 mm.	pieza	22	308.26	6,781.82	0.60	13.2
38 mm.	pieza	8	394.16	3,153.28	0.64	5.12
51 mm.	pieza	15	585.10	8,776.50	0.72	10.8
Tubería de PVC, tipo pesado de:						
13 mm. de diámetro	metro	20	90.30	1,806.00	0.20	4.0
19 mm. " "	metro	20	117.25	2,345.00	0.30	6.0
25 mm. " "	metro	30	159.50	4,785.00	0.40	12.0
Tubo flexible tipo Lliquatte, de:						
13 mm. de diámetro	metro	27	225.00	6,075.00	0.12	3.24
25 mm. " "	metro	5	460.00	2,300.00	0.12	0.6
51 mm. " "	metro	3	1,258.00	3,774.00	0.15	0.45
Conector recto para tubo flexible, de:						
13 mm.	pieza	20	101.50	2,030.00	0.10	2.0
25 mm.	pieza	6	187.60	1,125.60	0.15	0.9
51 mm.	pieza	4	547.00	2,188.00	0.20	0.8
Conector curvo para tubo flexible, de:						
13 mm.	pieza	20	148.40	2,968.00	0.10	2.0
25 mm.	pieza	6	270.00	1,638.00	0.15	0.9
51 mm.	pieza	4	793.00	3,172.00	0.20	0.8
Cajas cuadradas galvanizadas, con tapa, de:						
13 mm.	pieza	270	32.75	8,842.50	0.40	108.0
19 mm.	pieza	320	63.50	20,320.00	0.40	128.0
25 mm.	pieza	20	170.00	3,400.00	0.40	8.0
32 mm.	pieza	5	174.00	870.00	0.40	2.0
Caja chalupa galvanizada.	pieza	230	24.00	5,520.00	0.30	69.0

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
Caja especial galvanizada de 30 x 30 x 15 cm.	pieza	10	931.00	9,310.00	0.50	5.0
Sobretapa sencilla galvanizada de:						
19 mm.	pieza	122	16.90	2,061.80	0.10	12.2
25 mm.	pieza	20	22.00	440.00	0.10	2.0
Conductores, Cat. LB-17, incluyendo tapa - cloga (cat. 170-M3) y empaque.	juego	20	359.00	7,180.00	0.55	11.0
Conductor, Cat. LB-67, incluyendo tapa - cloga (Cat. 670-P) y empaque.	juego					
Cable de cobre electrolítico, unipolar, con aislamiento TW, 600 volts, 60°C, de los calibres:						
#12 AWG.	metro	5 000	37.27	186,350.00	0.04	200.0
#10 AWG.	metro	2 450	53.49	131,050.50	0.04	98.0
# 4 AWG.	metro	50	180.19	9,009.50	0.06	3.0
Cable de cobre electrolítico, unipolar, con aislamiento THW (Vinanel 900), 600 volts, 75°C, de los calibres:						
#12 AWG.	metro	1 000	38.04	38,040.00	0.04	40.0
#10 AWG.	metro	500	55.62	27,810.00	0.04	20.0
# 8 AWG.	metro	800	93.57	74,856.00	0.05	40.0
# 6 AWG.	metro	700	138.81	97,167.00	0.05	35.0
# 4 AWG.	metro	700	203.58	142,506.00	0.06	42.0
# 2 AWG.	metro	300	300.72	90,216.00	0.07	21.0
# 0 AWG.	metro	150	464.41	69,661.50	0.11	16.5
#00 AWG.	metro	650	571.08	371,202.00	0.13	84.5
Alambre de cobre electrolítico, semiduro, desnudo de calibre:						
#12 AWG.	metro	1 300	15.51	20,163.00	0.04	52.0
#10 AWG.	metro	400	24.30	9,720.00	0.04	16.0
Cable de cobre electrolítico, semiduro, desnudo de calibre:						
# 8 AWG.	metro	300	38.78	11,634.00	0.05	15.0

C o n c e p t o	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
# 6 AWG.	metro	300	65.69	19,707.00	0.05	15.0
# 4 AWG.	metro	20	103.88	2,077.60	0.06	1.2
Cable de cobre electrolítico, con aislamiento de cadena cruzada XLP, 600 volts, de cable libre:						
# 8 AWG.	metro	100	195.41	19,541.00	1.0	100.0
Apagador sencillo, color marfil, 10 amp, y 125 volts.	pieza	210	140.00	29,400.00	0.15	31.5
Contacto duplex polarizado, intercambiable color marfil, de 15 amp. y 125 volts.	pieza	206	220.00	45,320.00	0.20	41.2
Contacto trifásico, de media vuelta (Twist-lock), de 220 volts.	pieza	3	366.00	1,098.00	0.35	1.05
Contacto de media vuelta, a prueba de explosión, duplex polarizado, para 300 watts 15 amp. y 125 volts.	pieza	4	1,098.00	4,392.00	0.35	1.4
Placa de aluminio anodizado color oro, de:						
1 ventana	pieza	140	97.00	13,580.00	0.10	14.0
2 ventanas	pieza	30	97.00	2,910.00	0.15	4.5
3 ventanas	pieza	5	97.00	485.00	0.25	1.25
Placa para contacto de media vuelta a prueba de explosión.	pieza	4	291.00	1,164.00	0.125	0.5
Placa para contacto duplex.	pieza	206	84.00	17,304.00	0.125	25.75
Placa para contacto redondo, de media vuelta (twist-lock).	pieza	3	97.00	291.00	0.15	0.45
Unidad de iluminación fluorescente, tipo de empotrar, de 30 x 122 x 12 cm., en gabinete de lámina de acero rolada en frío; equipada con dos lámparas de 40 watts cada una (slimline), blanco frío; reactor de alto factor de potencia para dos lámparas, 60 ciclos y 127 volts; dos juegos de bases telescópicas y difusor de plástico acrílico.	pieza	244	4,856.00	1,184,864.00	1.20	292.8

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H. H.	Total H. H.
Unidad de iluminación incandescente tipo de empotrar, de 30 x 30 x 12 cm., en gabinete de lámina de acero rolada en frío; equipada con dos focos: uno blanco de 100 w. y otro rojo de 25 w., con dos sockets y difusor de plástico acrílico.	pieza	8	2,458.10	19,664.80	1.20	9.6
Unidad de iluminación incandescente tipo de empotrar de 30 x 30 x 12 cm., en gabinete de lámina de acero rolada en frío; equipada con una lámpara de 100 w., socket y difusor de plástico acrílico.	pieza	16	1,986.40	31,782.40	1.0	16.0
Unidad de iluminación fluorescente tipo de empotrar de 60 x 122 x 12 cm.; en gabinete metálico de lámina de acero rolada en frío; equipada con cuatro lámparas de 40 w. cada una (slimline) blanco frío; dos reactores de alto factor de potencia para dos lámparas cada uno, 60 c.p.s. y 127 volts; cuatro juegos de bases telescópicas y difusor de plástico acrílico.	pieza	4	9,712.00	38,848.00	1.40	5.6
Unidad de iluminación fluorescente de 30 x 30 x 12 cm., tipo industrial; equipada con dos lámparas de 40 w. cada una (slimline), blanco frío, reactor de alto factor de potencia para dos lámparas, 60 ciclos y 127 v., dos juegos de bases telescópicas.	pieza	65	3,394.00	220,610.00	1.10	71.5
Unidad de iluminación incandescente tipo spot, de empotrar, en bote integral, con block socket de porcelana tipo anuncio y lámpara de 150 watts.	pieza	21	2,135.00	44,835.00	0.60	12.6
Unidad de iluminación incandescente, de las mismas características de la anterior con lámpara de 75 watts.	pieza	6	1,816.40	10,898.40	0.60	3.6

C o n c e p t o	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
Unidad de iluminación incandescente de empotrar, del tipo veladora; equipada con un foco de 25 w. y socket.	pieza	11	1,030.25	11,332.75	0.7	7.7
Unidad de iluminación tipo arbotante para encamados, en gabinete de lámina de acero rolada en frío; equipada con dos lámparas fluorescentes de 20 w. cada una (slimline), blanco frío; reactor de alto factor de potencia para dos lámparas, 60 ciclos, 127 volts, dos juegos de bases telescópicas, interruptor integrado y difusor de plástico acrílico.	pieza	37	3,394.00	125,578.00	1.0	37.0
Unidad de iluminación fluorescente tipo de sobreponer, de 30 x 122 x 12 cm., en gabinete de lámina de acero rolada en frío; equipada con dos lámparas de 40 w. cada una (slimline), blanco frío; reactor de alto factor de potencia para dos lámparas, 60 ciclos 127 volts, dos juegos de bases telescópicas y difusor de plástico acrílico.	pieza	8	4,638.00	37,104.00	1.1	8.8
Unidad de iluminación incandescente, tipo de sobreponer, de 30 x 30 x 12 cm., en gabinete de lámina de acero rolada en frío, equipada con lámpara de 100 w., socket y difusor de plástico acrílico.	pieza	3	2,680.30	8,340.90	1.0	3.0
Unidad de iluminación incandescente tipo arbotante, en block socket de porcelana, equipada con lámpara de 60 w. color rojo.	pieza	2	2,685.60	5,371.20	0.5	1.0
Unidad de iluminación incandescente de similares características a la anterior, con lámpara de 100 w.	pieza	3	2,685.60	8,056.80	0.5	1.5
Unidad de iluminación especial para quirófanos; equipada con lámpara de cirugía mayor, fuente de luz fría, con gama de intensidades						

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
de 1 000 a 9 000 bujías, sin sombra, de 300 w. de capacidad.	pieza	3	25,355.00	76,065.00	3.4	10.2
Unidad de iluminación incandescente, equipada con lámpara de 100 w.	pieza	2	1,375.80	2,751.60	0.5	1.0
Plafón luminoso con cuatro lámparas de 40w. fluorescentes (minilíne), blanco frío; dos reactores de alto factor de potencia para dos lámparas cada uno, 60 ciclos y 127 volts; cuatro juegos de bases telescópicas y difusor de plástico acrílico.	pieza	1	6,957.00	6,957.00	2.2	2.2
Idem anterior, con seis lámparas fluorescentes de 40 w., tres reactores y seis juegos de bases telescópicas.	pieza	1	8,116.50	8,116.50	3.3	3.3
Idem anterior, con ocho lámparas fluorescentes de 40 w., cuatro reactores y ocho juegos de bases telescópicas.	pieza	1	9,276.00	9,276.00	4.4	4.4
Unidad de iluminación tipo punta de poste, equipada con una lámpara de vapor de mercurio de 250 w, 127 v., autobalastada.	pieza	10	4,564.40	45,644.00	1.8	18.0
Poste circular de 4.5 m. de altura, incluyendo base y registro auxiliar.	pieza	10	9,836.20	98,362.00	2.5	25.0
Interruptor de seguridad en caja NEMA-1, tiro sencillo, con portafusible de 3P-60 A.	pieza	1	5,580.00	5,580.00	3.2	3.2
Tablero "A" de distribución, 12 circuitos, 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-30 A. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva: 4 de 1P-20 A. 3 de 1P-30 A.	pieza	1	85,975.00	85,975.00	7.0	7.0
Tablero "B" de distribución, 24 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interrup-						

