

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "CAMPUS ARAGÓN"

"DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE UNA RED ELÉCTRICA PARA UNA ENFERMERÍA CONVENCIONAL"

T E S I S

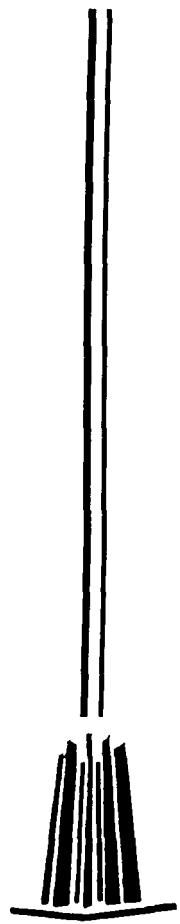
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO AREA ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA P R E S E N T A : PEÑA MENDOZA ALBERTO

ASESOR: ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO

2002





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.

**A MIS PADRES:**

Por el gran apoyo moral y económico que me brindaron, y muy en especial a mi madre, por haber confiado siempre en mí, por darme su gran amor y sobre todo por estar a mi lado incondicionalmente siempre que la necesite. Muchas Gracias

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**A MI ESPOSA**

Por su ayuda, su comprensión, su confianza y sobre todo su gran amor, ya que es una fuente inagotable de motivación, perseverancia y amor. Gracias Amor.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **A MIS HERMANOS**

Por su apoyo, su ejemplo y sobre todo por ser mis grandes amigos, ya que confiaron y me supieron motivar para lograr todo lo que uno se propone.

Gracias.

## **A MIS TIOS**

Por su aliento, motivación y su gran amistad, y sobre todo su cariño. Gracias.

## JUSTIFICACIÓN

Se desarrollo el presente trabajo de investigación con la finalidad de ayudar a plantear un correcto desarrollo de un proyecto o diseño de una instalación de una red eléctrica, se dan las bases teóricas fundamentales y se ejemplifica un proyecto real para una enfermería convencional, ayudando con ello a tener una visión más práctica de los pasos a seguir para su desarrollo.

Durante la carrera se nos enseñan diferentes tipos de cálculos y teorías de electricidad pero en nuestro desarrollo profesional se requiere tener más conocimientos prácticos para llevar a cabo la planeación de un proyecto o diseño de una red eléctrica.

Esta investigación sirve como una guía para plantear o diseñar un proyecto eléctrico en cualquier área de la construcción en este caso para realizar el diseño y distribución de una red eléctrica para una enfermería convencional.

La investigación abarca los cálculos referentes a las líneas de distribución de la red eléctrica para una enfermería convencional; como el cálculo de calibre de conductores, el número y tipo de cada uno de ellos; la distribución y alumbrado tipo interior y exterior de las diferentes clases de luminarias que sean requeridas en la obra; así como sus sistemas de protección que abarcan desde alimentadores principales, distribución, alumbrado y contactos. Se muestra la teoría y los pasos a seguir para seleccionar el tipo de preparación de tierra física y su colocación según las características que presente nuestro terreno y las condiciones climáticas que intervengan. Se cita las clases de subestaciones eléctricas que existen para su uso apropiado dependiendo las necesidades que presenten. Se desarrolla una detallada descripción del proyecto de la red eléctrica para una enfermería convencional, mostrando los pasos requeridos para su ejecución, así como una evaluación económica de dicho proyecto enlistando los equipos y materiales eléctricos requeridos. Finalmente se anexan tablas, gráficas y planos que faciliten la comprensión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## OBJETIVO

Obtener una clara perspectiva del método a seguir en la realización del diseño de una red eléctrica para una enfermería convencional.

## OBJETIVOS PARTICULARES

Obtener las bases para plantear el proyecto, conocer y llevar a cabo los cálculos requeridos en él.

Recordar la teoría y observar el seguimiento que se requiere en la práctica de un proyecto real, apoyado en tablas, gráficas, planos y un listado de equipo y material requerido.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO PRIMERO GENERALIDADES</b>	
1.1 REGULACIÓN DE LA INDUSTRIA DE ELECTRICIDAD .....	7
1.1.1 PERMISOS DE ELECTRICIDAD .....	7
1.1.2 REGLAMENTO DE APORTACIONES .....	9
1.1.3 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LOS CARGOS POR EL SERVICIO DE TRANSMISION .....	10
1.1.4 RELACION CONTRACTUAL ENTRE SUMINISTRADORES Y PERMISIONARIOS .....	10
1.2 AREAS DE DISTRIBUCION .....	11
1.2.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCION INDUSTRIALES .....	11
1.2.2 SISTEMAS DE DISTRIBUCION COMERCIALES .....	12
1.2.3 PARQUES INDUSTRIALES .....	12
1.2.4 DISTRIBUCIÓN URBANA Y RESIDENCIAL .....	13
1.2.5 DISTRIBUCIÓN RURAL .....	13
1.3 ESTRUCTURAS FUNDAMENTALES .....	16
1.3.1 ESTRUCTURAS DE MEDIANA TENSION .....	17
1.3.1.1 ESTRUCTURA RADIAL .....	18
1.3.1.2 ESTRUCTURA EN ANILLO .....	19
1.3.1.3 ESTRUCTURA EN MALLAS .....	21
1.3.1.4 ESTRUCTURA DE DOBLE DERIVACION .....	22
1.3.1.5 ESTRUCTURA EN DERIVACIÓN MULTIPLE .....	23
1.3.1.6 ESTRUCTURA DE ALIMENTADORES SELECTIVOS .....	23
1.4 ESTRUCTURAS DE BAJA TENSION .....	23
1.4.1 RED RADIAL SIN AMARRES .....	24
1.4.2 RED RADIAL CON AMARRES .....	25
1.4.3 RED MALLADA O RED AUTOMÁTICA EN BAJA TENSION .....	26
<b>CAPÍTULO SEGUNDO CARACTERÍSTICAS DE CARGA</b>	
2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS .....	28
2.2 FACTOR DE DEMANDA .....	30
2.2.1 FACTOR DE PERDIDAS .....	32
2.3 DETERMINACION DE LA CARGA EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	32
2.4 ESTIMACION DE CARGA POR SIMILITUD .....	33
2.4.1 CARGA DE LOS EQUIPOS RELACIONADOS CON EL TIPO DE USUARIOS .....	33
2.5 CÁLCULO ANALITICO .....	34
2.5.1 DEMANDA MÁXIMA .....	34
2.5.2 FACTOR DE CARGA .....	35
2.6 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS .....	35
2.6.1 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS .....	35
2.6.2 ALIMENTADORES Y ACOMETIDA .....	38
2.7 SISTEMAS DE TIERRAS .....	38
2.7.1 CONEXION Y RESISTENCIA A TIERRA .....	39

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2 8	SUBESTACIONES .....	44
2.8.1	GUIA PARA SELECCIÓN APARTARRAYOS .....	49
2.8.2	INTERRUPTORES EN ALTA TENSION .....	53
2.8.3	TRANSFORMADORES .....	58
2.8.4	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN .....	71
2.8.5	TRANSFORMADORES DE POTENCIA .....	74
2.8.6	TRANSFORMADORES DE CONTROL Y ALUMBRADO .....	75
2.8.7	MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES EN ACEITE .....	75
2.8.8	CÁLCULO DE TRANSFORMADORES .....	82

## CAPÍTULO TERCERO ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1	ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	87
3.2	CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....	91
3.2.1	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS AISLAMIENTOS PARA CABLES ELÉCTRICOS .....	92
3.3	CONDUCTORES DESNUDOS .....	95
3.3.1	CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE .....	95
3.3.2	CONDUCTORES DESNUDOS DE ALUMINIO Y SUS ALEACIONES .....	96
3.3.3	CONDUCTORES DESNUDOS DE COPPERWELD .....	97
3.4	CONDUCTORES AISLADOS DE BAJA TENSION .....	98
3.4.1	DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN .....	98
3.4.2	CABLES MULTICONDUCTORES .....	102
3.4.3	CABLES PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA (600 VOLTS) TIPO DRS .....	104
3.5	CONDUCTORES AISLADOS DE ALTA TENSION .....	105
3.6	CÁLCULO DE ALUMBRADO .....	106
3.6.1	ALUMBRADO DE INTERIORES .....	106
3.6.1.1	METODO DE CAVIDAD ZONAL .....	106
3.6.1.2	METODO PUNTO POR PUNTO .....	118
3.6.2	ALUMBRADO EXTERIOR .....	124
3.6.2.1	ALUMBRADO PUBLICO .....	124
3.6.2.2	DATOS Y CÁLCULOS DE ILUMINACION DE CALLES .....	132

## CAPÍTULO CUARTO DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ACTUAL

4.1	DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO .....	145
4.2	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTISTA AL INSTITUTO .....	145
4.2.1	REQUERIMIENTOS DEL INSTITUTO .....	146
4.2.2	REQUERIMIENTOS DE LOS PLANOS PRESENTADOS .....	146
4.2.3	CONSIDERACIONES TÉCNICAS .....	148
4.2.4	NIVELES DE ILUMINACIÓN .....	152
4.2.5	CONSIDERACIONES GENERALES .....	152
4.2.6	PRECAPACIDADES Y LOCALES TIPO .....	153
4.3	NORMAS Y REGLAMENTOS .....	154
4.4	PRESUPUESTO Y MATERIALIZACIÓN .....	155
4.5	PLANOS Y DIAGRAMAS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	177

## CAPÍTULO QUINTO MEMORIA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1	SISTEMAS DE DISTRIBUCION .....	178
5.2	BAJA TENSION .....	178
5.3	CALCULO DE LA CORRIENTE .....	179
5.4	FACTOR DE DEMANDA .....	179
5.5	CANALIZACIONES .....	181
5.6	CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACION .....	181
5.7	PLANTA DE EMERGENCIA .....	183
ANEXO "A" .....		199
ANEXO "B" .....		238
CONCLUSIONES .....		254
BIBLIOGRAFIA .....		255

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN

Dentro del diseño de una red eléctrica, existen varios tipos de sistemas de distribución, en donde cada una de ellas tiene características específicas, niveles de seguridad, diferentes tipos de arreglos y exigencia en la calidad de suministro, es por ello que conveniente conocer las características del tipo de sistemas que se va a implementar para conocer el tipo de equipo y material necesario para tener un óptimo diseño de una red eléctrica y así tener un sistema eficiente en el suministro de energía.

En este trabajo se hace un estudio del diseño y planeación de una red eléctrica donde se hace una recopilación de información teórica y practica que nos llevara a entender como elaborar un proyecto real de una red eléctrica, en nuestro caso el diseño de una red eléctrica para una enfermería convencional.

Esta integrado en dos partes, en el primero se establece la teoría que sustenta el desarrollo del trabajo; y en el segundo se presenta el caso práctico de que se llevo a cabo tomando la información necesaria para llevarlo a cabo.

La teoría que se proporciona es la base para realizar un diseño de una red eléctrica para cualquier sistema de distribución tomando en cuenta donde se aplicara el diseño, ya que los cálculos son los mismos para cada una de las áreas requeridas, ya que lo único que cambia son los equipos a instalar y los materiales requeridos para diferentes áreas de peligrosidad ya sea por gases, polvos, agua o sustancias corrosivas.

Se añade una evaluación económica del proyecto para tener una perspectiva del costo del proyecto y el equipo y material utilizado para su instalación para una enfermería convencional, esto ayuda a conocer y evaluar un proyecto eléctrico en donde se requiere el menor costo posible, pero con una eficiencia en la calidad de suministro de energía optima y su protección así como su expansión a futuro.

# CAPITULO PRIMERO

---

## GENERALIDADES

- 1.1 REGULACIÓN DE LA INDUSTRIA DE ELECTRICIDAD
  - 1.1.1 PERMISOS DE ELECTRICIDAD
  - 1.1.2 REGLAMENTO DE APORTACIONES
  - 1.1.3 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LOS CARGOS POR EL SERVICIO DE TRANSMISIÓN
  - 1.1.4 RELACIÓN CONTRACTUAL ENTRE SUMINISTRADORES Y PERMISIONARIOS
- 1.2 AREAS DE DISTRIBUCIÓN
  - 1.2.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN INDUSTRIALES
  - 1.2.2 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN COMERCIALES
  - 1.2.3 PARQUES INDUSTRIALES
  - 1.2.4 DISTRIBUCIÓN URBANA Y RESIDENCIAL
  - 1.2.5 DISTRIBUCIÓN RURAL
- 1.3 ESTRUCTURAS FUNDAMENTALES
  - 1.3.1 ESTRUCTURAS DE MEDIANA TENSIÓN
    - 1.3.1.1 ESTRUCTURA RADIAL
    - 1.3.1.2 ESTRUCTURA EN ANILLO
    - 1.3.1.3 ESTRUCTURA EN MALLAS
    - 1.3.1.4 ESTRUCTURA DE DOBLE DERIVACIÓN
    - 1.3.1.5 ESTRUCTURA EN DERIVACIÓN MÚLTIPLE
    - 1.3.1.6 ESTRUCTURA DE ALIMENTADORES SELECTIVOS
  - 1.3.2 ESTRUCTURAS DE BAJA TENSIÓN
    - 1.3.2.1 RED RADIAL SIN AMARRES
    - 1.3.2.2 RED RADIAL CON AMARRES
    - 1.3.2.3 RED MALLADA O RED AUTOMÁTICA EN BAJA TENSIÓN



## GENERALIDADES

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en tubos o ductos), ocultas (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos).

Su objetivo de una instalación eléctrica debe de distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además debe ser económica, flexible y fácil acceso.

Una instalación segura es aquella que no representa riesgos para los usuarios ni para los equipos que alimentan o que están cerca.

La eficiencia en el diseño de una instalación debe hacerse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios, ya sea por pérdidas en los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alumbrado mientras éstos no se estén utilizando.

El proyecto de ingeniería tiene que considerar las implicaciones económicas. Esto quiere decir que el ingeniero, frente a cualquier proyecto, debe pensar en su realización con la menor inversión posible.

Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a pequeños cambios.

Las instalaciones eléctricas se clasifican en diferentes formas: las relativas al nivel de voltaje y al ambiente del lugar de instalación, por su duración (temporales y definitivas), por su modo de operación (normal y de emergencia) o por su construcción (abierta, aparente y oculta).

De acuerdo con el nivel de voltaje se puede tener los siguientes tipos de instalación:

- a. Instalaciones no peligrosas. Cuando su voltaje es igual o menor que 12 volts.
- b. Instalaciones de baja tensión. Cuando el voltaje con respecto a la tierra no excede 750 volts.
- c. Instalación de mediana tensión. Aunque no existen límites precisos, podría considerarse un rango entre 1000 y 15000 volts; sin embargo algunos autores incluyen todos los equipos hasta de 34 KV. En media tensión es muy común encontrar instalaciones con motores de más de 200 HP que operan con un voltaje de 4160 V entre fases y 2400 V entre fase y neutro.
- d. Instalaciones de alta tensión. Cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente.

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en normal y especiales, según el lugar donde se ubiquen:

- a. Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores. Las que están a la intemperie deben tener los accesorios necesarios (cubiertas, empaques y sellos) para evitar la penetración del agua de lluvia aún en condiciones de tormenta.
- b. Se consideran instalaciones especiales aquellas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible.

El diseño de instalaciones eléctricas debe hacerse dentro de un marco legal. Un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

Estas normas son generales y no pueden cubrir todo. En ciertos tipos de instalaciones pueden establecerse especificaciones que aumenten la seguridad o la vida de equipos y que estén por arriba de las normas.

Existen normas para la fabricación de equipo eléctrico que también deben ser consideradas por el proyectista ya que proporcionan información relativa a las características del equipo, así como los requisitos para su instalación.

Se conoce como especificaciones al conjunto de dimensiones y características técnicas que definen completamente a una instalación y a todos los elementos que la componen. Las especificaciones deben cumplir con las normas respectivas y no deben dar lugar a confusiones o a interpretaciones múltiples.

En una instalación eléctrica, las especificaciones deben contemplar los objetivos para los que fueron propuesta. Debido a que las normas son de carácter general, las especificaciones pueden ser más exigentes, ya que se trata de un objetivo determinado.

Es fácil entender que la vida de una instalación es el tiempo que transcurre desde su construcción hasta que se vuelve inservible; conocer esta información resulta muy útil porque permite saber cuánto durará la inversión. Es complejo precisar la vida de una instalación ya que influyen muchos factores como es: el proyecto, la ejecución, las condiciones de uso, el mantenimiento y el medio ambiente.

Es indudable que la vida de una instalación se alarga cuando el proyecto contempla previsiones adecuadas para posibles ampliaciones e incluye un sistema confiable de protecciones.

Después de un buen proyecto se requiere de una construcción correcta, que impida que la instalación se vuelva inservible prematuramente. Una instalación oculta protege mejor los materiales y por tanto tiene mayor duración que una visible, pero esta última es más accesible cuando se presenta la necesidad de hacer modificaciones.

Toda instalación se ejecuta conforme a un proyecto y cualquier modificación debe estar asentada en los planos para mantenerlos vigentes; de lo contrario resultará cada vez más difícil localizar el origen de los problemas que se presenten.

Los elementos citados tienen impacto sobre la vida de la instalación, normalmente se entiende que la duración depende del envejecimiento de los materiales utilizados, principalmente de los materiales aislantes, como forros de conductores, cinta de aislar, soportes de varias clases y tipos, cubiertas protectoras y barnices.

Los materiales aislantes se clasifican en función del grado de estabilidad térmica. Para ello se define el término clase de aislamiento que se refiere a la temperatura máxima que puede soportar el material antes de que se presenten cambios irreversibles en su estructura molecular.

Se puede decir que la vida del aislamiento se reduce a la mitad por cada 7 o 8°C de temperatura por encima de su nivel de estabilidad térmica. Las sobrecargas eléctricas producen alzas de temperatura que de acuerdo a lo mencionado tiene un efecto directo en la vida de los materiales aislantes. Las sobrecargas pueden entenderse como demandas de energía mayores a las de diseño, o como cortocircuitos acumulados.

En las instalaciones donde se requiere mantenimiento consiste básicamente en limpieza, renovación de pintura, apriete de uniones, ajuste de contactos y revisión de los elementos de protección. En los transformadores es muy importante revisar periódicamente las características dieléctricas del aceite; en motores y generadores, mantener engrasados los rodamientos y cambiar carbonos cuando sea necesario.

El medio ambiente donde se encuentra una instalación tiene una influencia importante en la vida de ésta. Las condiciones de humedad, salinidad y contaminación deben ser consideradas en el proyecto.

Una instalación eléctrica producto de un buen proyecto, de una buena construcción y con el mantenimiento adecuado, puede durar tanto como el inmueble donde preste servicio. Según W. B. Baasel la vida útil es de: 45 años para viviendas, 60 años para almacenes, 45 años para fabricas, 30 años para líneas de transmisión y distribución, y 12 años para equipos eléctricos.<sup>1</sup>

## 1.1 REGULACIÓN DE LA INDUSTRIA DE ELECTRICIDAD

La Ley de la CRE<sup>\*</sup> establece diversas atribuciones en materia de regulación de la industria de energía eléctrica. 1997 fue un año importante en el desarrollo de esta regulación. La CRE continuó con las actividades de otorgamiento de permisos y se elaboraron diversos instrumentos que regulan la relación entre los suministradores (CFE<sup>\*\*</sup> y LFC<sup>\*\*\*</sup>) y participantes privados en la industria de electricidad.

### 1.1.1 Permisos de electricidad

Durante el periodo que se informa, la CRE otorgó 14 permisos, que amparan un total de 961 MW de capacidad de generación y una inversión de 487 millones de dólares. Estos permisos se otorgaron para las actividades siguientes:

- Doce de cogeneración y autoabastecimiento;
- Uno de producción independiente, y
- Uno de importación.

---

<sup>1</sup> BRATU SERBÁN, Neagu. Instalaciones Eléctricas: Conceptos Básicos y Diseño

Los permisos de cogeneración y autoabastecimiento representan una capacidad de 429 MW y fueron otorgados, en su mayoría, a empresas dedicadas a la prestación del servicio de agua y drenaje y a la producción de petroquímicos. Diez de estos proyectos generarán energía eléctrica utilizando gas natural.

El permiso de producción independiente fue otorgado para una capacidad total de generación de 531 MW y utilizará como combustible principal el gas natural. Este permiso tiene una particular importancia, ya que es el primero para la producción independiente en México y se encuentra vinculado a un proyecto de transporte de gas natural que conducirá el combustible desde Ciudad Pemex, Tabasco a Valladolid en Yucatán

Energético primario de permisos de generación  
de electricidad otorgados en 1997

[REDACTED]	Gas natural (72%)
[REDACTED]	Combustible (14%)
[REDACTED]	Biogas (14%)

Capacidad de permisos de generación de  
electricidad otorgados en 1997

[REDACTED]	Producción independiente (531.50 MW) 55%
[REDACTED]	Autoabastecimiento (409.23 MW) 43%
[REDACTED]	Cogeneración (10.90 MW) 2%

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El permiso de importación ampara la compra de energía eléctrica en Ciudad Acuña, Coahuila, por la empresa Minera Múzquiz, que recibirá la energía a 13.2 kV.

Como parte de la regularización de los permisos eléctricos, la CRE estableció un periodo en el cual los permisionarios tienen la posibilidad de actualizar las condiciones establecidas en sus títulos de permiso. Este periodo vencerá el 21 de abril de 1998.

A la fecha existen 67 permisionarios que cubren una capacidad total de 2,992 MW y una inversión de 1.9 mil millones de dólares en infraestructura eléctrica. Esta dinámica en el otorgamiento de permisos es una muestra de la capacidad del sector privado para llevar a cabo las inversiones requeridas en materia de generación

### 1.1.2 Reglamento de aportaciones

Este año, la CRE inició los trabajos relativos al proyecto de reglamento para normar la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en materia de aportaciones. Las aportaciones son los pagos que deben efectuar los solicitantes del servicio de energía eléctrica a los suministradores para:

- La ejecución de obras específicas, o la ampliación o modificación de las instalaciones existentes que no se encuentren incluidas en el cálculo de las tarifas del servicio público.

