



INGENIERIA ELÉCTRICA

REPORTE DE RESIDENCIA

**DISEÑO DE LA INSTALACION ELECTRICA EN UN HOSPITAL EN
TUMBALA, CHIAPAS.**

ASESOR INTERNO

MC. KARLOS VELÁZQUEZ MORENO

ALUMNO

RIVERA TORRES HÉCTOR MAURICIO

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS DICIEMBRE DEL 2019



Índice

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1	ANTECEDENTES	3
1.2	ESTADO DEL ARTE	3
1.3	JUSTIFICACIÓN	4
1.4	OBJETIVO	4
1.5	METODOLOGÍA.....	5
2.	FUNDAMENTO TEÓRICO	6
2.1	GENERALIDADES.....	6
2.2	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE CARÁCTER GENERAL	9
2.3	DEFINICIONES.....	10
2.4	INSTALACIONES EN DIFERENTES ÁREAS	16
2.5	ÁREAS DE ATENCIÓN CRÍTICA.....	17
2.6	GENERADORES DE EMERGENCIA.....	18
2.7	SISTEMAS ELÉCTRICOS ESENCIALES	21
2.8	ALAMBRADO Y EQUIPO.....	26
3.	DESARROLLO.....	28
3.1	OBJETIVO	28
3.2	ALCANCE	28
3.3	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y PLANTA DE EMERGENCIA.	30
3.4	PROTECCIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DEL SISTEMA	32
3.5	CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL.	32
3.6	TABLEROS Y CENTROS DE CARGA	34
3.7	CIRCUITOS DERIVADOS.....	35
3.8	CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS.	35
4.	RESULTADOS	36
5.	CONCLUSIONES.....	36
6.	REFERENCIAS.....	37
7.	ANEXOS	38

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Actualmente el poblado de Tumbala, Chiapas, cuenta con un centro de salud de servicios básicos, el cual está ubicado en la zona centro de dicho pueblo, el cual brinda a las personas diversos servicios tales como: atención preventiva, curativa, de rehabilitación, exámenes, procedimientos quirúrgicos menores, y otros servicios dependiendo de la necesidad de cada caso.

En el 2010 el poblado de Tumbala contaba con 3227 habitantes, pero con forme fueron pasando los años fue creciendo el número de habitantes y junto a ello creciendo las necesidades, por lo cual los servicio y espacios para brindar ayuda a los pobladores fueron quedando chico para abastecer el número de habitantes que va en ascendencia, entre ellos el centro de salud del poblado.

La necesidad de brindar atención medica mejor y a un mayor número de personas, ha sido el inicio de la realización de un proyecto para la ampliación del centro de salud a una unidad hospitalaria con mayor y mejor número de servicios que ayudaran a darles mejor atención a los pobladores sin tener que viajar a otro municipio que cuente con los servicios de hospitalización.

Para hacer la ampliación del hospital de Tumbala, se necesita un proyecto eléctrico de la instalación, el cual este basado en la norma vigente

1.2 ESTADO DEL ARTE

Alberto Castellote Medina, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Instalación De Baja Tensión De Adecuación De Espacios E Instalaciones Para Una Central De Esterilización En El Hospital Universitario Y Politécnico La Fe De Valencia. El objeto del presente proyecto es la instalación eléctrica de baja tensión de una central de esterilización en el hospital La Fe de valencia, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

Cristina de Silva Solarano Universidad Carlos Iii De Madrid, Escuela Politécnica Superior, México, D.F. “Proyecto de instalación eléctrica de un hospital”, Para desarrollar el proyecto mencionado se ha elegido el análisis, diseño y cálculo de la instalación eléctrica del hospital. Inicialmente se hará mención de aquellos puntos distintivos que se aplican de manera específica al campo de la ingeniería hospitalaria, así como la normativa vigente referida al mismo.

Antonia Siverio Royo, Escuela Técnica Superior De Ingeniería-ICAI, Madrid, España, “Instalación Eléctrica Del Hospital Gran Tarajal”. El proyecto consiste en el diseño y cálculo de la instalación eléctrica de MT y BT de un centro hospitalario en Gran Tarajal, Fuerteventura (Canarias). El objetivo es garantizar un alto nivel de seguridad para proteger al paciente, personal médico e instrumental sanitario auxiliar ante cualquier riesgo posible.

Luis Otero Casas, Universidad Politécnica De Cataluña, Barcelona, España. “Diseño De La Instalación De Un Hospital”. El objetivo del proyecto pretende establecer y describir las condiciones técnicas y legales para realizar la Instalación Eléctrica de un recinto hospitalario con la finalidad de ofrecer a los consumidores unas condiciones de confort óptimas.

Lo que aquí se propone como proyecto es implementar un dictamen técnico a base de cálculos, estudio y análisis para la óptima distribución de los apartarrayos tipo ALEA clase 1 en las líneas de subtransmisión 115kv con la finalidad de limitar las fallas por descargas atmosféricas en el sistema eléctrico tomando como factores esenciales el estudio del diseño de las protecciones como aspectos ambientales del estado de Chiapas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El hospital está situado en el poblado de Tumbala, en el municipio de Tumbala, a 6 horas aproximadamente de la capital del estado, ubicación elegida debido al creciente aumento de la población, tanto como el poblado como comunidades aledañas. Además, tan solo se dispone de un centro hospitalario, no contando con las instalaciones necesarias

1.4 OBJETIVO

El objetivo principal de este proyecto consiste en el diseño y cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión en un centro hospitalario en el municipio de Tumbala, Chiapas. El crecimiento de la población en la localidad y poblados aledaños al lugar como también la escasez de instalaciones para la asistencia a la salud hacen necesaria la construcción de un nuevo hospital.

Estudiar y analizar los artículos necesarios conforme a la norma vigente para que el diseño de la instalación eléctrica sea el adecuado y cumpla con toda la normatividad

Crear planos y cuadros de carga indicando toda la información necesaria para la ejecución del proyecto, desde el transformador hasta cada uno de los tableros, así como todos los circuitos derivados dentro del centro hospitalario, como también los equipos que estarán instalados.

Garantizar una alta seguridad para proteger el paciente, personal médico y equipo auxiliar ante algún riesgo, asegurando la continuidad de alimentación en áreas quirúrgicas como en otras zonas donde el sistema eléctrico sea esencial.



1.5 METODOLOGÍA

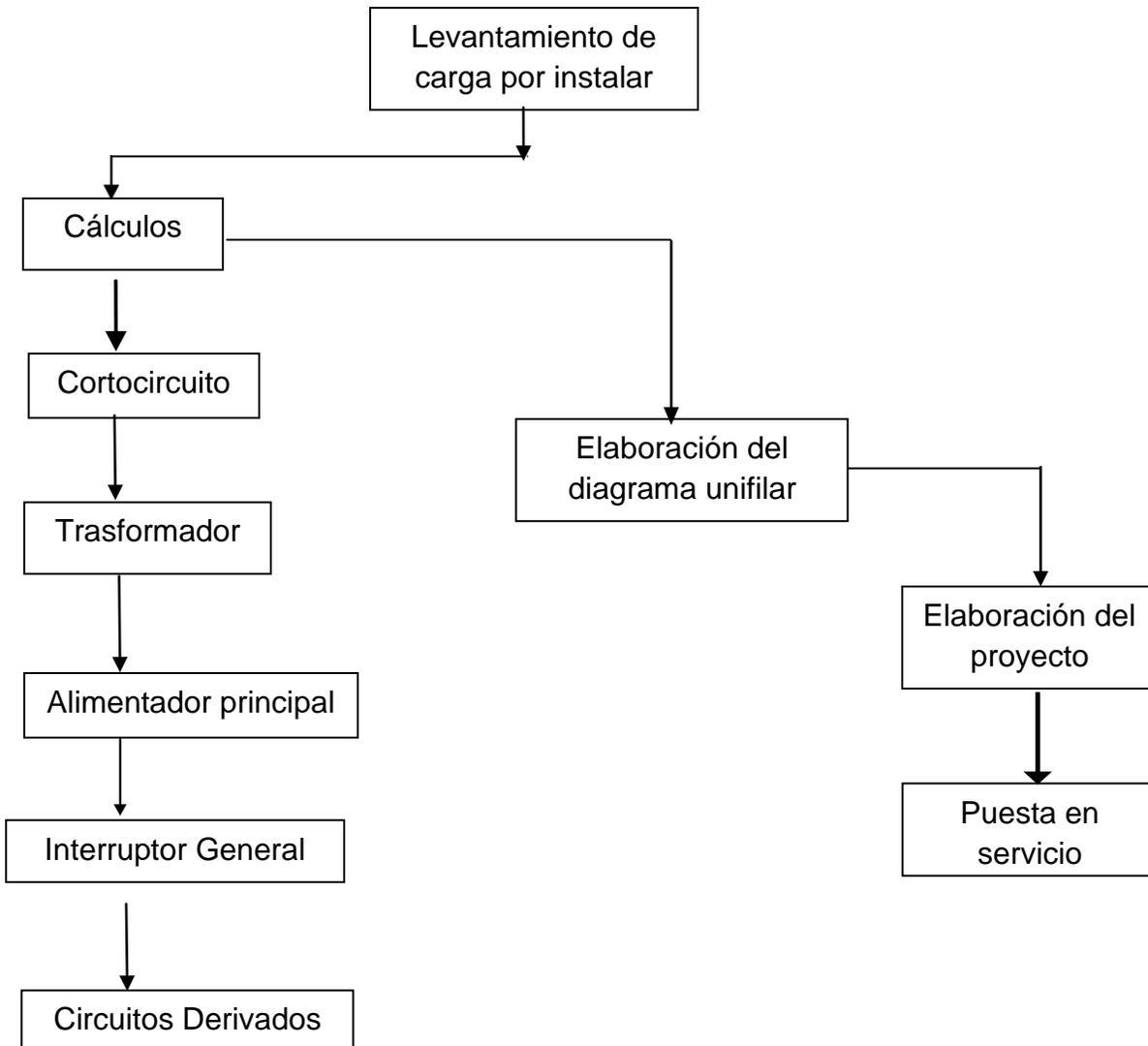


Figura.1. Diagrama de bloques del Proyecto

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

Los efectos de la corriente eléctrica que circula por el cuerpo humano pueden causar consecuencias que van desde lesiones físicas secundarias como, por ejemplo: golpes y caídas, hasta la muerte por fibrilación ventricular, tetanización o asfixia. Otras causas tales como contracciones musculares, aumento de la presión sanguínea, dificultades de respiración y parada temporal del corazón, pueden producirse sin fibrilación ventricular. Estos efectos no son mortales, son, normalmente, reversibles y, a menudo, producen marcas por el paso de la corriente. Las quemaduras profundas pueden llegar a ser mortales.

En la siguiente gráfica se muestran las magnitudes de corriente a los que puede estar expuesto el ser humano por contacto y sus efectos:

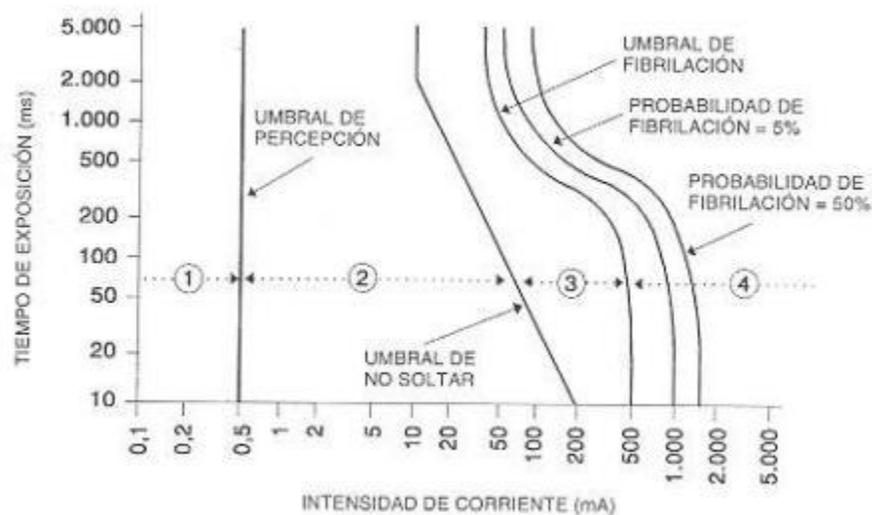


Figura 2.-Distancia mínima de trabajo.