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
tor principal de 3P-70 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. - de capacidad interruptiva: 4 de 1P-20 A. 7 de 1P-30 A. 1 de 3P-15 A. 1 de 3P-20 A.	pieza	1	147,475.00	147,475.00	13.2	13.2
Tablero "C" de distribución, 18 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-50 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. - de capacidad interruptiva: 7 de 1P-20 A. 6 de 1P-30 A.	pieza	1	125,775.00	125,775.00	9.8	9.8
Tablero "D" de distribución, 18 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-30 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. - de capacidad interruptiva: 3 de 1P-20 A. 6 de 1P-30 A. 1 de 3P-15 A.	pieza	1	125,225.00	125,225.00	9.5	9.5
Tablero "E" de distribución, 24 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-40 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva: 4 de 1P-20 A. 3 de 1P-30 A. 4 de 3P-15 A.	pieza	1	157,075.00	157,075.00	12.6	12.6

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
Tablero "P" de distribución, 8 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-30 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva: 3 de 1P-20 A. 3 de 1P-30 A.	pieza	1	66,750.00	66,750.00	5.7	5.7
Tablero "AE" de distribución, 18 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-50 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva: 5 de 1P-20 A. 10 de 1P-30 A.	pieza	1	131,125.00	131,125.00	10.4	10.4
Tablero "BE" de distribución, 18 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-40 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva: 8 de 1P-20 A. 4 de 1P-30 A.	pieza	1	123,100.00	123,100.00	9.5	9.5
Tablero "CE" de distribución, 12 ctos., 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-30 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva: 5 de 1P-20 A. 1 de 1P-30 A.	pieza	1	83,300.00	83,300.00	6.7	6.7

C o n c e p t o	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
<p>Tablero "DE" de distribución, 12 ctos. 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-30 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva:</p>	pieza	1	85,975.00	85,975.00	7.0	7.0
<p>5 de 1P-20 A. 2 de 1P-30 A.</p>						
<p>Tablero "EE" de distribución, 8 ctos. 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-30 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva:</p>	pieza	1	58,725.00	58,725.00	4.8	4.8
<p>3 de 1P-20 A.</p>						
<p>Tablero "TA" de aislamiento a prueba de explosión para quirófanos, 8 ctos., 2 fases 3 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 2P-30 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva:</p>	pieza	1	139,250.00	139,250.00	7.3	7.3
<p>8 de 1P-15 A.</p>						
<p>Tablero "H" de distribución, 8 ctos. 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-100 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva:</p>	pieza	1	71,000.00	71,000.00	6.9	6.9
<p>1 de 3P-40 A. 1 de 3P-50 A.</p>						
<p>Centro de control de motores (CCM-1), 3 fases 3 hilos, 220 v.c.a.; tipo de alambrado B</p>						

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
Interrupción principal de 3P-70 amp. y las siguientes combinaciones de interruptor magnético y arrancador:						
2 para motor trifásico de 5 HP c/u						
2 para motor trifásico de 2 HP c/u						
5 para motor trifásico de 1 HP c/u	pieza	1	627,650.00	627,650.00	38.7	38.7
Centro de control de motores (CCM-2), 3 fases 3 hilos, 220 v.c.a., tipo de alambrado B, interruptor principal de 3P-100 amp. y las siguientes combinaciones de interruptor magnético y arrancador:						
2 para motor trifásico de 10 HP c/u						
1 para motor trifásico de 5 HP c/u	pieza	1	312,350.00	312,350.00	17.3	17.3
Tablero "SGE-1" de distribución, 18 ctos. - 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-150 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnético, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva:						
1 de 3P-15 A.						
1 de 3P-20 A.						
3 de 3P-50 A.	pieza	1	148,500.00	148,500.00	11.6	11.6
Tablero "SGN-1" de distribución, 18 ctos. - 3 fases 4 hilos, 220/127 v.c.a., con interruptor principal de 3P-150 amp. y los siguientes interruptores derivados del tipo termomagnéticos, conexión enchufable de 5 000 amp. de capacidad interruptiva:						
1 de 3P-30 A.						
1 de 3P-60 A.						
1 de 3P-70 A.	pieza	1	139,100.00	139,100.00	12.2	12.2
Subestación eléctrica compacta, para recepción en alta tensión, tipo interior, en sistema 13.8 Kv., 60 c.p.s., 3 fases; compuesta de los siguientes gabinetes del tipo auto-						

C o n c e p t o	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H. H.	Total H. H.
soportado:						
- Acometida y medición, incluyendo mufas terminales.						
- Cuchillas de servicio, incluyendo juego de cuchillas de operación en grupo (sin carga).						
- Interruptor en alta tensión y aparta rrayos de operación en grupo con - carga, en aire y portafusibles de -- disparo automático, con relleno fu- sible de 40 amp. y 1 000 MVA de -- capacidad interruptiva; tres aparta- rrayos del tipo autovalvular, 60 c.						
- Dos interruptores derivados en alta tensión de similares caracterfsticas al anterior.	pieza	1	1'586,655.00	1'586,655.00	56.0	56.0

Subestación eléctrica compacta, de distribu- ción en baja tensión, tipo interior en sistema 13.8Kv./220-127 v.c.a., 60 c.p.s., 3 fases; compuesta de los siguientes gabinetes del ti- po autosoportado:

- Interruptor derivado en alta tensión de similares caracterfsticas a los - anteriores.
- Sección de acoplamiento.
- Transformador de distribución (13.8 Kv/220-127 v.), sumergido en aceite clase OA, trifásico, con una capaci- dad nominal de 150 KVA, 60 ciclos; conexión delta-estrella (neutro fuera del tanque) e impedancia de 4.5 %
- Interruptor principal en baja tensión de 3P-600 amp. a 220 volts y medi- ción.

C o n c e p t o	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
<ul style="list-style-type: none"> - Interruptores derivados en b.t. para servicio interior, de accionamiento magnético por sobrecarga, en servicio normal. - Interruptores derivados en b.t., de similares características a los anteriores, en tablero tipo ML, para servicio de emergencia. - Interruptor de transferencia automática, para 220 volts, 3 fases 4 hilos 60 ciclos y capacidad de 300 amp. - Planta de emergencia automática, accionada por un motor diesel de 4 tiempos; de 3 fases 4 hilos, capacidad de 70 Kw. en servicio continuo y 80 Kw. en servicio de emergencia, 60 c.p.s., 1 800 r.p.m., factor de potencia 0.8 y operación a 220 v. 	pieza	1	6'609,324.00	6'609,324.00	96.0	96.0
<p>Subestación eléctrica compacta, de distribución en baja tensión, del tipo interior en sistema 13.8 Kv/440-254 v.c.a., 60 ciclos, 3 fases; compuesta de los siguientes gabinetes del tipo autosoportado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interruptor derivado en alta tensión de similares características a los anteriormente señalados. - Sección de acoplamiento. - Transformador de distribución (13.8 Kv/440-254 v), sumergido en aceite, clase OA, trifásico, con una capacidad nominal de 300 KVA, 60 ciclos, conexión delta-estrella (neutro fuera del tanque) e impedancia del 4.5% 						

C o n c e p t o	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe	Factor H.H.	Total H.H.
- Interruptor principal en baja tensión, de 3P-400 amp. a 440 volts y medición.						
- Interruptores derivados en b.t. para servicio interior, de accionamiento magnético por sobrecarga, elementos térmicos y arrancadores.	pieza	1	3'091,759.00	3'091,759.00	48.0	48.0
Material eléctrico para el sistema de tierras, conteniendo:						
- Varillas copperweid de 3.05 m. de longitud y 19 mm. de diámetro.	pieza	12	2,026.40	24,316.80	12.0	12.0
- Cable de cobre electrolítico, desnudo semiduro de calibre:						
#2 AWG	metro	60	571.08	34,264.80	0.1	6.0
#4/0 AWG.	metro	185	713.75	132,043.75	0.1	18.5
- Extinguidores del tipo ABC de 10 lbs.	pieza	6	5,736.40	34,418.40	0.25	1.5
- Guantes con aislamiento para 15 Kv.	juego	3	850.00	2,550.00		
- Pinzas de alicates para desmontar fusibles.	pieza	3	1,850.00	5,550.00		
T O T A L E S:				19'016,939.55		7 526.10

Con los resultados obtenidos y aplicando la relación correspondiente, se tiene que:

$$\text{Hombres necesarios} = \frac{\text{H. H. necesarias}}{\text{Horas disponibles}} \quad (1)$$

Horas pagaderas = Duración de la obra x días hábiles al mes
x jornada legal diaria.

$$= 3 \text{ meses} \times 25 \text{ días} \times 8 \text{ horas}$$

$$= 600 \text{ horas}$$

Horas disponibles = Horas pagaderas x factor productividad

$$= 600 \text{ hs.} \times 0.62 = 372 \text{ horas}$$

Sustituyendo en (1):

$$\text{Hombres necesarios} = \frac{7\,526.10}{372} = 20.0 = 20$$

Si se consideran 5 gentes por cuadrilla, se tendrán 4 cuadrillas formadas por los siguientes elementos cada una:

- 1 Oficial electricista de la.
- 2 Oficiales electricistas de 2a.
- 2 Ayudantes.

Cuyos sueldos son:

$$\$1,164.00 \times 4 \times 1.5 = \$ 6,984.00$$

$$990.00 \times 8 \times 1.5 = 11,880.00$$

$$816.00 \times 8 \times 1.55 = 10,118.40$$

$$\underline{\$28,982.40}$$

$$\text{Costo por hora} = \frac{28,982.40}{8} = \$3,622.80$$

$$\text{Costo de Mano de Obra} = \$3,622.80 \times 600 \text{ hs}$$

$$= \underline{\$2'173,680.00}$$

Resumiendo:

Costo directo de materiales:	\$19'016, 939.55
Costo directo de Mano de Obra:	2'173, 680.00
Cargo por el uso de harramienta y equipo (3% de la mano de obra):	65, 210.40
Total de Costo Directo:	<u>\$21'255, 829.95</u>

El costo de los indirectos será, de acuerdo a lo establecido con anterioridad, de aproximadamente un 24% del costo directo; en cuanto a la utilidad, se considerará como un 10% de la sumá de los costos directos más los indirectos. -

Por lo tanto:

Costo Indirecto: 24% de C.D.	5'101, 399.18
Utilidad: 10% (C.D. + C.I.)	2'635, 722.91
Sub-Total:	<u>\$28'992, 952.04</u>
Impuesto: 15% del I. V. A.	4'348, 942.80

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA ELECTRICA:

\$33'341, 894.84

=====

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

El proyecto de inatlación eléctrica, requiere de tres partes fundamentales - que proporcionen la información suficiente del mismo:

- a) Memoria de Cálculo.
- b) Especificaciones.
- c) Planos Arquitectónicos.

Memoria de Cálculo. Es una síntesis y registro de los cálculos, cuyos resultados servirán de base para el diseño adecuado de la instalación. En este caso especial, el trabajo a que se refiere dicho proyecto es una unidad hospitalaria, donde por su naturaleza, los requerimientos y normas establecen el estudio por separado de cada una de las áreas que forman parte del conjunto.

La recopilación de resultados en tablas elaboradas para este fin (Apéndice I), da por resultado obtener información del estudio, análisis y cálculo de los - componentes. En los Capítulos I a IV, se detalla ampliamente lo anterior.

Especificaciones. Son el medio de información de las principales ca-- racterísticas, eléctricas y mecánicas, de los elementos que constituyen el - proyecto en estudio (Capítulo V).