El proyecto de reglamento detallará los casos en que los solicitantes deberán cubrir aportaciones, los lineamientos para su cálculo, los procedimientos para su pago y los casos en que los solicitantes serán sujetos de un reembolso.

El reglamento de aportaciones deberá lograr:

- La unificación de los términos, condiciones y criterios en que los suministradores deberán recibir aportaciones; la eliminación de la discrecionalidad de los

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

suministradores en el establecimiento de las aportaciones;

- La supresión de diferencias de interpretación y conflictos de interés entre solicitantes y suministradores causados por falta de regulación, y
- La participación de la CRE como árbitro para la resolución de controversias y quejas

### 1.1.3 Metodología para el cálculo de los cargos por el servicio de transmisión

Durante 1997 la CRE llevó a cabo los estudios y análisis para modificar la metodología a través de la cual los suministradores establecerán los cargos correspondientes para los servicios de transmisión. Esta metodología se aplicará a todos los servicios de transmisión solicitados y tiene los siguientes objetivos:

- Mejorar la eficiencia global de uso del sistema al permitir que los suministradores recuperen los costos del servicio de transmisión;
- Asegurar cargos justos y equitativos por parte de los permisionarios para usar la red de transmisión, y
- Diseñar un régimen predecible, estable, y transparente que ofrezca flexibilidad y no imponga cargas innecesarias a las empresas

La nueva metodología para calcular los cargos de transmisión aumentará la viabilidad financiera de proyectos pequeños y medianos de generación, exportación e importación de energía eléctrica

### 1.1.4 Relación contractual entre suministradores y permisionarios.

En este periodo, se llevaron a cabo las actividades para establecer los modelos de contratos y convenios que regulan la relación entre los suministradores y los participantes privados de la industria, incluyendo los siguientes aspectos:

- La prestación del servicio de respaldo de energía eléctrica a los permisionarios;



- La interconexión de los permisionarios con los sistemas de los suministradores;
- La compraventa de excedentes de energía eléctrica que los permisionarios pongan a disposición de la CFE, y
- El servicio de transmisión de energía eléctrica a través del sistema eléctrico nacional (porteo)

La estructura contractual instrumentada por la CRE permite que cada permisionario decida la combinación de servicios a contratar con el suministrador. En particular, las plantas de generación podrán solicitar el servicio normal, de respaldo y de transmisión de energía eléctrica que mejor convenga según el proyecto, por lo que lograrán una administración más eficiente de su suministro eléctrico.<sup>2</sup>

- CRE (Comisión Reguladora de Energía)
- CFE (Comisión Federal de Electricidad)
- LFC (Luz y Fuerza del Centro)

## 1.2 ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN.

Los sistemas de distribución se clasifican en 5 campos principales de desarrollo dependiendo de su operación, estructuras de redes y el equipo a utilizar.

### 1.2.1 Sistemas de distribución industriales.

Estos sistemas representan grandes consumidores de energía eléctrica, estos sistemas, aunque son de distribución, deben ser alimentados a tensiones más elevadas que las usuales, es decir, 85 KV o mayores. Con frecuencia el consumo de energía de estas industrias equivale al de una pequeña ciudad, generando ellas mismas, en algunas ocasiones, parte de la energía que consumen por medio de sus procesos de vapor, gas o diesel; según el caso.

<sup>2</sup> <http://www.cre.gob.mx>

La red de alimentación y la estructura de misma deberá tomar en cuenta las posibilidades o no de su interconexión con la red o sistemas de potencia, ya que esto determinará la confiabilidad del consumidor, que esto es muy importante debido al alto costo que significa una interrupción de energía.

Dentro de las diferentes industrias existen una gran variedad de cargas y por tanto del grado de confiabilidad que cada una de ellas requiere; Así es muy importante el papel de la ingeniería de distribución en este caso, ya que solamente ésta podrá ayudar a definir el tipo de alimentación, su estructura, su tensión y, en consecuencia, el grado de confiabilidad.

### 1.2.2 Sistemas de distribución comerciales.

Estos sistemas son los que se desarrollan para grandes complejos comerciales o municipales como rascacielos, bancos, supermercados, escuelas, aeropuertos, hospitales, puertos marítimos, etc. Posee sus propias características por el tipo de demanda de energía que tiene respecto a la seguridad tanto de las personas como de los inmuebles. En este caso se cuenta con generación local, en forma de plantas generadoras de emergencia, misma que es parte importante de en el diseño del sistema de alimentación en este tipo de servicios.

### 1.2.3 Parques industriales.

Esta área se refiere a la alimentación, en zonas definidas denominadas parques industriales, a pequeñas o medianas industrias localizadas por lo general en las afueras de las ciudades o centros urbanos. Las estructuras pueden ser similares a las anteriores; sin embargo, los requisitos de continuidad varían, siendo en algunos casos no muy estrictos. Por lo general la tensión de alimentación en estas zonas es mediana por lo que el desarrollo de las redes de baja tensión es mínimo. La planeación de estos sistemas se debe considerar con gran flexibilidad ya que la expansión en estas zonas industriales es grande, en especial

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

en zonas nuevas en países en desarrollo. En la mayoría de los casos estas estructuras son desarrolladas y operadas por las compañías de distribución estatales.

#### 1.2.4 Distribución urbana y residencial.

Estos sistemas por general son también responsabilidad directa de las compañías suministradoras de energía eléctrica, y consisten en la mayoría de los casos en grandes redes de cables subterráneos o aéreos desarrollados en zonas densamente pobladas. En grandes centros urbanos las cargas con frecuencia son considerables, aunque nunca comparables con las cargas industriales. Por otra parte, en zonas residenciales las cargas son ligeras y sus curvas de carga muy diferentes a las de las zonas urbanas comerciales o mixtas; por tanto, las estructuras de alimentación para estas zonas son distintas y los criterios con los que se debe diseñar son exclusivos para este tipo de cargas.

#### 1.2.5 Distribución rural.

Esta área de distribución es la que tiene la densidad de carga más baja de la mencionadas y por ello requiere soluciones especiales que incluyan tanto las estructuras como los equipos. Las grandes distancias y las cargas tan pequeñas requieren un costo por KW-h muy elevado, por lo que muchas zonas es preferible generar la energía localmente cuando menos al inicio de las redes. Es conveniente subrayar que las dos primeras, los sistemas de distribución industriales y comerciales, por lo general las diseñan y operan las propias empresas a las que pertenecen, las últimas tres son responsabilidad de las empresas de distribución en la mayoría de los países.

El porcentaje de las inversiones que dentro de los sistemas de distribución tiene una compañía de energía eléctrica, en forma muy general, ya que esto puede cambiar según el país. Sin embargo, es importante señalar en todos los casos el renglón de baja tensión es el

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

que representa la inversión más fuerte. Es oportuno señalar que cualquier innovación o mejora a este nivel de tensión repercutirá en forma considerable en las inversiones de todo sistema.

En la tabla número 1 se observa el procedimientos para la planeación y diseño de los sistemas de distribución. Estos están divididos en tres grandes rubros: consideraciones generales, diseño del sistema y diseño del equipo. Tales conceptos consideran muchos aspectos no sólo de ingeniería eléctrica sino también mecánica y civil, lo que hace necesario el empleo cada vez más frecuente de métodos de ingeniería de sistemas y administración.

En cargas importantes como hospitales y aeropuertos, en ocasiones se prefiere generar en el propio lugar la energía de emergencia para tener un respaldo en caso de falla de la alimentación normal, tratando de elevar, con un mantenimiento estricto, la continuidad de las redes de distribución.

Un problema grave que influye muchas veces en la planeación de las redes de distribución en los países en vías de desarrollo es la falta de normas nacionales que impiden un desarrollo acorde con las normas internacionales, ya que la influencia de los fabricantes o normas extranjeras con frecuencia tiende a imponer criterios de operación o diseño que influyen de manera nociva en los sistemas de distribución del país.

Tabla 1. Planeación y diseño de sistemas de distribución.

CONSIDERACIONES GENERALES	DISEÑO DEL SISTEMA	DISEÑO DEL EQUIPO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas nacionales y/o internacionales.</li> <li>• Seguridad del personal y equipo.</li> <li>• Simplicidad.</li> <li>• Condiciones climáticas.</li> <li>• Mantenimiento-política de piezas de repuesto.</li> <li>• Adiestramiento del personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatización del sistema.</li> <li>• Tasas de crecimiento y características de la carga.</li> <li>• Selección de las estructuras de AT, MT y BT.</li> <li>• Localización óptima de las subestaciones de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de las subestaciones de distribución, incluyendo interruptores, transformadores y edificios.</li> <li>• Selección y diseño de claves para líneas aéreas y sistemas subterráneos y optimización del calibre.</li> </ul>

<p>personal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confiabilidad de los componentes.</li> <li>• Facilidades de la alimentación desde el sistema de potencia.</li> <li>• Optimización de costos.</li> </ul>	<p>distribución.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de la tensión de alimentación.</li> <li>• Análisis de cortocircuito.</li> <li>• Diseño de la protección, relevadores y fusibles.</li> <li>• Protección contra sobrevoltajes.</li> <li>• Diseño del sistema de tierras.</li> <li>• Corrección al factor de potencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo para supervisión de la carga y automatización del sistema para la operación en condiciones normales y anormales.</li> </ul>
---	--	---

Existen tres tipos de ingeniería en los que es posible dividir el diseño de los sistemas de distribución:

- Diseño Eléctrico
- Diseño Mecánico
- Diseño Económico

El diseño eléctrico tiene que ver principalmente con el comportamiento eléctrico satisfactorio del sistema y todos los aparatos que intervienen en el mismo. Un sistema de distribución que transmita la energía necesaria a un consumidor con una continuidad aceptable será un sistema satisfactorio, sin importar el costo.

El diseño mecánico forma parte del estudio de las obras civiles y elementos metálicos, de concreto, madera o material sintético en las que se instalan los sistemas, incluyendo la selección de materiales adecuados que reúnan los requisitos indispensables de resistencia mecánica, seguridad, apariencia, durabilidad y mantenimiento, por mencionar algunos factores.

El diseño económico debe comprender la investigación de los costos relativos, es decir, donde sea posible escoger más de un diseño que satisfaga el sistema desde el punto de vista eléctrico y mecánico; la decisión final debe basar siempre en un cuidadoso estudio económico que optimice el resultado final.

Se debe entender que no necesariamente la misma inversión inicial en un proyecto de distribución es la óptima debido a que el estudio económico debe intervenir en los costos de operación, que usualmente serán mayores que el costo inicial, ya que una red de distribución en promedio se debe diseñar para una vida útil de cuando menos 30 años.

### 1.3 ESTRUCTURAS FUNDAMENTALES

Los sistemas de distribución se pueden desarrollar en estructuras diversas. La estructura de la red de distribución que se adopte tanto en mediana como baja tensión depende de los parámetros que intervengan en la planeación de la red, tales como:

- a. Densidad.
- b. Tipo de cargas:
  - Residencial.
  - Comercial.
  - Industrial.
  - Mixta.
- c. Localización geográfica de la carga.
- d. Área de expansión de la carga.
- e. Continuidad del servicio.

La topología del sistema tendrá una influencia decisiva en la continuidad del sistema y un impacto menor en la regulación de tensión.

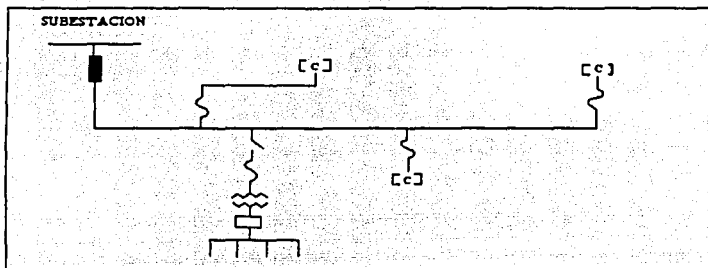
En cuanto a su operación, hay sólo dos tipos fundamentales de redes de distribución:

- Radial.
- Paralelo.

Un sistema radial es aquel en que el flujo de energía tiene una sola trayectoria de la fuente a la carga, de tal manera que una falla en éste produce interrupción en el servicio.

Este sistema de servicio de energía eléctrica es probablemente el más antiguo y comúnmente usado en la distribución de la energía eléctrica. Debido a su bajo costo y sencillez, las redes de operación se seguirán usando, pero tratando también de mejorar sus características de operación para hacerlas más confiables, como a continuación se muestra en la figura 1:

Red de operación radial sirviendo cargas en mediana y baja tensión



En un sistema de operación en paralelo el flujo de energía se divide entre varios elementos, teniendo más de una trayectoria. La operación en paralelo se utiliza sobre todo en redes de baja tensión. Con este tipo de redes se tiene una estructura sencilla en la red primaria, donde las subestaciones están conectadas en simple derivación radial.

### 1.3.1 Estructuras de mediana tensión.

Es posible enumerar las diferentes estructuras de mediana tensión que más se emplean en la actualidad en los sistemas de distribución como sigue:

- Estructura radial: Aérea, mixta y subterránea.
- Estructura en anillos: Abierto cerrado.
- Estructura de doble derivación.
- Estructura de derivación múltiple.
- Estructura de alimentadores selectivos.

#### 1.3.1.1 Estructura radial.

Es la que más se emplea, aunque su continuidad se encuentra limitada a una sola fuente; su sencillez de operación y bajo costo la hace muy útil en muchos casos.

Esta estructura se emplea en los tres tipos de construcción que existen: red aérea, red mixta y red subterránea.

- RED AÉREA

Este tipo de construcción se caracteriza por su sencillez y economía, razón por lo cual su empleo esta muy generalizado. Se adapta principalmente en:

1. Zonas urbanas con:
  - a. Carga residencial.
  - b. Carga comercial.
  - c. Carga industrial baja.
  
2. Zonas rurales con:
  - a. Carga doméstica.
  - b. Carga de pequeña industria.

Los elementos principales en esta red (transformadores, cuchillas, seccionadores, cables, etc.) se instalan en postes o estructuras de distintos materiales. La configuración más



sencilla que se emplea para los alimentadores primarios es del tipo arbolar, consiste en conductores de calibre grueso en la troncal y de menor calibre en las derivaciones o ramales.

- RED MIXTA

Es muy parecida a la red aérea; difiere de ésta sólo en que sus alimentadores secundarios en vez de instalarse en la postería se instalan directamente enterrados.

Esta red tiene la ventaja de que elimina gran cantidad de conductores aéreos, favoreciendo con esto la estética del conjunto y disminuyendo notablemente el número de fallas en la red secundaria, con lo que aumenta por consecuencia la confiabilidad del sistema.

- RED SUBTERRÁNEA

Esta estructura se constituye con cables troncales que salen en forma radiante de la S.E. y con cables transversales que ligan a las troncales. La sección del cable que se utiliza debe ser uniforme, es decir, la misma para los troncales y para los ramales.

#### 1.3.1.2 Estructura en anillo

##### a. Estructuras en anillo abierto

Este tipo de esquema se constituye a base de bucles de igual sección, derivados de las subestaciones fuente. Las subestaciones de distribución quedan alimentadas en seccionamiento exclusivamente.

Las redes en anillo normalmente operan abiertas en un punto que por lo general es el punto medio, razón por la cual se les conoce como redes en anillo abierto. Al ocurrir una falla dentro de un anillo se secciona el tramo dañado para proceder a la reparación, siguiendo

una serie de maniobras con los elementos de desconexión instalados a lo largo de la subtronal.

Esta estructura es recomendable en zonas con densidades de carga entre 5 y 15 MVA/Km<sup>2</sup> y en donde el aumento de la carga es nulo o muy pequeño. La estructura fundamental se presenta en la figura 2a y 2b.

Figura 2a Red en anillo con una fuente de alimentación

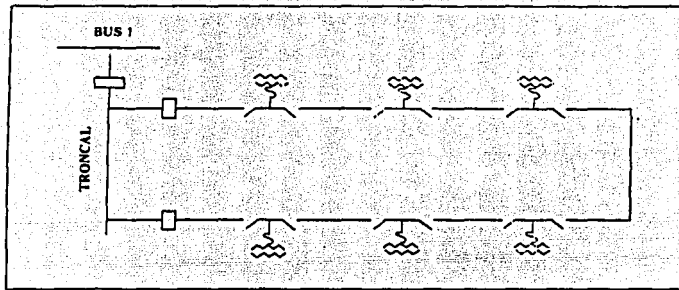
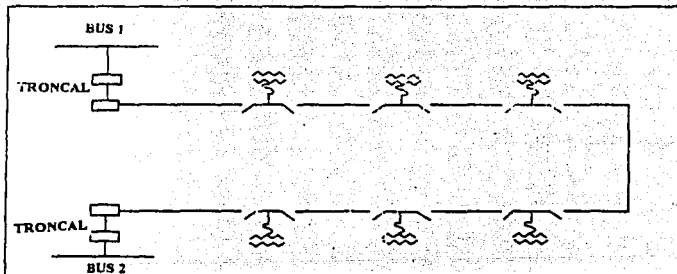


Figura 2b Red en anillo con dos fuentes de alimentación.

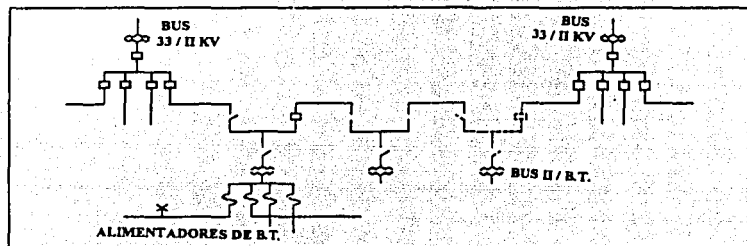


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## b. Estructuras en anillo cerrado

La estructura es semejante a la anterior, y varía únicamente en que no existe un punto normalmente abierto. Esta estructura tiene gran aplicación en zonas amplias; se desarrolla en cable subterráneo por la facilidad que se tiene de incrementar la capacidad instalada paulatinamente sin afectar la estructura fundamental de la red. En la figura 3 se presenta la evolución natural de una red de 33/11 kV con una estructura de anillo cerrado. Existen otras ventajas en la implementación de este tipo de estructuras, como un factor de utilización mayor del 60% y un mejor control del nivel de cortocircuito.

Redes en anillo cerrado

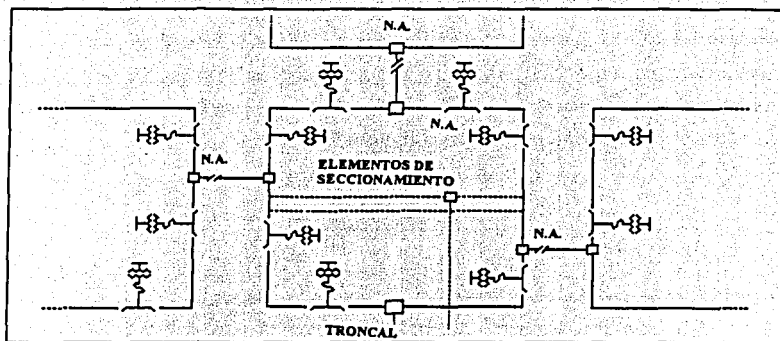


### 1.3.1.3 Estructura en mallas

En esta estructura las subestaciones de distribución están conectadas en seccionamiento, y junto con el cable constituyen anillos de igual sección. Estos anillos operan de forma radial, para lo cual se opera normalmente abierto uno de los medios de seccionamiento, interruptor o cuchillas, en la subestación que queda aproximadamente a la mitad. Existen ligas entre los anillos para asegurar una alimentación de emergencia. Esta estructura es recomendable en zonas de crecimiento acelerado y de cargas no puntuales, debido a sus características de posibilidades de expansión y reparto de carga. Su aplicación se

recomienda en zonas comerciales importantes con densidades superiores a 20 MVA/km<sup>2</sup>. Se muestra en la figura 4.

Esquema básico de una estructura en mallas de mediana tensión.



#### 1.3.1.4 Estructura de doble derivación

La estructura se hace por pares, siendo las secciones uniformes para los cables troncales y menores para las derivaciones a la subestación y servicios, los cuales quedan alimentados en derivación.

La aplicación más específica puede ser en zonas industriales, comerciales o turísticas de configuración extendida, en las que se tiene la necesidad de doble alimentación para asegurar una elevada continuidad y que presenten características de carga y geometría concentradas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 1.3.1.5 Estructura en derivación múltiple

Esta red se constituye de un número determinado de alimentadores que contribuyen simultáneamente a la alimentación de la carga. En realidad estas redes son una variación de las redes en derivación doble, ya que siguen el mismo principio, sólo que este tipo de red permite alimentar un área más amplia debido al mayor número de alimentadores.

Estas redes tienen aplicación en zonas que presentan cargas concentradas muy fuertes, en las que es necesario proporcionar una alta continuidad a los servicios; además, tienen la ventaja de que permiten proporcionar servicio a consumidores tanto en mediana como en baja tensión.

### 1.3.1.6 Estructura de alimentadores selectivos

Esta red se constituye por cables troncales que salen preferentemente de subestaciones diferentes y llegan hasta la zona por alimentar; de estas troncales se derivan cables ramales de menor sección que van de una troncal a otra enlazándolas, siguiendo el principio de la doble alimentación.

La protección de esta red consiste en interruptores que se instalan en la subestación de potencia a la salida de cada alimentador troncal y fusibles tipo limitador para proteger el transformador y dar mayor flexibilidad a la operación de la estructura.

## 1.4 Estructuras de baja Tensión

Las redes secundarias constituyen el último eslabón en la cadena entre la estación de generación y los consumidores. Al igual que los sistemas de distribución en mediana tensión, los sistemas de baja tensión tienen diversos arreglos en sus conexiones y por lo general se siguen manteniendo los mismos principios de operación que en aquellos. Sin

embargo, entre los circuitos primarios y los secundarios hay una importante diferencia que afecta su operación: en los circuitos de baja tensión es posible trabajar con línea viva sin tanto peligro y costo teniendo las debidas precauciones, lo que da mayor flexibilidad al sistema.

Este sistema, al igual que el sistema de distribución en mediana tensión, consiste en alimentadores secundarios que tienen su origen en la baja tensión de los transformadores, en cajas de distribución o en los buses de las subestaciones secundarias, llevando la energía hasta el lugar de consumo.