Estos efectos dependen, principalmente, de la intensidad de contacto, así como de la duración del paso de la corriente. Sin embargo, es importante destacar la importancia de la resistencia corporal, puesto que se encarga de limitar la intensidad de contacto:

$$I=U/Rc \text{ humano}$$

U: Tensión de contacto soportada.

Rc: Resistencia del cuerpo humano.



Cabe destacar que la resistencia corporal no es constante, sino que depende de una serie de factores, principalmente del trayecto de la corriente, de la tensión de contacto, del estado de humedad de la piel, de la duración del paso de la corriente, de la frecuencia de la corriente, de la superficie de contacto, así como de las propias características fisiológicas del accidentado.

En la siguiente tabla se indican los efectos de una corriente alterna de 50 Hz en el hombre:

Intensidad	Efectos fisiológicos que se observan en condiciones normales
0 - 0,5 mA	No se observan sensaciones ni efectos. El umbral de percepción se sitúa en 0.5 mA
0,5 - 10 mA	Calambres y movimientos reflejos musculares. El umbral de no soltar se sitúa en 10 mA
10-25 mA	Contracciones musculares. Agarrotamiento de brazos y piernas con dificultad de soltar objetos. Aumento de la presión arterial y dificultades respiratorias.
25-40 mA	Fuerte tetanización. Irregularidades cardíacas. Quemaduras. Asfixia a partir de 4 s
40 - 100 mA	Efectos anteriores con mayor intensidad y gravedad. Fibrilación y arritmias cardíacas.
~ 1 A	Fibrilación y paro cardíaco. Quemaduras muy graves. Alto riesgo de muerte.
1 - 5 A	Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte

Tabla 3.-efectos del paso de la corriente alterna a 50 Hz por los hombres

Objetivo de la NOM-001-SEDE-2012

La propia Norma dice que el objetivo principal es establecer los lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de energía eléctrica con el fin de ofrecer condiciones adecuadas a las personas y sus propiedades en lo referente con la protección contra:

- Las descargas eléctricas
- Los efectos térmicos
- Las sobrecorrientes
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

Descargas eléctricas

Las descargas eléctricas se reciben cuando la corriente eléctrica pasa a través del cuerpo. Esto puede ocurrir en situaciones diferentes. Siempre que dos cables tengan diferente voltaje, la corriente pasará entre ellos si están conectados. Su cuerpo puede conectar los cables si los toca a ambos al mismo tiempo. La corriente pasará a través de su cuerpo.

Una descarga eléctrica es el paso de la corriente por el cuerpo de una persona, y solo si causa la muerte se le denomina electrocución.

Los efectos de la descarga eléctrica dependen, entre otras cosas, del tiempo de exposición, el tipo de corriente, su magnitud y el estado de la persona en el momento del contacto. Pueden ir desde pequeñas quemaduras, convulsiones, asfixia, hasta la muerte instantánea.

La mayoría de las descargas eléctricas en personas suceden por accidentes domésticos y laborales, generalmente provocadas por una instalación deficiente o el uso de aparatos con elementos deteriorados por el uso o el tiempo. También existe un fenómeno natural que puede provocar este tipo de siniestros: los rayos, cuya elevada tensión (voltaje) los vuelve generalmente mortales.

Efectos térmicos

Cuando la corriente eléctrica fluye por una resistencia eléctrica esta se calienta. El calor producido depende de la energía eléctrica consumida por la misma, es decir, del producto de la potencia por el tiempo. El efecto térmico puede provocar inconvenientes en las instalaciones eléctricas como, por ejemplo, el calentamiento que se produce en los conductores de las líneas eléctricas cuando son recorridas por la corriente.

Sobrecorrientes.

Una sobrecorriente puede ser una corriente de sobrecarga o de corto circuito. La corriente de sobrecarga es una corriente excesiva en relación a la corriente nominal de operación. Se presenta en los conductores y en otros componentes de un sistema de distribución. Las sobrecargas son en la mayoría de las veces, más frecuentes entre un rango de una a seis veces el nivel de corriente nominal. Y en cortocircuito pueden ser cientos de veces mayores que la corriente nominal de operación.

Las especificaciones de la NOM se dividen en partes, en los capítulos 1, 2, 3 y 4 son de aplicación general, y los 5, 6 y 7 son dedicados a ambientes especiales, equipos u otras condiciones especiales. Los capítulos 1, 2, 3 y 4, se aplican a toda instalación, excepto lo modificado por los capítulos 5, 6, y 7, que son para condiciones particulares

2.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE CARÁCTER GENERAL.

Del capítulo 1 al capítulo 4 de la NOM está establecido la manera correcta en la cual tiene que estar una instalación eléctrica sea cual sea el lugar, no habla directamente de un ambiente específico, sea cual sea el tipo de instalación, los capítulos ya antes mencionados serán aplicables.

Estos capítulos hablan de las cosas que en cualquier instalación eléctrica estarán presentes, como es el caso de requisitos para la instalación eléctrica, conductores puesta a tierra, circuitos derivados, alimentadores, acometidas, alambrado, conductores, protecciones, etc.

Requisitos de las instalaciones eléctricas.

- En las instalaciones eléctricas deben utilizarse materiales y equipos que cumplan con las normas oficiales mexicanas, con las normas mexicanas, y a falta de esas ostentar las especificaciones internacionales, como las del país de origen.
- Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta o instructivo.
- Las tensiones utilizadas de corriente alterna en toda la NOM son: 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 280Y/277, 480, 600Y/347 o 600 volts. La tensión nominal de un equipo no debe de ser menor a la tensión real del circuito.
- Los conductores que transportan corriente, deben de ser de cobre, a no ser que la NOM indique la utilización de otro material y si es así el tamaño de los conductores deberá ser cambiado.
- Los métodos de alambrado reconocidos se permiten en cualquier tipo de edificio siempre que la NOM no indique lo contrario.
- Las aberturas no utilizadas por el equipo deberán taparse para que ofrezcan una protección sustentablemente equivalente a la cubierta del equipo.

Áreas Peligrosas (Clasificadas) Específicas.

510-1. Alcance. Los artículos 511 al 517 establecen requisitos para locales o partes de locales que son o que pueden ser peligrosos debido a la concentración atmosférica de líquido, gases o vapores inflamables, o debido a la acumulación o depósitos de materiales que pueden ser de fácil ignición.

510-2. Generalidades. Las reglas generales de esta NOM y lo especificado de los Artículos

500 al 504 se aplican al alambrado eléctrico y equipo en locales dentro del alcance de los artículos 511 al 517, excepto como esas reglas son modificadas en los artículos 511 al 517. Cuando en un lugar específico existan condiciones inusuales, una persona clasificada debe decidir sobre la aplicación de las reglas específicas.

2.3 DEFINICIONES.

Áreas de atención del paciente: son las áreas de las instalaciones en lugares de atención de la salud en las cuales se examinan o se trata al paciente; se clasifican con áreas de atención general y áreas de atención crítica, pudiera ser cualquiera de ellas clasificada como lugares con procedimientos húmedos o mojados.

Áreas De Atención General: al servicio que cuenta con camas censables para atender pacientes internos, proporcionar atención médica con el fin de realizar diagnósticos, aplicar tratamientos y cuidados continuos de enfermería. En esta área puede ser necesario que los pacientes estén conectados con equipo médico tales como electrocardiógrafos, aspiradores, monitores de signos vitales, etc.

Áreas de atención crítica: son espacios de atención especial tales como: terapia intensiva, terapia inmediata, salas de operaciones, áreas de recuperación, cirugía de corta estancia, urgencias, unidades de cuidados coronarios, hemodiálisis y diálisis peritoneal y/o áreas similares en las cuales los usuarios (pacientes) estén sujetos a procedimientos invasivos y conectados a equipos médicos de alta tecnología que estén energizados mediante contactos grado hospital.

Artículo 517 Instalaciones En Establecimientos De Atención A La Salud

517-1. Alcance. Las disposiciones de este artículo establecen criterios para la construcción e instalaciones eléctricas en establecimientos de atención de la salud de seres humanos.

Los requisitos no solo se aplican a edificios con funciones únicas para la atención a la salud, sino también aquellos que en forma individual considerando las respectivas formas de atención a los pacientes, están dentro de un edificio de múltiples funciones. Este artículo no se aplica en instalaciones veterinaria

Lugares con procedimientos húmedos o mojados: son los locales de atención a pacientes donde normalmente existen condiciones de humedad mientras esta presente el paciente. Estas áreas incluyen depósitos con fluidos a nivel del piso o áreas de trabajo que rutinariamente estén húmedas o mojadas siempre y cuando alguna de estas condiciones este íntimamente relacionada con el uso de equipos médicos, los pacientes y con el personal. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un lugar con procedimientos húmedos o mojados.

Circuitos derivados críticos: son los circuitos conectados al sistema de emergencia que suministran energía para la iluminación de las áreas de trabajo; equipos especiales y contactos seleccionados que funcionan en lo relacionado con la atención a los pacientes. Estos circuitos están conectados a la fuente de suministro normal y se conectan automáticamente a las fuentes alternas de energía, durante la interrupción de la fuente normal de suministro por medio de



uno o varios desconectores de transferencia con control de retardo de tiempo para la toma de carga y transición cerrada.

Contacto grado hospital: al dispositivo polarizado que debe contar con conectores para instalarle o fijarle los conductores de un circuito eléctrico, incluyendo el conductor con aislamiento de puesta a tierra para los equipos médicos, que debe de servir para que se le enchufe una clavija que debe hacer una conexión afectiva por contacto mecánico y eléctrico de sus espigas con las mordazas del contacto. Los contactos grado hospital deben instalarse solamente dentro de la vecindad del paciente en las áreas de atención general y áreas críticas de pacientes.

Corriente peligrosa: es la corriente que puede fluir a través de una baja impedancia que se conecte entre cualquiera de los conductores aislados y el conductor de puesta a tierra del monitor de aislamiento en un sistema eléctrico aislado.

Corriente peligrosa de falla: la corriente peligrosa puede fluir en el sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y equipos conectados, excepto monitor de aislamiento.

Corriente peligrosa del monitor: la corriente peligrosa que circula a través del monitor de aislamiento entre línea y tierra.

Corriente peligrosa total: La corriente peligrosa que circula en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y aparatos fijos conectados a él, incluyendo la corriente peligrosa del monitor.

Grado hospital: denominación que se utiliza para los dispositivos por el que pasa el fluido eléctrico tales como contacto, clavijas, cajas de pared, interruptores de circuito por falla a tierra, entre otros y que cumplen con especificaciones y estén aprobados para su uso.

Sistema de equipos: Sistema compuesto de circuitos alimentadores y derivados, conformados para su conexión automática con retardo de tiempo o en forma manual a las fuentes alternas de energía del sistema eléctrico esencial, con los propósitos de suministrar energía a algunos equipos eléctricos de utilización y a los equipos médicos, cuya operación es necesaria para asegurar la continuidad de los servicios y la seguridad del establecimiento para la atención de la salud.