Planos Arquitectónicos. Son la base primordial del proyecto y representan la síntesis de los resultados obtenidos a través del estudio, análisis y

cálculo de los elementos y que es necesario plasmar gráficamente; en ellos se encontrará la siguiente información:

- De las salidas eléctricas:

localización aproximada de la salida;

especificación de acuerdo a la simbología, para conocer tipo y capacidad;

circuito derivado que las alimenta, de acuerdo al tablero correspondiente, y

dispositivo de control que las opera (apagador, tablero).

- De los dispositivos de control:

localización aproximada en el conjunto, de acuerdo a reglamentos y normas vigentes;

especificación conforme a la simbología, y

carga o salida que controla.

- De las canalizaciones:

trayectoria aproximada que deberán seguir las líneas en la instalación eléctrica;

localización de acuerdo a las circunstancias y tipo de edificación (en muro, piso o techo);

especificaciones conforme a simbología, tipo y colocación (tuberías, ductos y charolas, ahogadas en concreto o visibles), y

conductores alojados en ellas y sus especificaciones.

- De los tableros o centros de carga:

localización aproximada dentro del conjunto;

especificación de acuerdo al tipo, tamaño, número de circuitos, capacidad y demás;

cuadros de carga, que concentren en cantidad y tipo de carga conectada (por circuito, fase y total);

desbalanceo entre fases máximo permitido, y

especificación de protecciones a circuitos conectados en él.

Para facilitar la interpretación de los planos de proyecto, será necesario que se cuente con una simbología adecuada, que represente fielmente los elementos constitutivos de la instalación y una mínima descripción de ellos. Recientemente el organismo rector de los proyectos de instalación y obra eléctrica, publicó en el Diario Oficial de la Federación del 17 de mayo de 1982, la simbología para diagramas unifilares de subestaciones y de diagramas y planos de instalaciones eléctricas (Tabla I). Asimismo, el Instituto Mexicano del Seguro Social en sus Normas de Ingeniería de Diseño (Instalaciones Eléctricas), establece una simbología similar a la anteriormente descrita (Tabla II), utilizada en todos los proyectos que desarrolla; por lo tanto y de acuerdo al tipo de edificación de que se trata, dicha simbología fue empleada en la elaboración del proyecto.

Otro punto importante que debe tomarse en cuenta para la identificación de los planos, es la nomenclatura, la cual sirve de base para el ordenamiento de las partes específicas del mencionado proyecto. Esta nomenclatura se forma de un grupo de letras y números agrupados de la siguiente manera:

- Las letras serán las iniciales de:

Instalación Eléctrica - Alumbrado (IEA);

Instalación Eléctrica - Contactos y Fuerza (IEC);

Alimentaciones Generales (AG), y

Diagrama Unifilar (DU).

- Los números indicarán el orden progresivo del plano (01, 02, 03, etc).

Por consiguiente, el Proyecto de Instalación Eléctrica de Alumbrado y Fuerza de un Hospital, estará formado de los siguientes planos:

Sección I	IEA-01	IEC-01
Sección II	IEA-02	IEC-02
Sección III	IEA-03	IEC-03
Casa de Máquinas	IEA-04	IEC-04
Gufa Mecánica. - Cocina	IEA-05	IEC-05
Gufa Mecánica. - Diagnóstico y Laboratorio	IEA-06	IEC-06
Gufa Mecánica. - CEYE y Quirófano	IEA-07	IEC-07
Gufa Mecánica. - Lavandería	IEA-08	IEC-08
Planta Arquitectónica. - Alimentaciones Generales	AG-01	
Diagrama Unifilar	DU-01	

En conclusión, el trabajo desarrollado cumplió satisfactoriamente con el objetivo establecido.

TABLA I
SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES

	Apartarrayos		Transformador de Potencial
	Interruptor		Transformador de Corriente
	Desconectador		Equipo de Medición
	Desconectador Fusible		Capacitor
	Transformador de Potencia		Grupo Generador
			Acometida

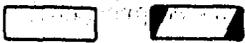
SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

	Salida para lámpara incandescente		Caja de Conexión
	Salida para lámpara fluorescente		Abridor eléctrico para puerta
	Arbotante		Estación de Botones
	Portalámpara con interruptor de cordón		Zumbador
	Salida de piso		Timbre
	Salida para accesorio oculto		Interfono
	Salida para televisión		Campana
	Salida Especial		Teléfono Intercomunicación

	Salida trifásica		Teléfono al exterior
	Contacto doble, circuito independiente		Reloj
	Contacto doble, conexión a tierra		Conexión a tierra
	Contacto doble, circuito general		Tablero de Alumbrado
	Contacto para intemperie		Tablero de Fuerza
	Contacto de uso general		Tablero General
	Apagador sencillo		Batería
	Apagador escalera		Medio de desconexión
	Apagador de 4 vías		Interruptor Termomagnético
	Apagador de puerta		Fusible
	Apagador con luz piloto		Motor
	Apagador intemperie		Arrancador
<u>D=N-C</u>	Cable o conducto por techo o muro		Soldadora
<u>..D=N-C..</u>	Cable o conducto por piso		Resistencia
D = diámetro de la conexión			Capacitor
N = número de conductores			Rectificador
C = calibre de los conductores			

S I M B O L O G I A

normal emergencia

 Luminario de empotrar de 30 x 122 cm., equipado con dos lámparas fluorescentes de 40 watts cada una (slimline) blanco frio y difusor de plástico acrílico.

 Luminario de empotrar de 30 x 30 cm., equipado con dos focos, uno blanco de 75 watts y otro rojo de 25 watts y controlente.

 Luminario de empotrar de 60 x 122 cm., equipado con cuatro lámparas fluorescentes de 40 watts cada una (slimline), blanco frio y difusor de plástico -- acrílico.

 Luminario tipo industrial de 30 x 122 cm., equipado con dos lámparas fluorescentes de 40 watts cada una.

 Luminario incandescente tipo spot de 150 watts.

 Luminario incandescente tipo spot de 75 watts.

 Luminario de empotrar de 30 x 30 cm., equipado con una lámpara incandescente de 100 watts y controlente.

 Luminario incandescente de empotrar, tipo velado de 25 watts.

 Luminario tipo arbotante para encamados, equipado con dos lámparas fluorescentes de 20 watts cada una (slimline), blanco frio, e interruptor integrado.

 Luminario de sobreponer de 30 x 122 cm., equipado con dos lámparas fluorescentes de 40 watts cada una (slimline) blanco frio y difusor de plástico acrílico.

 Luminario de sobreponer de 30 x 30 cm., equipado con lámpara incandescente de 100 watts y controlente.

normal emergencia

		Luminario incandescente tipo arbotante, con foco rojo de 60 watts.
		Plafón luminoso, con el número de lámparas fluorescentes y dimensiones indicadas en proyecto.
		Luminario incandescente tipo arbotante de 100 w.
		Luminario especial para quirófanos, equipado con lámpara de luz sin sombra de 300 watts de capacidad.
		Luminario incandescente con foco de 100 watts.
		Tablero de distribución.
		Tablero subgeneral.
		Interruptor de seguridad, de la capacidad indicada en el proyecto.
		Tablero de aislamiento para quirófanos.
		Centro de control de motores.
		Salida especial para 220 volts, 3 fases.
		Apagador sencillo.
		Contacto duplex a 127 volts, polarizado.
		Contacto trifásico de media vuelta (twist-lock).
		Contacto para quirófano a 127 volts, de media vuelta polarizado, de 300 watts.
		Salida especial, de la capacidad indicada en el proyecto.
		Salida para ventilador, de la capacidad indicada en el proyecto.
		Salida para motor, de la capacidad y número de fases indicado en el proyecto.

normal emergencia



Salida a negatoscopio (altura: 165 cm.), de 300 w. de capacidad.



Salida para autoclave, de la capacidad indicada en el proyecto.



Registro eléctrico.



Arrancador.



Registro de mampostería de 80 x 80 x 80 cm.



Tubería conduit galvanizada, ahogada en losa y/o muro.



Tubería conduit galvanizada por piso.



Tubería de asbesto-cemento de 101 cm. de diámetro, del número de vías indicado en el proyecto.



Detector de tierras.

BIBLIOGRAFIA

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

INSTALACIONES ELECTRICAS
PRACTICAS.

Ing. Onésimo L. Diego Becerril

MANUAL DE INSTALACIONES
ELECTRICAS RESIDENCIALES
E INDUSTRIALES.

Ing. Enríquez Harper
(Ed. Limusa)

CURSO DE EDUCACION CONTI
NUA "INSTALACIONES ELEC-
TRICAS PARA EDIFICIOS."

Instituto de Ingeniería (U.N.A.M.)

NORMAS TECNICAS PARA INS
TALACIONES ELECTRICAS.

SePaFin (Dirección General de -
Normas)

NORMAS DE INGENIERIA DE
DISEÑO (Instalación Eléctrica).

Instituto Mexicano del Seguro Social
(I.M.S.S.)

MANUAL DE ALUMBRADO
WESTINGHOUSE (3a. Edición).

E. D. Dossat

CALCULATING SHORT-CIRCUIT
CURRENTS WITH CONTRIBUTIONS
FROM INDUCTION MOTORS.

Walter C. Huening Jr. (I.E.E.E.)

GUIDE FOR SAFETY IN SUBSTA-
TION GROUNDING.

I. E. E. E. (1976)

FAULT CALCULATIONS.

Capítulo 5 (I.E.E.E. Std. 141, 1976)

MANUAL CONELEC.

MANUAL CONDUMEX.

MANUAL OF LABOR UNITS.

N.E.C.A. (National Electrical Con-
tractor Association Inc.)

A P E N D I C E I

TABLAS DE CALCULO DE LUMINARIOS

Local	Luxes	Dimensión		Area	Hm.	Sistema Alumbr.	Tipo de Lámpara	Relac. Local		Reflexiones			C. U.	F. M.	Lumens por Lámpara	No. Luminarios	
		largo	ancho					Cantid.	Letra	Muro	Piso	Techo				Calcul.	Instal.
Aislados Pediatría	200	2.0	1.5	3.0	2.0	directo	fluoresc.	0.45	J	50%	30%	80%	0.26	0.7	2 800	0.6	1
Almacén General	250	12.4	6.9	85.6	2.4	"	"	2.21	E	"	"	"	0.48	"	"	11.4	12
Almacén Mantenimiento	100	11.0	3.0	33.0	2.4	"	"	0.82	H	"	"	"	0.37	"	"	2.3	3
Archivo Expedientes	275	8.0	6.0	48.0	2.0	"	"	1.71	F	"	"	"	0.43	"	"	7.8	8
Aula	350	7.0	5.0	35.0	2.0	"	"	1.46	F	"	"	"	0.43	"	"	7.3	8
Bodega	100	2.4	1.7	4.1	2.0	"	incandesc.	0.50	J	"	"	"	0.33	"	1 565	1.1	1
Casa de Maquinas	200	23.0	9.0	207.0	2.4	"	fluoresc.	2.70	D	"	"	"	0.51	"	2 800	20.7	21
Central de Enfermeras	275	3.0	2.8	8.4	2.0	"	"	0.72	I	"	"	"	0.32	"	"	1.8	2
C. E. Y. E.	275	7.5	6.0	45.0	2.0	"	"	1.66	F	"	"	"	0.43	"	"	7.8	8
C. E. Y. E (Autoclaves)	150	2.6	2.4	6.2	2.0	"	"	0.62	J	"	"	"	0.26	"	"	0.9	1
Circulación Blanca	250	9.0	1.8	16.2	2.0	"	"	0.75	I	"	"	"	0.32	"	"	3.2	3
Circulación General	250	38.0	2.0	76.0	2.0	"	"	0.95	H	"	"	"	0.36	"	"	13.5	14
Circulación Gris	250	6.2	1.8	11.2	2.0	"	"	0.70	I	"	"	"	0.32	"	"	2.2	2
Cocina Preparación	300	6.0	5.0	30.0	2.0	"	"	1.36	G	"	"	"	0.40	"	"	3.8	4
Comedor	150	6.9	6.1	42.1	2.0	"	"	1.62	F	"	"	"	0.43	"	"	3.8	4