Hay tres estructuras de redes secundarias en el sistema de distribución:

1. Red radial sin amarres.

- Red subterránea.
- Red aérea.

Red radial con amarres.

3. Red de mallada o red automática en baja tensión.

1. Red radial sin amarres

- Red subterránea

En este tipo de red, cables de sección apropiada de acuerdo con la carga que alimentarán, parten en diferentes direcciones, desde el lugar donde se encuentra instalado el transformador constituyendo los alimentadores secundarios. En esta red una falla en el transformador o en algunos de los cables dejará sin servicio a todos los consumidores que alimentan la instalación.

- Red área

Los circuitos secundarios conectan el secundario de cada transformador de distribución a los servicios que alimentan ese transformador siguiendo también una disposición radial, aunque en algunos casos se interconecten los secundarios de transformadores adyacentes.

#### 1.4.2 Red radial con amarres

En el sistema anterior una falla en el alimentador primario o en el transformador da por resultado una interrupción de toda área alimentada. Para facilitar la restauración del servicio cuando hay problemas en los cables secundarios, se instalan cajas de seccionamiento intercaladas en los cables que van de un transformador a otro. Un buen estudio respecto a la forma en que se repartirá determina la colocación de estos medios de amarre y seccionalización y dará mayor libertad en la reparación de fallas en alta tensión, puesto que la carga del transformador dañado se puede transferir por la baja tensión a los transformadores adyacentes.

Al efectuar la construcción de la baja tensión se debe tener cuidado de que la secuencia de fases en todos los transformadores sea la misma con el fin de que al hacer la transferencia de carga de uno a otro la secuencia no se invierta, lo perjudicaría a los consumidores. Los cables de baja tensión se protegen a la salida de los transformadores por medio de fusibles, instalándose directamente enterrados a lo largo de las calles y conectando directamente a los servicios.

Los transformadores se podrán instalar en locales de edificios designados para el equipo eléctrico, o bien en bóvedas construidas en la calle, dependiendo del tipo de local y el equipo que se instale, pudiendo ser del tipo interior para locales en edificios y del tipo sumergible para bóvedas.

#### 1.4.3 Red mallada o red automática en baja tensión

Este sistema de distribución en baja tensión se utiliza en zonas importantes de ciudades donde existe gran concentración de cargas uniformemente repartidas a lo largo de las calles. Este servicio garantiza un servicio prácticamente continuo, ya que las fallas en alta tensión y en los secundarios no afectan a los usuarios.

Los componentes básicos en una red automática son: una fuente de potencia, normalmente una subestación de distribución, es el punto de origen de dos o más alimentadores radiales sin enlace entre ellos. Estos alimentadores van hasta los centros de carga en el área de la red, en donde son seccionados por medio de cajas de desconexión o interruptores para llevar los ramales que alimentan directamente a los transformadores de la red.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> ESPINOSA Y LARA, Roberto. Sistemas de Distribución



# CAPITULO SEGUNDO

---

## CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA

- 2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS
- 2.2 FACTOR DE DEMANDA
- 2.2.1 FACTOR DE PÉRDIDAS
- 2.3 DETERMINACIÓN DE LA CARGA EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- 2.4 ESTIMACIÓN DE CARGA POR SIMILITUD
- 2.4.1 CARGA DE LOS EQUIPOS RELACIONADOS CON EL TIPO DE USUARIOS
- 2.5 CÁLCULO ANALÍTICO
- 2.5.1 DEMANDA MÁXIMA
- 2.5.2 FACTOR DE CARGA
- 2.6 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS
- 2.6.1 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS
- 2.6.2 ALIMENTADORES Y ACOMETIDA
- 2.7 SISTEMAS DE TIERRAS
- 2.7.1 CONEXIÓN Y RESISTENCIA A TIERRA
- 2.8 SUBESTACIONES
- 2.8.1 GUIA PARA SELECCIÓN APARTARRAYOS
- 2.8.2 INTERRUPTORES EN ALTA TENSIÓN
- 2.8.3 TRANSFORMADORES
- 2.8.4 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN
- 2.8.5 TRANSFORMADORES DE POTENCIA
- 2.8.6 TRANSFORMADORES DE CONTROL Y ALUMBRADO
- 2.8.7 MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES EN ACEITE
- 2.8.8 CÁLCULO DE TRANSFORMADORES

## 2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS.

Existen diversos criterios para clasificar a las cargas, los más importantes son:

### A. Localización Geográfica

Esta clasificación se debe más que nada a las diferentes densidades de las cargas en cada zona.

### B. Tipo de Utilización de la Energía

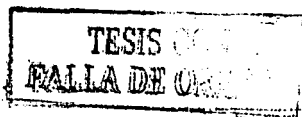
El tipo de utilización se refiere a la aplicación que le da el usuario a la energía, por ejemplo:

- Cargas Residenciales
- Cargas de Iluminación en predios comerciales
- Cargas de fuerza en predios comerciales
- Cargas Industriales
- Cargas de municipios o gubernamentales
- Cargas Hospitalarias

### C. Confiabilidad Requerida

En esta clasificación se consideran los daños que pueden causar las interrupciones de la energía. Sus divisiones son las siguientes:

- Sensibles. En éstas una interrupción, aunque sea momentánea, causa grandes perjuicios.
- Semisensibles. Son aquellas en las que una interrupción de la energía durante un intervalo de tiempo no mayor de 10 minutos, no causa grandes problemas.



- Normales. En estas cargas una interrupción larga de entre 1 y 5 horas, no causa mayores perjuicios.

#### D. Ciclos de Trabajo

Las cargas se pueden clasificar en:

- Transitorias cíclicas. Son las que tienen un ciclo de trabajo periódico.
- Transitorias acíclicas. Su ciclo de trabajo no es periódico.
- Normales. Estas trabajan continuamente.

#### E. Costos y Tarifas

Los usuarios de electricidad constituyen un grupo heterogéneo que normalmente se clasifica por la región en que se ubican, por el tipo de conexión al sistema y por su patrón de consumo. Esta diversidad de clientes requiere del establecimiento de diferentes tarifas que reflejan los costos del suministro a cada tipo de usuario. Por ejemplo es menos costoso satisfacer la demanda de un cliente que se conecta a la tensión de las líneas de la transmisión, que a otro que sólo puede conectarse en el nivel de tensión más bajo de la red.

La determinación de los costos de suministro se hace mediante la contabilización de los gastos directos e indirectos necesarios para el suministro o mediante la aplicación de los costos marginales.

Del análisis de los costos contables o marginales surgen las tarifas aplicables a los diferentes tipos de usuarios. Estas tarifas incluyen algunos de los siguientes elementos: nivel de voltaje de la conexión al sistema, ubicación geográfica, demanda requerida a lo largo de las 24 horas, demanda máxima, energía consumida, factor de potencia y actualmente a tener interrupciones del servicio.

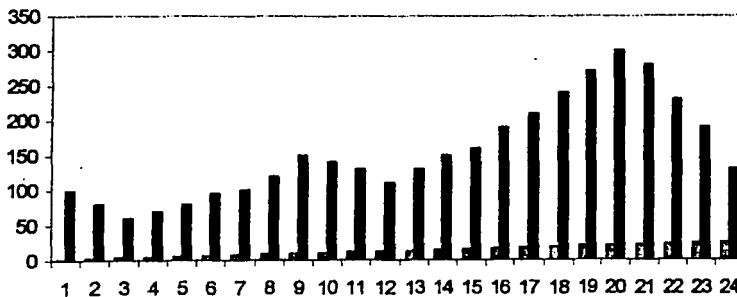
En el diseño de la tarifa para usuarios residenciales se procura considerar elementos tales como: la región, el nivel de voltaje y las horas del día en que hace uso de la energía, que normalmente son las horas pico. Debido a que se requiere de una tarifa fácil de aplicar, el cargo se hace en función de la energía consumida en Kwh.

En el caso de los usuarios industriales o comerciales las tarifas son un poco más elaboradas. La medición se hace mediante equipos que permiten el registro de los parámetros necesarios para establecer cargos por variables tales como: consumo de energía (Kwh.) a diferentes horas del día, el factor de potencia, la demanda máxima de potencia activa (Kw.) registrada en el lapso de facturación y la demanda facturada o contratada.

## 2.2 FACTOR DE DEMANDA

La curva se obtiene al graficar la demanda de potencia horario de un usuario define su perfil de carga a lo largo del día. En la figura siguiente se puede apreciar un ejemplo del perfil de carga. En las abscisas aparece el tiempo en horas y en las ordenadas la potencia correspondiente (por lo general en KW).

Curva de demanda horaria para un día



Este mismo perfil de carga se puede establecer por día, semana, mes o por período de facturación. Si se integra el área bajo la curva que representa el perfil de la carga obtenemos la energía consumida en ese lapso. Considerando mediciones de potencia horarias se tiene:

$$W = P_{hr} \times \text{horas} \quad (\text{KWh})$$

donde:

$P_{hr}$  = Potencia Horaria

Para este ejemplo se utiliza la estructura tarifaria mexicana que incluye los elementos mencionados aunque se utilizaran precios aproximados.

Para el ejemplo de la figura anterior la energía total durante las 24 horas resulta: 3,710 KWh. Si esta energía total consumida se divide entre el número de horas se obtiene la demanda promedio:

$$P_{prom} = W / \text{horas} = 3,710/24 = 154.6 \quad (\text{kW})$$

El factor de demanda es la relación de la demanda promedio entre la máxima potencia horaria (demanda pico) registrada en el período de tiempo analizado. También se puede obtener dividiendo la energía consumida entre la demanda pico multiplicada por el total de horas del lapso.

$$fd = (P_{prom} / d_{pico}) 100 \quad (\%)$$

donde:

$d_{pico}$  = Potencia máxima registrada en una hora

para el ejemplo:  $fd = 52 \%$

Se entiende que un usuario puede consumir la misma energía con curvas de demanda diferentes.

### 2.2.1 FACTOR DE PÉRDIDAS

En una instalación eléctrica resulta práctico obtener el factor de pérdidas, que es igual al porcentaje de tiempo requerido por la demanda pico para producir las mismas pérdidas que tiene por la demanda real en un lapso definido. Suponiendo que se conserva el mismo arreglo de la red de una instalación eléctrica, el factor de pérdidas se puede obtener con el promedio de los cuadrados de las demandas horarias entre el cuadrado de la demanda pico. El factor de pérdidas siempre resulta igual o menor al factor de demanda.

Del ejemplo anterior se calcula el factor de pérdidas:

$$f_{pérd} = (\sum_0^{24} P_{hr}^2) / (24 \times d_{pico}^2) \cdot 100 (\%)$$

$$f_{pérd} = 31.7 \%$$

### 2.3 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El diseño de una instalación eléctrica requiere del conocimiento de la potencia o carga que se va a suministrar. Por carga se entiende la que será demandada a la instalación y no la suma de las capacidades de los equipos que serán instalados. Mientras mayor información se tenga al respecto del consumo y de las condiciones de operación de todos los elementos que estarán conectados a la instalación, mayores serán las posibilidades de un cálculo que cumpla con los requerimientos técnicos y que sea económico.

Es prácticamente imposible conocer con exactitud la carga de una instalación compleja. En el anteproyecto se empieza con una estimación que permite realizar una evaluación presupuestal aproximada. Sin embargo, se puede hacer un cálculo detallado con la información completa de todos los equipos que serán conectados y obtener un valor más preciso de la carga.

La determinación de la carga es un labor que requiere de técnica, pero también de criterio para definir los preparativos que deben dejarse para el futuro, así como la influencia de los posibles ciclos de operación. Por esta razón es recomendable estudiar varias opciones.

## 2.4 ESTIMACIÓN DE CARGA POR SIMILITUD.

### 2.4.1 CARGA DE LOS EQUIPOS RELACIONADOS CON EL TIPO DE USUARIOS.

Se requiere tener una estimación aproximada de las cargas, se pueden utilizar los valores de carga típicos, producto de la observación en empresas o procesos similares que se encuentran operando. Se debe estudiar cuidadosamente los factores que podrían incrementar o disminuir la carga como: procesos de producción específicos, maquinaria más moderna, grado de automatización, comodidad de los operarios, capacidad de producción, fuerza motriz para otros fines, etc.

Los equipos de ventilación y/o acondicionamiento de aire son responsables de una parte importante de la carga. Para la estimación de la carga de estos equipos debe consultarse a un especialista en el manejo de aire y utilizar los métodos por él o por ella propuestos.

## 2.5 CÁLCULO ANALÍTICO

La precisión que se obtiene con los métodos estimativos resulta insuficiente para obtener las capacidades de los elementos de una instalación eléctrica y las secciones de los conductores.

Un cálculo más preciso se inicia cuando se conocen los consumos de energía de cada uno de los equipos y servicios que serán alimentados por la instalación.

### 2.5.1 CARGA O POTENCIA INSTALADA

La carga o potencia instalada ( $P_{inst}$ ) es la sumatoria de los consumos nominales de cada elemento consumidor según sus datos de placa.

$$P_{inst} = \sum P_j$$

donde :  $P_j$  = potencia de cada elemento,  $j = 1, 2, \dots, n$ .

### 2.5.2 DEMANDA MÁXIMA

La demanda máxima ( $P_{max}$ ) es la carga o potencia máxima que podría ocurrir en una instalación. En las tarifas, para fines de facturación, la demanda máxima es la carga máxima que subsiste durante 15 minutos en el lapso de un mes. Se le llama también demanda máxima medida.



## 2.5.3 FACTOR DE CARGA

El factor de carga (fc) es el cociente de la potencia o demanda máxima entre la potencia (carga) instalada, por lo tanto:

$$P_{\max} = (fc) \cdot P_{\text{inst}}$$

En algunos procesos de fabricación el factor de carga se calcula eliminando las cargas que no son simultáneas, como son los equipos de respaldo o reserva (stand-by).

Sin embargo resulta muy difícil definir con precisión el factor de carga porque se desconoce la capacidad exacta que los equipos demandarán de los motores eléctricos que los mueven, ya que por lo general la capacidad de los motores es mayor que la necesaria para operar los equipos.<sup>4</sup>

## 2.6 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS.

### 2.6.1 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

Las cargas de los circuitos derivados se deben calcular como se indican a continuación:

- a. Cargas continuas y no continuas. La capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la carga no continua más de 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua, más 125% de la carga continua.
- b. Cargas de alumbrado por uso de edificios. La carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de superficie de piso no debe ser inferior a la especificada en la

---

<sup>4</sup> BRATU SERBÁN, Neagu. Instalaciones Eléctricas: Conceptos Básicos y Diseño

tabla 220-3 (b) de la NOM-001-SEDE-1999 para edificios indicados en la misma. La superficie del piso de cada planta se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores del edificio, unidad de vivienda u otras zonas afectadas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del piso no debe incluir los patios abiertos, las cocheras ni los espacios inutilizados o sin terminar, que no sean adaptables para su uso futuro.

Nota: Los valores unitarios de estos cálculos se basan en las condiciones de carga mínima y en un factor de potencia de 100% y puede ser que no ofrezcan capacidad suficiente para la instalación considerada. Estos valores corresponden al cálculo de los circuitos derivados y no se contraponen a los valores de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado ( $W/m^2$ ) establecidos en la NOM-007-ENER Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales vigente.

Tabla 220-3 (b) Cargas de alumbrado general por uso de edificio

Uso de edificio	Carga unitaria ( $VA/m^2$ )
Almacenes	2.5
Bancos	35**
Casas de huéspedes	15
Clubes	20
Colegios	30
Cuarteles y auditorios	10
Edificios de oficinas	35**
Edificios industriales y comerciales	20
Estacionamientos públicos	5
Hospitales	20
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina	20
Iglesias	10
Juzgados	20
Peluquerías y salones de Belleza	30
Restaurantes	20

Tiendas	30
Unidades de vivienda*	30
En cualquiera de las construcciones anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Lugares de reunión y auditorios	10
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
Lugares de almacenaje	2.5

\* Todas las salidas para receptáculo de uso general de 20 A nominales o menos, en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los clientes de hoteles y moteles (excepto las conectadas a los circuitos de receptáculos de corriente eléctrica especificados en 220-4 (b) y (c), se deben considerar tomas para alumbrado general y en tales salidas no son necesarios cálculos para cargas adicionales.

\*\* Además se debe incluir una carga unitaria de  $10.75 \text{ VA/m}^2$  para salidas receptáculos de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de tomas.

c. Otras cargas- todas las construcciones. En todas las construcciones, la carga mínima en cada salida de uso general receptáculos y salidas no utilizadas para alumbrado general no debe ser inferior a lo siguiente (las cargas utilizadas se basan en la tensión eléctrica nominal de los circuitos derivados):

1. Salida para un aparato específico u otra carga, excepto para cargas de motores: corriente eléctrica nominal en A del aparato o carga conectada.
2. Salida para motor
3. Una salida para elementos de alumbrado empotrados debe tener la máxima capacidad nominal en VA para la que esté calculado dicho elemento o elementos.
4. Una salida para portalámparas de trabajo pesado 600 VA.
5. Rieles de alumbrado
6. Alumbrado para anuncios y de realce 1200 VA para cada circuito derivado requerido, especificado en 600-5 (a)
7. Otras salidas\* 180 VA por salida

Para salidas en receptáculos, cada receptáculo sencillo o múltiple instalado en el mismo puente se debe considerar a no menos de 180 VA

\* Esta disposición no se debe aplicar a las salidas para receptáculos conectados a los circuitos especificados en 220-4 (b) y (c).

## 2.6.2 ALIMENTADORES Y ACOMETIDA

Disposiciones generales:

- a. Capacidad de conducción de corriente y cálculo de cargas. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para suministrar energía a las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada para un alimentador debe ser inferior a la suma de las cargas de los circuitos derivados conectados, tal como se establece en la parte A del artículo 220-10 y después de aplicar cualquier factor de demanda permitido.
- b. Cargas continuas y no-continuas. Cuando un 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 inferior a la carga no-continua, más 125 % de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del alimentador, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua más 125% de la carga continua.

## 2.7 SISTEMAS DE TIERRAS

En una instalación eléctrica la conexión a tierra tiene una importancia primordial para la protección del personal y de los equipos. Una instalación eléctrica no puede considerarse adecuada si no tiene un sistema de tierra que cumpla con todos los requisitos para proporcionar esta protección.

Eléctricamente, el globo terráqueo es considerado con un potencial cero. No obstante el material que la compone puede tener una resistividad eléctrica muy alta. La resistencia a tierra es la que existe entre el electrodo de la toma de tierra que se desea considerar y otro electrodo lejano de resistencia cero. Por lejano se entiende que ésta a una distancia tal que la resistencia mutua de los electrodos considerados es esencialmente cero.

## 2.7.1 CONEXIÓN Y RESISTENCIA A TIERRA

### a. Valores aceptables recomendados

El más elaborado sistema de tierras que sea diseñado, puede ser inadecuado, a menos, que la conexión del sistema a tierra sea adecuada y tenga una resistencia baja. Por consiguiente, la conexión a tierra es una de las partes más importantes de todo sistema de tierras. Esto es también la parte más difícil de diseñar y obtener. La perfecta conexión a tierra deberá tener una resistencia con valor cero, pero esto es imposible de obtener.

Para subestaciones grandes y estaciones de generación, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de un ohm.

Para subestaciones pequeñas y plantas industriales, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de 5 ohms. A continuación se muestran las tablas que facilitaran el diseño de un sistema a tierra. \*Basadas en Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones Eléctricas.

Resistencia de diferentes terrenos

Efecto del contenido de agua o humedad en la resistividad del terreno

Efecto de la temperatura en la resistencia del terreno

Formulas Para el calculo de las resistencias a tierra

Métodos de sistemas de conexión a tierra (conexión a tierra del sistema neutro)

Calibre de conductores de conexión a tierra para sistemas de C:A \*

Calibre mínimo de conductores de aterrizaje para equipo eléctrico y charolas \*

### RESISTIVIDAD DE DIFERENTES TERRENOS

TERRENO	RESISTENCIA (OHMS) VARILLAS DE 5/8 PULGS. X 5 PIES			RESISTIVIDAD (OHMS POR CM <sup>3</sup> )		
	PROMEDIO	MIN.	MAX.	PROMEDIO	MIN.	MAX.
Rellenos, escorias, salmuera, desechos.	14	35	41	2,370	590	7,000
Arcilla, arcilla escuriosa, suelo arcilloso, tierra negra.	24	2	98	4,060	340	16,300
Igual, con variaciones en las proporciones de arena y grava.	93	6	800	15,800	1,020	135,000
Grava, arena, piedras, con arcilla pequeña o barro.	554	35	2,700	9,400	59,000	458,000

### EFFECTO DEL CONTENIDO DE AGUA O HUMEDAD EN LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

CONTENIDO DE AGUA O HUMEDAD (% DEL PESO)	RESISTIVIDAD (OHMS/CM <sup>3</sup> )	
	TERRENO SUPERIOR	BARRO ARENOSO
0	> 1000 X 10 <sup>6</sup>	> 1000 X 10 <sup>6</sup>
2.5	250 000	150 000
5	165 000	43 000
10	53 000	18 500
15	19 000	10 500
20	12 000	6 300
30	6 400	4 200

### EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA RESISTENCIA DEL TERRENO

(BARRO ARENOSO CON 15. 2% DE HUMEDAD)

TEMPERATURA		RESISTIVIDAD (OHMS POR CM <sup>3</sup> )
°C	°F	
20	68.	7 200
10	50	9 900
0 (agua)	32	13 800
0 (hielo)	32.	30 000
- 5	23	79 000
-15	14	330 000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FORMULAS PARA EL CALCULO DE LAS RESISTENCIAS A TIERRA















(Fórmulas aproximadas incluyendo los efectos de imágenes. Las dimensiones deberán estar en centímetros para obtener la resistencia en ohms).

$\rho$  = resistencia específica de la tierra en ohms por cm.<sup>3</sup>.

$a$  = radio.

$L$  = longitud.