Sistema eléctrico esencial: sistema compuesto por los sistemas de emergencia y de equipos, constituido por una o varias fuentes alternas de energía con todos los circuitos de distribución, dispositivos y equipos eléctricos conectados. Debe de diseñarse para garantizar la continuidad de la energía eléctrica en establecimientos de atención a la salud, durante la interrupción del suministro de la fuente normal y para minimizar los problemas ocasionados por las fallas internas en los sistemas eléctricos esencial y no esencial.

Vecindad del paciente: es el espacio dentro del cual el paciente puede estar en contacto con las superficies expuestas o algún asistente que pueda tocarlo. Típicamente la vecindad de un paciente comprende un espacio de al menos 1.80 metros del perímetro de la cama o mesa de procedimientos o mesa quirúrgica hasta donde se encuentre una pared, mampara o cortina de separación. Extendiéndose además verticalmente, a no menos de 2.30 metros sobre el nivel

de piso.

Alambrado y Protección.

517-10. Aplicación.

a) Aplicación. La Parte B debe aplicarse a todos los establecimientos de atención de la salud, identificados de acuerdo a los servicios médicos que se otorguen a los pacientes, estos establecimientos están descritos en 517-2.

b) No Aplicación. La parte B no se aplica en lo siguiente:

Oficinas administrativas, corredores o áreas de circulación, estacionamientos, casas de máquinas, salas de espera y áreas generales de los hospitales, así como en establecimientos de atención de la salud tales como clínicas, centros de salud y unidades de consulta externa.

(2) En las áreas de atención limitada, en las que se utilicen exclusivamente como dormitorios y alojamiento de pacientes, en las instalaciones eléctricas para estos locales o áreas, se les debe aplicar lo indicado en los Capítulos 1 y 4 de esta NOM.

517-11. Criterios generales de instalación y construcción. El objetivo de esta sección es establecer los requisitos y las especificaciones técnicas que deben aplicarse a las instalaciones eléctricas y en los métodos de alambrado, con el propósito de minimizar los peligros derivados de la utilización de la energía eléctrica al mantener bajas las diferencias de potencial al quedar energizadas, por diversas causas, las superficies conductoras expuestas y con las cuales el paciente, médicos y enfermeras pueden tener contacto directo o indirecto.

NOTA: En las áreas de atención crítica, es difícil impedir la incidencia de una trayectoria conductiva o capacitiva desde el cuerpo del paciente a cualquier objeto o superficie metálica conectada a tierra, porque esa trayectoria se puede establecer accidentalmente, a través del uso de equipos y dispositivos médicos directamente conectados al paciente y las superficies eléctricamente conductoras conectadas a tierra con las que el paciente pueda tener contacto directo o indirecto, entonces los equipos o dispositivos médicos pueden convertirse en posibles fuentes de energía eléctrica y el flujo o paso de corriente pudiera incluir en su trayectoria al cuerpo del paciente y también al personal médico y de enfermería, estos riesgos se incrementan al asociar más equipos, dispositivos médicos con el paciente y, por tanto, se requiere incrementar las precauciones y minimizar los riesgos derivados del uso de la energía eléctrica.

Para el control de los riesgos de descargas eléctricas dentro de la vecindad del paciente, es necesario limitar el flujo de corriente obteniéndose una reducción en las diferencias de potencial que puedan aparecer entre las superficies conductoras expuestas y los dispositivos y equipos médicos conectados directamente a los pacientes, este flujo de corriente pudiera recorrer una trayectoria cuyo circuito incluye el cuerpo del paciente y debe limitarse mediante algún método para interrumpir o limitar el flujo de la corriente peligrosa, estos métodos consisten en incrementar la resistencia del circuito conductor o aumentar el nivel del aislamiento de las superficies expuestas que podrían energizarse, en algunos casos es conveniente la aplicación en forma combinada de los dos métodos antes mencionados.

Análisis de los factores para que suceda un accidente eléctrico en salas de operaciones y cuidados intensivos:

- 1) a probabilidad de que una parte metálica conductora de los equipos conectados a los circuitos de energía estará al alcance del paciente.
 - 2) La posibilidad de la exposición directa de un conductor “vivo” a través de un cable dañado o de un receptáculo. La probabilidad de que las partes metálicas expuestas del equipo a través de algún accidente razonablemente creíble podrían convertirse en "vivo"
 - 3) La probabilidad de que el equipo se dañe accidentalmente o por su mal funcionamiento, alguna de las partes metálicas conductoras se convierte en "vivo", es decir, electrificada.
 - 4) La probabilidad de que las partes metálicas expuestas no están conectada a tierra o accidentalmente se convierten sin conexión a tierra.
 - 5) La probabilidad de que el paciente (o miembro del personal que atiende al paciente o el visitante) hará un buen contacto con el paciente y con la superficie metálica conductora expuesta y potencialmente viva.
 - 6) La probabilidad de que una segunda superficie conductora expuesta es o puedan, a través de un evento razonablemente creíble, convertirse en conexión a tierra y que también está al alcance del paciente.
 - 7) La probabilidad de que el paciente (o miembro del personal que atiende al paciente o visitante) hará un buen contacto con esa superficie conectada a tierra y con el paciente.
 - 8) La probabilidad de que el flujo de corriente resultante será suficiente para causar una lesión o daño al paciente o al personal o al visitante.
- 517-12. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los Capítulos 1 al 4 de esta NOM, excepto por modificaciones que se especifiquen en este Artículo.
- 517-13. Conexión de puesta a tierra de contactos y equipo eléctrico fijo en las áreas de cuidado de pacientes. El alambrado en las áreas de cuidado de pacientes debe cumplir con 517-13(a) y (b).

Métodos de alambrado: Todos los circuitos derivados que alimenten a las áreas de atención de pacientes deben proveerse de una trayectoria efectiva de puesta a tierra de equipos para conducir la corriente eléctrica de falla a tierra, esta trayectoria debe establecerse a través de un sistema de canalización metálica o cable armado. El sistema de canalización metálica o cable armado con cubierta metálica ensamblado en fábrica, deben calificarse como conductores eficientes de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-118.

Excepción: Se permite que un puente de unión formado por un conductor con aislamiento, conecte directamente el conductor para puesta a tierra de equipo a la caja metálica para dispositivos y al conector para la puesta a tierra de los contactos grado hospital.

b) Conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos.

(1) Generalidades. En las áreas de atención a pacientes, se debe de utilizar un conductor de cobre con aislamiento de puesta a tierra de equipos instalado con los conductores del circuito derivado, todos los conductores del circuito derivado deben instalarse de acuerdo con los métodos de alambrado permitidos en el inciso (a) inmediato anterior.

El conductor de cobre con aislamiento de puesta a tierra de equipos, debe conectarse a las terminales o conectores para la puesta a tierra de los equipos y dispositivos médicos como sigue: Al conector color verde que conecta la terminal a tierra de los contactos.

(2) A los conectores para puesta a tierra de las cajas metálicas, de paso, para dispositivos y de conexiones, así como a los conectores o barras de los envolventes metálicos que alojan a los contactos y dispositivos de desconexión.

(3) A las superficies expuestas de los equipos fijos y dispositivos médicos que funcionen a más de 100 volts, que puedan quedar energizadas y estén sujetas al probable contacto con pacientes o personas.

Excepción: Se permite conectar, mediante un puente de unión formado por un conductor con aislamiento al conductor de puesta a tierra de equipos, la caja y la terminal de puesta a tierra de los contactos.

Excepción 1 al inciso 3): Se permite que las placas exteriores metálicas de los contactos, se conecten a tierra por medio de tornillos metálicos, los cuales fijan la placa metálica a la caja metálica que aloja al dispositivo de salida o al dispositivo de salida del alambrado o al conector de la terminal de puesta a tierra de los contactos

Excepción 2 al inciso 3): Se permitirá que las luminarias ubicadas a más de 2.30 metros sobre el piso, y los interruptores localizados fuera de la vecindad del paciente, estén conectadas a una trayectoria de retorno de puesta a tierra de equipos que cumpla con 517-13(a).

517-14. Puentes de unión entre tableros de alumbrado y control. Las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control, tanto de los circuitos normales como de los circuitos esenciales, que sirven a la misma vecindad del paciente, deben interconectarse con conductores de cobre aislados de tamaño nominal no menor de 5.26 mm^2 (10 AWG). Donde haya dos o más tableros del sistema de emergencia alimentados por diferentes desconectores de transferencia que suministren energía a la misma vecindad del paciente, se deben de unir las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos, de estos tableros, con un conductor de cobre tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG), se permite que el conductor de un tablero que une a otro termine en cada barra para la conexión de los conductores para puesta a tierra de equipos.

517-16 Contactos con terminal aislada para puesta a tierra. No se deben instalar contactos con terminal aislada para puesta a tierra que se mencionan en 250-146(d), ya que se pierde la redundancia de la trayectoria de puesta a tierra de equipos, dispositivos e instrumentos

médicos requerida en 517-13(a) y (b).

517-17. Protección contra falla a tierra

Aplicación. Los requerimientos de esta sección, se deben aplicar a los hospitales y a otros edificios, incluidos los edificios con múltiples ocupaciones, que proporcionen servicios de atención de la salud a pacientes en áreas de cuidados críticos o que utilicen equipos de soporte de vida. También se deben aplicar en los edificios que proporcionan los servicios de suministro al sistema eléctrico esencial para la operación de las áreas de atención crítica o de los equipos de soporte de vida.

Alimentadores. Cuando la protección de equipos contra falla a tierra, está instalada en el medio principal de desconexión de la acometida o del alimentador, de acuerdo a las especificaciones de las secciones 230-95 ó 215-10 respectivamente, se debe instalar una protección adicional del mismo tipo al de los instalados en el medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador, esta protección adicional debe instalarse en el siguiente nivel o etapa en el lado carga y en cada uno de los circuitos alimentadores. Tales protecciones consistirán de dispositivos de sobrecorriente y transformadores de corriente o por otro equipo de protección equivalente, el cual debe iniciar la apertura del dispositivo de desconexión abriendo solamente el circuito alimentador involucrado en la falla.

No se deben de instalar estos dispositivos adicionales de protección de equipos contra falla a tierra en el lado de la carga de los circuitos alimentadores del sistema eléctrico esencial.

Selectividad. Para la selectividad completa al 100 por ciento entre las protecciones de los equipos por falla a tierra instalados en los medios de desconexión principal de la acometida o del alimentador, y las protecciones para los equipos por falla a tierra instaladas en los medios de desconexión de los circuitos alimentadores de la segunda etapa o nivel hacia la carga, los ajustes y calibraciones se deben efectuar de tal manera que si se presenta una falla a tierra en el lado de la carga de cualesquier circuito alimentador, se deberá abrir el dispositivo de desconexión del alimentador y no el del medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador. Para este efecto, los ajustes y calibraciones requeridas, se deben realizar de acuerdo a las características de las gráficas tiempo-corriente de las protecciones y estar conforme a las recomendaciones del fabricante. Los ajustes y calibraciones deben establecer un intervalo de tiempo de separación entre las bandas de operación de la protección del desconectador principal y de las protecciones de los desconectores de la segunda etapa o nivel de protección hacia la carga en los circuitos alimentadores. Para obtener una precisión del 100 por ciento de selectividad, se deben considerar los tiempos de funcionamiento desde la detección de la falla hasta la apertura de los medios de desconexión y las tolerancias entre las bandas de operación de los dispositivos de desconexión que se coordinarán.

Cuando en un sistema de suministro normal de energía eléctrica del establecimiento de atención de la salud, se proporcione en el medio de desconexión principal con una protección para equipos contra falla a tierra y además se instala un desconectador de transferencia en el sistema de suministro normal, para la interconexión con otro sistema de suministro alternativo de energía eléctrica en casos de interrupciones y se podrán requerir e instalar medios y dispositivos que aseguren que los sensores capten completamente la corriente de falla a tierra. **Pruebas.** Cuando se instale el equipo de protección de falla a tierra por primera vez, debe probarse cada nivel para asegurar el cumplimiento del inciso (c) anterior.