Local	Luxes	Dimensión		Area	Hm.	Sistema de Alumbr.	Tipo de Lámpara	Relac. Local		Reflexiones			C.U.	F.M.	Lumens por Lámpara	No. Luminarios	
		largo	ancho					Cantid.	Letra	Muro	Piso	Techo				Calcul.	Instal.
Consultorio Dental	250	3.5	3.0	10.5	2.0	directo	fluoresc.	0.81	I	50%	30%	80%	0.32	0.7	2 800	2.1	2
Consultorio Médico Gral.	250	3.5	3.0	10.5	"	"	"	0.81	I	"	"	"	0.32	"	"	2.1	2
Cuarto de Aseo	100	1.8	1.2	2.1	"	"	incandesc.	0.35	J	"	"	"	0.33	"	1 565	0.6	1
Cuarto Médico																	
Cuarto Oscuro	75	2.5	2.5	6.3	2.0	directo	incandesc.	0.63	J	50%	30%	80%	0.33	0.7	1 565	1.3	2
Cuarto Séptico	100	3.9	1.6	6.2	"	"	fluoresc.	0.57	J	"	"	"	0.26	"	2 800	0.7	1
Cubículo Labor de Parto	275	4.7	3.4	16.0	"	"	"	0.99	H	"	"	"	0.36	"	"	3.1	3
Cubículo Obser. General	250	4.0	3.3	13.2	"	"	"	0.90	H	"	"	"	0.36	"	"	2.1	2
Cubículo Toma de Muestras	250	2.4	1.6	3.8	"	"	"	0.48	J	"	"	"	0.26	"	"	0.4	1
Cuneros	200	4.0	3.3	13.2	"	"	"	0.90	H	"	"	"	0.36	"	"	1.9	2
Curaciones	300	6.0	3.3	19.8	"	"	"	1.03	H	"	"	"	0.36	"	"	4.1	4
Encamados																	
Farmacia	300	8.0	7.0	56.0	2.0	directo	fluoresc	1.87	E	50%	30%	80%	0.46	0.7	2 800	9.4	10
Identif. Cadáver. (Mortuorio)	200	5.2	2.9	15.1	"	"	"	0.93	H	"	"	"	0.36	"	"	2.1	2
Jefe de Mantenimiento	200	5.1	3.0	15.3	"	"	"	0.94	H	"	"	"	0.36	"	"	2.2	2

Local	Luxes	Dimensión		Area	Hm.	Sistema de Alumbr.	Tipo de Lámpara	Relac. Local			Reflexiones			C.U.	F.M.	Lumens por Lámpara	No. Luminarios	
		largo	ancho					Cantid.	Letra	Muro	Piso	Techo	Calcul.				Instal.	
Laboratorio	300	5.0	3.5	17.5	2.0	directo	fluoresc.	1.03	H	50%	30%	80%	0.36	0.7	2 800	3.7	4	
Lavabo Cirujanos	275	1.5	1.0	1.5	"	"	"	0.30	J	"	"	"	0.26	"	"	0.4	1	
Lavabo Instrumental	300	5.0	3.5	17.5	"	"	"	1.03	H	"	"	"	0.36	"	"	3.7	4	
Lavandería	250	9.0	6.8	61.2	"	"	"	1.94	E	"	"	"	0.46	"	"	8.5	9	
Oficina Director	250	3.5	3.0	10.5	"	"	"	0.81	I	"	"	"	0.32	"	"	2.1	2	
Oficina Medicina Preventiva	275	4.0	2.5	10.0	"	"	"	0.77	I	"	"	"	0.32	"	"	2.1	2	
Pediatría	275	10.5	4.5	47.2	"	"	"	1.57	F	"	"	"	0.43	"	"	7.7	8	
Prematuros Pediatría	200	6.0	2.0	12.0	"	"	"	0.75	I	"	"	"	0.32	"	"	1.9	2	
Quirófano	600	5.0	4.3	21.5	"	"	"	1.16	G	"	"	"	0.43	"	"	3.8	4	
Rayos X Caseta Control	100	2.0	1.0	2.0	"	"	incandesc.	0.33	J	"	"	"	0.33	"	1 565	0.5	1	
Rayos X Interpretación	150	6.0	2.4	14.4	"	"	fluoresc.	0.86	I	"	"	"	0.32	"	2 800	1.7	2	
Rayos X Vestidores	100	1.3	1.0	1.3	"	"	incandesc.	0.28	J	"	"	"	0.33	"	1 565	0.4	1	
Recuperación Pacientes	200	4.0	3.4	13.6	"	"	fluoresc.	0.92	H	"	"	"	0.36	"	2 800	1.9	2	
Regaderas	75	5.2	2.1	10.9	"	"	"	0.75	I	"	"	"	0.32	"	"	0.6	1	
Rehidratación Pediatría	275	6.0	3.0	18.0	"	"	"	1.00	H	"	"	"	0.36	"	"	3.6	4	

Local	Luxes	Dimensión		Area	Hm.	Sistema de Alumbr.	Tipo de Lámpara	Relac. Local		Reflexiones			C. U.	F. M.	Lumens por Lámpara	No. Luminarios	
		largo	ancho					Cantid.	Letra	Muro	Piso	Techo				Calcul.	Instal.
Ropería	75	2.0	0.8	1.6	2.0	directo	Incandesc.	0.29	J	50%	30%	80%	0.33	0.7	1 565	0.4	1
Sala de Día (Pedarría)	150	6.1	3.2	19.5	"	"	fluoresc.	1.04	H	"	"	"	0.36	"	2 800	2.0	2
Sala de Espera	200	40.0	5.5	220.0	"	"	"	2.42	D	"	"	"	0.49	"	"	23.0	24
Sala de Expulsión	600	4.1	3.7	15.2	"	"	"	0.97	H	"	"	"	0.36	"	"	3.3	4
Sala de Rayos X	100	3.0	4.0	20.0	"	"	Incandesc.	1.11	H	"	"	"	0.45	"	1 565	4.0	4
Sanitarios en General	100	3.5	3.0	10.5	"	"	fluoresc.	0.81	I	"	"	"	0.32	"	2 800	0.8	1
Sanitarios Pacientes	100	4.0	2.5	10.0	"	"	"	0.77	I	"	"	"	0.32	"	"	0.8	1
Secretarías	200	8.5	6.0	51.0	"	"	"	1.75	E	"	"	"	0.46	"	"	5.7	6
Subestación Eléctrica	200	13.0	8.0	104.0	2.4	"	"	2.06	E	"	"	"	0.48	"	"	11.1	12
Taller de Mantenimiento	250	9.5	4.0	38.0	"	"	"	1.17	G	"	"	"	0.41	"	"	5.9	6
Trabajo Social	250	2.5	2.0	5.0	2.0	"	"	0.56	J	"	"	"	0.26	"	"	1.2	1
Vestidores General	100	5.0	4.0	20.0	"	"	"	1.11	H	"	"	"	0.36	"	"	1.4	2
Vestidores y Baños Médicos	100	2.5	2.3	5.8	"	"	"	0.59	J	"	"	"	0.26	"	"	0.5	1
Vestíbulo Principal	225	3.3	4.0	13.2	"	"	Incandesc.	0.90	H	"	"	"	0.45	"	1 565	6.0	6
Vestíbulo Secundario	200	7.0	3.5	24.5	"	"	fluoresc.	1.17	G	"	"	"	0.40	"	2 800	3.1	3

TABLA DE RESULTADOS DEL CALCULO DE ALIMENTACIONES
Y PROTECCIONES DE CIRCUITOS DERIVADOS

Circuito	Watts	Volts	Amperes	Distancia		Caida de Voltaje e%	Conductor		Canallizac.	Interrup.
				medida (m)	Norma (m)		Aislado	Desnudo		
A1	1 300	127	10.23	18	21	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
A2	600	"	4.72	18	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
A3	1 100	"	8.66	24	25	"	2-12	-	"	1P-20 A.
A4	800	"	6.29	11	55	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
A5	900	"	7.08	26	31	"	2-12	-	"	1P-20 A.
A6	500	"	3.93	6	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
A11	600	"	4.72	12	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
B1	600	127	4.72	15	46	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
B2	500	"	3.93	20	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
B3	1 000	"	7.87	7	28	"	2-12	-	"	1P-20 A.
B5	1 100	"	8.66	19	25	"	2-12	-	"	1P-20 A.
B7	1 200	"	9.44	20	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
B8, 10, 12	6 000	220	18.60	13	18	"	4-10	1-12	T-19	3P-20 A.
B9	1 250	127	9.84	10	34	"	2-10	1-12	T-13	1P-30 A.
B13	1 400	"	11.02	12	31	"	2 10	1-12	"	1P-30 A.
B14, 16, 18	3 000	220	9.28	10	36	"	4-10	1-12	T-19	3P-15 A.
B17	1 720	127	13.54	8	25	"	2-10	1-12	T-13	1P-30 A.
B21	1 000	"	7.87	16	44	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
B22	600	"	4.72	17	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
B24	900	"	7.08	7	49	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
C1	1 200	127	9.44	20	23	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.

Circuito	Watts	Volts	Amperes	Distancia		Caída de Voltaje e%	Conductor		Canalizac.	Interruptor
				medida (m)	Norma (m)		Aislado	Desnudo		
C2	900	127	7.08	16	31	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
C3	1 350	"	10.62	27	31	"	2-10	-	"	1P-20 A.
C4	1 200	"	9.44	7	23	"	2-12	-	"	1P-20 A.
C5	1 500	"	18.81	20	29	"	2-10	-	"	1P-20 A.
C6	1 100	"	8.66	17	25	"	2-12	-	"	1P-20 A.
C7	800	"	6.29	13	35	"	2-12	-	"	1P-20 A.
C13	1 200	"	9.44	24	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
C14	1 200	"	9.44	16	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
C15	1 000	"	7.87	12	44	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
C16	1 600	"	12.60	24	28	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
C17	1 800	"	14.17	12	25	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
C18	1 000	"	7.87	9	44	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
D1	600	127	4.72	16	46	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
D2	600	"	4.72	8	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
D3	1 200	"	9.44	18	23	"	2-12	-	"	1P-20 A.
D4	600	"	4.72	10	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
D5	900	"	7.08	11	31	"	2-12	-	"	1P-20 A.
D6	600	"	4.72	12	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
D7, 9, 11	900	220	2.78	11	120	"	3-10	1-12	T-19	3P-15 A.
D8	1 200	127	9.44	14	37	"	2-10	1-12	T-13	1P-30 A.
D10	600	"	4.72	22	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
D12	800	"	6.29	30	55	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.