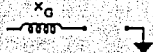

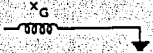

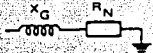



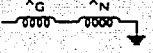
$s$  = espaciamiento.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA
	Hemisfera, Radio $a$	$R = \frac{\rho}{2\pi a}$
	Una varilla a tierra Longitud $L$ , radio $a$	$R = \frac{\rho}{2\pi L} (\log_e \frac{4L}{a} - 1)$
	2 varillas a tierra $s >$ espaciamiento $s$	$R = \frac{\rho}{4\pi L} (\log_e \frac{4L}{a} - 1) + \frac{\rho}{4\pi s} (1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \dots)$
	2 varillas a tierra $s <$ L, espaciamiento $s$	$R = \frac{\rho}{4\pi L} (\log_e \frac{4L}{a} + \log_e \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^3}{16L^3} + \frac{s^5}{512L^5} \dots)$
	Alambre enterrado horizontalmente longitud $2L$ profundidad $s/2$	$R = \frac{\rho}{4\pi L} (\log_e \frac{4L}{a} + \log_e \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^3}{16L^3} + \frac{s^5}{512L^5} \dots)$
	Curva en ángulo recto de alambre longitud de un lado $L$ , prof $s/2$ .	$R = \frac{\rho}{4\pi L} (\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^2}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L^4} \dots)$
	Estrella de 3 puntas Longitud de un lado $L$ , prof. $s/2$	$R = \frac{\rho}{6\pi L} (\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 1.071 - 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^2}{L^2} - 0.054 \frac{s^4}{L^4} \dots)$
	Estrella de 4 puntas. Longitud de un lado $L$ , prof. $s/2$	$R = \frac{\rho}{8\pi L} (\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 2.912 - 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots)$
	Estrella de 6 puntas. Longitud de un lado $L$ , prof. $s/2$	$R = \frac{\rho}{12\pi L} (\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 6.851 - 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.490 \frac{s^4}{L^4} \dots)$
	Estrella de 8 puntas. Longitud de un lado $L$ , prof. $s/2$	$R = \frac{\rho}{16\pi L} (\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 10.98 - 5.51 \frac{s}{L} + 3.26 \frac{s^2}{L^2} - 1.17 \frac{s^4}{L^4} \dots)$
	Anillo de alambre. Diam. del anillo, $D$ , Diam. del alambre $d$ , prof. $s/2$	$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} (\log_e \frac{8D}{d} + \log_e \frac{4D}{s})$
	Placa enterrada horizontalmente Longitud $2L$ , sección $a$ por $b$ , prof. $s$ , $s > a/8$	$R = \frac{\rho}{4\pi L} (\log_e \frac{4L}{a} + \frac{s^2 - \pi a b}{2(a+b)^2} + \log_e \frac{4L}{s} - 1 + \frac{s}{2L} - \frac{s^3}{16L^3} + \frac{s^5}{512L^5} \dots)$
	Placa circular enterrada horizontalmente. Radio $a$ , prof. $s/2$	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} (1 - \frac{7a^2}{12s^2} + \frac{33a^4}{40s^4} \dots)$
	Placa rectangular enterrada verticalmente. Radio $a$ , prof. $s/2$	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} (1 + \frac{7a^2}{24s^2} + \frac{99a^4}{320s^4} \dots)$

Basado en "Calculation of Resistance to Ground", por H.B. Dwight Electrical Engineering, vol. 55, p. 1319.

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**METODOS DE SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA (CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA NEUTRO)**

DESCRIPCION	CIRCUITO	DIAGRAMA EQUIVALENTE
1.- No conectado a tierra		
2.- Sólidamente conectado a tierra		
3.- Resistencia conectada a tierra.		
4.- Reactancia conectada a tierra.		
5.- Neutralizador de fallas a tierra.		

$X_G$  Reactancia del generador o transformador usada para conexión a tierra.

$X_N$  Reactancia del reactor para conexión a tierra.

$R_N$  Resistencia del resistor para conexión a tierra.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## CALIBRE DE CONDUCTORES DE CONEXION A TIERRA PARA SISTEMAS DE C.A.

**CALIBRE DEL CONDUCTOR DE  
ACOMETIDA MAS GRANDE, O SU  
EQUIVALENTE EN CONDUCTORES  
PARALELOS**

**CALIBRE DEL  
CONDUCTOR DE  
CONEXION A TIERRA**

COBRE AWG o KCM	ALUMINIO AWG o KCM	COBRE AWG o KCM	ALUMINIO AWG o KCM
2 ó menor	1/0 ó menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	8	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
De 3/0 hasta 350	De 250 hasta 500	2	1/0
De 350 hasta 600	De 500 hasta 900	1/0	3/0
De 600 hasta 1100	De 900 hasta 1750	2/0	4/0
Mavor de 1100	Mavor de 1750	3/0	250

Donde no hay conductores de acometida, el calibre del conductor de conexión al electrodo aterrizado deberá determinarse por el calibre equivalente del conductor de acometida mayor requerido para la carga a servirse

## CALIBRE MINIMO DE CONDUCTORES DE ATERRIZAJE PARA EQUIPO ELECTRICO Y CHAROLAS

REGIMEN DE DISPARO DEL DISPOSITIVO DE SOBRECARGAS AUTOMATICO COLOCADO AL FRENTE DEL EQUIPO ELECTRICO, CONDUIT, ETC. NO EXCEDIENDO DE: (AMPERES)	CALIBRE	
	CONDUCTOR DE COBRE CAL. No.	CONDUCTOR DE ALUMINIO CAL. No.
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	3	1
600	1	2/0
800	0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 KCM
1500	4/0	350 "
2000	250 KCM	400 "
2500	350 "	600 "
3000	400 "	600 "
4000	500 "	800 "
5000	700 "	1200 "
6000	800 "	1200 "

**TEMAS OUB**  
**FALLA DE ORIGEN**

## 2.8 SUBESTACIONES

La distribución industrial hace llegar la energía de un alimentador o generador a un voltaje igual o menor de 15 KV, hasta los puntos donde se utiliza, y a las tensiones adecuadas para fuerza y alumbrado. Cuando la potencia se recibe de un alimentador de subtransmisión a 69, 34.5 ó 23 KV, existe una subestación intermedia unitaria o convencional entre la línea y el sistema de distribución industrial.

El costo de los conductores de distribución a voltajes entre 2.4 y 13.2 KV para plantas con densidades de carga hasta 300 volt-amperes/m<sup>2</sup>, es generalmente un 15% del que requiere la distribución a 480 volts. El equipo interruptor de alta corriente es también más costoso que el de un voltaje mayor pero de menor corriente y capacidad interruptiva. La distribución con centros de potencia tiene corrientes de corto circuito bastantes manejables debido a la mayor reactancia en serie.

Cuando hay poco equipo de fuerza o alumbrado fluorescente a 200 volts, el transformador de alumbrado es trifásico de 480 a 240 volts y se puede tener circuitos monofásicos y trifásicos a partir del centro de distribución.

El costo de centros de potencia con secundario en delta, suele ser de 1.5 a 6% menor que cuando se usa conexión Y. Esta última es ventajosa porque permite conexión del neutro a tierra, pero hay que considerar que con esta característica, puede necesitarse algunos dispositivos de control con protección de sobrecorriente en las 3 fases, lo cual no es usual.

Desde el punto de vista de conexión a tierra, se recomienda lo siguiente:

- Si hay subestación, el secundario de ésta debe ser "Y" con neutro a tierra, para proporcionar protección a tierra en el sistema de distribución del lado de bajo tensión, y el primario "Delta". Los primarios de los centros de potencia serían entonces "delta".

- Cuando hay generador, éste suele ser "Y" y se debe conectar el neutro de una de las máquinas a tierra. La conexión directa puede originar en fallos a tierra una corriente de cortocircuito mayor que la que el generador resiste mecánicamente, por lo cual se recomienda conectar el neutro a tierra a través de una resistencia adecuada que limite la corriente al valor permisible.
- En sistemas con alimentadores largos a 480 volts, el secundario que los alimenta es más conveniente en Y con neutro a tierra.
- Cuando se lleva el voltaje de distribución hasta los centros de carga, como es la práctica más económica, ahí se efectúa la transformación mediante un centro de potencia de los cuales parten alimentadores cortos a 480 volts. El secundario es delta es económico en dichos centros.

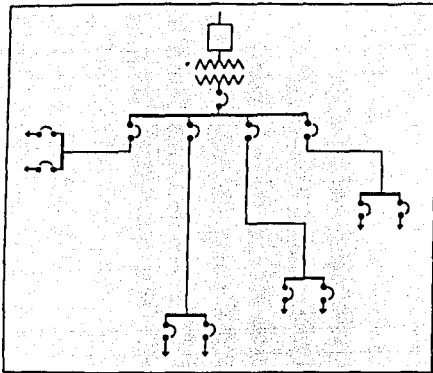
El neutro a tierra en los sistemas es conveniente por las razones siguientes:

- Las fallas a tierra provocan interrupción inmediata, y, con un arreglo selectivo, el ramal afectado es el único que se desconecta y la zona de daño se define.
- Cuando no se tiene neutro a tierra, al ocurrir una falla a tierra no hay operación ninguna. Una de las esquinas de la delta queda a tierra con lo cual el aislamiento a tierra del sistema soporta un sobrevoltaje de 73%, el cual es probable que no tarde en originar un segundo fallo. La corriente a tierra tiene la impedancia de dos fallos en serie y aunque el voltaje es 73% mayor, puede resultar con una intensidad no suficiente para provocar operación hasta causar mayor destrucción. Al ocurrir la falla se puede tener dos circuitos afectados que atender.
- Un sistema no conectado a tierra, una falla puede sostenerse sin interrupción hasta investigarla en los días no laborables, su localización y reparación puede tardar bastante.

A continuación se muestran los "Principales Sistemas de Distribución".

# principales sistemas de distribución

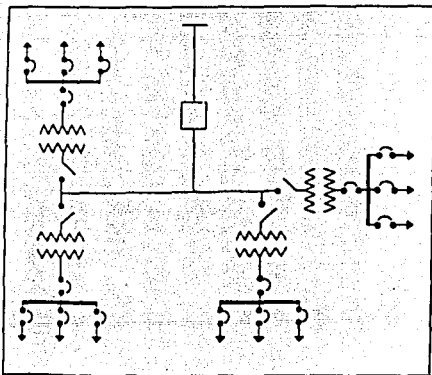
## 1.- RADIAL SIMPLE



### CARACTERISTICAS:

- Simplicidad, adecuado para cargas hasta 1000 KVA.
- Capacidad reducida al aprovechar la diversidad de las cargas de la planta.
- Altas corrientes de corto circuito.
- Interruptores de altas capacidades nominal e interruptiva.
- Alimentadores largos y costosos.
- Mala regulación debida a la caída de voltaje.
- Baja eficiencia debida a las pérdidas en los alimentadores.
- Costo: 140% del sistema No. 2.

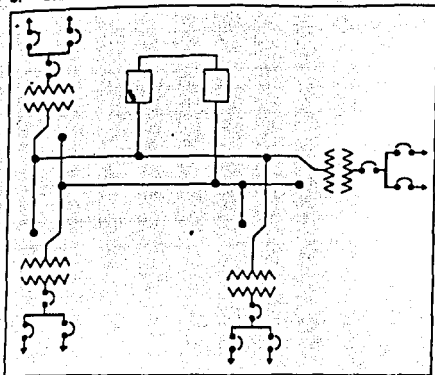
## 2.- RADIAL CON CENTROS DE POTENCIA



### CARACTERISTICAS:

- Es el sistema más económico arriba de 1000 KVA.
- Los alimentadores son cortos, debido a la colocación de cada centro de potencia inmediata al centro de la carga en ocasiones se ponen éstos sobre plataformas arriba del nivel dentro de la fábrica.
- Bajas corrientes de corto circuito.
- Equipo interruptor de baja interrupción y baja corriente normal.
- Buena regulación de voltaje.
- Pérdidas moderadas.
- Mala continuidad: Un fallo en el alimentador principal significa interrupción total.
- Tardanza en restaurar el servicio en caso de falta en una estación.
- Poca flexibilidad.

### 3.- SISTEMA RADIAL SELECTIVO EN PRIMARIO



#### CARACTERISTICAS:

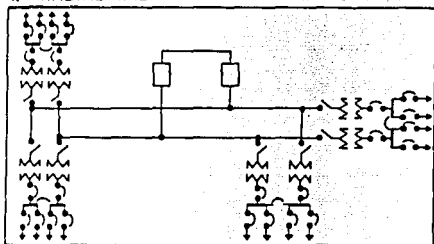
Continuidad aceptable. Al fallar un alimentador se puede cambiar la carga rápidamente al otro. Cada uno de sus circuitos primarios debe tener capacidad para el total de la carga.

En caso de falla en un transformador, la unidad se desconecta rápidamente y se restaura el servicio dejando fuera una zona de la fábrica.

Todas las ventajas del sistema No. 2, están presentes en este arreglo.

Su costo es 10% mayor que el esquema No. 2, pero su flexibilidad es mayor.

### 4.- RADIAL SELECTIVO EN SECUNDARIO



#### CARACTERISTICAS:

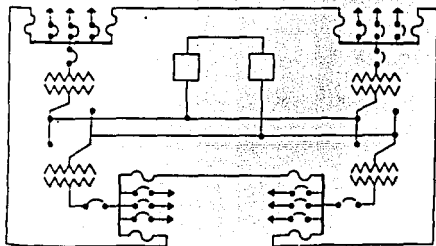
Permite pronta restauración del servicio por defectos en el alimentador primario o en el transformador.

Mejor continuidad que el No. 2 o el No. 3.

La falla en un transformador no interrumpe por largo tiempo ninguna alimentación, ya que la carga pasa al otro mediante un interruptor de amarre. Cada transformador debe poder llevar la carga de la estación.

Esto hace este arreglo 55% más costoso que el No. 2

### 5.- RED AUTOMATICA



#### CARACTERISTICAS:

Alimentación no interrumpida a la carga.

Alta eficiencia y regulación.

Operación automática en caso de fallas de transformador o alimentador primario: la carga se transfiere a los otros transformadores u otro alimentador a través del anillo secundario.

No requiere exceso de capacidad transformadora.

Maneja el arranque de motores grandes con menos variación de voltaje.

Parpadeo del alumbrado mínimo.

Bajas pérdidas.

No se adapta a sistemas superficialmente extensos por el costo del anillo secundario (55% más costoso que el No. 2).

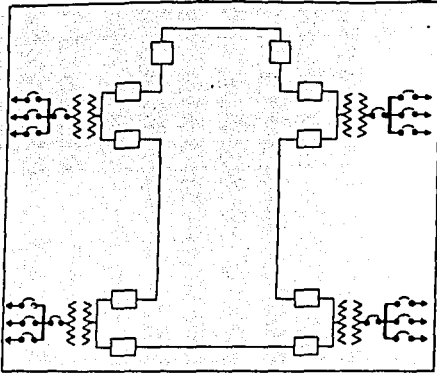
### CARACTERÍSTICAS:

Este sistema tiene la ventaja sobre el radial simple de que puede aislarse una sección de cable defectuosa y restaurar el servicio en el resto del sistema, mientras se lleva a cabo la reparación. Es posible, sin embargo, que la falla no se localize pronto y entonces la interrupción general es larga.

Para evitar esta contingencia, puede dotarse a los interruptores con protección direccional de tal manera que la seccionización del tramo defectuoso sea automática.

Esto eleva el costo del sistema desproporcionadamente con relación a la ventaja ganada. Por otro lado, sin los interruptores y protección seccionizante, el sistema solo es mas peligroso y con mayor corriente de corto circuito que el No. 2.

### 6.- ANILLO DE ALTA TENSION



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.8.1 GUIA PARA SELECCIÓN APARTARRAYOS

### 1. Apartarrayos para circuitos con neutro no aterrizado

Los apartarrayos para servicio en circuitos con neutro no aterrizado, son normalmente cuando el neutro está aislado o está aterrizado a través de un neutralizador de falla a tierra o a través de resistencia o reactancia de alto valor. Estos apartarrayos se conocen también como apartarrayos "100%" pues ellos deben soportar el voltaje nominal de línea a línea cuando hay una falla a tierra o en una fase.

### 2. Apartarrayos para circuito con neutro aterrizados

Se dice que un circuito tiene su neutro sólidamente aterrizado a través de una impedancia, cuando se tienen las siguientes relaciones.

$$\frac{X_0}{X_1} \text{ varia de } 0 \text{ a } 3$$

$$\frac{R_0}{X_1} \text{ varia de } 0 \text{ a } 1$$

• Anexo C  
en donde:

$X_0$  = reactancia de secuencia cero

$X_1$  = reactancia de secuencia positiva

$R_0$  = resistencia de secuencia cero

En estos circuitos y bajo cualquier condición de operación, el apartarrayos siempre estará permanentemente y sólidamente aterrizado.

## GUIA PARA SELECCION DE APARTARRAYOS

APARTARRAYOS PARA OPERAR EN ALTITUDES HASTA  
DE 1830 M. S.N.M

VOLTAJE NOMINAL DE APARTARRAYOS	VOLTAJE DE CIRCUITO (KV)	
	CIRCUITO CON NEUTRO NO ATERIZADO	CIRCUITO CON NEUTRO ATERIZADO
3	2.40	4.18
6	4.80	7.20
9	7.20	12.47
12	11.20	13.20
15	15.00	18.00
20	23.00	27.60
25	27.60	34.50
30	34.50	-
37	-	46.00
40	46.00	57.50
50	57.50	69.00
60	69.00	-
73	-	92.00
79	-	115.00
97	92.00	138.00
109	-	138.00
121	115.00	138.00

## PRUEBAS DE AISLAMIENTO PARA APARTARRAYOS

### (VOLTAJES SOPORTADOS EN LA PRUEBA)

CLASIFICACION DE AISLAMIENTO KV	RANGO DE VOLTAJE KV (1)	APARTARRAYOS TIPO ESTACION TODOS LOS RANGOS APARTARRAYOS TIPO DE LINEA Y DISTRIBUCION PARA VOLTAJES DE 20 KV Y MAYORES				LINEA Y DISTRIBUCION APARTARRAYOS PARA VOLTAJES MENORES DE 20 KV.			
		60 CICLOS VOLTAJE DE PRUEBA RMS KV (2)		PRUEBA DE IMPULSO 1.5 X 40 US CRESTA DE LA ONDA PLENA EN KV (2.3)		60 CICLOS VOLTAJE DE PRUEBA RMS KV (2)		PRUEBA DE IMPULSO 1.5 X 40 US CRESTA DE LA ONDA PLENA EN KV (2.3)	
		1 MIN SECO	10 SEG HUMEDO	1 MIN SECO	10 SEG HUMEDO	1 MIN SECO	10 SEG HUMEDO	1 MIN SECO	10 SEG HUMEDO
2.5	3	21	20	60	15	13	45	-	-
5	5	27	24	75	21	20	60	-	-
3.7	9	36	30	95	27	24	75	-	-
15	15	50	45	110	35	30	95	-	-
23	25	70	60	150	-	-	-	-	-
24.5	27	95	80	200	-	-	-	-	-
46	50	120	100	250	-	-	-	-	-
59	72	175	145	350	-	-	-	-	-
92	97	225	190	450	-	-	-	-	-
115	121	290	230	550	-	-	-	-	-
138	141	325	275	650	-	-	-	-	-
151	165	385	315	750	-	-	-	-	-
156	191	465	385	900	-	-	-	-	-
230	242	545	445	1050	-	-	-	-	-

- (1) Cuando se va a hacer la aplicación de un apartarrayos el voltaje menor que el voltaje del circuito en el cual se usa tal como en un circuito a tierra la prueba de aislamiento que se especifica para la clase de aislamiento con un valor menor que el del circuito.
- (2) Todos los valores son soportados por la prueba de tolerancia media.
- (3) Se puede usar cualquiera de las ondas de polaridad positiva o negativa cuando el valor más bajo.

FALLA EN EL ORIGEN



**CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO  
EN APARTARRAYOS TIPO AUTOVAL-  
VULARES**

TIPO DE APARTARRAYOS Y RANGO DE VOLTAJE-KV	FRENTE DEL FLEAMEO DE LA ONDA DE IMPULSO					VOLTAJE DE DESCARGA-KV EN 10 X 20 MICROSEGUNDOS DE LA ONDA DE CORRIENTE**								
	RANGO DE AUMENTO* KV POR $\mu$ SEG.	KV**			5000 AMPERES			10000 AMPERES			20000 AMPERES			
		PROM.	MAX.	+	PROM.	MAX.	+	PROM.	MAX.	+	PROM.	MAX.	+	
<b>DISTRIBUCION</b>														
3	25	18	23	23	14	17	17	18	20	20	18	23	23	
6	50	34	45	45	26	34	34	30	38	38	34	44	44	
9	75	48	62	62	39	51	51	44	57	57	51	66	66	
12	100	61	77	77	49	62	62	55	69	69	62	78	78	
15	125	73	91	91	61	77	77	69	87	87	79	99	99	
<b>LINEA</b>														
20	167	75	90	85	83	96	91	92	106	102	101	116	111	
25	208	93	111	105	101	116	111	111	128	122	121	139	133	
30	250	110	132	125	121	139	133	135	155	149	149	172	164	
37	308	136	163	154	149	172	164	164	189	181	181	208	179	
40	333	147	176	167	161	185	177	177	204	195	196	225	216	
50	417	183	220	208	202	232	225	222	255	245	243	280	268	
60	500	220	264	250	242	278	267	271	312	300	298	344	329	
73	608	267	320	302	297	342	328	328	378	361	360	414	396	
<b>ESTACION</b>														
3	25	13	15	15	10	11	11	11	13	12	12	14	13	
6	50	23	26	26	20	22	22	22	25	23	24	27	26	
9	75	35	39	39	30	33	32	33	37	35	35	39	38	
12	100	43	50	48	40	44	43	44	48	47	47	52	51	
15	125	53	61	59	50	55	54	54	60	58	59	65	63	
20	167	72	83	80	67	74	72	72	80	77	78	86	84	
25	208	89	102	98	83	92	89	90	99	96	100	110	107	
30	250	106	122	117	100	110	107	108	119	115	118	130	126	
37	308	131	151	144	124	137	133	132	146	141	145	160	155	
40	333	136	157	150	134	148	143	144	159	154	153	169	164	
50	417	178	205	196	167	184	179	179	197	191	191	211	205	
60	500	214	246	236	200	220	214	217	239	231	234	258	250	
73	608	261	300	288	245	270	262	262	288	279	283	313	303	
97	808	345	397	380	323	356	345	349	384	372	377	415	393	
109	908	388	448	427	363	400	388	394	434	420	424	467	453	
121	1008	430	495	474	403	444	430	438	482	467	470	517	502	
145	1208	515	592	566	487	536	520	523	575	558	564	622	602	
169	1408	602	693	663	566	624	605	610	672	650	658	725	702	
196	1633	691	796	760	647	713	691	698	768	744	755	832	803	
242	2017	860	988	945	806	887	860	872	960	931	940	1035	1004	

\* 100 Kv por microsegundo por 12 Kv de el rango del apartarrayos

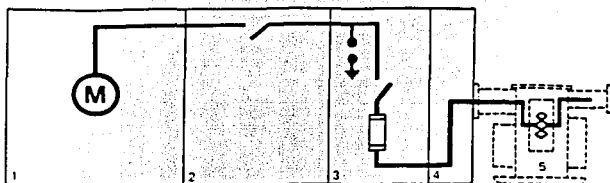
\*\* Impulso de la polaridad dando el fleameo de voltaje mas alto.