2.4 INSTALACIONES EN DIFERENTES ÁREAS

517-18 Áreas de atención general.

Circuitos derivados dentro de la ubicación de las camas de pacientes. A cada ubicación de la cama de paciente, se le debe suministrar cuando menos dos circuitos derivados, uno del sistema de emergencia y otro del sistema eléctrico normal, todos los circuitos derivados del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los circuitos derivados sirviendo a la ubicación de la cama del paciente, no deben formar parte de un circuito derivado multiconductor.

Excepción 1: Un circuito derivado que alimente solamente a salidas o contactos para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos X móvil o portátil, no se requiere que sea alimentado desde el mismo tablero.

Excepción 2: Los requerimientos del 517-18(a) no se aplican a la ubicación de camas de pacientes en clínicas, consultorios médicos y dentales, instalaciones de consulta externa, hospitales para rehabilitación, hospitales psiquiátricos, hospitales para el tratamiento contra las adicciones y áreas de atención limitada, los que deben cumplir cuidadosamente los requerimientos indicados en 517-10.

Excepción 3: La ubicación de la cama del paciente dentro de un área de atención general, no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si los circuitos derivados están alimentados por dos desconectadores de transferencia diferentes conectados al sistema de emergencia.

Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes. Cada ubicación de la cama del paciente, debe estar provista como mínimo de cuatro contactos, deben ser de los tipos sencillo, dúplex y cuádruplex o una combinación de estos tipos. Todos los contactos, si son cuatro o más, deben ser aprobados tipo grado hospital y así identificarlos. Cada contacto debe estar puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado de tamaño nominal seleccionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

Excepción 1: Los hospitales psiquiátricos, de tratamiento contra las adicciones y para rehabilitación, deben reunir los requerimientos indicados en 517-10(b)(2)

Excepción 2: Los cuartos de seguridad psiquiátrica no requieren salidas de contactos.

En instalaciones existentes con contactos que no sean grado hospital, no es necesario su reemplazo inmediato por contactos grado hospital, pero cada vez que sea necesario reemplazar alguno se debe preparar dicho reemplazo e instalar contactos grado hospital. Igualmente se deberán instalar contactos grado hospital cuando se remodele, se adapte o se ejecuten obras para ampliar o modificar cualquier área de atención general.

Áreas de pediatría. Los contactos que se localicen dentro de los cuartos, baños, cuartos para juegos, cuartos para actividades y áreas designadas para pediatría, deben ser contactos resistentes a la manipulación.

2.5 ÁREAS DE ATENCIÓN CRÍTICA

Circuitos derivados dentro de la ubicación de las camas de pacientes. Cada cama de paciente debe tener cuando menos dos circuitos derivados, uno o más del sistema de emergencia y uno o más del sistema normal; cuando menos un circuito de emergencia debe alimentar a contactos en esta ubicación de la cama. Todos los circuitos del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los contactos del sistema de emergencia deben estar identificados y también deben indicar el tablero de alumbrado y el número del circuito derivado al que están conectados. Los circuitos derivados que alimentan a la ubicación de la cama del paciente, no deben formar parte de un circuito multiconductor

Excepción 1: Los circuitos derivados que alimentan sólo a contactos y a equipo de uso especial, dentro de la ubicación de las camas para la atención crítica, pueden estar alimentados desde otros tableros de alumbrado y control de la fuente normal.

Excepción 2: La ubicación de la cama del paciente dentro de un área de atención crítica, no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si los circuitos derivados están alimentados de dos desconectores de transferencia diferentes conectados al sistema de emergencia.

Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes.

Cantidad mínima y su alimentación del sistema. Cada ubicación de la cama para el paciente debe estar provista como mínimo de seis contactos, cuando menos uno debe ser conectado como sigue:

- (1) Al circuito derivado del sistema normal requerido en 517-19(a)
- (2) A un circuito derivado del sistema de emergencia alimentado por un desconector de transferencia diferente del de los otros contactos de la misma área.

Características de los contactos. Los contactos requeridos en 517-19(b)(1), pueden ser del tipo sencillo, dúplex, cuádruplex o una combinación de ellos. Todos los contactos deben ser grado hospital y deben estar así identificados; cada contacto debe contar con una conexión a un punto de puesta a tierra dentro de la vecindad del paciente, por medio de un conductor de cobre con aislamiento de puesta a tierra de equipo.

Puesta a tierra y puentes de unión en la vecindad del paciente. Dentro de la vecindad del paciente se debe instalar un punto de puesta a tierra dotado de conectores aprobados para

puesta a tierra redundante de los equipos y dispositivos médicos, adicionalmente debe instalarse un puente de unión de tamaño nominal no menor de 5.26 mm^2 (10 AWG), para conectar la terminal de puesta a tierra de todos los contactos con terminal de puesta a tierra, con ese punto de referencia a tierra en la vecindad del paciente. El conductor para puesta a tierra mencionado, puede ser instalado en forma radial o en anillo, según convenga.

Para cumplir con lo requerido en la sección 517-11 sobre la protección a los pacientes sujetos a procedimientos invasivos con trayectorias directas al corazón, se debe minimizar la distancia entre el punto de puesta a tierra en la vecindad del paciente y el punto de referencia a tierra del tablero del sistema eléctrico aislado y evitar cualquier diferencia de potencial superior a 20 milivolts que puede electrocutar al paciente.

Puesta a tierra y unión de equipo. Cuando se tiene un sistema eléctrico puesto a tierra y se instalan canalizaciones metálicas o cables tipo MI o MC los cuales están aprobados como conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-118, se debe asegurar una trayectoria de puesta a tierra en las envolventes y gabinetes metálicos de los tableros de distribución, en los tableros de alumbrado y control y en los tableros del sistema eléctrico, por algunos de los métodos siguientes:

Una contratuerca y monitor para conexión a tierra y un conductor de cobre continuo utilizado como puente de unión y seleccionada de acuerdo a 250-122.

Efectuar la conexión de la canalización metálica o cables MC o MI del alimentador al tablero, por medio de bridas terminales roscadas planas o bridas de copa.

Otros dispositivos tales como contratuercas o conectores de tipo unión

Técnicas de protección adicional en áreas de atención crítica (opcional). Los sistemas de energía aislados, se deben instalar en áreas de atención crítica de acuerdo a 517-11, estas áreas son: Salas de operaciones, terapias intensivas, así como en áreas donde se practiquen rutinariamente cualquier procedimiento invasivo en el que se pudiera involucrar el cuerpo y el corazón del paciente y en el que con el uso de un sistema de energía puesto a tierra o aterrizado, pudiera el paciente morir electrocutado. El sistema de energía aislado debe ser aprobado en conjunto con todas sus partes componentes ensambladas y contenidas dentro de su gabinete o envoltorio metálica, para este propósito, el sistema debe ser seleccionado, diseñado, instalado, operado, conservado y probado cumpliendo con lo indicado en 517

2.6 GENERADORES DE EMERGENCIA

Los generadores deben de ser tipo 10, clase x y nivel 1.

El Tipo se Define con el tiempo máximo en segundos en el que la fuente alterna de energía (EPSS), deberá de proporcionar la energía eléctrica aceptable en calidad y cantidad, en las terminales de la carga del desconector de transferencia. Ver Tabla 4.1 (b).

Table 1(b) Tipo de Electric Power System (EPS)

Designación	Restauración de energía
Tipo U	Básico interrumpible (UPS systems)
tipo 10	10 sec
tipo 60	60 sec
tipo 120	120 sec
tipo M	Manual stationary or nonautomatic — no time limit

La clase se define por el tiempo mínimo en horas en el que la fuente alterna de energía (EPSS), es diseñado para operar a su carga nominal sin ser reabastecido de combustible. Ver tabla (a).

Table 2 (a) Clasificación de Electric Power System (EPS)

Clase	Tiempo mínimo
Clase 0.083	0.083 hr (5 min)
Clase 0.25	0.25 hr (15 min)
Clase 2	2 hrs
Clase 6	6 hrs
Clase 48	48 hrs
Clase X	Otro tiempo definido en horas, para diferentes aplicaciones o usos.

Nivel. (EPSS)

Este estándar reconoce dos niveles de sistemas para su instalación, funcionamiento y mantenimiento.

El sistema nivel 1 debe ser instalado cuando la falla del equipo (EPSS) en su operación o en su funcionamiento, resulta en pérdida de la vida humana o en serios perjuicios a la salud de las personas.

El sistema nivel 2 debe ser instalado cuando la falla del equipo (EPSS) en su operación o



funcionamiento, es menos crítica para la vida y seguridad humana, y donde la autoridad con jurisdicción debe de permitir un más alto grado de flexibilidad que el permitido para el sistema nivel 1.

El convertidor de energía (EPS) para sistemas nivel 1 debe ser específicamente diseñado, ensamblado y probado para asegurar la operación confiable del sistema bajo las condiciones siguientes:

1. Corto circuitos.
2. Incrementos repentinos de cargas debidas al arranque de los motores.
3. Operación de los elevadores.
4. Controladores con base en rectificadores de silicio (SCR).
5. Equipos de rayos X.
6. Sobre velocidad, sobre temperaturas y sobrecargas
7. Condiciones ambientales adversas.

517-40. Sistemas eléctricos esenciales para enfermerías y áreas de atención limitada

a) Aplicación. Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) a 517-44, deben aplicarse a la central de enfermeras, asilos y en áreas de atención limitada.

Excepción: Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) hasta 517-44, no deben aplicarse a edificios independientes utilizados como central de enfermeras, asilos y áreas de atención limitada, siempre que se aplique lo siguiente:

- a. Que se mantengan políticas de admisión y salida de pacientes que impidan la prestación de cuidados a pacientes o residentes que puedan requerir equipo de soporte a la vida.
- b. Que no se ofrezca un tratamiento quirúrgico que requiera anestesia general.
- c. Que esté provista de sistema(s) automático(s) operado(s) con baterías o equipo que sea efectivo por lo menos 1.5 horas y esté por otra parte, de acuerdo con lo indicado en la Sección 700-12. Además, debe ser capaz de suministrar alumbrado de emergencia para puertas y corredores de salidas, escaleras, centrales de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, cuartos de calderas y áreas de comunicaciones. Este sistema debe también suministrar energía para operar todos los sistemas de alarma.

b) Centros para cuidado hospitalario de pacientes internos. Las áreas de atención limitada que proporcionen servicios a pacientes que necesiten equipo eléctrico de soporte de vida, el sistema eléctrico esencial desde la alimentación hasta la parte de la instalación donde se tratan tales pacientes debe cumplir con lo requerido en la Parte C, Sección 517-30 a 517-35

c) Instalaciones contiguas o ubicadas dentro de hospitales. Se permite que las áreas de atención limitada contiguas o ubicadas dentro de hospitales tengan su sistema eléctrico esencial alimentado por el del hospital.

NOTA: Para información operación, mantenimiento y pruebas requeridas de sistemas eléctricos esenciales en áreas de atención limitada, ver apéndice B y E

2.7 SISTEMAS ELÉCTRICOS ESENCIALES

a) **Generalidades.** Los sistemas eléctricos esenciales de las áreas de atención limitada deben constar de dos circuitos derivados capaces de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales sean considerados esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva del área durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Estos dos circuitos derivados independientes deben ser el de seguridad de vida y el crítico.

b) **Desconectores de transferencia.** El número de desconectores de transferencia a utilizar se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más desconectores de transferencia, (ver **Figura 4**). Se permite que un desconector de transferencia alimente a uno o más circuitos derivados o sistemas eléctricos esenciales en una instalación con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kilovoltamperes (ver **Figura 3**)

NOTA: Para información sobre la selección, operación, mantenimiento y pruebas requeridas a los desconectores de transferencia en enfermerías y áreas de atención limitada ver apéndice B y E.

c) **Capacidad del sistema.** El sistema eléctrico esencial debe tener la capacidad adecuada para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y de los equipos, alimentados por cada circuito derivado en forma simultánea.