Circuito	Watts	Volts	Amperes	Distancia		Caída de Voltaje %	Conductor		Canalizac.	Interruptor
				medida (m)	Norma (m)		Aislado	Desnudo		
E1	900	127	7.08	11	31	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
E2	1 800	"	14.17	30	25	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
E3	1 000	"	7.87	21	28	"	2-12	-	"	1P-20 A.
E4	800	"	6.29	25	35	"	2-12	-	"	1P-20 A.
E5	1 100	"	8.66	33	25	"	2-12	-	"	1P-20 A.
E6	1 600	"	12.60	16	28	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
E7, 9, 11	900	220	2.78	11	75	"	3-12	1-12	"	3P-15 A.
E8, 10, 12	900	"	2.78	12	75	"	3-12	1-12	"	3P-15 A.
E13, 15, 17	900	"	2.78	13	75	"	3-12	1-12	"	3P-15 A.
E14, 16, 18	900	"	2.78	7	75	"	3-12	1-12	"	3P-15 A.
E21	900	127	7.08	9	49	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
F1	600	127	4.72	11	46	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
F2	200	"	1.57	4	46	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
F3	400	"	3.14	14	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
F4	400	"	3.14	11	46	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
F5	600	"	4.72	17	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
F6	200	"	1.57	9	46	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE1	900	127	7.03	20	31	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
AE2	700	"	5.51	15	39	"	2-12	-	"	1P-20 A.
AE3	1 050	"	8.26	16	25	"	2-12	-	"	1P-20 A.
AE4	450	"	3.54	13	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.

Circuito	Watts	Volts	Amperes	Distancia		Caída de voltaje e%	Conductor		Canalizac.	Interruptor
				medida (m)	Norma (m)		Aislado	Desnudo		
AE5	1 125	127	8.85	19	23	?	2-12	-	T-13	1P-20 A.
AE6	1 200	"	9.44	21	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE7	1 200	"	9.44	17	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE8	1 200	"	9.44	16	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE9	1 200	"	9.44	20	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE10	1 250	"	9.84	16	34	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE11	1 200	"	9.44	10	37	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE12	800	"	6.29	13	55	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE13	800	"	6.29	14	55	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE15	800	"	6.29	12	55	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
AE17	600	"	4.72	8	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
BE1	800	127	6.29	17	35	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
BE2	1 200	"	9.44	10	23	"	2-12	-	"	1P-20 A.
BE3	1 000	"	7.87	12	28	"	2-12	-	"	1P-20 A.
BE4	1 300	"	10.23	22	21	"	2-12	-	"	1P-20 A.
BE5	600	"	4.72	23	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
BE6	1 100	"	8.66	15	25	"	2-12	-	"	1P-20 A.
BE7	500	"	3.93	14	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
BE8	800	"	6.29	18	35	"	2-12	-	"	1P-20 A.
BE9	1 100	"	8.66	18	40	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
BE11	400	"	3.14	19	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
BE12	600	"	4.72	18	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.

Circuito	Watts	Volts	Amperes	Distancia		Caída de voltaje e%	Conductor		Canalizac.	Interruptor
				medida (m)	Norma (m)		Aislado	Desnudo		
BE17	650	127	5.11	19	46	2	2-10	1-12	T-13	1P-30 A.
CE1	700	127	5.51	34	39	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
CE2	800	"	6.29	10	35	"	2-12	-	"	1P-20 A.
CE3	1 500	"	11.81	20	18	"	2-12	-	"	1P-20 A.
CE5	900	"	7.08	16	31	"	2-12	-	"	1P-20 A.
CE6	450	"	3.54	22	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
CE12	200	"	1.57	12	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
DE1	500	127	3.93	16	46	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
DE2	1 000	"	7.87	9	28	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
DE3	700	"	5.51	22	39	"	2-12	-	"	1P-20 A.
DE4	800	"	6.29	11	55	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
DE5	500	"	3.93	11	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
DE6	400	"	3.14	11	73	"	2-10	1-12	"	1P-30 A.
DE11	600	"	4.72	30	73	"	2-10	1-12	"	1P-20 A.
EE1	600	127	4.72	8	46	2	2-12	-	T-13	1P-20 A.
EE3	600	"	4.72	9	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.
EE5	600	"	4.72	25	46	"	2-12	-	"	1P-20 A.

TABLERO "AE" 18 Circuitos, 3 Fases, 4 Hilos, 220/127 v.c.a.

Interrup. Principal: 3P-50 A.

320

Circuito No.	Interrup. (amp)	2x40w	2x20w			6T-40w			F a s e s			Total Watts	
		100w	50w	300w	200w	50w	A	B	C				
1	1P-20	6				1				900			900
2	1P-20		12		4					700			700
3	1P-20	5	9		4						1 050		1 050
4	1P-20	2	4		2						450		450
5	1P-20	10	2		1							1 125	1 125
6	1P-30						6					1 200	1 200
7	1P-30						6			1 200			1 200
8	1P-30						6			1 200			1 200
9	1P-30						6				1 200		1 200
10	1P-30						6	1			1 250		1 250
11	1P-30						6					1 200	1 200
12	1P-30						4					800	800
13	1P-30						4			800			800
14	R												R
15	1P-30						4				800		800
16	R												R
17	1P-30						3					600	600
18	R												R
Totales		23	27		11	1	51	1		4 800	4 750	4 925	14 475

Desbalanceo máximo: $e = (4\ 925 - 4\ 750) / 4\ 925 = 3.5\%$

TABLERO "BE" 18 Circuitos, 3 Fases, 4 Hilos, 220/127 v.c.a.

Interruptor Principal: 3P-40 A.

Circuito No.	Interrup. (amp)	2x40w 100w	 100w	2x20w 50w	4x40w 200w	2x40w 100w	 100w	 200w	 50w	F a s e s			Total Watts	
										A	B	C		
1	1P-20	8									800		800	
2	1P-20	12									1 200		1 200	
3	1P-20	7					3				1 000		1 000	
4	1P-20	7		4		4					1 300		1 300	
5	1P-30							3				600	600	
6	1P-20	8	2	2								1 100	1 100	
7	1P-20	5									500		500	
8	1P-20				4						800		800	
9	1P-30							5	2		1 100		1 100	
10	R												R	
11	1P-20	4										400	400	
12	1P-30							3				600	600	
13	R												R	
14	R												R	
15	R												R	
16	R												R	
17	1P-30							3	1			650	650	
18	R												R	
Totales		51	2	6	4	4	3	14	3		3 300	3 400	3 350	10 050

Desbalanceo máximo: $e = (3\ 400 - 3\ 300) / 3\ 400 = 2.9\%$

TABLERO "CE" 12 Circuitos, 3 Fases, 4 Hilos, 220/127 v.c.a.

Interruptor Principal: 3P-30 A.

322

Circuito No.	Interrup. (amp)	2x40w	8T-40w								F a s e s			Total Watts
		 100w	 400w	75w	200w	A	B	C						
1	1P-20	7									700			700
2	1P-20	4	I								800			800
3	1P-20	15										1 500		1 500
4	R													R
5	1P-20	9											900	900
6	1P-20			6									450	450
7	R													R
8	R													R
9	R													R
10	R													R
11	R													R
12	1P-30				1								200	200
Totales		35	1	6	1						1 500	1 500	1 550	4 550

Desbalanceo máximo: $e = (1 550 - 1 500) / 1 550 = 3,2\%$

TABLERO "DE" 12 Circuitos, 3 Fases, 4 Hilos, 220/127 v.c.a.

Interruptor Principal: 3P-30 A.

Circuito No.	Interrup. (amp)	2x40w	2x20w		1 HP						F a s e s			Total Watts
		 100w	 50w	200w	 1 000w	600w	A	B	C					
1	1P-20	5									500			500
2	1P-20				1						1 000			1 000
3	1P-20	5	4									700		700
4	1P-30			4								800		800
5	1P-20	5											500	500
6	1P-30			2									400	400
7	R													R
8	R													R
9	R													R
10	R													R
11	1P-20					1							600	600
12	R													R
Totales		15	4	6	1	1					1 500	1 500	1 500	4 500

Desbalanceo máximo: $e = (1\ 500 - 1\ 500) / 1\ 500 = 0.0\%$

TABLA DE CALCULO DE ALIMENTACIONES
A TABLEROS DE DISTRIBUCION

326

Tablero	Carga Watts	Volts	Fases	I (amp)	Distanc. L (m)	Ll (amp-m)	e%	Interrup.	Conductor		Canalizac.
									Aislado	Desnudo	
A	5 800	220	3	17.9	28	501.5	1.32	3P-30 A	4-10	1-12	T-19
B	20 270	"	"	61.9	16	990.4	0.65	3P-70 A	4-4	1-8	T-32
C	15 850	"	"	48.9	42	2 055.5	2.14	3P-50 A	4-6	1-10	"
D	8 000	"	"	24.7	32	790.4	2.08	3P-30 A	4-10	1-12	T-19
E	11 700	"	"	36.1	10	361.2	0.60	3P-40 A	4-8	1-10	T-25
F	2 400	"	"	7.4	72	533.5	1.41	3P-30 A	4-10	1-12	T-19
AE	14 475	"	"	44.7	28	1 251.3	1.30	3P-50 A	4-6	1-10	T-32
BE	10 050	"	"	31.0	16	496.5	0.82	3P-40 A	4-8	1-10	T-25
CE	4 550	"	"	14.0	42	590.1	1.56	3P-30 A	4-10	1-12	T-19
DE	4 500	"	"	13.9	32	444.5	1.86	3P-30 A	4-12	1-12	"
EE	1 800	"	"	5.5	10	55.6	0.23	3P-30 A	4-12	1-12	"
TA	2 400	"	2	11.1	95	1 055.9	2.00	2P-30 A	3-8	1-12	"

TABLA DE CALCULO DE ALIMENTACIONES
Y PROTECCION A MOTORES

Concepto	Capacid. HP KW	Volts	Frec. Hz.	Ipc amp.	Iarr. amp.	Dist. L (m)	LI amp-m	e%	Interrup	Conductor		Canalizac	Tablero
										Aislado	Desnudo		
UGAH-1	77.6kw	440	60	130.0	195.0	8	1 040	0.1	BP-200 A	3-2/0	1-6	T-51	CCM-3
UGAH-2	77.6kw	"	"	130.0	195.0	10	1 300	0.1	BP-200 A	3-2/0	1-6	"	"
BAH-1	10	"	"	15.0	30.0	3	45.0	0.1	BP-30 A.	3-12	1-12	T-13	"
BAH-2	10	"	"	15.0	30.0	4	60.0	0.1	BP-30 A.	3-12	1-12	"	"
BAC-1	5	"	"	7.9	15.8	6	47.4	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
BAC-2	5	"	"	7.9	15.8	5	39.5	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
TE-1	3	"	"	5.0	10.0	30	150.0	0.3	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
TE-2	3	"	"	5.0	10.0	30	150.0	0.3	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
Caldera 1	1	220	"	3.8	7.6	5	19.0	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	"	CCM-1
Caldera 2	1	"	"	3.8	7.6	6	22.8	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
UMA-1	7.5	"	"	23.0	46.0	47	1 081	1.8	BP-50 A.	3-8	1-10	T-19	SGE-1
UMA-2	1.5	"	"	5.4	10.8	5	27.0	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	T-13	"
UMA-3	5	"	"	15.9	31.8	5	79.5	0.4	BP-30 A.	3-12	1-12	"	CCM-2
UMA-4	10	"	"	29.0	58.0	7	203.0	0.4	BP-70 A.	3-8	1-10	T-19	"
UMA-5	10	"	"	29.0	58.0	10	290.0	0.5	BP-70 A.	3-8	1-10	"	"
Bomba 1	5	"	"	15.9	31.8	4	63.6	0.3	BP-30 A.	3-12	1-12	T-13	CCM-1
Bomba 2	5	"	"	15.9	31.8	3	47.7	0.2	BP-30 A.	3-12	1-12	"	"
Compresora	1	"	"	3.8	7.6	5	19.0	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
CAC-1	1	"	"	3.8	7.6	5	19.0	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
CAC-2	1	"	"	3.8	7.6	6	22.8	0.1	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
Com.Med. 1	2	"	"	7.1	14.2	8	56.8	0.3	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
Com.Med. 2	2	"	"	7.1	14.2	6	42.6	0.2	BP-15 A.	3-12	1-12	"	"
Autoclave 1	15 kw	"	"	39.4	-	5	197.0	0.3	BP-50 A.	3-6	1-10	T-25	TAB. H
Autoclave 2	10 kw	"	"	26.2	-	5	131.0	0.3	BP-40 A.	3-8	1-10	T-19	"

TABLERO CCM-1 30 Circuitos, 3 Fases, 4 Hilos, 220/127 v.c.a.