+ El 95 % de los apartarrayos fabricados tendran caracteristicas que no excedan el valor de esta columna. Para apartarrayos de distribucion use los valores máximos.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

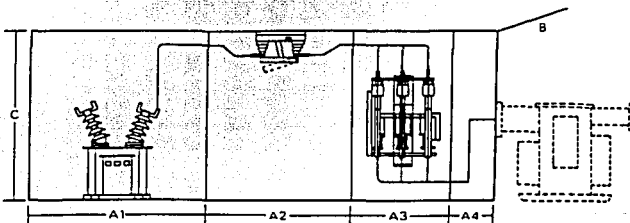
**SUBSTACION CON CUCHILLAS DE PASO,  
2½ SECCIONES Y ACOPLAMIENTO A  
TRANSFORMADOR**

- 1 SECCION DE MEDICION
- 2 SECCION DE CUCHILLAS  
DESCONECTADORAS
- 3 SECCION DE CORTACIRCUITOS
- 4 SECCION DE ACOPLAMIENTO
- 5 TRANSFORMADOR



\*Substacion dibujada en posicion Izquierda - Derecha

- A 1-2-3-4 FRENTE  
B FONDO  
C ALTURA  
D. PESO



**b.- DIMENSIONES SUBSTACION INTERIOR**

TENSION	MEDICION (m.m.)				CUCHILLAS PRUEBA (m.m.)				CORTACIRCUITOS (m.m.)				ACOPLAMIENTO (m.m.)			
	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1200	2100	250	700	1200	2100	180	1000	1200	2100	325	300	1200	2100	150
15	1000	1200	2100	250	700	1200	2100	180	1000	1200	2100	325	450	1200	2100	175
25	2000	2000	2600	325	700	2000	2600	230	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200
34.5	1800	2000	3000	425	1000	2000	3000	490	1650	2000	3000	550	800	2000	3000	260

**c.- DIMENSIONES SUBSTACION INTEMPERIE**

TENSION	MEDICION (m.m.)				CUCHILLAS PRUEBA (m.m.)				CORTACIRCUITOS (m.m.)				ACOPLAMIENTO (m.m.)			
	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1300	2200	275	700	1300	2200	190	1000	1300	2200	350	300	1300	2200	160
15	1000	1300	2200	275	700	1300	2200	190	1000	1300	2200	350	450	1300	2200	180
23	2000	2000	2730	360	700	2000	2730	210	1200	2000	2730	460	550	2000	2730	225
34.5	1800	2000	3130	460	1000	2000	3130	300	1650	2000	3130	590	800	2000	3130	280

\* Para las substaciones de tipo intemperie considerar que de las dimensiones mostradas en la tabla el techo sobre sale 130 mm al frente, 50 mm en la parte posterior y 50 mm a los costados.

ESTRUC. CON  
PALLA DE ORIGEN

En las tablas y figura anteriores nos da en forma directa la forma de definir el apartarrayo por aplicar, dependiendo del voltaje de operación de nuestro circuito y de que éste sea con neutro con o sin aterrizar como a continuación se muestra:

#### Pruebas de Aislamiento para Apartarrayos

#### Características del Funcionamiento en Apartarrayos Tipo Autovalvulares

#### Arreglo Básico en Subestaciones Compactas

## 2.8.2 INTERRUPTORES EN ALTA TENSIÓN

### a. Interruptores en aire o en aceite

Los interruptores de circuitos eléctricos pueden afectar la separación de sus contactos en aire o en aceite para cualquier voltaje o capacidad interruptiva, siendo la selección en general dictada por la economía de manufactura en el país de que trate.

En circuitos de 600 volts o menos, el uso del interruptor en aire es general existiendo unidades hasta de más de 150,000 amperes de capacidad interruptiva. Esto debe a que en aire los contactos tienen mayor vida que en aceite y siendo los voltajes bajos, resulta compacto y resistente el interruptor en aire, ya que las separaciones dieléctricas no son grandes.

Para voltajes de 2.4 KV y mayores, el aceite reduce considerablemente las distancias aisladas y permite menores dimensiones. Otra ventaja del interruptor en aceite sobre el de aire, es la operación con menos sobre-voltajes, los cuales son inherentes a la interrupción en aire, debido a la rapidez con que ésta se efectúa.

El interruptor de aire para voltajes superiores a 15 KV emplea sistemas de aire comprimido, cuyo mantenimiento es superior al de un interruptor en aceite, sin tener la seguridad de éste, debido a la dependencia de un medio exterior para extinguir el arco. El aceite es un medio natural para supresión de arcos y garantiza una operación no afectada por la clase de

atmósfera. Las atmósferas polvosas, húmedas, corrosivas y explosivas, impiden el uso de interruptores en aire. La influencia de la altura de la ciudad de México, por ejemplo, produce los siguientes efectos en interruptores en aire que usan sople magnético exclusivamente (que son los de 15 KV y menos).

- Disminuye el valor del aislamiento a un 87% del nominal
- Disminuye su capacidad interruptiva
- Como inconveniente adicional, existe la dificultad de usar equipo en aire uniformemente a esa altura, ya que los transformadores en aire no se construyen más que hasta 8.7 KV para ella, y esté resulta un voltaje muy bajo para distribuir cantidades medianas de potencia económicamente.

b. Cortacircuitos de Tipo XS con Aislador Simple

Características

La cuchilla XS esta expresamente diseñada para los sistemas modernos de distribución porque ofrece:

1. Alta capacidad interruptiva
  2. Mínimo peligro para el operador y el equipo
  3. Máxima flexibilidad de aplicación
- 
1. Alta Capacidad Interruptiva. Es obtenida en las cuchillas XS conservando las ventajas inherentes de ventilación simple. La cuchilla XS ha sido diseñada y probada para interrumpir altas fallas y para cerrar con tales fallas. Ver tabla no.
  2. Peligro Mínimo al operador. Es suministrado por la cuchilla XS porque todos los gases de escape son dirigidos hacia abajo, y hacia afuera. La energía del arco se divide en dos por un dispositivo único acortador de arco. La construcción integral de alineamiento

positivo garantiza que el tubo portafusible cerrará en su posición debida sin que el operador necesite poner mucho cuidado.

3. Flexibilidad Máxima. Es ofrecida en una serie de 5 diferentes tubos portafusible y cuchillas desconectoras, todas las cuales son intercambiables en un solo montaje.

ESTILO	RANGO					DISTANCIA MINIMA DE FUGA (Pulg.)	CATALOGO NUMERO
	KV			AMPERES			
	NOMINALES	MAX. DIS.	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO	CONTINUOS	CAPACIDAD INTERRUPTIVA		
Heavy Duty Single Shot Birdproof	7 2	7 8	95	200	12000	8-1/2	89071
	14 4	15	125	200	10000	11	89072
	14 4	15	125	200	10000	17	89092
Extra Heavy Duty Single Shot Birdproof	7 2/14 4	15	95	100	10000	8-1/2	89021
	14 4	15	125	100	8000	11	89022
	14 4	15	150	100	8000	17	89042
	25	27	150	100	5000	17	89023
Ultra Heavy Duty Single Shot Birdproof	7 2/14 4	15	95	100	12000	8-1/2	89031
	14 4/25	27	125	100	10000	11	89032
	14 4/25	27	150	100	10000	17	89052
	34 5	38	150	100	2000	17	89124.M
	34 5	38	200	100	2000	28	89124
Desconectora Birdproof	7 2/14 4	15	95	300		8-1/2	89221
	14 4	15	125	300		11	89222
	14 4/25	27	150	300		17	89242

\* Doble aislado con base de canal.

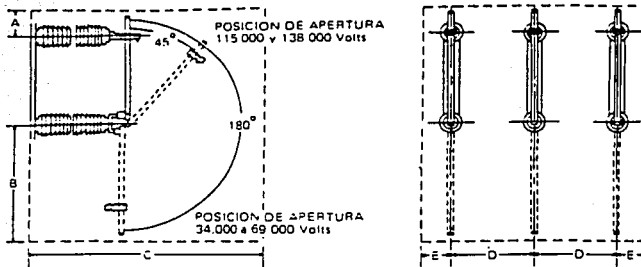
c. Cortacircuitos fusible de potencia tipo SMD-20

Los fusibles de potencia SMD-20 se ha introducido en el mercado a fin de satisfacer la demanda de equipos protectores que cubran fallas más extensas, voltajes más altos y cargas mayores que en la actualidad son comunes en las redes de distribución a la intemperie. Estos fusibles se ofrecen en dos estilos – para su uso en postes que soportan las líneas aéreas en los sistemas de alimentación para distribución – y en instalaciones en subestaciones de distribución a la intemperie.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**DISTANCIAS MÍNIMAS PARA MONTAJE DE INTERRUPTORES  
FUSIBLES Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS  
DE LOS CORTOCIRCUITOS DE POTENCIA TIPO SMD-20**

**TIPO VERTICAL**



\*DISTANCIAS DE MONTAJE EN MTS

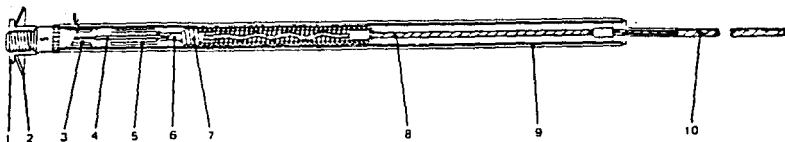
TENSION EN VOLTS	A TIERRA				ENTRE FASES				
	A	B	C	E	A	B	C	D	E
34 500	0.61	1.32	2.00	0.46	1.07	1.73	2.41	0.91	0.50
46 000	0.69	1.50	2.24	0.53	1.32	2.13	2.87	1.22	1.17
69 000	0.97	1.88	2.97	0.81	1.63	2.64	3.63	1.52	1.47
115 000	1.50	1.98	4.32	1.24	2.26	2.64	5.08	2.13	2.01
138 000	1.95	2.24	5.18	1.68	2.57	2.95	5.89	2.44	2.39

**¡CUIDADO CON FALLA DE ORIGEN**

\* Las distancias se refieren al supleniendo que el soporte de la canilla esta en el origen.

TIPO	CATALOGO	KV		AMP.		NIVEL DE IMPULSO KV
		NOM.	MAX. DESC.	NOM. MAX.	INTERRUPTIVOS ASIMETRICOS	
Un solo aislador	92121	7.2	8.25	200E	20000	95
Un solo aislador	92122	14.4	17	200E	20000	125
Un solo aislador	92123	25	27	200E	20000	150
Un solo aislador	92124	34.5	38	200E	13000	150
Doble aislador P/cruceta	92232	14.4	15.5	200E	20000	110
Doble aislador P/cruceta	92233	25	27	200E	20000	150
Doble aislador P/cruceta	92234	34.5	38	200E	13000	200
Doble aislador C/base	92222	14.4	15.5	200E	20000	110
Doble aislador C/base	92223	25	27	200E	20000	150
Doble aislador C/base	92504	34.5	38	200E	13000	200

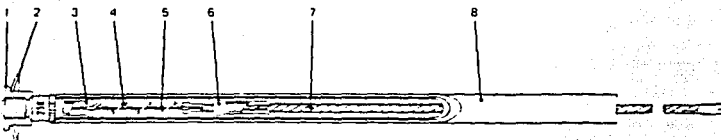
## FUSIBLES PARA ALTA TENSION



**FUSIBLE DE LAMINA CON CAPACIDAD DE 8 AMPERES O MENOS**

- 1 Cabezal del Botón de Contacto con Rosca
- 2 Arandela
- 3 Terminal Superior
- 4 Elemento Fusible
- 5 Pantalla Protectora contra Corona
- 6 Terminal Inferior
- 7 Muelle de Tension
- 8 Cable Interior
- 9 Coraza Protectora (tambien sirve como soporte al muelle de tension)
- 10 Cable

**FUSIBLES DE LAMINILLA CON CAPACIDAD DE 6 AMPERES O MAS**



- 1 Cabezal del Botón de Contacto con Rosca
- 2 Arandela
- 3 Terminal Superior
- 4 Elemento Fusible
- 5 Alambre de Tension
- 6 Terminal Inferior
- 7 Cable
- 8 Coraza Protectora

"Larga duración sin mantenimiento" es la característica fundamental de los Fusibles de Laminilla "Positrol" de la S&C para sistemas de distribución.

- El elemento fusible de plata no es corrosible, no es quebradizo, ni permite la reducción del diámetro como resultado de cambios repentinos de corriente que se acerquen al punto de fusión.

- Una precisión en las curvas de característica-de-tiempo vs corriente-de-fusión mínima de menos 0% y más 10% (en términos de corriente), simplifica grandemente la coordinación. Esta precisión es de carácter permanente debido a que el elemento fusible es plata.

- Los elementos fusibles son acoplados mecánicamente a los terminales de arqueo. Por lo tanto, como las uniones no se sueldan, se logra no solo que operen de una manera precisa sino que no se afecten a causa de vibraciones ni por razón del tiempo transcurrido desde su instalación.

- Los terminales de arqueo, arandela y cabezal del botón de contacto con rosca son enchapados en plata para darles una resistencia a la corrosión y lograr una mejor transferencia de corriente.

- Una pantalla protectora construida interiormente protege al elemento fusible del deterioro producido por el efecto corona.

- Los Fusibles de Laminilla "Positrol", para uso en cortacircuitos "de caída" en sistemas de distribución, se ofrecen en velocidad EEI-NEMA "K" y en las velocidades de la S&C a) Normal, b) Capacitor, c) Coordinación. Se fabrican con capacidades nominales desde 1 hasta 200 amperes.

## 2.8.3 TRANSFORMADORES

### Información General

#### a. Descripción

El transformador acopla magnéticamente circuitos eléctricos distintos permitiendo intercambio de energía a diferentes niveles de voltaje o entre formas distintas de conexión. Dentro de esta función caben numerosas aplicaciones, como la de dar a la tensión de transmisión el valor adecuado definido por la distancia y la potencia.

Los voltajes de generación están entre 480 y 15,000 volts generalmente y son, por lo tanto, muy pocas las instalaciones que no requieren transformación: casi todo circuito industrial incluye transformadores y sufre los efectos de la intercalación de inductancias no lineales.

Los transformadores se clasifican en:

- Potencia: los de más de 500 KVA o más de 69 KV
- Distribución: los que no pasan de 500 KVA y de 69 KV

Dentro de la última clasificación, conviene distinguir un tercer grupo:

- Utilización: los de 200 KVA o menos y 15 KV o menos

La especificación de un transformador consiste de los siguientes datos fundamentales:

1. Número de fases
2. Capacidad en KVA
3. Frecuencia
4. Voltaje y nivel de aislamiento de cada circuito
5. Conexión interna o extrema de cada devanado



6. Derivaciones (taps)
7. Elevación de temperatura
8. Altura de operación
9. Medio Aislante
10. Método de refrigeración
11. Características eléctricas
12. Características mecánicas
13. Dimensiones y peso límites
14. Equipo complementario

La selección de un transformador es la determinación de las características enumeradas arriba.

b. Conexiones internas y externas

Son recomendables algunas conexiones en ciertos casos, como los siguientes:

1. Bancos o transformadores trifásicos para subtransmisión o distribución primaria con devanados de 34.5 KV o más. La alta tensión suele conectarse en estrella por las siguientes razones:
  - Reducción gradual del aislamiento entre la terminal de línea y el neutro y por consiguiente en el tamaño del transformador, economía que es apreciable para tensiones superiores a 69 KV
  - Economía de un aislador de alta tensión cuando se trata de transformadores monofásicos. El aislador en el neutro suele ser de la clase de 15 KV.
  - Neutro disponible para conectarlo a tierra y poder obtener protección y control de fallas a tierra. La instalación de reactores en el neutro, limita la corriente en las fallas a tierra hasta anularla si se desea, aunque generalmente se reduce a valores suficientes para obtener una operación sensible de los relevadores a tierra.

Teniendo un lado en estrella, es recomendable conectar el otro en delta para eliminar armónicas en los voltajes y corrientes de línea y evitar los calentamientos adicionales que producen en los equipos y los efectos que causa en los circuitos de comunicación; y también para equilibrar las tensiones en el lado de la estrella.

2. Bancos o transformadores para subestaciones alimentadora de un servicio industrial. La conexión delta-delta presenta aquí las siguientes ventajas:

- En el lado de alta, impide que el banco actúe como banco de tierra para el sistema que lo alimenta, en cuyo caso está expuesto a corrientes no controlables por el usuario y que pueden ser peligrosas para los transformadores.
- En el lado de baja, reduce considerablemente las corrientes. Cuando la tensión secundaria es de 480 volts y la potencia 1000 KVA o más, esto produce una economía en el costo del transformador y otras más apreciables aún en conductores para distribución y equipo asociado a ellos, como interruptores y transformadores de corriente.
- En caso de banco de transformadores, permite operar dos unidades en delta abierta con 58% de la capacidad total en caso de defecto en la tercera unidad.

Un defecto de esta conexión es no dar paso a las corrientes de secuencia cero, que se originan en fallas desequilibradas.

3. Transformadores de Utilización. En éstos la conexión indicadas en delta del lado de alta tensión y estrella en el de baja, por las razones siguientes:

- La delta del lado de alta estabiliza el neutro del lado de baja e impide efectos perjudiciales en los circuitos de comunicación paralelos a los de fuerza, debido a terceras armónicas.
- La estrella en baja tensión permite cargas monofásicas de alumbrado.

c. Nivel básico de aislamiento de transformadores

Los niveles de la columna 2 son los que deben usarse, a menos que estudios especiales demuestren que niveles de aislamiento menores pueden ser protegidos adecuadamente contra voltajes de impulso.

En puntos del sistema en donde pararrayos de 80% pueden ser aplicados próximos al transformador, pueden obtenerse considerables economías reduciendo el nivel básico de aislamiento de los transformadores en una clase de acuerdo con la columna 3 de la tabla.

TENSIÓN DEL SISTEMA (KV)	(BIL) DEL TRANSFORMADOR (KV)	
	AISLAMIENTO PLENO	AISLAMIENTO REDUCIDO EN UNA CLASE
115	550	450
138	650	550
161	750	650
230	1050	900
287	1300	1050
345	1550	1300

Impedancia Nominal de Transformadores

CLASE DE VOLTAJE KV	IMPEDANCIA %
15	4.5 - 7
25	5.5 - 8
34.5	6 - 8
46	6.9 - 9
69	7 - 10
92	7.5 - 10.5
115	8 - 12
138	8.5 - 13
161	9 - 14
196	10 - 15
220	11 - 16

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### d. Polaridad de los transformadores

La polaridad de los transformadores indica el sentido relativo instantáneo del flujo de corriente en las terminales de alta tensión con respecto a la dirección del flujo de corriente en las terminales de baja tensión.

La polaridad de un transformador de distribución monofásico puede ser aditiva o subtractiva. Una simple prueba para determinar la polaridad de un transformador es conectar dos bordes adyacentes de los devanados de alta y baja tensión y aplicar un voltaje reducido a cualquiera de los devanados.

La polaridad es aditiva si el voltaje medio entre los otros dos bordes de los devanados es mayor que el voltaje en el devanado de alta tensión. Figura A

La polaridad es subtractiva si el voltaje medido entre los dos bordes de los devanados es menor que el voltaje del devanado de alta tensión. Figura B

De acuerdo con las normas industriales, todos los transformadores de distribución monofásicos de hasta 200 KVA con voltajes en el lado de alta de hasta 8,660 volts (voltaje del devanado) tiene polaridad aditiva. Todos los demás transformadores monofásicos tienen polaridad subtractiva.

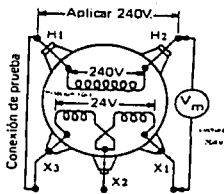


Fig. A. Polaridad aditiva

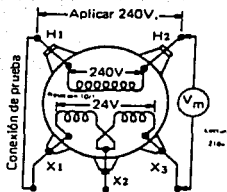


Fig. B. Polaridad subtractiva

e. Designación de las terminales de transformadores trifásicos y monofásicos.

La terminal de alta tensión marcada H1, es el de la derecha, visto el transformador desde el lado de alta tensión y las demás terminales "H" siguen un orden numérico de derecha a izquierda. La terminal Ho de los transformadores trifásicos, si existe, está situada a la derecha del H1, visto el transformador desde el lado de alta tensión.

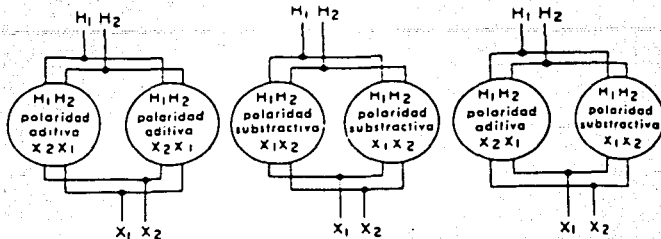
En los transformadores monofásicos la terminal de baja tensión X1, está situado a la derecha, visto el transformador desde el lado de baja tensión, si el transformador es de polaridad aditiva (X1 queda diagonalmente opuesto a H1), o a la izquierda, si el transformador es de polaridad subtractiva (H1 y X1 son adyacentes).