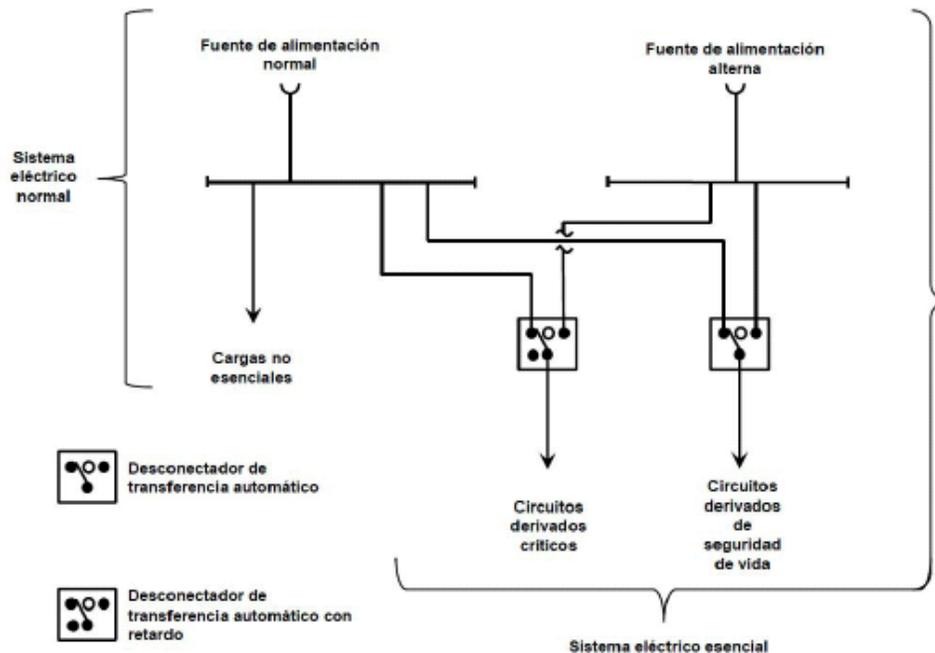


Figura 3.- arreglo de dos desconectores de transferencia para áreas de atención limitada.

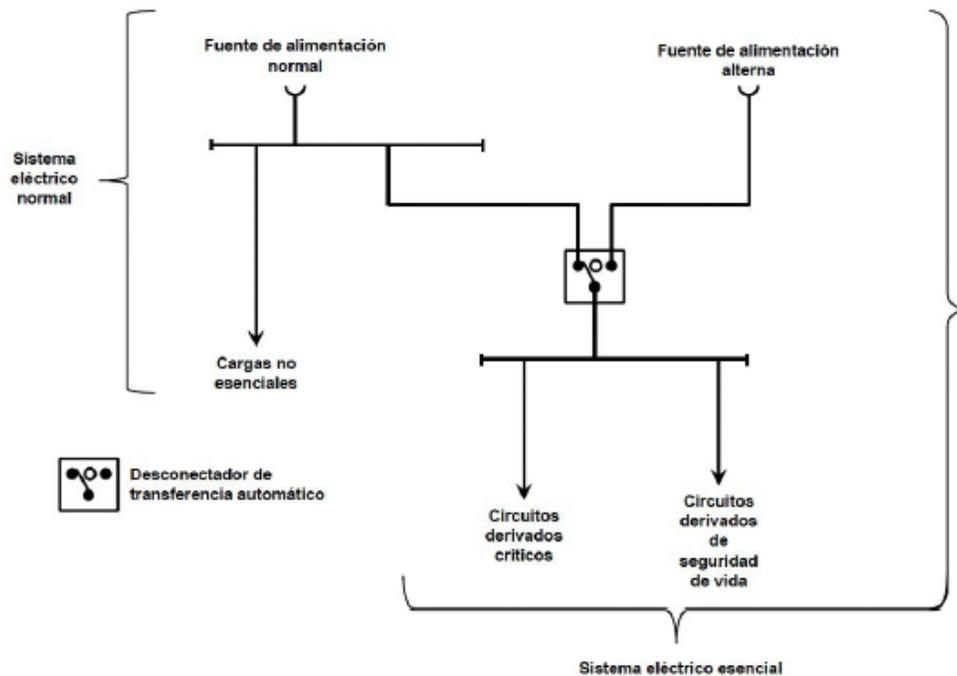


Figura 4.- arreglo de un desconectador de transferencia para áreas de atención limitada

Separación de otros circuitos. El circuito derivado de seguridad de vida debe estar totalmente independiente de otros alambrados y equipos, y no ocupar la misma canalización, cajas o gabinetes de otros alambrados, excepto en los casos siguientes:

- (1) En desconectadores de transferencia.
- (2) Estén en las luminarias de salida o de emergencia que son alimentadas de dos fuentes
- (3) Estén en una caja de empalmes común fijada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas de dos fuentes.

Se permite que el alambrado del circuito derivado crítico ocupe las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de seguridad de la vida.

e) Identificación del contacto. Las placas cubiertas exteriores para los contactos o los contactos por si mismos suministrados por el sistema eléctrico esencial deben tener un color distinto o marcas que los hagan fácilmente identificables.

517-42 Conexión automática al circuito derivado de seguridad para la vida. El circuito derivado de seguridad de vida debe ser instalado y conectado a una fuente alterna de energía de manera que todas las funciones de los servicios especificados en esta Sección se restablezcan automáticamente para su funcionamiento en un lapso menor que 10 segundos

después de la interrupción de la fuente normal. Ninguna otra función que las enumeradas en 517-42(a) hasta 517-42 (g) deben conectarse al circuito derivado de seguridad de vida. El circuito derivado de seguridad de vida debe suministrar energía para alumbrado, contactos y equipos:

a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación, tal como el alumbrado requerido para corredores, pasillos, escaleras, helipuerto y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas y áreas seguras. Se permite medios de conmutación para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes a los circuitos generales de alumbrado, siempre que uno de los dos circuitos se seleccione y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

b) Señalización de salidas. Las señales de salidas y señales de las rutas de salidas

c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas de incendio.

(2) Alarmas requeridas por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.

d) Sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación, cuando éstos se utilicen para transmitir instrucciones durante las situaciones de emergencia.

e) Comedores y áreas de recreación. Luminarias suficientes en comedores y áreas de recreación para proporcionar iluminación en las rutas de salida.

f) Local del grupo generador. El alumbrado del área de trabajo y contactos seleccionados en el lugar destinado para el grupo generador, además de iluminación de emergencia a base de baterías.

g) Elevadores. Sistemas de alumbrado control, comunicaciones y de señalización en las cabinas de los elevadores.

517-43 Conexión al circuito derivado crítico. El circuito derivado crítico debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en 517-43(a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento de la operación del circuito derivado de seguridad de la vida. Esta conformación debe también proceder para la conexión adicional del equipo aprobado en 517-43(b) por otros retardadores automáticos o de operación manual.

Excepción: Para sistemas eléctricos esenciales hasta de 150 kilovoltamperes, se permite la conexión sin retardo automático del sistema de equipos.

a) Conexión automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse para una conexión automática con retardo a la fuente alterna de energía.

(1) Áreas de atención de pacientes. Iluminación de trabajo y contactos seleccionados en:

- a. Áreas de preparación de medicamentos.
- b. Áreas de despacho en farmacias.
- c. Central de enfermeras

(2) Bombas para desagüe y otros equipos y otros equipos requeridos para operar con mayor seguridad los equipos médicos y sus sistemas de control y alarmas.

(3) Sistemas de control de detección de humos y presurización de escaleras.

(4) Sistemas de inyección y extracción para gases y humos en campanas de cocina, que requieran operar durante un incendio en o bajo la campana.

(5) Sistemas de inyección, retorno y extracción para cuartos de pacientes aislados por infección.

b) Conexión manual o automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse ya sea para una conexión manual o automática con retardo de tiempo a la fuente alterna de energía.

(1) Equipo de calefacción para cuartos de pacientes.

Excepción: La calefacción en las salas generales de pacientes durante la interrupción de la fuente normal no se requiere bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. La temperatura exterior de diseño es mayor que $-6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$; o
- b. La temperatura externa de diseño es menor que $-6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes que se alberguen, únicamente este cuarto requiere calefacción, o
- c. La instalación está alimentada por una fuente doble de energía como la descrita en 517-44 (c).

NOTA: La temperatura exterior de diseño está basada en el 97.5 por ciento del valor de diseño.

(2) Servicio de elevadores. En los casos en que la interrupción de energía provoque el paro de elevadores entre pisos, la instalación debe permitir la operación temporal de cualquier elevador para liberar a los pasajeros. Para los requisitos de alumbrado, control y sistemas de señalización, de la cabina del elevador

3) Iluminación, contactos y equipos adicionales se permitirán conectarse solamente al circuito derivado crítico.

Fuentes de energía

a) Dos o más fuentes independientes de energía. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes independientes de energía: una fuente normal generalmente alimentando al sistema eléctrico total y una o más fuentes alternas para su uso cuando la fuente normal se interrumpe.

b) Fuente alterna de energía. La fuente alterna de energía debe ser uno o varios generadores accionados por alguna forma de motores primarios y localizados en el mismo predio del usuario.

Excepción 1: Donde la fuente normal consista de unidades generadoras en el predio, la fuente alterna deberá ser cualquier otro grupo generador o una acometida externa de la empresa de servicio público.

Excepción 2: Las áreas de atención limitada y los lugares de atención limitada que cumplan los requisitos de 517-40 (a) y otros establecimientos de atención de la salud que cumplan los requisitos de 517-45, se permite el uso de un sistema de baterías o un sistema autónomo de baterías integrado en los equipos.

517-45. Sistemas eléctricos esenciales para establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios

a) Distribución eléctrica esencial. La fuente alterna del sistema de distribución eléctrica esencial debe ser una batería o un sistema generador.

b) Equipo de soporte de vida. Donde se requiera equipo de soporte de vida, el sistema eléctrico esencial debe ser como se describe en las secciones 517-30 a 517-35.

c) Áreas de atención crítica. Donde existan áreas de atención crítica el sistema eléctrico esencial debe ser como se describe en las secciones 517-30 a 517-35.

d) Sistemas de energía. Los sistemas de baterías deben instalarse de acuerdo con los requisitos del Artículo 700 y los sistemas de generación, deben ser como se describe en las secciones 517-30 a 517-35.

D. Locales de anestesia por inhalación

517-60. Clasificación de locales de anestesia

Las salas de operaciones, salas de tococirugía y locales donde se practique anestesia general con la aplicación al paciente de agentes anestésicos inhalatorios, se deben clasificar como lugares con procedimientos mojados o húmedos.

NOTA: Si cualquiera de los locales para anestesia definidos en 517-60 (a) o (b) es designado un local con procedimientos húmedos o mojados debe de cumplir con 517-20.

a) Áreas peligrosas (clasificadas)

1) Utilización del local. En locales donde se utilicen agentes anestésicos inhalatorios inflamables, el volumen hasta 1.52 metros por encima del piso terminado se debe clasificar como área peligrosa clasificada Clase 1, División 1. El volumen remanente hasta la estructura del techo, se considera como un área encima de un área peligrosa (clasificada).

NOTA: Para mayor información consultar los documentos que se señalan en los Apéndices B y E.