Interruptor Principal: 3P-70 A. 328

Circuito No.	Interr. (amp)	2 HP	1 HP	5 HP	F a s e s			Total Watts
		1 841W	954W	4 491W	A	B	C	
					614			614
					614			614
1, 3, 5	3P-15	1				614		614
2, 4, 6	3P-15	1				613		613
							613	613
							614	614
					318			318
					318			318
7, 9, 11	3P-15		1			318		318
8, 10, 12	3P-15		1			318		318
							318	318
							318	318
					318			318
					318			318
13, 15, 17	3P-15		1			318		318
14, 16, 18	3P-15		1			318		318
							318	318
							318	318
					318			318
19, 21, 23	3P-15		1		1 497			1 497
20, 22, 24	3P-30			1		318		318
						1 497		1 497
							318	318
						1 497		1 497
	R							R
25, 27, 29	3P-30			1		1 497		1 497
	R							R
							1 497	1 497
	R							R
Totales		2	5	2	5 812	5 811	5 811	17 434

Desbalanceo máximo: e = 0,0 %

TABLERO CCM-3 30 Circuitos, 3 Fases, 4 Hilos, 440/254 v.c.a.

Interrupor Principal: 3P-400 A. 330

Circuito No.	Interr. (amp)	⊗ 77 600w	⊗ 10 HP 8 674w	⊗ 5 HP 4 491w	⊗ 3 HP 2 725w	a s e s			Total Watts			
						A	B	C				
									25 867	25 867		
									25 867	25 867		
1, 3, 5	3P-200	1							25 867	25 867		
2, 4, 6	3P-200	1							25 866	25 866		
									25 866	25 866		
									25 867	25 867		
									2 891	2 891		
									2 891	2 891		
7, 9, 11	3P-30		1						2 891	2 891		
8, 10, 12	3P-30		1						2 892	2 892		
									2 892	2 892		
									2 891	2 891		
									1 497	1 497		
									1 497	1 497		
13, 15, 17	3P-15			1					1 497	1 497		
14, 16, 18	3P-15			1					1 497	1 497		
									1 497	1 497		
									1 497	1 497		
									908	908		
									909	909		
19, 21, 23	3P-15				1				909	909		
20, 22, 24	3P-15				1				908	908		
									909	909		
									909	909		
	R									R		
	R									R		
	R									R		
	R									R		
	R									R		
	R									R		
Totales		3	2	4	3				62 327	62 327	62 328	186 982

Desbalanceo máximo: e = 0,0

TABLA DE CALCULO DE ALIMENTADORES
Y PROTECCIONES GENERALES

Tablero	Carga Watts	Volts	Fases	I _{pc} . (amp)	I _{cond.} (amp)	I _{interr.} (amp)	L (m)	LxI (amp-m)	Cafda e%	Interrup.	Conductor		Canaliz. (mm)
											Aislado	Desnudo	
CCM-1	17 434	220	3	65.0	86.2	80.9	10	650.0	0.4	3P-100A	3-4	1-8	32
CCM-2	21 839	220	3	73.9	101.4	102.9	72	5032.0	2.2	3P-100A	3-2	1-8	32
CCM-3	186 982	440	3	315.8	435.4	380.8	2	631.6	0.0	3P-400A	3-300	1-4	--
SGN-1	41 920	220	3	129.4	161.8	129.4	65	8411.0	1.7	3P-150A	4-2/0	1-6	51
SCE-1	37 073	220	3	104.7	138.0	127.7	60	6282.1	1.6	3P-150A	4-1/0	1-6	51
H	25 000	220	3	77.2	96.5	77.2	65	5018.0	2.0	3P-100A	3-2	1-8	32

A P E N D I C E I I

NOTA:

SÍMBOLOS



- N.º 124 6
- 1. Toma de corriente
 - 2. Lámpara
 - 3. Lámpara
 - 4. Lámpara
 - 5. Lámpara
 - 6. Lámpara
 - 7. Lámpara
 - 8. Lámpara
 - 9. Lámpara
 - 10. Lámpara
 - 11. Lámpara
 - 12. Lámpara
 - 13. Lámpara
 - 14. Lámpara
 - 15. Lámpara
 - 16. Lámpara
 - 17. Lámpara
 - 18. Lámpara
 - 19. Lámpara
 - 20. Lámpara
 - 21. Lámpara
 - 22. Lámpara
 - 23. Lámpara
 - 24. Lámpara
 - 25. Lámpara
 - 26. Lámpara
 - 27. Lámpara
 - 28. Lámpara
 - 29. Lámpara
 - 30. Lámpara
 - 31. Lámpara
 - 32. Lámpara
 - 33. Lámpara
 - 34. Lámpara
 - 35. Lámpara
 - 36. Lámpara
 - 37. Lámpara
 - 38. Lámpara
 - 39. Lámpara
 - 40. Lámpara
 - 41. Lámpara
 - 42. Lámpara
 - 43. Lámpara
 - 44. Lámpara
 - 45. Lámpara
 - 46. Lámpara
 - 47. Lámpara
 - 48. Lámpara
 - 49. Lámpara
 - 50. Lámpara
 - 51. Lámpara
 - 52. Lámpara
 - 53. Lámpara
 - 54. Lámpara
 - 55. Lámpara
 - 56. Lámpara
 - 57. Lámpara
 - 58. Lámpara
 - 59. Lámpara
 - 60. Lámpara
 - 61. Lámpara
 - 62. Lámpara
 - 63. Lámpara
 - 64. Lámpara
 - 65. Lámpara
 - 66. Lámpara
 - 67. Lámpara
 - 68. Lámpara
 - 69. Lámpara
 - 70. Lámpara
 - 71. Lámpara
 - 72. Lámpara
 - 73. Lámpara
 - 74. Lámpara
 - 75. Lámpara
 - 76. Lámpara
 - 77. Lámpara
 - 78. Lámpara
 - 79. Lámpara
 - 80. Lámpara
 - 81. Lámpara
 - 82. Lámpara
 - 83. Lámpara
 - 84. Lámpara
 - 85. Lámpara
 - 86. Lámpara
 - 87. Lámpara
 - 88. Lámpara
 - 89. Lámpara
 - 90. Lámpara
 - 91. Lámpara
 - 92. Lámpara
 - 93. Lámpara
 - 94. Lámpara
 - 95. Lámpara
 - 96. Lámpara
 - 97. Lámpara
 - 98. Lámpara
 - 99. Lámpara
 - 100. Lámpara

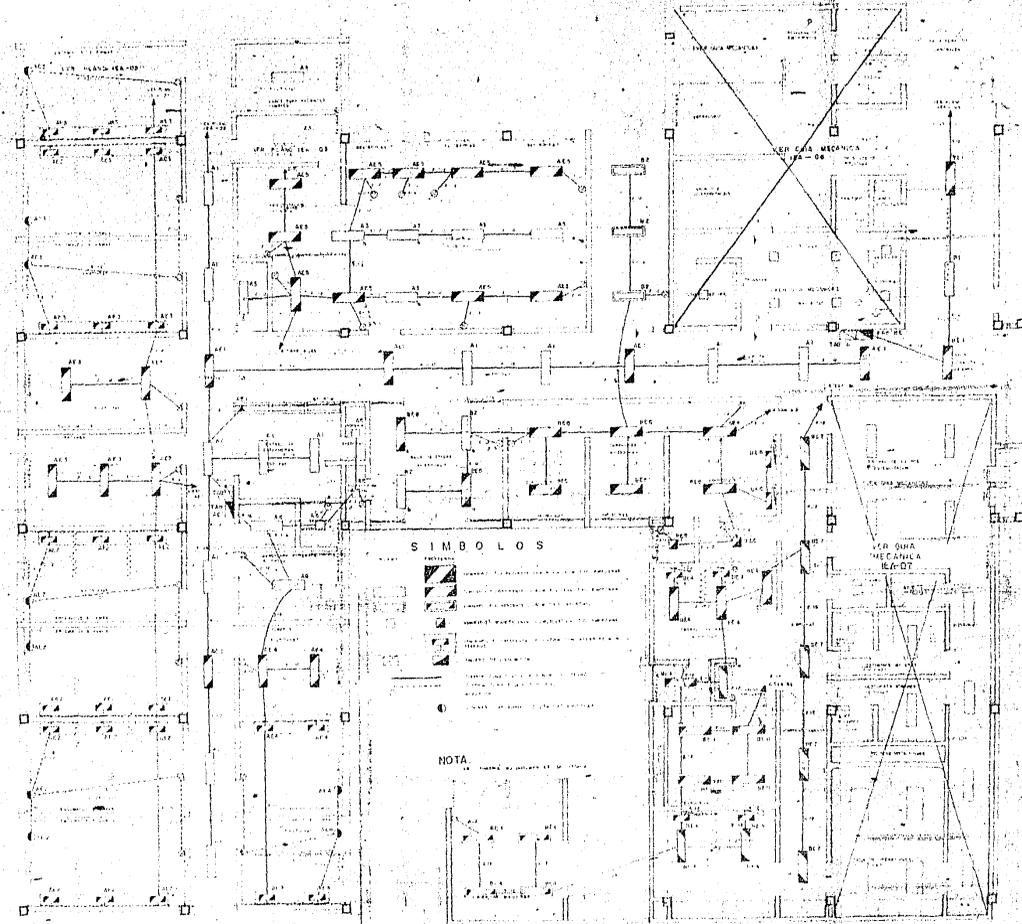
INGENIERÍA ELÉCTRICA - REGISTRADO

TESIS PROFESIONAL

INVESTIGACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO Y FUERZA DE UN CENTRO HOSPITALARIO TIPO

PLANTA ARQUITECTÓNICA

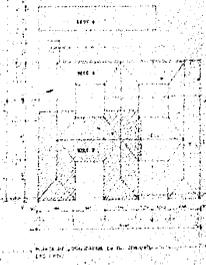
UNAM



SIMBOLOS



NOTA



NOTAS

- 1. Ver otra planta
- 2. Ver otra planta
- 3. Ver otra planta
- 4. Ver otra planta
- 5. Ver otra planta
- 6. Ver otra planta
- 7. Ver otra planta
- 8. Ver otra planta
- 9. Ver otra planta
- 10. Ver otra planta