En los transformadores trifásicos, la terminal X1 queda a la izquierda, visto el transformador desde el lado de baja tensión. Las terminales X1 y X3 están situados para que las tres terminales queden en orden numérico de izquierda a derecha. La terminal Xo, si existe, está situado a la izquierda de la terminal X1.

f. Conexiones en paralelo de transformadores monofásicos

Si se necesita mayor capacidad, pueden conectarse en paralelo dos transformadores de igual o distinta potencia nominal. Los transformadores monofásicos de polaridad aditiva o subtractiva pueden conectarse en paralelo satisfactoriamente si se conectan como se indica a continuación y se cumplen las condiciones siguientes:

1. Voltajes nominales idénticos
2. Derivaciones idénticas
3. El porcentaje de impedancia de uno de los transformadores debe estar comprendido entre el 92.5% y el 107.5% del otro.
4. Las características de frecuencia deben ser idénticas.



g. Bancos Delta-Delta

Para poder tener cargas equilibradas en los transformadores, todas las unidades deben:

1. Estar conectadas en la misma posición de las derivaciones
2. Tener la misma relación de tensión
3. Tener la misma impedancia

Un banco de tres transformadores pueden hacerse funcionar a potencia reducida con una pequeña carga desequilibrada si dos de las unidades tienen la misma impedancia y la tercera unidad tiene una impedancia comprendida entre  $\pm 25\%$  de las unidades iguales. En la tabla siguiente se indica la distribución de la carga según la relación de desequilibrio ( $Z1$  = impedancia de la unidad distinta, y  $Z2$  = impedancia de las unidades iguales).

RELACION $Z1, Z2$	PORCENTAJE DE CARGA * EN	
	UNIDAD DISTINTA	UNIDADES IGUALES
0.75	109.0	96.0
0.80	107.0	96.5
0.85	105.2	97.3
0.90	103.3	98.3
1.10	96.7	102.0
1.15	95.2	102.2
1.20	93.8	103.1
1.25	92.3	103.9

\* Con cargas desequilibradas, debe comprobarse que ningún transformador quede sobrecargado

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

#### **h. Bancos Estrella-Delta**

Si el neutro del lado de alta tensión del banco de transformadores se conecta al neutro del sistema, el banco puede quemarse por las siguientes razones:

- Se producirán corrientes en la Delta que traten de equilibrar cualquier carga desequilibrada conectada a la línea de primario.
- Actuará como un banco de puesta a tierra y suministrará corriente de cortocircuito a cualquier cortocircuito al sistema al cual está conectado.
- El devanado en Delta forma un circuito cerrado por el que circularán las corrientes de la tercera armónica.
- Puede sobrecargarse si se quema un fusible en caso de cortocircuito a tierra, dejando el banco con la capacidad de un banco conectado en estrella abierta-Delta abierta.

El resultado de todos estos efectos es que el banco se ve forzado a conducir corrientes adicionales a su corriente normal de carga. La suma de las corrientes es, en muchas ocasiones, suficiente para quemar el banco.

A continuación se muestran algunas tablas que nos ayudaran a seleccionar adecuadamente un transformador según nuestras necesidades:

**Características Nominales para Transformadores Monofásicos**

**Características Nominales para Transformadores Trifásicos**

**Valores de Corriente y Capacidad Interruptiva en Transformadores a Plena Carga**

**Capacidad de los Amperes de los Fusibles Comúnmente Usados para Protección de Transformadores Monofásicos**

**Capacidad de los Amperes de los Fusibles Comúnmente Usados para Protección de Transformadores Trifásicos**

# características nominales para transformadores monofásicos

TENSION NOMINAL PREFERIDA DEL SISTEMA VOLTS	ALTA TENSION DEL TRANSFORMADOR				(1) CAPACIDAD NOMINAL PARA BAJA TENSION DE:				
	TENSION NOMINAL (5) VOLTS	NIVEL BASICO DE IMPULSO, KV	DERIVACIONES		127/254	240/480	2400	6600	7620
			ARRIBA	ABAJO	120/240 (2) VOLTS	(2) VOLTS	4160 VOLTS	VOLTS	VOLTS
2400 2400/4160Y	2400/4160Y	60	Ninguna 2 - 2½ %	Ninguna 2 - 2½ %	5 - 50 75 - 167 250 - 500	- 10 - 167 250 - 500	- - -	- - -	- - -
4160 4160/7200Y	4160/7200Y	75	Ninguna 2 - 2½ %	Ninguna 2 - 2½ %	5 - 167 75 - 167 250 - 500	- 10 - 167 250 - 500	- - -	- - -	- - -
7620/13200Y	7620/13200Y	95	Ninguna 2 - 2½ %	Ninguna 2 - 2½ %	5 - 50 75 - 167 250 - 500	- 10 - 167 250 - 500	- - -	- - -	- - -
7620/13200	13200/7620 (3)	95	Ninguna 2 - 2½ %	Ninguna 2 - 2½ %	5 - 25 5 - 50 5 - 25 5 - 50	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
13200	13200	95	Ninguna 1 - 2½ %	Ninguna 3 - 2½ %	5 - 167 250 - 500 5 - 167 250 - 500 -	- 10 - 167 250 - 500 -	- - 250 - 500	- - -	- - -
13200	13200/22860 (4)	125	1 - 2½ % Ninguna	3 - 2½ % Ninguna	5 - 167 5 - 167 250 - 500	10 - 167 -	- -	- -	- -
23000	23000	150			10 - 167 - -	10 - 167 250 - 500 -	100 - 167 250 - 500	- 250 - 500	- 250 - 500
34500	34500	200	2 - 2½ %	2 - 2½ %	250 - 500 -	250 - 500 -	250 - 500	250 - 500	250 - 500
46000	44000	250	2 - 2½ %	2 - 2½ %	- -	250 - 500 -	250 - 500	250 - 500	250 - 500
69000	66000	350	2 - 2½ %	2 - 2½ %	- -	250 - 500 -	250 - 500	250 - 500	250 - 500

(1) Las capacidades en KVA separadas por un guión indican que todas las capacidades nominales intermedias están incluidas.

(2) La baja tensión nominal de 120/240, 127/254 ó 240/480 es apropiada para servicio serie, múltiple ó de 3 hilos.

(3) Una sola boquilla de alta tensión.

(4) Aprobados únicamente cuando las condiciones de tierra del sistema permiten el uso de apartarrayos de 18 KV.

(5) Estos valores se usan en sistemas con tensión nominal diferente de la preferida.

Basado en Norma Oficial DGN-J-116-1987

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## características nominales para transformadores trifásicos

TENSIÓN NOMINAL PREFERIDA DEL SISTEMA VOLTS	ALTA TENSIÓN DEL TRANSFORMADOR				1) 2) CAPACIDAD NOMINAL PARA BAJA TENSIÓN DE:					
	TENSIÓN NOMINAL 12) VOLTS	NIVEL BÁSICO DE IMPULSO KV	DERIVACIONES		220V/127	220	220V/127 X 440V/254	440V/254	2400	13200V/
			ARRIBA	ABAJO	VOLTS	440 VOLTS	VOLTS	VOLTS	4160	7620
				VOLTS	VOLTS	VOLTS	VOLTS	VOLTS	VOLTS	
2400	2400	45	Ninguna	Ninguna	15 - 75	15 - 45	75	-	-	-
			1 - 2 1/2 %	3 - 2 1/2 %	112 1/2 - 150	-	-	-	-	-
			2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	225 - 500	-	112 1/2 - 150	-	-	-
							225 - 500	-	-	
	4160V/2400	60	Ninguna	Ninguna	15 - 75	-	-	-	-	-
			1 - 2 1/2 %	3 - 2 1/2 %	112 1/2 - 150	-	-	-	-	-
			2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	225 - 500	-	-	-	-	-
							225 - 500	-	-	-
2400/4160V	4160V	60	Ninguna	Ninguna	-	15 - 75	75	-	-	-
			2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	-	112 1/2 - 150	-	-	-	-
						225 - 500	-	-	-	-
	4160	60	1 - 2 1/2 %	3 - 2 1/2 %	15 - 150	-	-	-	-	-
			2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	225 - 500	-	-	-	-	-
							225 - 500	-	-	-
7620/13200V	13200V	95	1 - 2 1/2 %	3 - 2 1/2 %	-	15 - 75	-	-	-	-
			2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	-	112 1/2 - 150	-	-	-	-
						225 - 250	-	-	-	-
13200	13200	95	Ninguna	Ninguna	15 - 150	-	-	-	-	-
			1 - 2 1/2 %	3 - 2 1/2 %	225 - 500	-	-	-	-	-
			2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	15 - 150	-	-	-	-	-
					225 - 500	-	-	-	-	
						112 1/2 - 150	-	-	150	
						225 - 500	225 - 500	-	225 - 500	
23000	23000	150	Ninguna	Ninguna	15 - 150	-	-	-	-	-
			2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	225 - 500	-	15 - 150	-	-	-
						225 - 500	225 - 500	-	-	
								225 - 500	225 - 500	
34500	33000	200	2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	15 - 150	-	-	-	-	-
					225 - 500	-	225 - 500	-	-	-
								225 - 500	225 - 500	
48000	44000	250	2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	-	-	225 - 500	-	-	-
									225 - 500	225 - 500
59000	66000	350	2 - 2 1/2 %	2 - 2 1/2 %	-	-	500	-	-	-
									500	500

1) Las capacidades en KVA separadas por guión (-) indican que todas las capacidades intermedias están incluidas.  
2) Todos los transformadores son conexión Delta a menos que se especifique lo contrario.

Basado en Norma Oficial DGN-J-116-1967

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# valores de corriente y capacidad interruptiva en transformadores a plena carga

CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR	NIVEL DE TENSION DE LINEA	NIVEL DE TENSION DE BARRIO	NIVEL DE TENSION DE LINEA DE TRANSFORMADOR	800 VOLTS			480 VOLTS			240 VOLTS			120 VOLTS					
				COEFICIENTE DE CORRIENTE	CAPACIDAD INTERRUPTIVA COMPLETA TOTAL EN AMPERES HRS	EL TRANSFORMADOR	CARGA DE MOTORES	CONEXIONES	COEFICIENTE DE CORRIENTE	CAPACIDAD INTERRUPTIVA COMPLETA TOTAL EN AMPERES HRS	EL TRANSFORMADOR	CARGA DE MOTORES	CONEXIONES	COEFICIENTE DE CORRIENTE	CAPACIDAD INTERRUPTIVA COMPLETA TOTAL EN AMPERES HRS	EL TRANSFORMADOR	CARGA DE MOTORES	CONEXIONES
300	15%	7500	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
		8000	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
		8500	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
450	15%	7500	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
		8000	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
		8500	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
600	15%	7500	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
		8000	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
		8500	5400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

Para transformadores de 1500 y 2000 VA, la capacidad interruptiva se debe multiplicar por 1.25 y 1.5 respectivamente.

Para transformadores de 2500 y 3000 VA, la capacidad interruptiva se debe multiplicar por 1.5 y 1.75 respectivamente.

Para transformadores de 3500 y 4000 VA, la capacidad interruptiva se debe multiplicar por 1.75 y 2.0 respectivamente.

Para transformadores de 4500 y 5000 VA, la capacidad interruptiva se debe multiplicar por 2.0 y 2.25 respectivamente.

Para transformadores de 6000 y 7000 VA, la capacidad interruptiva se debe multiplicar por 2.25 y 2.5 respectivamente.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## capacidades en amperes de los fusibles comúnmente usados para protección de transformadores monofásicos

POTENCIA	2400 VOLTS		4160 VOLTS		6000 VOLTS		6600 VOLTS		13200 VOLTS		22000 VOLTS		33000 VOLTS	
KVA DEL TRANS- FORMADOR	AMPERES		AMPERES		AMPERES		AMPERES		AMPERES		AMPERES		AMPERES	
	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE
1.5	0.625	3	0.360	2	0.250	1	0.277	1	0.113	1				
3	1.250	5	0.721	3	0.500	2	0.454	2	0.227	1				
5	2.083	5	1.202	5	0.833	3	0.757	3	0.378	2	0.23	1		
7.5	3.125	7	1.803	5	1.250	5	1.136	5	0.568	3	0.34	1		
10	4.166	10	2.403	5	1.666	5	1.515	5	0.757	3	0.46	1½	0.30	1
15	6.250	15	3.606	7	2.500	5	2.273	5	1.136	5	0.68	2	0.46	1½
25	10.417	25	6.010	15	4.166	10	3.788	7	1.894	5	1.14	3	0.76	2
37.5	15.625	40	9.014	20	6.250	15	5.682	15	2.841	7	1.70	5	1.14	3
50	20.833	50	12.019	25	8.333	20	7.576	20	3.788	10	2.27	5	1.52	5
75	31.250	65	18.029	40	12.500	25	11.364	25	5.682	15	3.41	7	2.27	5
100	41.666	85	24.038	50	16.666	40	15.152	30	7.576	20	4.55	10	3.03	7
150	62.500	100	36.058	65	25.000	50	22.727	50	11.364	25	6.82	15	4.55	10
167	59.583	--	40.144	85	27.833	65	25.303	50	12.651	30	--	--	--	--
200	83.333	--	48.077	100	33.333	85	30.303	65	15.151	30	9.10	15	6.06	15
250	104.166	--	60.096	100	41.666	85	37.879	85	18.939	40	11.4	20	7.58	15
333	138.750	--	80.048	--	55.600	100	50.454	100	25.227	50	15.2	25	10.1	20
400	166.666	--	96.154	--	66.666	--	60.606	100	30.303	65	--	--	--	--
500	208.333	--	120.192	--	83.333	--	75.758	--	37.879	85	23.0	40	15.1	25
667					111.166	--	101.060	--	50.530	100				
833					138.833	--	128.212	--	63.106	100				
1000					166.666	--	151.515	--	75.757					

NOTA: El uso de los fusibles de la capacidad mínima indicada asegura la protección máxima del transformador contra fallas en el secundario próximas a él.

TESIS COM  
FALLA DE GR.

# capacidad en amperes de los fusibles comúnmente usados para protección de transformadores trifásicos

VULTS	400 F		800 F		1 200		1 600		2 000		2 400		3 000		3 600		4 800	
	AMPÉRES		AMPÉRES		AMPÉRES		AMPÉRES		AMPÉRES		AMPÉRES		AMPÉRES		AMPÉRES		AMPÉRES	
	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE	CARGA PLENA	FUSIBLE
5	131 30	—	6 500	—	2 700	—	1 203	3	0 984	3	0 481	2	0 437	2	0 218	1	—	—
7.5	18 700	—	9 950	—	7 880	—	1 815	—	1 040	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	2 185	5	1 248	5	0 908	3	0 787	3	0 363	1	—	—
10	26 770	—	13 130	—	10 580	—	2 405	5	1 388	5	0 682	5	0 876	3	0 437	2	0 240	1
15	40 410	—	19 700	—	15 750	—	3 608	10	2 083	5	1 442	5	1 212	5	0 836	3	0 380	1.5
22.5	—	—	—	—	—	—	5 413	15	3 123	7	2 185	5	1 968	5	0 964	3	0 540	1.8
25	85 880	—	32 840	—	26 270	—	6 018	15	3 470	7	2 405	5	2 187	5	1 083	5	0 640	2
30	—	—	—	—	—	—	7 217	15	4 184	10	2 887	7	2 624	7	1 312	5	0 780	2
37.5	98 540	—	48 240	—	38 400	—	8 021	30	5 204	15	3 608	7	2 280	7	1 640	5	0 980	3
45	—	—	—	—	—	—	10 825	25	5 245	15	4 320	10	3 936	10	1 988	5	1 180	3
50	131 210	—	65 880	—	52 500	—	12 028	30	6 840	15	4 811	10	4 374	10	2 188	5	1 310	3
75	197 080	—	98 520	—	78 820	—	18 043	40	10 408	25	7 217	15	6 580	15	3 280	7	1 970	5
100	263 740	—	131 310	—	108 100	—	24 057	50	13 819	30	9 823	20	8 748	20	4 314	10	2 820	5
112.5	—	—	—	—	—	—	27 064	85	15 814	40	10 825	25	8 841	28	4 971	10	2 980	7
150	364 110	—	197 080	—	157 870	—	36 085	85	20 818	50	14 834	30	13 122	30	6 580	15	3 840	7
200	525 940	—	287 740	—	230 180	—	48 114	100	27 758	85	18 248	40	17 486	40	8 748	30	5 250	7
225	—	—	—	—	—	—	54 128	100	31 228	95	21 815	50	19 683	40	9 841	25	5 820	10
300	788 230	—	364 110	—	318 290	—	72 111	—	41 837	80	26 868	85	28 244	50	13 122	30	7 800	18
400	—	—	525 940	—	430 360	—	—	—	56 580	—	—	—	—	—	17 320	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	108 258	—	82 658	100	43 302	85	38 388	80	18 682	40	11 800	30
500	—	—	858 880	—	525 940	—	—	—	88 295	—	48 114	100	43 740	85	21 810	50	13 100	30
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57 477	100	52 486	100	26 244	80	—	—
750	—	—	895 290	—	788 230	—	—	—	—	—	72 171	—	85 810	100	32 808	98	19 700	30
1000	—	—	1312 720	—	1080 870	—	—	—	—	—	96 229	—	87 480	—	43 740	100	26 200	40
1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118 473	—	104 818	—	52 488	100	17 500	25

\* Protección para los fusibles.  
 \*\* Si son tres transformadores empotrados, usar los FVA de una sola fase.  
 Nota: La tabla muestra el fusible que debe usarse para cualquier protección a cualquier tamaño de un transformador de 500 VA hasta un tamaño de tres transformadores empotrados de 5 000 VA cada uno, con

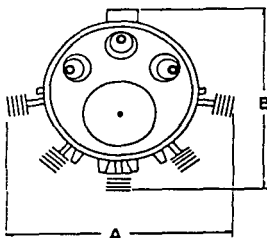
una tensión entre bornes de 4 160 volts. Se muestra en la línea de los 2 000 amperes el fusible de 5 amperes.  
 La corriente de línea del sistema, no sea que se trate de una red de tres fases.  
 † Una línea de amperes en amperes a plena carga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.8.4 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

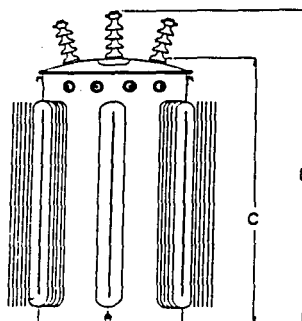
### a. Tipo Poste

Los transformadores Tipo Poste, están diseñados específicamente para aplicaciones donde la distribución de energía eléctrica sea aérea. La aplicación convencional de este tipo de transformadores es en la distribución eléctrica citadina, rural e industrial. Se fabrican desde 10 KVA hasta 167 KVA, en unidades monofásicas, hasta 150 KVA y en trifásicas desde 30 hasta 150 KVA, hasta clase 34.5 KV.



3 (TRES) FASES, 60 HZ, 15 KV-65°C

KVA	A	B	C	D	PESO TOTAL KGS.	ACEITE LTS.
15	457	457	838	1041	240	97
30	579	678	946	1149	333	148
45	681	729	1073	1276	360	160
75	1068	930	984	1187	517	185
112.5	1350	908	1184	1387	655	205
150	1422	1067	1168	1372	998	297



3 (TRES) FASES, 60 HZ, 25 KV-65°C

KVA	A	B	C	D	PESO TOTAL KGS.	ACEITE LTS.
45	Referirse a Fábrica					
75	813	711	1499	1880	857	326
112.5	889	787	1397	1803	784	265
150	965	813	1499	1880	1161	395

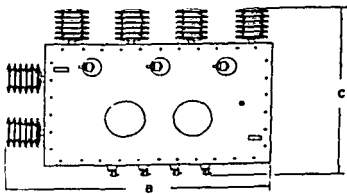
Acotaciones en mm.

Las dimensiones, pesos y volúmenes son aproximados y sujetos a cambio sin previo aviso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

b. Tipo Estación

Este tipo de unidades halla su aplicación principal en edificios comerciales, hoteles, hospitales, industrias, y aquellos lugares donde la instalación del transformador sea en una subestación interior o intemperie sobre piso. Estos transformadores se fabrican desde 225 KVA hasta 500 KVA, hasta clase 34.5 KV.



3 (TRES) FASES, 60 HZ., 15 KV.-65°C

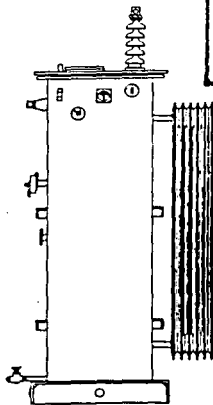
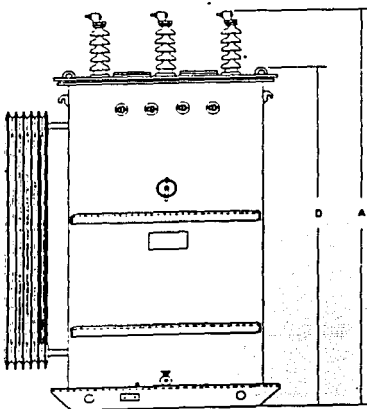
KVA	A	B	C	D	PESO TOTAL KGS.	ACEITE LTS.
225	1276	1283	1054	1080	923	215
300	1378	1492	1153	1181	1250	273
500	1505	1502	1277	1346	1660	393

3 (TRES) FASES, 50/60 HZ., 25 KV.-65°C

KVA	A	B	C	D	PESO TOTAL KGS.	ACEITE LTS.
300	1626	1467	1207	1270	1440	400
500	1753	1595	1300	1410	1950	434

Anotaciones en mm.