2) Locales para almacenamiento. Cualquier cuarto o local en el cual se almacenen agentes anestésicos inhalatorios o agentes desinfectantes inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 todo el volumen de piso a techo.

b) Áreas distintas a las peligrosas (clasificadas). Cualquier local para aplicación de anestesia por inhalación, diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como área peligrosa (clasificada).

2.8 ALAMBRADO Y EQUIPO

a) Dentro de áreas peligrosas (clasificadas).

1) **Aislamiento.** Excepto como se permite en 517-160, respecto a las fuentes de energía aisladas, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área de anestesia inflamable como se define en 517-60 (a), debe aislarse de cualquier sistema de distribución eléctrico conectado a tierra, mediante el uso de un sistema eléctrico aislado.

2) **Diseño e instalación.** El equipo del sistema eléctrico aislado debe estar aprobado para este propósito y el sistema debe estar diseñado e instalado para cumplir con 517-160.

3) **Equipo funcionando a más de 10 volts.** En las áreas peligrosas (clasificadas) referidas en 517-60 (a), todo el alambrado y equipo fijo y todo equipo portátil o móvil incluyendo luminarias y otros equipos que operen a más de 10 volts entre conductores, debe cumplir con los requisitos indicados en 501-1 a 501-25, 501-100 hasta 501-150, y 501-30 para áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 División 1. Todos los equipos deben estar aprobados específicamente para las atmósferas peligrosas involucradas.

4) **Extensión del área peligrosa (clasificada).** Si una caja, dispositivo, accesorio o envolvente, se encuentra parcial pero no totalmente dentro de un área peligrosa (clasificada), el área peligrosa incluirá a toda la caja, dispositivo, accesorio o envolvente involucrado.

5) **Contactos y clavijas.** Los contactos y clavijas dentro del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para uso en áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 Grupo C y deben tener un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos.

6) **Cordones flexibles.** Los cordones flexibles utilizados en áreas peligrosas (clasificadas) para la conexión de equipo portátil o móvil, incluso luminarias que funcionen a más de 8 volts entre conductores, deben ser aprobados para uso extra rudo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 400-4, e incluir un conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

7) **Almacenamiento del cordón flexible.** Se debe incluir un dispositivo para guardar el cordón flexible y éste no debe someterse a dobleces de un radio menor que 75 milímetros.

b) Áreas ubicadas por encima de áreas peligrosas (clasificadas) para aplicación de anestesia

- 1) **Métodos de alambrado.** El alambrado por encima de áreas peligrosas (clasificadas) descritas en 517-60, debe instalarse en conduit metálico pesado, tubo conduit metálico ligero, conduit metálico semipesado o cables del tipo MI o del tipo MC o MC-HL con una cubierta metálica continua hermética al gas y al vapor.
- 2) **Envoltorios de equipos eléctricos.** El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como luminarias y portalámparas para alumbrado fijo, interruptores, cortacircuitos, generadores, motores u otros equipos con escobillas deslizantes, debe de ser del tipo totalmente cerrado o construido de forma que evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Los contactos montados en los muros por encima del área peligrosa (clasificada) en los que se utilicen anestésicos inflamables, no requieren estar totalmente encerrados o sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas.

517-72. Medios de desconexión

- a) **Capacidad.** El circuito alimentador, para un equipo de rayos X, debe contar con un medio de desconexión con capacidad adecuada del 50 por ciento como mínimo del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor.
- b) **Ubicación.** El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde la consola de control del equipo de rayos X.
- c) **Equipo portátil y móvil.** Para equipo conectado a circuitos derivados de 120 volts y 30 amperes o menos, se permite el uso de contactos y clavijas del tipo de puesta a tierra de capacidad adecuada como medio de desconexión.

517-73. Ampacidad de los conductores y de las protecciones por sobrecorriente

a) Equipo de diagnóstico

- 1) **Circuitos derivados.** La ampacidad de los conductores de un circuito derivado y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente no deben ser inferiores al 50 por ciento de la capacidad de corriente del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado, cualquiera que sea mayor.
- 2) **Alimentadores.** La ampacidad de los conductores y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente de los alimentadores, para dos o más circuitos derivados que alimenten equipos de rayos X no deben ser menores al 50 por ciento de la demanda máxima instantánea del equipo más grande de rayos X, más el 25 por ciento de la demanda máxima instantánea del siguiente equipo de mayor capacidad, más 10 por ciento de la demanda momentánea de cada uno de los demás equipos de rayos X.

3. DESARROLLO

3.1 OBJETIVO

El objetivo de la memoria de cálculo es el de explicar en forma general los criterios utilizados en el cálculo, diseño y selección de las instalaciones eléctricas de media y baja tensión de tal forma que ofrezca las condiciones de seguridad y eficiencia a los diferentes usuarios del inmueble, cumpliendo los requisitos disposiciones oficiales de carácter obligatorio descritos en la norma oficial vigente, NOM-001-SEDE-2012 relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica de la ley general de salud, norma de diseño del instituto Mexicano de Seguro Social y de los términos de referencia emitidos por el gobierno del estado de Chiapas.

3.2 ALCANCE

El alcance de esta memoria incluye la propuesta para el suministro de energía eléctrica en media tensión en forma aéreo-subterránea con una subestación tipo pedestal particular propiedad del usuario, cálculo de su capacidad, protecciones eléctricas, tablero de distribución principal, generadores de emergencia, alimentadores eléctricos, tableros de alumbrado, circuitos derivados, balanceo de cargas y cálculo de alumbrado. Todo lo anterior, tomando en consideración las recomendaciones de los fabricantes de materiales y equipos y que se describen en sus catálogos de producto, mismos que están debidamente certificados y avalados por la Norma Oficial Mexicana NOM.

Materiales. - Todos los materiales a instalarse en esta obra serán nuevos y de primera calidad, mismos que deben estar certificados bajo las siglas “NOM” Norma Oficial Mexicana. El constructor deberá presentar los protocolos avisos de prueba de todos los materiales y equipos a instalarse de tal forma que se garantice la calidad, seguridad y vida útil de los mismos. Cuando en la presente memoria o en el proyecto se haga mención a determinados modelos de materiales y/o equipos de las distintas marcas comerciales, estas deberán respetarse ya que sus características técnicas sirvieron de base para el cálculo del proyecto y con los cuales se pretende alcanzar los parámetros proyectados.

Canalizaciones. - Las canalizaciones son los elementos que alojan en su interior a los conductores eléctricos. Toda la tubería a instalarse deberá ser cedula 40. Toda la tubería de la instalación interior de circuitos derivados que vaya ahogada en concreto o bajo repello en muro será del tipo Conduit de PVC servicio pesado. Por ningún motivo se permite alojar en las mismas canalizaciones conductores de instalaciones eléctricas con otras instalaciones: telefonía, voz, datos, etc.

Cajas de registro. - Las cajas de conexiones eléctricas empotradas en concreto, muros o aparentes, deberán ser reforzadas de lámina galvanizada o de PVC de las dimensiones adecuadas a los tubos que van a recibir.



Registros en piso. - Los registros de conexiones eléctricas de baja tensión en la red exterior de alumbrado serán hechos con tabique rojo, blocks de cemento-arena o tabicón repellado interiormente en terminado aplanado o prefabricados dejando en el fondo interior una capa de grava y arena que servirá como dren de los escurrimientos pluviales.

Apagadores. -En los lugares en donde se requiera el control de encendido y apagado de luminarias se utilizarán apagadores ocultos con tapa de aluminio anodizado o de plástico tipo normal, de la marca square´d, línea prime, duna, lunare, única o su equivalente aprobado.

Contactos. -Todos los contactos a instalar en la obra objeto de este proyecto serán polarizados, con terminal de puesta a tierra integrada y serán puestos a tierra con un conductor de puesta a tierra. Se recomienda instalar contactos dúplex polarizado de la marca arrow hart o su equivalente.

Conductores. -Los conductores serán del tipo THW-LS 90°C de la marca Condumex, Viakón o su equivalente. El código de colores para el cableado será: blanco o gris claro para los conductores puestos a tierra (neutros); verde o desnudo para los conductores de puesta a tierra (p. a t.) y el resto de los colores para los conductores de fase. El calibre de los conductores a instalarse se indica en los cuadros de carga (plano ie-06 cuadros de carga y diagrama unifilar general)

Empalmes. - Queda estrictamente prohibido hacer conexiones eléctricas en el interior de los tubos Conduit. Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben aislarse con cinta plástica de vinilo scotch 33 o su equivalente. En el caso de la red exterior el aislamiento deberá hacerse de tal manera que evite la entrada de humedad a las partes portadoras de corriente.

Tableros. - Todos los tableros a instalar en el interior del edificio serán del tipo o marca ABB o equivalente del catálogo indicado en los cuadros de carga respectivos (plano ie-04 cuadros de carga y diagrama unifilar general) en gabinete de usos generales los cuales alojarán a los interruptores tipo termomagnéticos que protegerán a los circuitos derivados. La capacidad interruptiva de los interruptores no será menor a 10,000 a rms.

Puesta a tierra. - Todos los contactos, tableros, bombas y cualquier parte metálica expuesta que pudiera transportar corrientes no deseadas deberán ser puestos a tierra.

Subestación eléctrica. -Se tomará del sistema de tierra. El cual se hará con varillas de tierra copperweld de 3.0 mts de longitud por 5/8" de diámetro enterradas verticalmente y que serán unidas entre sí por un conductor de cobre desnudo número 4/0 AWG en forma de anillo. El arreglo quedará enterrado por lo menos a 0.80 mts.



Selección y cálculos descriptivos. -

El suministro de energía eléctrica será en media tensión 13.2 kv 3f-3h, proveniente de la red de la compañía suministradora CFE (designado por el área de distribución correspondiente) que tendrá de acuerdo con el proyecto una transición aéreo-subterránea trifásica con cable de potencia tipo xlp calibre 1/0, con neutro corrido multiaterrizado para alimentar a una subestación de pedestal particular de 150 KVA 3F-4H 13.2-220/127 VCA. Misma que deberá referirse a tierra mediante una malla realizada con cable de cobre desnudo, conectores de fusión y electrodos

La medición será indirecta a base de transformadores de corriente TC's empleando una base de medición trifásica de 13 terminales con cable de control calibre 10x12 AWG y estará instalada en un murete ubicado en el límite de la propiedad.

3.3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y PLANTA DE EMERGENCIA.

La capacidad de la subestación eléctrica se elige en función de la densidad de la carga por servir, del cuadro general de cargas general y diagrama unifilar general, observamos la carga instalada en cada uno de los tableros derivados obteniendo que la carga total sea de 143000 watts

La carga total instalada es de 143000 watts, para calcular la capacidad del transformador se procedió de la sig. manera: 143000 entre el factor de potencia F.P. (0.9) es 158888.88 VA, un factor de demanda del 70% es 111222.21 VA y un último factor de reserva de 20%(1.20) es 133466.65 VA, es decir: 133.46 KVA.

El transformador inmediato superior es de 150KVA a instalar.



Figura 5. Transformador instalado



Planta de emergencia

En cumplimiento con lo establecido en los términos de referencia relativo al sistema de emergencia se establece que en las unidades al cuidado y atención de la salud, por naturaleza se tienen servicios cuyo funcionamiento es indispensable y en donde una falla de suministro de energía eléctrica represente peligro a la seguridad de los productos biológicos directa e indirectamente, el sistema eléctrico de emergencia debe ser capaz de alimentar energía eléctrica a la totalidad de carga instalada para alumbrado y fuerza de este sistema.

Por lo anterior el criterio para la selección del tamaño la planta de emergencia es el de respaldar la totalidad de la carga del edificio incluyendo las cámaras frías, con excepción de los equipos de aire acondicionado.