INSTALACION ELECTRICA ALUMBRADO

TESIS PROFESIONAL
 INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO
 Y PLANTA DE UN CENTRO HOSPITALARIO. TFO.
 No. 30 300

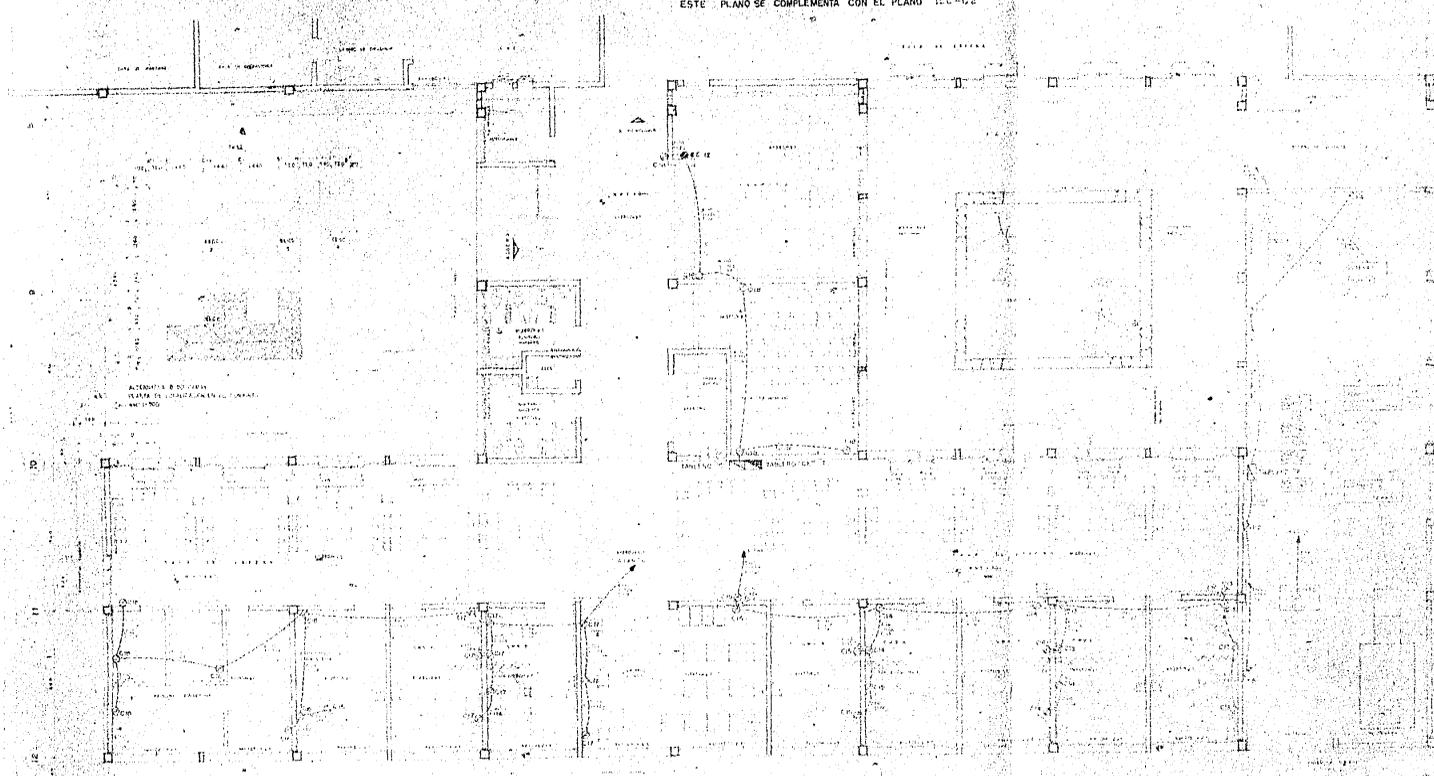
PLANTA
ARQUITECTONICA IEA-02

1:50
 2000
 1950
 1950
 1950



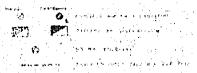
UNAM
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y AVANZADAS ESTUDIOS

ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO 120-02



ASIENTOS B D O O A N
PLANO DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA
120-02

SIMBOLOS



NOTA

LA ESCALA ES DE 1/50

NOTAS

- 1. SERVICIO DE AGUA
- 2. SERVICIO DE DRENAJE
- 3. SERVICIO DE ELECTRICIDAD
- 4. SERVICIO DE GAS
- 5. SERVICIO DE TELEFONIA
- 6. SERVICIO DE CALOR
- 7. SERVICIO DE VENTILACION
- 8. SERVICIO DE AIRE ACONDICIONADO
- 9. SERVICIO DE ALUMBRADO
- 10. SERVICIO DE SEGURIDAD
- 11. SERVICIO DE COMUNICACION
- 12. SERVICIO DE TRANSPORTACION
- 13. SERVICIO DE RECREACION
- 14. SERVICIO DE SALUD
- 15. SERVICIO DE EDUCACION
- 16. SERVICIO DE CULTURA
- 17. SERVICIO DE DEPORTE
- 18. SERVICIO DE OTRAS ACTIVIDADES

DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS DE LA PLANTA

PLANTA (120-01)
SERVICIOS DE LA PLANTA

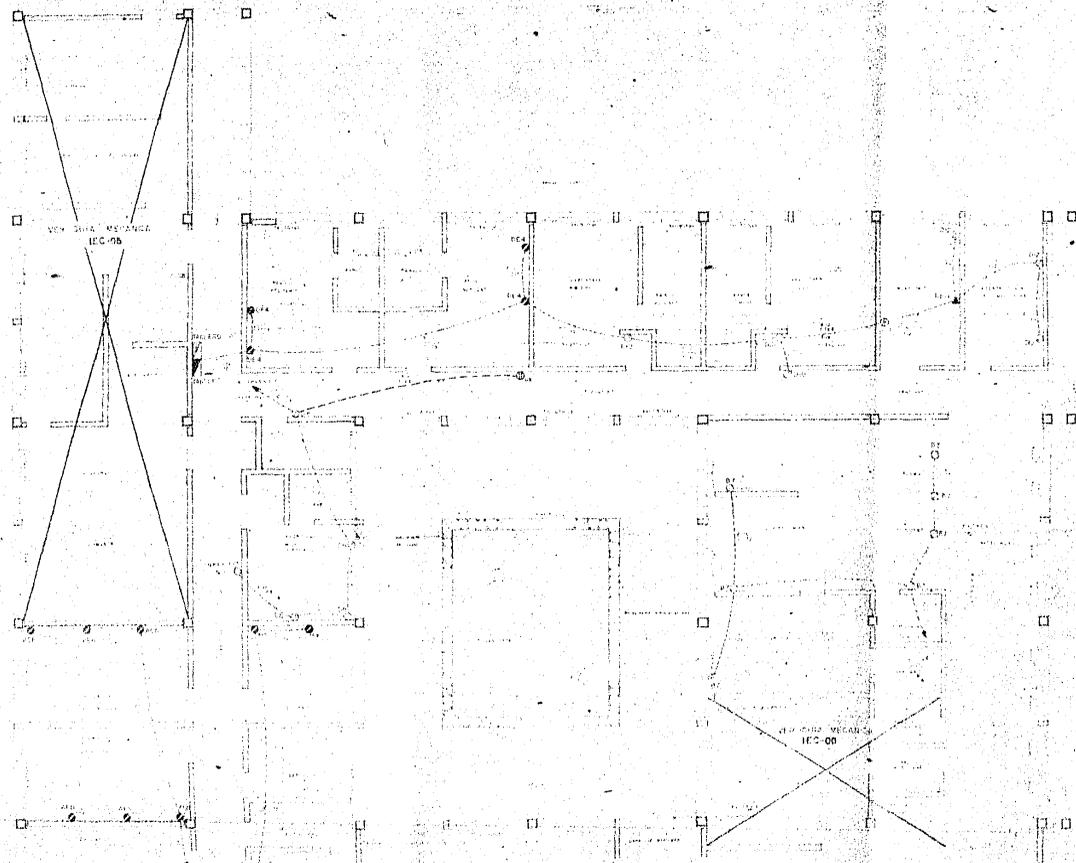


UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

SÍMBOLOS

-
-
- △

NOTA:

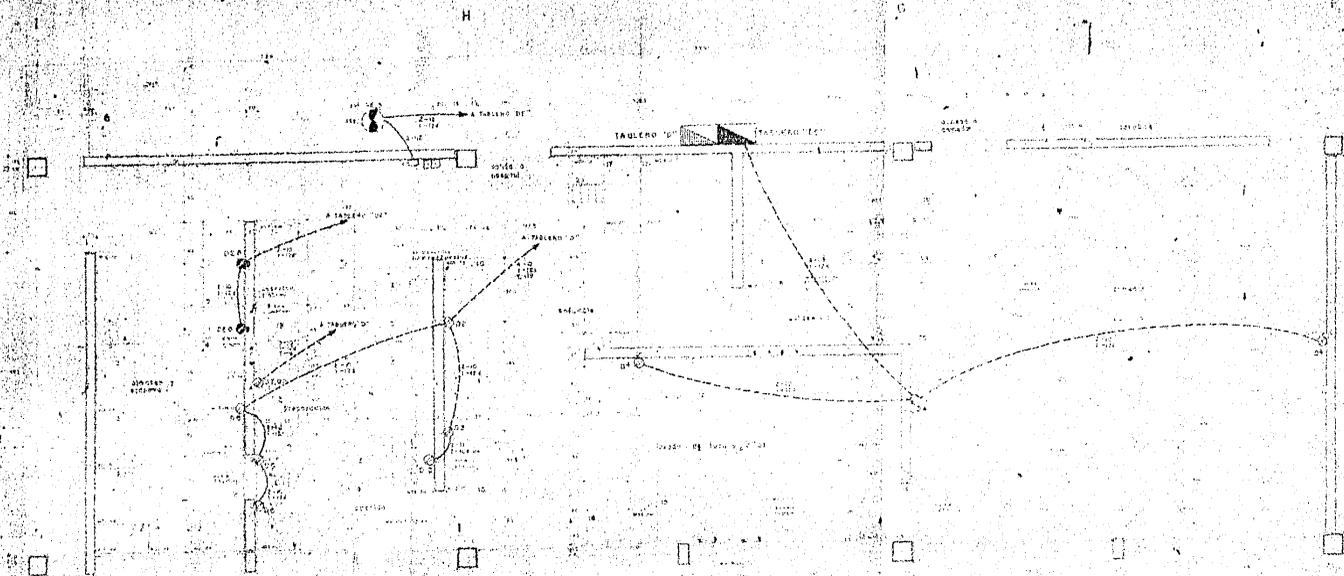


NOTAS

- 1. ...
- 2. ...
- 3. ...
- 4. ...
- 5. ...
- 6. ...
- 7. ...
- 8. ...