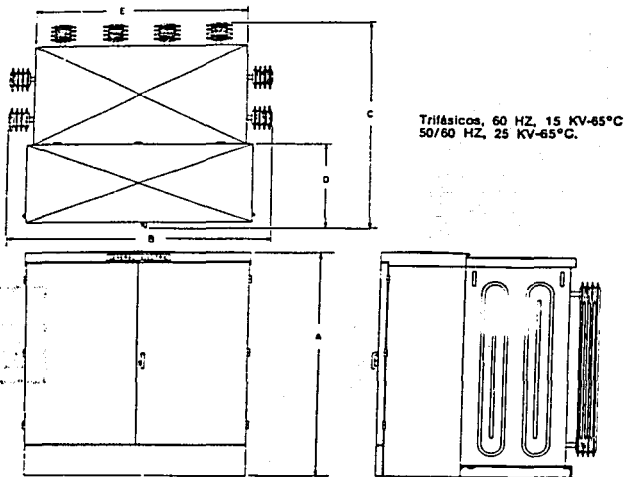
Las dimensiones, pesos y volúmenes son aproximados y sujetos a cambio sin previo aviso.



RESIS CON FALLA DE ORIGEN

### c. Tipo Pedestal

Los transformadores Tipo Pedestal son unidades diseñadas para la distribución subterránea comercial o residencial de energía eléctrica que por su aspecto armonizan plenamente con la arquitectura moderna en fraccionamientos residenciales, centros comerciales, condominios industrias, etc. Se fabrican en unidades monofásicas desde 15 hasta 100 KVA en clases 15 y 25 KV y en unidades trifásicas desde 45 hasta 750 KVA en clases 15 y 25 KV.



#### CON FUSIBLES TIPO BAYONETA

KVA	A	B	C	D	E	PESO TOTAL KGS.	ACEITE LTS.
45	1320	1150	1100	50	1150	990	400
75	1320	1150	1130	50	1130	1020	435
112½	1320	1150	1130	50	1130	1100	445
150	1320	1150	1240	50	1250	1270	520
225	1320	1150	1340	50	1250	1560	510
300	1320	1150	1390	50	1450	1650	500
500	1420	1250	1540	50	1640	2340	900

#### CON FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE (NO SE MUESTRA FIGURA)

KVA	A	B	C	D	E	PESO TOTAL KGS.	ACEITE LTS.
300	1690	1860	1430	50	2060	3100	1500
500	1690	1860	1430	50	2060	3100	1500

Acotaciones en mm.

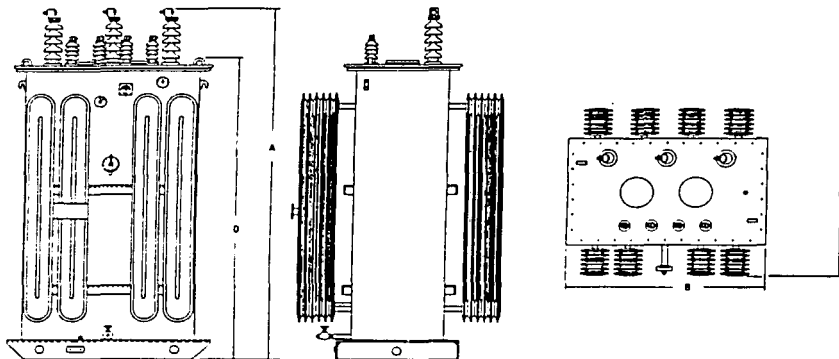
Las dimensiones, pesos y volúmenes son aproximados y sujetos a cambio sin previo aviso.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 2.8.5 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

### a. Tipo Estación

Los transformadores de potencia tipo estación están diseñados para llevar los requerimientos de energía eléctrica para la alimentación de edificios comerciales, hoteles, hospitales, plantas industriales, etc., donde la instalación de la subestación sea interior o intemperie y sobre piso. Se fabrican desde 500 KVA hasta 5000 KVA hasta clase 34.5 KV.



3 (TRES) FASES, 60 HZ, 15 KV-65°C

KVA	A	B	C	D	PESO TOTAL KGS.	ACEITE LTS.
1000	1981	1918	1684	1651	3222	860
1500	2261	1918	1857	1930	4830	1060
2000	2286	2073	1832	1956	6060	1595
2500	2750	2734	1883	2356	8470	1930

3 (TRES) FASES, 60 HZ, 25 KV-65°C

750	2532	1410	1721	2032	3980	1800
1000	2515	1984	1451	1930	3900	1420
1500	2515	2683	2137	1930	5440	1425
2000	3516	1991	1682	2248	6180	1950
2500	3047	2006	2032	2997	8820	2500

Aclaraciones en mm.

Las dimensiones, pesos y volúmenes son aproximados y sujetos a cambio sin previo aviso.

CON  
FALLA DE ORIGEN



## 2.8.6 TRANSFORMADORES DE CONTROL Y ALUMBRADO

### a. Tipo Seco

Los transformadores para control y alumbrado Tipo Seco, hallan su aplicación en cualquier estación de alumbrado o circuitos de control. Se fabrican en unidades monofásicas hasta 50 KVA, clase 1.2 KV y trifásicas hasta 150 KVA, clase 1.2 KV.

## 2.8.7 MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES EN ACEITE

### a. Introducción

El transformador es el equipo eléctrico con el cual el usuario comete mayores abusos, lo trabajan a sobrecargas continuas, se le protege inadecuadamente y si se le dedica un período de mantenimiento, éste por lo general es pobre.

Sin embargo, tales abusos se reflejan en una disminución considerable de la vida útil del aparato. Se mostrarán los tipos de fallas más comunes, su manifestación general, y la secuela de operaciones que permiten al hombre de mantenimiento el evitar o detectar las fallas.

### b. Tipos de Falla

Las fallas en el transformador, pueden ser clasificadas como:

1. Fallas en el aceite aislante y equipo auxiliar
2. Fallas en el devanado

Fallas en el aceite: El aceite aislante se deteriora por la acción de la humedad, del oxígeno, por la presencia de catalizadores (cobre) y por temperatura. La combinación de éstos, da como resultado la generación de ácidos que atacan intensamente a los aislamientos y a las partes mecánicas del transformador. De esta acción química resultan los lodos que se

precipitan en el transformador y que impiden la correcta disipación del calor, acelerando por lo tanto el envejecimiento de los aislamientos y su distribución.

El contenido de agua en el aceite, se define en partes por millón, 1000 partes por millón (ppm) = 1% humedad.

Se dice que un aceite esta en equilibrio, cuando su contenido de humedad es igual a 40 ppm (0.04 % de humedad).

Al romperse la condición de equilibrio, es decir, aumentarse el valor de contenido de humedad en el aceite, se obtiene los siguientes resultados:

- El aceite sede su humedad a los aislamientos, con lo cual se incrementa su valor de factor de potencia y sus pérdidas, lo que se traduce en envejecimiento y destrucción.
- El incremento de humedad del aceite, disminuye su valor de voltaje de ruptura o rigidez dieléctrica. Con valores de 60 ppm, la rigidez se disminuye en un 13%.

El aceite se satura, cuando su contenido de humedad es de 100 ppm (0.1%), Bajo esta condición, cualquier adición en humedad será absorbida por los materiales fibrosos del transformador, como son: cartones, papeles aislantes y maderas.

Se concluye que la inspección de un aceite, debe abarcar al menos:

Contenido de humedad, Acidez, Rigidez Dieléctrica, Presencia de lodos.

Fallas en el equipo auxiliar:

Se debe tener la certeza que el equipo auxiliar de protección y medición funcione correctamente. Debe repararse la tornillería.

El tanque debe estar limpio, sus juntas no deben presentar signo de envejecimiento y se debe corregir de inmediato cualquier fuga.

Se debe revisar que no existan rastros de carbón en el interior del tanque y que no presente señales de abombamiento, debemos desconectar el transformador y tratar de determinar las causas que lo hayan generado.

Fallas en los devanados: Este tipo de fallas pueden ser ocasionadas por:

- Falsos Contactos
  - Corto Circuito Externo
  - Corto Circuito entre espiras
  - Sobretensiones por descargas atmosféricas
  - Sobre tensiones por transitorios
  - Sobrecarga
1. Falsos Contactos. De no detectarse a tiempo, este tipo de falla deteriora el aislamiento y contamina el aceite produciendo gasificación, carbono y "abombamiento" del transformador. Como los falsos contactos se originan por terminales sueltas, es recomendable apretar periódicamente las terminales externas e internas del transformador.
  2. Corto Circuito Externo. Esta falla, como su nombre lo indica, es producida por un corto externo al transformador. El daño que produzca el transformador dependerá de su intensidad y del tiempo de duración.

La corriente que circula durante el corto, se traduce a esfuerzos mecánicos que distorsionan los devanados y hasta los ponen fuera de su lugar. Si el corto es intenso y prolongado, su efecto se reflejará en una degradación del aceite, sobrepresión, arcos y "abombamiento" del tanque.

3. Corto Circuito entre Espiras. Este tipo de fallas, son el resultado de aislamientos que pierden sus características por exceso de humedad, por sobrecalentamientos continuos, por exceso de voltaje, etc.
4. Sobretensiones por Descargas Atmosféricas. Para prevenir, en lo que cabe, este tipo de falla, se recomienda el uso de apartarrayos lo más cercano al transformador. La manifestación de este tipo de fallas, son bobinas deterioradas en la parte más cercana al transformador, o sea, a los herrajes.
5. Sobretensiones por Transitorios. Son producidas por falsas operaciones de switcheo, por puesta de servicio y desconexión de bancos capacitores, etc. Los sobrevoltajes que se producen son del orden de hasta dos veces el voltaje de operación, su resultado de daño es a largo plazo y se define en algunas ocasiones como un corto circuito entre espiras.
6. Sobrecargas. Si las sobrecargas a que se sujeta el transformador no ha sido tomadas en cuenta durante el diseño del aparato, éste se sujetará a un envejecimiento acelerado que destruirá sus aislamientos y su falla se definirá por un corto circuito entre espiras.

#### b. Resultados

Del análisis de falla en transformadores, podemos determinar que salvo en el caso de sobretensiones ocasionadas por los rayos, todas las demás fallas se pueden prever con un buen mantenimiento de nuestro transformador y si la falla esta en proceso, un buen registro de mantenimiento y estudio del mismo podrá detectarla a tiempo.

En nuestra operación de mantenimiento, debemos verificar lo siguiente:

1. Relación de transformación
2. Resistencia de aislamiento

3. Factor de potencia de aislamiento
4. Rigidez dieléctrica del aceite
5. Revisar termómetro
6. Verificar nivel de aceite
7. Limpiar tanque y bushings
8. Verificar que no hay fugas
9. Resistencia óhmica de los devanados
10. Verificar que las juntas sellen bien y estén en buen estado.
11. Apriete general de tornillería y conexiones.
12. Verificar que sigue bien ventilado el cuarto en el que se aloja el transformador.
13. Verificar que no hay trazos de carbón, ni desprendimiento de gases o humos.
14. Tomar una muestra adecuada de aceite para verificar sus características.

Nuestro labor de mantenimiento preventivo, basado en una periodicidad adecuada y del análisis de sus resultados, contribuirá a lograr que nuestro transformador obtenga su vida útil, y a prevenir fallas en éste.

c. Recomendaciones para la Inspección y Mantenimiento de Transformadores

En vista que los transformadores son los eslabones vitales para la operación de las grandes empresas industriales y comerciales, es necesario que para su funcionamiento continuo y confiable deba proporcionárseles una atención adecuada. Esto se logra solamente a través de un programa regular de inspecciones, pruebas y mantenimiento de rutina. A continuación se menciona una serie de recomendaciones hechas para un transformador crítico en su operación y que una falla de él ocasionará problemas de alto costo a la empresa.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

**PROGRAMA DE INSPECCION  
RECOMENDADO EN TRANSFORMADORES  
QUE MUESTRAN PROBLEMAS EN SU  
FUNCIONAMIENTO**

No.	RENGLONES A INSPECCIONAR	PROGRAMA RECOMENDADO
1.	Corriente de carga (amperes)	Cada hora o usar amperímetro registrador.
2.	Voltaje	Cada hora.
3.	Temperatura ambiente	Cada hora.
4.	Temperatura de los devanados	Cada hora.
5.	Temperatura del líquido	Cada hora.
6.	Presión del gas (tanque)	Cada hora.
7.	Nivel del líquido	Diario.
8.	Equipo de sellado automático de gas a. Indicador de presión de gas del transformador. b. Contenido de gas del cilindro c. Circuito de alarma de baja presión d. Equipo externo de gas y herrajes	Diario Diario Trimestral. Semestral
9.	Equipo de enfriamiento por agua a. Temperatura del agua dentro y fuera b. Velocidad del gasto de agua c. Bombas de agua d. Bombas de circulación de aceite	Semanal. Semestral. Mensual. Mensual.
10.	Equipo de enfriamiento FQA o FA a. Ventiladores-aspas y motores por acumulación de suciedad b. Cojinetes de ventiladores Lubricación c. Intercambiador de calor (núcleo del radiador)	Mensual Cada dos años o después de 6,000 horas de operación, lo primero que ocurra. Anual.
11.	Transformadores tipo secp (enfriados con aire forzado) Temperatura del aire dentro y fuera	Cada hora.

**PROGRAMA DE INSPECCION  
RECOMENDADO PARA LOS ACCESORIOS  
AUXILIARES QUE REQUIEREN QUE EL  
TRANSFORMADOR SEA DESCONECTADO**

No.	RENGLONES A INSPECCIONAR	PROGRAMA RECOMENDADO
1.	Tanque, accesorios y empaques por fugas, herrumbre, etc.	Semestral
2.	Dispositivos de liberación de presión	Trimestral
3.	Boquillas	Semestral
4.	Acartarrayos	Semestral
5.	Cambiadores de derivación	Semestral
6.	Equipo de Control, Relevadores y Circuitos	Mensual
7.	Conexiones de tierra	Semestral
8.	Alarmas de protección	Mensual
9.	Análisis de gas	Mensual
10.	Prueba de presión de bobinas de enfriamiento o intercambiador de calor externo	Anual

**TRANSFORMADORES  
CON  
FALLA DE ORIGEN**

**PROGRAMA RECOMENDADO DE  
PRUEBAS DE MANTENIMIENTO**

No.	PRUEBA DE MANTENIMIENTO	PROGRAMA
1.	Líquido aislante a. Resistencia dieléctrica b. Número de neutralización c. Color	Anual Anual Anual
2.	Resistencia de aislamiento	Anual
3.	Índice de polarización	Anual
4.	Factor de Potencia	Anual
5.	Alto potencial de CA (Hi-Pot)	Cada 5 años
6.	Prueba de voltaje inducido	Cada 5 años

**VALORES LIMITE DE PRUEBA PARA  
ACEITE TIPO MINERAL**

PRUEBA	SATISFACTORIO	DEBE SER FILTRADO	DESCARTESE Y REEMPLACESE
Resistencia dieléctrica (ASTM D-899)	23 KV	Menos de 22 KV	—
Número de neutralización	0.4 Máx.	0.4 a 1.0	Mayor de 1.0
Color	3½ Máx.	Arriba de 3½	—

**VALORES LIMITE DE PRUEBA PARA  
LIQUIDOS TIPO ASKAREL**

PRUEBA	SATISFACTORIO	DEBE SER FILTRADO	DESCARTESE Y REEMPLACESE
Resistencia dieléctrica (ASTM D-899)	26 KV	Menos de 25 KV	—
Número de neutralización	0.05	Mayor de 0.05	—
Color	2.0	Arriba de 2.0	—

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 2.8.8 CÁLCULO DE TRANSFORMADORES

### a. Consideraciones

Para que un transformador este bien definido, es necesario dar a conocer, al menos, los siguientes datos:

- Capacidad en KVA
- Número de fases
- Frecuencia de operación en Hz o c.p.s.
- Tensión primaria y conexión
- Tensión secundaria y conexión
- Número de derivaciones y porcentaje de cada una
- Sobreelevación de temperatura en operación continua
- Altura sobre el nivel del mar a la cual operará el transformador
- Neutro accesible fuera del tanque para su conexión a tierra

Y dependiendo del tipo de instalación, equipo ya existente, etc., será necesario dar a conocer el valor de impedancia para el transformador y los accesorios fuera de norma que se desean.

### b. Capacidad del transformador

La capacidad nominal de un transformador se define como los KVA que su devanado secundario es capaz de operar por un tiempo específico, bajo condiciones de tensión y frecuencia de diseño, sin que la temperatura de un devanado exceda 65°C., sobre una temperatura promedio de 30°C., y máxima de 40°C. Es muy importante que el responsable de la instalación calcule en forma correcta los KVA de transformación que necesita, pues en caso contrario se llegará a la situación de tener capacidad ociosa, lo que representa valores altos de corriente de excitación y una capacidad no amortizable. Ambas cosas son pesos que representan pérdidas para el usuario.



A continuación damos la forma de calcular los KVA, de transformación y un ejemplo para su mayor entendimiento.

$$\text{KVAT} = \text{carga instalada} \times \frac{\text{Factor de demanda}}{\text{Factor de diversidad}}$$

$$\text{Factor de demanda} = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Carga instalada}}$$

$$\text{Factor de diversidad} = \frac{\text{Suma de las demandas máxima}}{\text{Demanda máxima resultante}}$$

El factor de demanda es igual o menor que la unidad

El factor de diversidad es igual o mayor que la unidad

Ejemplo ilustrativo:

Se tiene un poblado de 5,000 habitantes y se desea definir la capacidad en KVA del transformador, que se instalará en la Subestación receptora.

El estudio de las cargas instaladas, nos dan los siguientes resultados:

Cargas instaladas en casa habitación	=	552.86 KVA
Carga instalada en fuerza motriz	=	234.00 KVA
Carga instalada en alumbrado público	=	<u>33.60 KVA</u>
Total de carga instalada	=	820.46 KVA

Para cada una de estas cargas, definimos los siguientes factores de corrección:

Para cargas de casas-habitación:

Factor de demanda	=	0.65
Factor de diversidad	=	1.25

Para carga de fuerza motriz:

$$\text{Factor de demanda} = 0.9$$

$$\text{Factor de diversidad} = 1.1$$

Para carga de alumbrado público:

$$\text{Factor de demanda} = 1.0$$

$$\text{Factor de diversidad} = 1.0$$

De lo anterior obtenemos que:

KVAT 1 = KVA de transformación necesarios por concepto de cargas de casas-habitación

$$\text{KVAT 1} = 552.86 \times \frac{0.65}{1.25} = 288 \text{ KVA}$$

KVAT 2 = KVA de transformación necesarios por concepto de fuerza motriz

$$\text{KVAT 2} = 234 \times \frac{0.9}{1.1} = 191.45$$

KVAT 3 = KVA de transformación necesarios por concepto de alumbrado público

$$\text{KVAT 3} = 33.60 \times \frac{1.0}{1.0} = 33.60$$

La demanda máxima, más no resultante, es igual a la suma de los valores KVAT1, KVAT2 y KVAT3.

Demanda máxima no resultante = 513.05 KVA

El siguiente paso es obtener el factor de diversidad resultante para lo cual se debe proceder a graficar la demanda y el tiempo para cada carga obteniendo por lo tanto la resultante.

De nuestra grafica obtenemos:

Demanda máxima resultante = 432 KVA

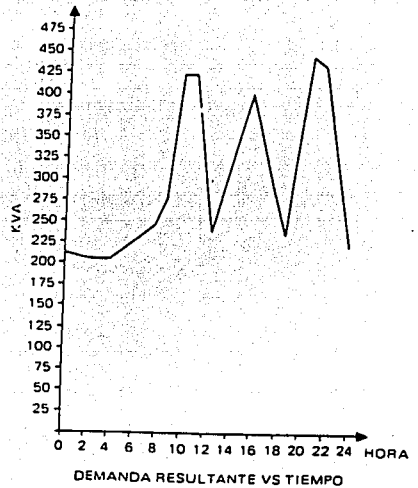
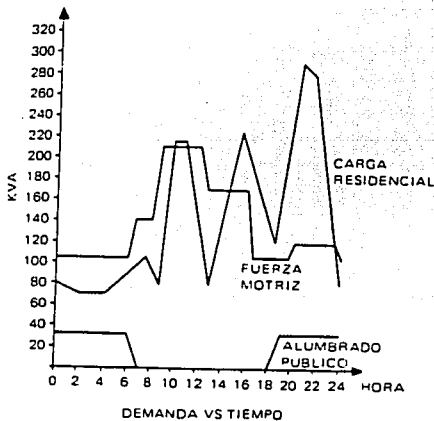
Suma de las demandas máximas = 513.05

Y factor de diversidad resultante =  $\frac{513.05}{432.00} = 1.18$

Por lo tanto, la capacidad en KVA del transformador a instalar en la subestación receptora debe ser:

$KVAT = 513.05 \times 1/1.18 = 432 \text{ KVA}$

Por razones de flexibilidad y por consiguiente, seguridad de suministro a la carga, recomendamos la instalación de dos transformadores de 225 KVA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CAPITULO TERCERO

---

## ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- 3.1 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- 3.2 CONDUCTORES ELÉCTRICOS
  - 3.2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS AISLAMIENTOS PARA CABLES ELÉCTRICOS
- 3.3 CONDUCTORES DESNUDOS
  - 3.3.1 CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE
  - 3.3.2 CONDUCTORES DESNUDOS DE ALUMINIO Y SUS ALEACIONES
  - 3.3.3 CONDUCTORES DESNUDOS DE COPPERWELD
- 3.4 CONDUCTORES AISLADOS DE BAJA TENSIÓN
  - 3.4.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN
  - 3.4.2 CABLES MULTICONDUCTORES
  - 3.4.3 CABLES PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA (600 VOLTS) TIPO DRS
- 3.5 CONDUCTORES AISLADOS DE ALTA TENSIÓN
- 3.6 CALCULO DE ALUMBRADO
  - 3.6.1 ALUMBRADO DE INTERIORES
    - 3.6.1.1 MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL
    - 3.6.1.2 MÉTODO PUNTO POR PUNTO
  - 3.6.2 ALUMBRADO EXTERIOR
    - 3.6.2.1 ALUMBRADO PÚBLICO
    - 3.6.2.2 DATOS Y CALCULOS DE ILUMINACIÓN DE CALLES

### 3.1 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El objetivo primordial de una instalación eléctrica es cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa del proyecto, es decir, proporcionar servicio con el fin de que la energía satisfaga los requerimientos de los distintos elementos receptores que la transformarán según sean las necesidades. Se puede catalogar a todo tipo de instalaciones, desde la generación hasta la utilización de la energía eléctrica, pasando por las etapas de: transformación, transmisión y distribución. Se clasifican en instalaciones eléctricas de:

- Alta tensión (85, 115, 230, 400 kV)
- Extra alta tensión (más de 400 kV)
- Mediana tensión (69 kV)
- Distribución y baja tensión (23, 20, 13.8, 4.16, 0.440, 0.220, 0.127 kV)

Esta clasificación esta de acuerdo con las tensiones empleadas en los sistemas eléctricos, ya que las normas técnicas para instalaciones eléctricas establecen otros rangos para un tipo específico de instalación.