La planta de emergencia que seleccionamos es una planta generadora de energía, tipo 10, clase x y nivel 1, de 100 kw (111 kva) 220/127, 3f,4h, 60 hz.

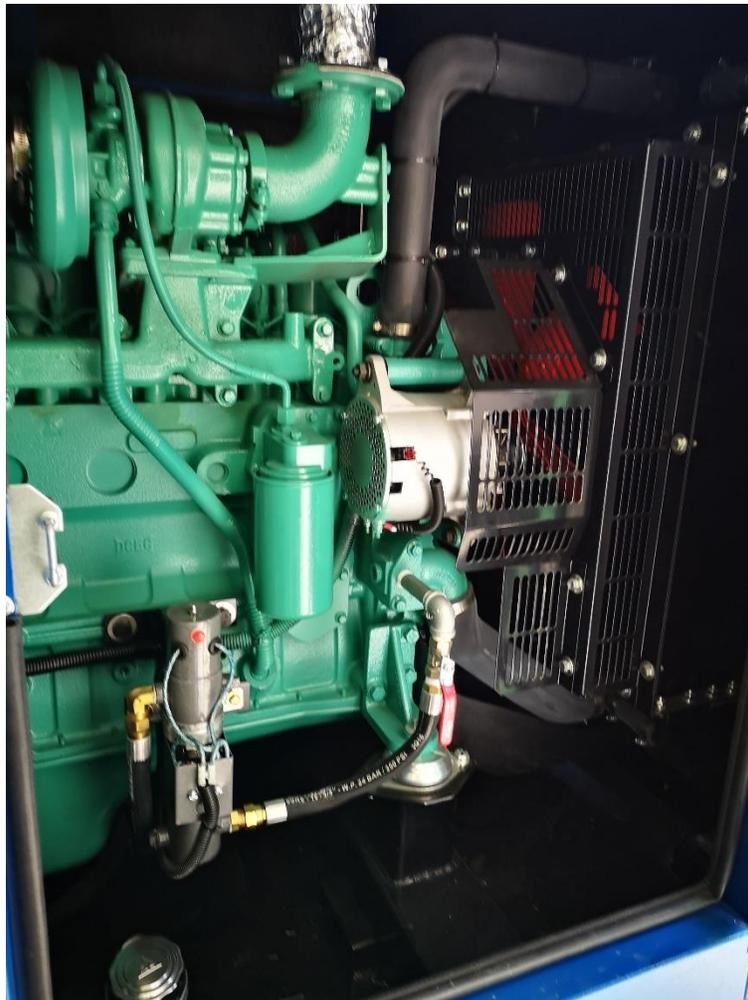


Figura 6. Planta de emergencia instalada.



3.4 PROTECCIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DEL SISTEMA

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

a) cálculo de la corriente nominal

$$I_n = P / (\sqrt{3} \times V \times F.P.)$$

Donde:

I_n = Corriente nominal en amperes

P = Carga instalada expresada en watts

V = voltaje

F.P. = Factor de Potencia

$I_n = 416.9751 \text{ amp}$

- Selección de la protección contra sobrecorriente.

Cuando el alimentador suministre energía a cargas continuas o a una combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menos que la carga no continua, mas 125% de la carga continua.

La protección contra sobrecorriente de los conductores y de equipo se instala de modo que abra el circuito si la corriente eléctrica alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o de su aislamiento que den posibilidad de un incendio.

$$I_c = I_n \times 1.25$$

Donde:

I_c = Corriente calculada

I_n = Corriente nominal

1.25 = máxima condición de carga posible

$$I_c = 416.97 \times 1.25 = 521.21 \text{ amp}$$

Aplicamos el factor de utilización establecido en el proyecto, por lo que el resultado lo multiplicamos por 0.70

$$521.21 \times 0.70 = 364.847 \text{ Amp}$$

El tamaño comercial recomendado para proteger la instalación es un ITM 3P-400 Amp, por lo que seleccionamos un tablero que proteja esa capacidad de corriente.

3.5 CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL.

Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para suministrar energía a las cargas conectadas. El tamaño nominal mínimo de los conductores del alimentador, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección de corriente igual o mayor que la de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

A continuación, se describe el cálculo paso a paso para la selección del alimentador eléctrico

principal desarrollando el cálculo por corriente y por caída de tensión; el método que obtenga el mayor valor, determinara el conductor seleccionado.

La corriente nominal que se obtuvo anteriormente tiene un valor en amperes de:

$$I_n = 416.97 \text{ Amp}$$

a) Cálculo del conductor por corriente.

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

$$I_c = I_n / (FT \times FA)$$

Donde:

I_c = Corriente calculada

I_n = corriente nominal, 416.97 amp

FT = Factor decremental por temperatura, considerando sección 110-14 NOM-001-SEDE-2012, que para circuitos mayores a 100 amp la temperatura de operación del conductor es de 75° c (tabla 310-16 de 26 a 30°c temperatura ambiente del municipio): **1.00**

FA = Factor de agrupamiento. De acuerdo a la tabla correspondiente de capacidad de conducción de corriente, el factor de agrupamiento decremental de 4 a 6 conductores activos en una canalización es: **0.8**

$$I_c = 416.97 / (1 \times 0.80)$$

$$I_c = \mathbf{521.21 \text{ amp}}$$

Aplicamos el factor de utilización establecido, multiplicando la corriente calculada por 0.70

$$521.21 \times 0.70 = 364.847$$

b) Cálculo de la sección transversal del conductor por caída de tensión.

De acuerdo con la formula a continuación descrita para sistemas trifásicos a 4 hilos el calculo de la sección transversal de un conductor por el método de la caída de tensión es el siguiente:

$$S = (2 \sqrt{3} \times L \times I) / (E_f \times e\%)$$

Donde:

S = sección transversal del conductor en mm²

L = longitud del alimentador

I_n = corriente nominal

E_f = voltaje entre fases

$e\%$ = caída de tensión permisible

Los cálculos corresponden a dos conductores de calibre 2/0 por cada una de las fases y un conductor 2/0 para el neutro según la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2012.

c) Conductor puesta a tierra

Seleccionando el tamaño mínimo del conductor de puesta a tierra indicado en la tabla 250-122 corresponde a un conductor de cobre calibre 2 awg por lo que lo seleccionamos. Po lo tanto los alimentadores deberán de ser de las siguientes dimensiones:

- 6- 4/0 awg (2 x fase)
- 2- 4/0 awg (neutro)
- 1- 2 awg (puesta a tierra)

3.6 TABLEROS Y CENTROS DE CARGA

Para la operación, control y protección de los circuitos principales y derivados, se seleccionaron tableros de alumbrado y distribución tipo I-Line y NQOD cuyo tamaño se seleccionó en función del número de circuitos que administra más un margen de reserva que permitirá absorber futuros incrementos de carga.



Figura 7. Tablero general normal I-LINE

3.7 CIRCUITOS DERIVADOS.

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

Para alumbrado interior en salas de espera y consultorios.

- Luminaria fluorescente de sobreponer de 2x32 watts T-8, 127 VCA, balastro electrónico. Marca Holophane, Philips o similar. 80 watts.
- Luminario fluorescente compacta de sobreponer o empotrar 13 watts mod. Balastro electromagnético. 20 watts.

Para salidas de contactos.

- Salida de contactos normal 127 VCA, 60 Hz. 180 Watts.

Para aire acondicionado.

- Por cada tonelada de refrigeración: 1,200 watts.

Cada una de las cargas descritas anteriormente en forma individual se agruparon en circuitos eléctricos mismos que se describen en el diagrama unifilar y en el cuadro de carga correspondiente.

3.8 CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS.

El cálculo de los conductores y protecciones eléctricas de cada uno de los circuitos derivados, se realizaron tomando en cuenta lo descrito en la NOM-001-SEDE-2012

- Tamaño del conductor y capacidad de conducción de corriente.

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

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

4. RESULTADOS

La capacidad del transformador fue calculada con base a la placa de datos de los equipos instalados.

El calibre de los alimentadores se calculó por medio de dos métodos, el método de corriente y por el método de caída de tensión, tomando como resultado el valor mas alto, y seleccionamos los siguientes conductores:

6 - 4/0 AWG (2 x Fase)

2- 4/0 AWG (Neutro)

1- 2 AWG (Puesta a tierra)

Calculamos el tamaño del interruptor general, tomando la corriente nominal y lo multiplicamos por 1.25 como se marca la NOM, y da como resultado 521.21 A. con ese resultado aplicamos el factor de utilización y nos da un resultado de 364.87. por lo que seleccionamos al inmediato superior que es un interruptor de 3 polos con capacidad de 400A

Para proteger a la instalación eléctrica se instala interruptores con una capacidad interruptiva de 10 KA como mínimo ya que de los cálculos antes realizados nos permiten calcular la corriente de cortocircuito en el sistema y está por debajo a los 10 KA.

5. CONCLUSIONES

La elaboración de este proyecto se basa principalmente en la memoria de cálculo para la realización del proyecto de la instalación eléctrica en un hospital, estos cálculos nos permiten seleccionar la capacidad de los interruptores y conductores a utilizar, para que los interruptores funcionen correctamente cuando se le requiera y cumplan su función de proteger a los conductores y evitar daños.

Se realizó la verificación eléctrica por parte de una UVIE acreditada por la Secretaria de Energía, la cual verifico que la instalación eléctrica tanto de Baja y Media tensión cumplen con los lineamientos requeridos por la NOM-001-SEDE- 2012 y entrega Dictamen de Verificación.

La instalación eléctrica se encuentra dentro una clasificación en la NOM que remarca en el artículo 517 en instalaciones en establecimientos de atención de la salud.

La Red de puesta a tierra que se instaló en la estación de servicio cumple con la NOM-001-SEDE-2012, obteniendo resultados de la resistencia dentro de lo aceptable por la NOM. Los sistemas eléctricos se deben conectar a tierra de manera que limiten la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones en la línea, o contacto no intencional con líneas de tensión mayor y que estabilicen la tensión a tierra durante la operación normal.

En general el proyecto eléctrico se realizó de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012, que tienen como objetivo principal salvaguardar la integridad de las personas que laboran en ella y a

6. REFERENCIAS

- [1] No, C. T. 158 “Calculo de Corrientes de cortocircuito”.
- [2] Clase, A., & Clase, B. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa de la Octava Sección).
- [3] Hernández Peralta, H. (2014). Instalación eléctrica en media y baja tensión para la Ptar Filomeno Mata.
- [4] Harper, G. E. (2005). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. Editorial Limusa.
- [5] Javier Oropeza Ángeles, (2007). Instalaciones eléctricas residenciales. Schneider Electric
- [6] Javier Oropeza Ángeles. Libro de oro de puesta a tierra universal. Schneider Electric
- [7] Javier Oropeza Ángeles. Seguridad eléctrica. Schneider Electric
- [8] Trasancos, J. G. (2006). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. Editorial Paraninfo.
- [9] Acosta, J. A. (2007). Estudio de diseño de las instalaciones eléctricas del hospital san rafael de leticia mediante la aplicación del retie.
- [10] Soler, C. (2011). Instalaciones eléctricas para uso hospitalario. In *Congreso técnico de biel lighbuiding 2011* (pp. 1-8)