INSTALACION ELECTRICA

<p>TESIS PROFESIONAL</p> <p>INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO Y FUENTE DE UN CENTRO HOSPITALARIO TIPO</p> <p>PLANTA ARQUITECTONICA</p> <p>UNAM</p>	<p>IEC-03</p> <p>UNAM</p>
---	---------------------------



LISTA DE MATERIALES

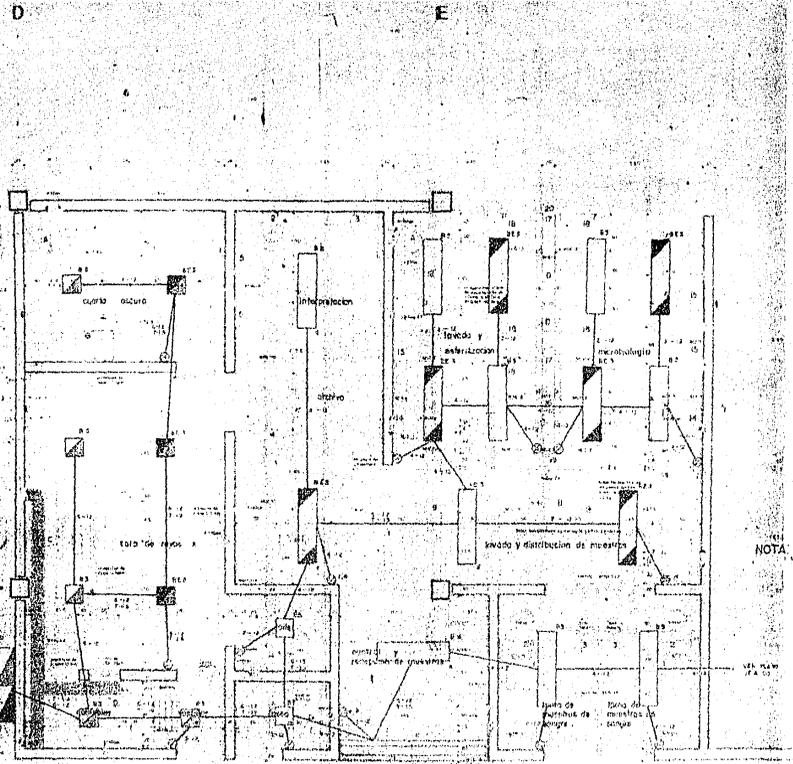
1	placa de yeso	10
2	placa de yeso	10
3	placa de yeso	10
4	placa de yeso	10
5	placa de yeso	10
6	placa de yeso	10
7	placa de yeso	10
8	placa de yeso	10
9	placa de yeso	10
10	placa de yeso	10
11	placa de yeso	10
12	placa de yeso	10
13	placa de yeso	10
14	placa de yeso	10
15	placa de yeso	10
16	placa de yeso	10
17	placa de yeso	10
18	placa de yeso	10
19	placa de yeso	10
20	placa de yeso	10
21	placa de yeso	10

1	placa de yeso	10	placa de yeso	10
2	placa de yeso	10	placa de yeso	10
3	placa de yeso	10	placa de yeso	10
4	placa de yeso	10	placa de yeso	10
5	placa de yeso	10	placa de yeso	10
6	placa de yeso	10	placa de yeso	10
7	placa de yeso	10	placa de yeso	10
8	placa de yeso	10	placa de yeso	10
9	placa de yeso	10	placa de yeso	10
10	placa de yeso	10	placa de yeso	10
11	placa de yeso	10	placa de yeso	10
12	placa de yeso	10	placa de yeso	10
13	placa de yeso	10	placa de yeso	10
14	placa de yeso	10	placa de yeso	10
15	placa de yeso	10	placa de yeso	10
16	placa de yeso	10	placa de yeso	10
17	placa de yeso	10	placa de yeso	10
18	placa de yeso	10	placa de yeso	10
19	placa de yeso	10	placa de yeso	10
20	placa de yeso	10	placa de yeso	10
21	placa de yeso	10	placa de yeso	10

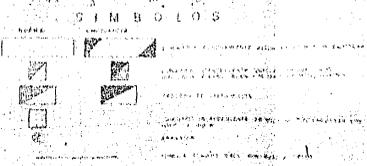
INSTALACION ELECTRICA CONTACTOR
 YESO PROFESIONAL
 INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO
 FONDA DE YESO PROFESIONAL INSTALACION
 COCINA



UNAM



- ESPECIFICACIONES MATERIAL**
1. Material de construcción de paredes y techos.
 2. Paredes de concreto armado de 15 cm de espesor.
 3. Piso de concreto armado de 10 cm de espesor.
 4. Pintura de paredes y techos.
 5. Material de construcción de muebles.
 6. Material de construcción de equipos.
 7. Material de construcción de instalaciones.
 8. Material de construcción de tuberías.
 9. Material de construcción de drenajes.
 10. Material de construcción de ventilación.
 11. Material de construcción de iluminación.
 12. Material de construcción de calefacción.
 13. Material de construcción de refrigeración.
 14. Material de construcción de aire acondicionado.
 15. Material de construcción de sonido.
 16. Material de construcción de seguridad.
 17. Material de construcción de protección radiológica.
 18. Material de construcción de protección eléctrica.



LISTA DE MONITOREO MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Material de construcción de paredes	100	m ²
2	Material de construcción de techos	100	m ²
3	Material de construcción de pisos	100	m ²
4	Material de construcción de muebles	100	m ³
5	Material de construcción de equipos	100	m ³
6	Material de construcción de instalaciones	100	m ³
7	Material de construcción de tuberías	100	m ³
8	Material de construcción de drenajes	100	m ³
9	Material de construcción de ventilación	100	m ³
10	Material de construcción de iluminación	100	m ³
11	Material de construcción de calefacción	100	m ³
12	Material de construcción de refrigeración	100	m ³
13	Material de construcción de aire acondicionado	100	m ³
14	Material de construcción de sonido	100	m ³
15	Material de construcción de seguridad	100	m ³
16	Material de construcción de protección radiológica	100	m ³
17	Material de construcción de protección eléctrica	100	m ³

LISTA DE EQUIPO MATERIAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
A	Equipo de física	100	m ³
B	Equipo de química	100	m ³
C	Equipo de microbiología	100	m ³
D	Equipo de análisis de muestras	100	m ³

LISTA DE MONITOREO LABORATORIO

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Material de construcción de paredes	100	m ²
2	Material de construcción de techos	100	m ²
3	Material de construcción de pisos	100	m ²
4	Material de construcción de muebles	100	m ³
5	Material de construcción de equipos	100	m ³
6	Material de construcción de instalaciones	100	m ³
7	Material de construcción de tuberías	100	m ³
8	Material de construcción de drenajes	100	m ³
9	Material de construcción de ventilación	100	m ³
10	Material de construcción de iluminación	100	m ³
11	Material de construcción de calefacción	100	m ³
12	Material de construcción de refrigeración	100	m ³
13	Material de construcción de aire acondicionado	100	m ³
14	Material de construcción de sonido	100	m ³
15	Material de construcción de seguridad	100	m ³
16	Material de construcción de protección radiológica	100	m ³
17	Material de construcción de protección eléctrica	100	m ³

LISTA DE MONITOREO ALUMINADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
A	Equipo de física	100	m ³
B	Equipo de química	100	m ³
C	Equipo de microbiología	100	m ³
D	Equipo de análisis de muestras	100	m ³

ESPECIFICACIONES MATERIAL

1. Material de construcción de paredes y techos.
2. Paredes de concreto armado de 15 cm de espesor.
3. Piso de concreto armado de 10 cm de espesor.
4. Pintura de paredes y techos.
5. Material de construcción de muebles.
6. Material de construcción de equipos.
7. Material de construcción de instalaciones.
8. Material de construcción de tuberías.
9. Material de construcción de drenajes.
10. Material de construcción de ventilación.
11. Material de construcción de iluminación.
12. Material de construcción de calefacción.
13. Material de construcción de refrigeración.
14. Material de construcción de aire acondicionado.
15. Material de construcción de sonido.
16. Material de construcción de seguridad.
17. Material de construcción de protección radiológica.
18. Material de construcción de protección eléctrica.

NOTA

Este proyecto de arquitectura es el resultado de un estudio de campo y de gabinete. El autor se reserva todos los derechos de propiedad intelectual. No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento escrito del autor.

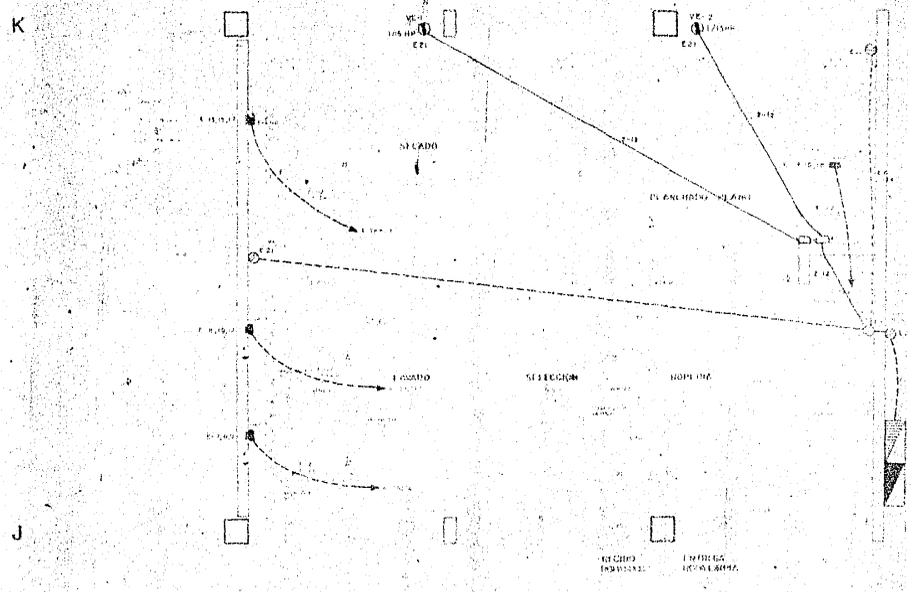
PROFESIONAL

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ALUMINADO Y FUENTE DE INVESTIGACIÓN HOSPITALARIO

RADIOGRÁFICO Y LABORATORIO

ITA-OR

UNAM



ALISTADO DE MATERIALES	CANT.	UNIDAD	VALOR
1. CABLEADO	30	MDS-20	600
2. INTERRUPTOR	20	MDR-15	300
3. INTERRUPTOR	10	MDR-20	200
TOTAL			
1100			

ALISTADO DE EQUIPOS	CANT.	UNIDAD	VALOR
1. LAVADORA	1	MDL-20	1000
2. MOPIDA	1	MDM-10	500
3. MOPIDA	1	MDM-10	500
TOTAL			
2000			

- NOTAS:
1. Verificar el estado de los cables antes de instalarlos.
 2. Los interruptores deben estar correctamente instalados.
 3. Los equipos deben estar correctamente instalados.
 4. Verificar el estado de los equipos antes de utilizarlos.
 5. Los equipos deben estar correctamente instalados.
 6. Verificar el estado de los equipos antes de utilizarlos.

INSTALACION ELECTRICA, FUERZA Y CONTACTOS
 PARA UN CENTRO HOSPITALARIO TIPO

TESIS PROFESIONAL

INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO Y FUERZA DE UN CENTRO HOSPITALARIO TIPO

LAVANDERIA IEC-008

UNAM
 FACULTAD DE INGENIERIA