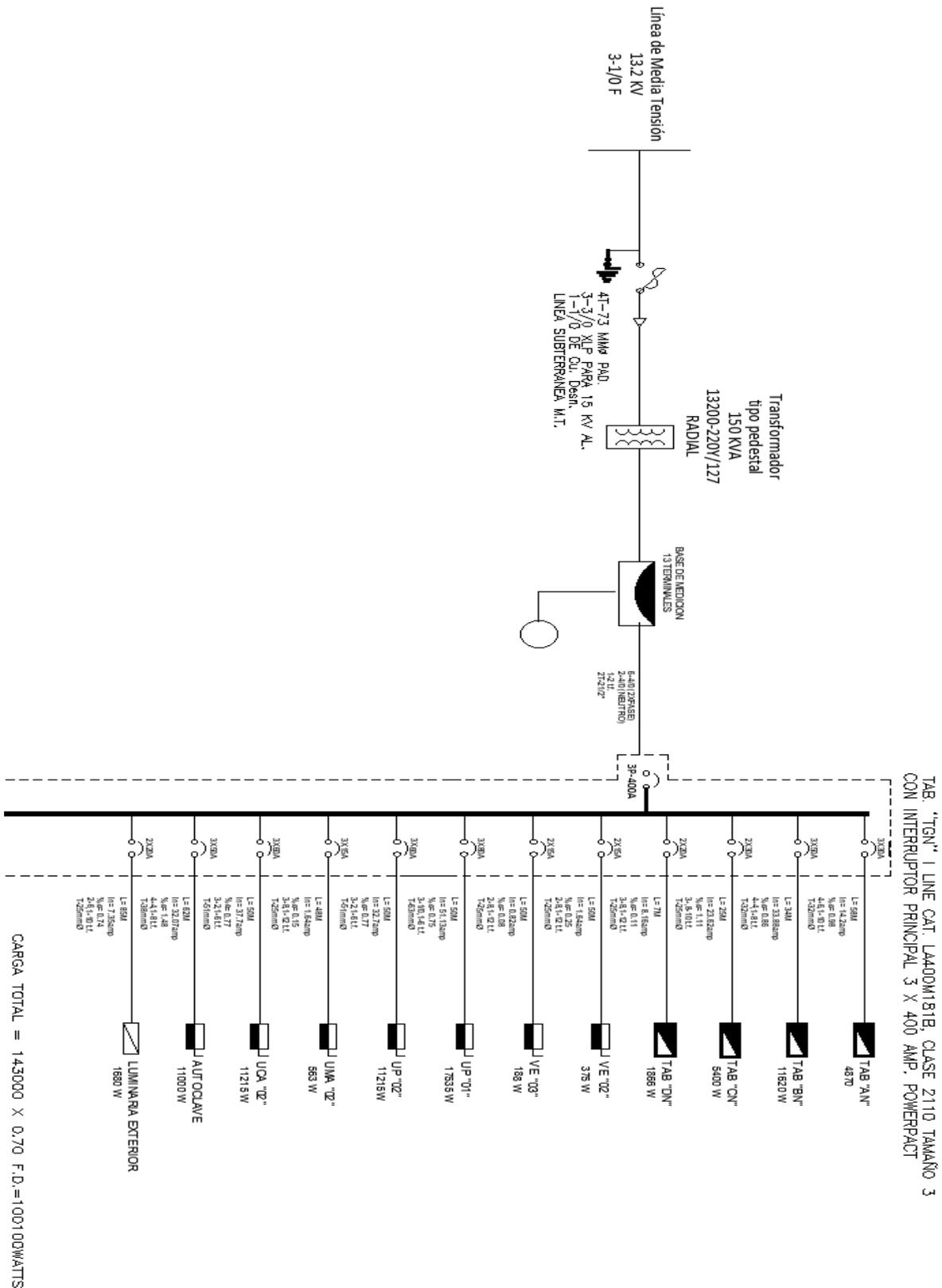


Figura.8. Diagrama unifilar tablero general normal.

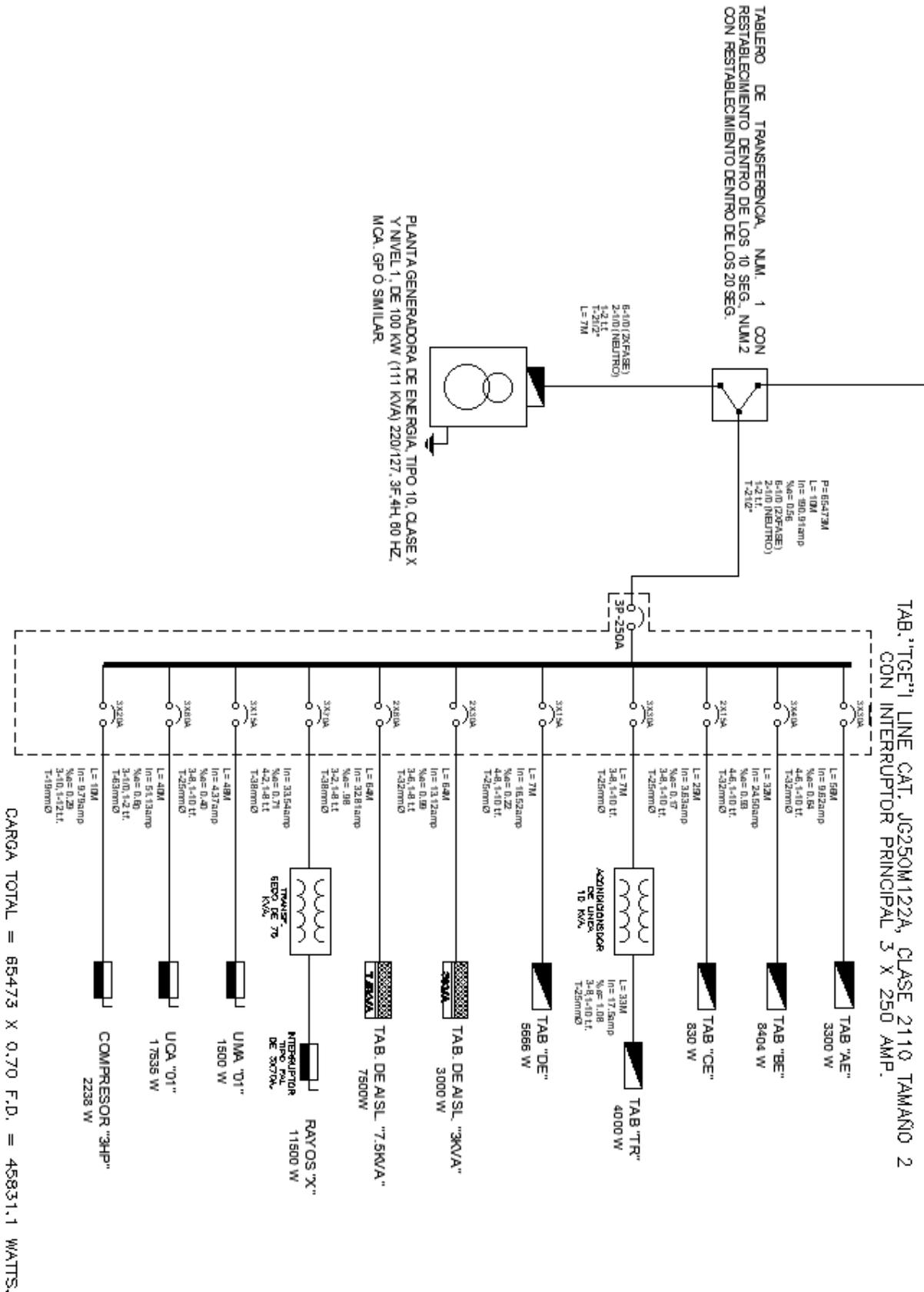


Figura 9. Diagrama unifilar tablero general de emergencia



TAB. "TGN" 1 LINE CAT. LA400M181B, CLASE 2110 TAMAÑO 3
CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3 X 400 AMP. POWERPACT

1,820 1,850 1,800

SERVICIO A CONECTAR	LOCALIZACION	SUBTOTAL DE WATTS	WATTS A FASE			LONGITUD CONDUCTOR MTS.	CAIDA TENSION %	CORRIENTE AMPS.	COND. MIN CAL.	PROTECCION TERMO	
			A	B	C					POLOS	AMPS.
TABLERO "AN"	PASILLOS	4870	1620	1650	1600	58	0.98	14.20	6	3	30
TABLERO "BN"	PASILLOS	11,620	3900	3870	3850	34	0.86	33.88	4	3	50
TABLERO "CN"	PASILLOS	5400	2775		2625	25	1.11	23.62	8	2	30
TABLERO "DN"	PLANTA DE EMERGENCIA	1866		933	933	7	0.11	8.16	8	2	20
VE-02	AZOTEA	375		187	188	50	0.25	1.64	8	2	15
VE-03	AZOTEA	188		94	94	50	0.08	0.82	8	2	15
U.P.1.	AZOTEA	17635	5846	5846	5846	50	0.75	51.13	1/0	3	80
U.P.2	AZOTEA	11215	3738	3738	3739	50	0.77	32.7	2	3	60
UMA-02	AZOTEA	563	187	188	188	48	0.15	1.64	8	3	15
UCA-02	AZOTEA	11215	3738	3738	3739	50	0.77	32.7	2	3	60
AUTO CLAVE	ÁREA DE CEYE.	11000	3666	3667	3667	62	1.48	32.07	4	3	60
LUMINARIA EXTERIOR	OBRA EXTERIOR	1680		840	840	85	0.74	7.35	6	2	20
TAB. DE EMERG.	PLANTA DE SERVICIOS	65473	21824	21824	21825	10	0.56	190.91	2-1/0	3	250
TOTALES		143000	47293	46574	49133			430.82			

CARGA TOTAL = 143000 X 0.70 F.D.=100100WATTS

Figura.10. cuadro de carga tablero general normal

Imágenes de la de la obra eléctrica



Figura. 12 transición de área subterránea



Figura. 13. unidad de medición



Figura. 14. transformador instalado

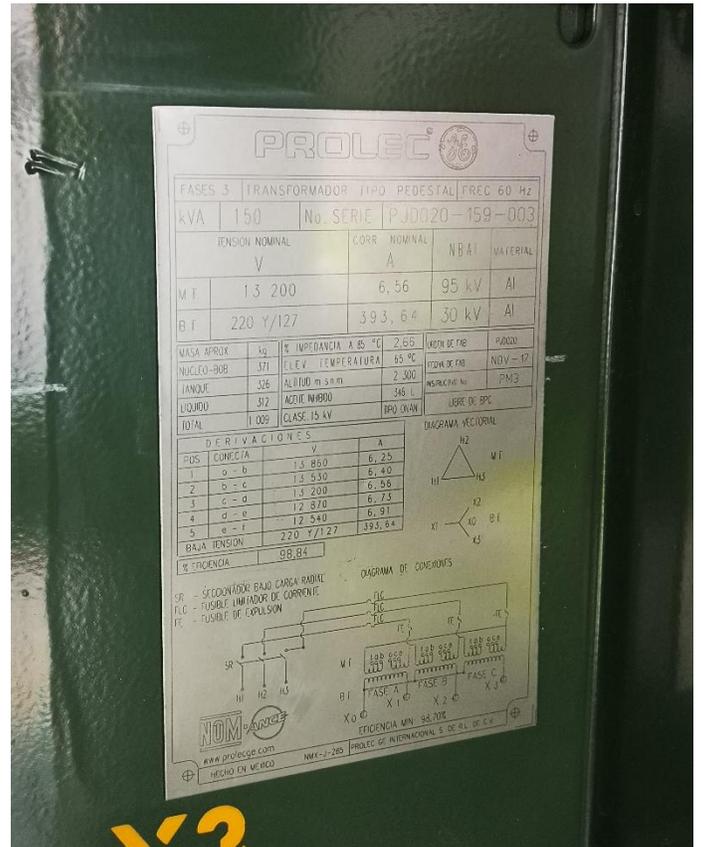


Figura 15. placa del Transformador

Prueba de la resistencia de la red de puesta a tierra instalada en el transformador instalado



Figura 16. Lectura de Resistencia de la Red de Puesta a Tierra



Figura. 17. tablero general normal



Figura. 18 Tablero general de emergencia.



Figura. 20 planta de emergencia



Figura. 21 fachada hospital