En la selección de materiales y equipos usados en las instalaciones eléctricas, respetando las características generales establecidas por los aspectos de normalización, se tiene también una gran diversidad de fabricantes, lo que hace difícil hablar de un material o equipo específico, por lo que en lo posible se tratará de dar la generalidad necesaria en lo referente a cálculos y proyectos.<sup>5</sup>

#### A. Acometida

Se entiende como el punto donde se hace la conexión entre la red, propiedad de la compañía suministradora, y el alimentador que abastece al usuario, también puede entenderse como la línea área o subterránea.

---

<sup>5</sup> ENRIQUEZ HARPER, Gilberto. Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales.

## B. Equipo de Medición

Es propiedad de la compañía suministradora, que se coloca en la acometida de cualquier usuario con el propósito de cuantificar el consumo de energía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra venta.

## C. Interruptores

Es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

## D. Interruptor General

Se le denomina interruptor general o principal al que va colocado entre la acometida (después del equipo de medición) y el resto de la alimentación, y que se utiliza como medio de desconexión y protección del sistema o red suministradora.

## E. Interruptor Derivado

Son aquellos que están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros.

## F. Interruptor Termomagnético

Es el más utilizado y que sirve para desconectar y proteger contra sobre cargas y cortocircuitos. Se fabrica en gran variedad de tamaños, por lo que su aplicación puede ser como interruptor general o derivado. Tiene un elemento electrodinámico con el que puede

responder rápidamente ante la presencia de un cortocircuito. Para la protección contra sobrecarga se vale de un elemento bimetálico.

#### G. Arrancador

Se conoce como arrancador al arreglo compuesto por un interruptor, ya sea termomagnético o de navajas con fusibles, un contactor electromagnético y un relevador bimetálico.

#### H. Transformador

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje del suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes pueden utilizarse varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones).

#### I. Tableros

Se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. Hay tableros generales que se coloca inmediatamente después del transformador y que contiene un interruptor general.

#### J. Centros de Control de Motores

En aquellas donde se utilizan varios motores, los arrancadores se agrupan en tableros compactos conocidos como centros de control de motores.

## K. Tableros de Distribución o Derivados

Estos tableros pueden tener un interruptor general dependiendo de la distancia al tablero de donde se alimenta y del número de circuitos que alimente. Contienen una barra de cobre para el neutro y 1, 2 ó 3 barras conectadas a las fases respectivas.

## L. Salidas para Alumbrado y Contactos

Las unidades de alumbrado, al igual que los motores, están al final de la instalación y son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa y generalmente también en calor.

Los contactos sirven para alimentar diferentes equipos portátiles y van alojados en una caja donde termina la instalación fija.

El proyectista debe asegurarse que la instalación eléctrica tenga la especificación necesaria para que la caída de voltaje esté por debajo de la permitida, que el alimentador quede protegido contra fallas y sobrecargas y que el usuario este protegido contra electrocución.

## M. Plantas de Emergencia

Se requiere de una fuente de energía eléctrica que funcione mientras la red suministradora tenga caídas de voltaje importantes, fallas en alguna fase o interrupciones del servicio.

Las plantas de emergencia constan de un motor de combustión interna acoplado a un generador de corriente alterna. El cálculo de la capacidad de una planta eléctrica se hace en función de las cargas que deben operar permanentemente.

La conexión y desconexión del sistema de emergencia se hace por medio de interruptores de doble tiro (manuales o automáticos) que transfieren la carga del suministro normal a la



planta de emergencia. Las plantas automáticas tienen sensores de voltaje que detectan la ausencia de voltaje (o caídas más debajo de ciertos límites) y envían una señal para que arranque el motor de combustión interna, cuyo sistema de enfriamiento tiene intercalada una resistencia eléctrica que lo mantiene caliente mientras no está funcionando.

### 3.2 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Se puede definir como un conductor eléctrico aquel material o sustancia capaz de permitir el paso continuo de una corriente eléctrica cuando es sometido a una diferencia de potencial entre dos puntos.

Las sustancias en estado sólido o líquido poseen en algún grado propiedades de conductividad de energía eléctrica, pero ciertas sustancias son relativamente buenas conductoras y otras están casi totalmente desprovistas de esta propiedad.

Para establecer el camino o paso de una corriente eléctrica entre dos puntos con diferente potencial eléctrico se emplea el conductor. Cuando se presenta este paso de corriente eléctrica se dice que se ha establecido un circuito; el que posee cuatro propiedades eléctricas fundamentales: Resistencia, Inductancia, Capacitancia y Resistencia de Aislamiento.

Para nuestros fines, un conductor eléctrico se compone de un filamento o alambre o de una serie de alambres cableados de material conductor que se utiliza desnudo, o bien cubierto de material aislante. En aplicaciones donde se requiere de grandes tensiones mecánicas se utilizan bronce, aceros y aleaciones especiales. En aplicaciones electrónicas ultrafinas y en pequeñas cantidades se utiliza el oro, la plata y el platino como conductores.

Las materias primas más comunes utilizadas en la fabricación de conductores eléctricos son:

- Materiales: Cobre, Aluminio, Plomo y Acero.

TESIS COM.  
FALLA DE ORIGEN

- Aislamientos: Hules, Plásticos, Resinas y Papel.

### 3.2.1 Características Principales de los Aislamientos para Cables Eléctricos.

Un material aislante es toda sustancia de tan baja conductividad que el paso de la corriente eléctrica a través de ella es prácticamente despreciable.

Se tiene en cada aislamiento eléctrico una cierta cantidad de características o parámetros que permiten estudiar, evaluar y comparar estos materiales.

#### a. Rigidez Dieléctrica

La rigidez dieléctrica o gradiente eléctrico de un aislamiento representa el número de volts requerido para perforarlo. En un aislamiento cuya sección no cambie a través de su espesor, está dada por la relación de voltaje entre espesor (Kv/mm).

En un aislamiento cuya sección transversal cambia a través de su espesor, como en el caso de un cable que tiene un radio mínimo en la vecindad del conductor y máximo en la superficie exterior, el gradiente dieléctrico es variable.

#### b. Constante Dieléctrica

La constante dieléctrica o capacidad inductiva específica (SIC) de un aislamiento es la relación entre la capacidad de un condensador cuyo dieléctrico sea el aislamiento en cuestión y la capacidad del mismo condensador con aire como dieléctrico.

La constante dieléctrica de un aislamiento en un cable determina la corriente de carga capacitiva que se produce en el cable y que traduce en pérdidas dieléctricas, conviene que tenga un valor lo más bajo posible

$$C_n = \frac{0.02413}{\text{Log}_{10} R/r \mu F \times \text{Km}^{-1} \text{ de cable}}$$

donde:  $C_n$  = Capacidad al neutro del cable

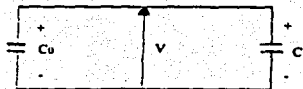
$R$  = Radio exterior del aislamiento

$r$  = Radio exterior del conductor

$$SIC = C/C_0 \text{ (sin unidades)}$$

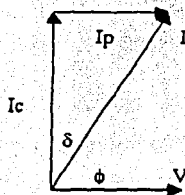
donde:  $C$  = Capacitancia del material aislante

$C_0$  = Capacitancia en aire



### c. Factor de Potencia (F.P.)

También conocido como factor de pérdidas de aislamiento, representa la relación entre potencia activa disipada en el dieléctrico ( $W_a$ ) y la potencia reactiva ( $W_r$ ). Es mayor mientras más imperfecto sea el dieléctrico; es decir, mayor será la corriente de pérdidas ( $I_p$ ) que se presenta cuando el desfase entre voltaje aplicado y la corriente capacitiva ( $I_c$ ) inducida es menor de  $90^\circ$ .



TESE CON  
FALLA DE ORIGEN

El factor de potencia en un aislamiento aumenta con la presencia de humedad y con la elevación de temperatura. La medición del factor de potencia es uno de los medios más efectivos para detectar humedad o deterioro de un aislamiento.

$$\delta + \phi = 90^\circ \quad , \quad \delta = \text{ángulo de pérdidas}$$

$$W_r = I_c V \quad , \quad W_a = I_c V \cot \phi$$

$$\text{Factor de potencia} = W_a / W_r = \text{Cos } \phi$$

El factor de potencia, junto con la constante dieléctrica del aislamiento, determina las pérdidas dieléctricas de un cable. Por lo tanto conviene que el factor de potencia sea lo más bajo posible.

#### d. Resistencia de aislamiento (Ra)

La resistencia de aislamiento mínima especificada de un cable es la resistencia media entre el conductor y un electrodo que se encuentra envolviendo la superficie exterior del aislamiento. En base a las dimensiones del cable se puede determinar lo que se llama la constante de resistencia de aislamiento (K) que es independiente de las dimensiones.

La resistencia de aislamiento mínima especificada se calcula con la fórmula:

$$R_a = K \text{Log}_{10} (D / d) F_t F_L$$

en donde:

R<sub>a</sub> = Resistencia de aislamiento en Megohms/Km

K = Constante de resistencia de aislamiento (depende del material empleado)

D = Diámetro sobre el aislamiento en mm.

d = Diámetro sobre el conductor en mm.

F<sub>t</sub> = Factor de corrección por temperatura (unitaria a 15.6°C ó 60°F)

F<sub>L</sub> = Factor de corrección por longitud = 1000 / long. Real del cable

PVC	150
POLIETILENO	15,250
XLP	6,100
EPR	6,100
PAPEL IMPREGNADO	3,000

Valores típicos de K a 15.6 °C (megohms.Km)

e. Propiedades Comparativas de Aislamiento \*

### 3.3 CONDUCTORES DESNUDOS

#### 3.3.1 Conductores desnudos de cobre

a. Especificaciones para alambre desnudo duro, semi-duro y suave.

Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta y baja tensión, en buses de subestaciones y sistemas de tierra.

Carga de ruptura. La carga de ruptura esta basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo a la tolerancia de los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro, mínimo y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves o recocidos. \*

Nota. Para alambres semi-duros, calibre No. 19 y menores, no hay especificaciones.

- b. Construcciones preferentes y diámetros exteriores nominales de los cables de cobre con cableado concéntrico.\*
- c. Factores de corrección de resistencia por temperatura. Para conductores de cobre o aluminio.\*

\* Anexo A

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los factores de corrección dados para el cobre están basados en la conductividad de 100% y están derivados de la fórmula:

$$R_2 = R_1 \frac{234.5 + 20}{234.5 + T}$$

donde:

$R_2$  = Resistencia a 20°C

$R_1$  = Resistencia medida a la temperatura de prueba

T = Temperatura de prueba

Los factores de corrección dados para el aluminio están basados en la conductividad de 61% y están derivados de la fórmula:

$$R_2 = R_1 \frac{228 + 20}{228 + T}$$

donde:

$R_2$  = Resistencia a 20°C

$R_1$  = Resistencia medida a la temperatura de prueba

T = Temperatura de prueba

- d. Capacidad de conducción de corriente para conductores desnudos de cobre duro (97.5% conductividad I.A.C.S.) a diferentes incrementos de temperatura.\*
- e. Barras rectangulares de cobre; corrientes admisibles.\*
- f. Alambre de cobre suave estañado.\*

### 3.3.2 Conductores Desnudos de Aluminio y sus Aleaciones

Los conductores de puro, son utilizados en líneas de distribución a baja tensión, con distancias interpostales cortas, las aleaciones de aluminio, se utilizan en instalaciones con distancias interpostales más largas, aprovechando el incremento de resistencia mecánica que le proporciona la aleación.

\* Anexo A

- a. Constantes Físicas.\*
- b. Construcciones preferentes y diámetros exteriores nominales de los cables de aluminio con cableado concéntrico.\*
- c. Características físicas y eléctricas de los cables de aluminio puro (AAC).\*
- d. Ampacidades para conductores de aluminio puro (AAC).\*
- e. Características físicas eléctricas del cable de aleación de aluminio 5005 (AAAC).\*
- f. Ampacidad para conductores cableado de aleación de aluminio 5005 (AAAC).\*
- g. Resistencia nominal a la corriente directa de conductores de aluminio y cobre desnudo, con cableado compacto concéntrico.\*
- h. Resistencia nominal a la corriente directa, de conductores de cobre, con cableado compacto clase B.\*
- i. Características físicas y eléctricas de los cables de aluminio reforzado en acero (ACSR).\*
- j. Ampacidad de los cables de aluminio reforzado en acero (ACRS).\*

### 3.3.3 Conductores Desnudos de Copperweld

Los alambres y cables copperweld, hacen que las construcciones de líneas aéreas con claros interpostales largos, sean seguras y económicas, ya que se complementan la alta resistencia mecánica del acero y la conductividad del cobre en una sola unidad. Las diferentes construcciones de cables formados con conductores de cobre y Copperweld.

- a. Formación Geométrica de cables copperweld.\*
- b. Características físicas y eléctricas del alambre y cable desnudo copperweld.\*
- c. Tablas de conductores copperweld y cobre con cableado desnudo, para transmisión y distribución.\*

\* Anexo A

## 3.4 CONDUCTORES AISLADOS DE BAJA TENSIÓN

### 3.4.1 Definición y Clasificación

Se puede considerar como un conductor para baja tensión a todo aquel que tenga un aislamiento que le permita operar en voltajes de hasta 1000 volts en condiciones apropiadas de seguridad.

Los conductores forrados se clasifican según las propiedades del aislamiento, de acuerdo con las tablas localizadas en el anexo, las cuales son:

- a. Clasificación de conductores y características de los aislamientos.\*
- b. Capacidad de conducción de corriente permisible en conductores de cobre aislados.\*
- c. Factores de corrección por Temperatura.\*
- d. Dimensiones en los conductores con aislamientos de hules o termoplásticos.\*
- e. Número máximo de conductores en medidas comerciales de tubería conduit.\*
- f. Características de cordones y cables flexibles de cobre.\*
- g. Capacidad de conducción de corriente en cordones y cables flexibles de cobre \*

Calculo de conductores aislados por caída de Tensión

- h. Distancia en metros para una caída de tensión máxima de 3% circuitos trifásicos equilibrados en 220 volts.\*
- i. Calculo de resistencia y caída de tensión en un conductor.

La resistencia de un conductor comercial de cobre (un alambre de 1 m. De longitud y una sección transversal de  $1 \text{ mm}^2$ ), es usualmente de 0.017 a 0.018 ohms a una temperatura de 24°C.

\* Anexo A



Para nuestros cálculos se tomará un valor promedio de 0.0175 ohms por  $\text{mm}^2/\text{m}$ .

La resistencia eléctrica de cualquier conductor será:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

$$R = 0.0175 \frac{L}{S}$$

donde:

R = resistencia eléctrica en ohms

$\rho$  = resistividad del cobre a 24 y a 20°C = 0.17241

$\rho$  = 0.0175 ohms  $\text{mm}^2/\text{m}$

S = sección de conductor en  $\text{mm}^2$

De la ley de ohm

$$I = E/R$$

y la caída de tensión (e) en un conductor es:

$$e = IR$$

Sustituyendo R en la ecuación anterior

$$e = \frac{0.0175 L \times I \times 2}{S} \quad \dots (A)$$

también:

$$I = \frac{eS}{0.0175 L \times 2} \quad \dots (B)$$

y:

$$S = \frac{0.0175 L \times 2I}{e} \quad \dots (C)$$

donde:

L = longitud de circuito en metros (se multiplica por dos para incluir la longitud total del alambre).

La fórmula (A) da la caída de tensión para un calibre determinado y circulando una corriente específica.

La fórmula (B) indica la corriente que produce una caída de tensión en un alambre de calibre dado.

La fórmula (C) indica el calibre correcto para una cierta caída de tensión y una corriente específica.

### Calculo de conductores

La corriente alterna de línea en un conductor para los diferentes sistemas de distribución, se puede determinar partiendo de las siguientes fórmulas:

$$\text{Una fase (2 hilos)} \quad I = \frac{W}{2 E_n \cos \phi}$$

$$\text{Dos fase (3 hilos)} \quad I = \frac{W}{2 E_n \cos \phi} \quad (\text{hilo exterior})$$

$$\text{Dos fase (3 hilos)} \quad I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi} \quad (\text{hilo exterior})$$

$$\text{Dos fase (3 hilos)} \quad I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi}$$

$$\text{Tres fase (3 hilos)} \quad I = \frac{W}{2 E_n \cos \phi} = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi}$$

Para Corriente Directa

Dos hilos  $I = \frac{W}{E_f}$

Tres hilos  $I = \frac{W}{2 E_n}$

donde:

$I$  = corriente en el conductor

$W$  = potencia en watts

$\cos \phi$  = factor de potencia

$E_f$  = tensión entre fases

$E_n$  = tensión entre fase y neutro

Cálculo de sección transversal de un conductor para los diferentes sistemas de distribución en corriente alterna partiendo de las siguientes fórmulas:

Una fase (2 hilos)  $S = \frac{4 L I}{E_n \text{ e } \%}$

Dos fases (3 hilos)  $S = \frac{2 L I}{E_n \text{ e } \%}$

Tres fases (cuatro hilos)  $S = \frac{2 \sqrt{3} L I}{E_f \text{ e } \%} = \frac{2 L I}{E_n \text{ e } \%}$

donde:

$I$  = corriente en el conductor

$E_f$  = tensión entre fases

$E_n$  = tensión entre fases y neutro

e % = caída de tensión expresada en porcentaje

$S$  = sección del conductor en (mm<sup>2</sup>)

- j. Graficas de caída de tensión en conductores de cobre aislados tipos RHW, THW y THWN.\*

### 3.4.2 Cables Multiconductores

#### a. Definición

Los cables multiconductores, están formados por 2 ó más conductores aislados reunidos bajo una cubierta resistente a la humedad y retardadora de la flama.

Los cables multiconductores se pueden clasificar como Cables Control y Cables Potencia. Estos son utilizados en instalaciones aéreas, charolas, tubo conduit o en ductos subterráneos y en el control remoto y alimentación de equipos industriales.

Los conductores son aislados individualmente, y se identifican mediante un código de colores o números progresivos marcados en su superficie:

1	Negro
2	Blanco
3	Rojo
4	Verde
5	Naranja
6	Azul
7	Blanco-Negro
8	Rojo-Negro
9	Verde-Negro
10	Naranja-Negro
11	Azul-Negro
12	Negro-Blanco
13	Rojo-Blanco
14	Verde-Blanco
15	Azul-Blanco

16	Negro-Rojo
17	Blanco-Rojo
18	Naranja-Rojo
19	Azul-Rojo
20	Rojo-Verde
21	Naranja-Verde
22	Negro-Blanco- Rojo
23	Blanco-Negro-Rojo
24	Rojo-Negro-Blanco

- b. Cable control para 600 volts. Aislamiento y cubierta exterior de PVC.\*
- c. Cable control para 1000 volts. Aislamiento de polietileno natural y cubierta exterior de PVC.\*
- d. Cable control para 600 volts. Aislamiento de polietileno natural y cubierta exterior de PVC.\*
- e. Cables de control y potencia fabricados bajo normas V.D.E. (Verband Deutscher Elektrotechniker).\*

Debido a los diferentes aislamientos que se usan en Europa, con relación a los empleados en América, hubo necesidad de hacer algunos cambios con respecto a las normas VDE obteniéndose un cable mejorado.

Los principales cambios fueron los siguientes:

**BAJA TENSIÓN.** La norma VDE señala como aislamiento el protodur, que es recomendable para una temperatura de 60°C, y un voltaje máximo de operación de 1000 volts. Fue sustituido por cloruro de polivinilo para 90°C, y un voltaje máximo de operación de 1000 volts (PVC).

\* Anexo A

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

ALTA TENSIÓN. La norma VDE señala como aislamiento el protodur, que es recomendable para una temperatura de 60°C, y un voltaje máximo de operación de 20,000 volts.

Fue substituido por un polietileno de cadena cruzada (XLP). Es recomendable para temperaturas de 90°C, y voltaje de operación de hasta 115,000 volts.

f. Cable control NYCY (modificado).\*

### 3.4.3 Cable para Distribución Subterránea (600 volts) tipo DRS

Son cables de energía con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP) para 600 volts, para instalación aérea, en ducto o directamente enterrados.

El conductor es de aluminio cableado de grado EC y calse B.

El aislamiento es un compuesto de polietileno de cadena cruzada pigmentado con negro de humo, puede operar satisfactoriamente en lugares húmedos o secos a una temperatura máxima continua de 90°C; 130°C en condiciones de emergencia y 250°C en condiciones de corto circuito.

Los cables que se utilizan como fases son de color negro y el cable neutro de sección reducida de acuerdo a la tabla, es de color blanco.

Calibre del conductor		Espesor del aislamiento	
AWG	KCM	MM	PULG.
4	2	1.58	0.062
1/0	4/0	1.98	0.078
250	500	2.39	0.094
550	1000	2.77	0.109

\* Anexo A

- a. Dimensiones de cables para 600 Volts.\*
- b. Propiedades eléctricas.\*
- c. Curvas de caída de tensión para cables triplex tipo DRS, 600 volts aluminio.\*
- d. Curvas de caída de tensión para cables triplex tipo DRS, 600 volts cobre.\*

### 3.5 CONDUCTORES AISLADOS DE ALTA TENSION

a. Definición:

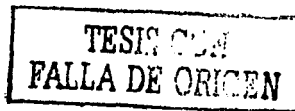
Se considera como un conductor para alta tensión a todo aquél que tenga un aislamiento que le permita operar en condiciones apropiadas de seguridad en voltajes superiores a 1000 volts.

b. Clasificación:

Los conductores para instalaciones en alta tensión se clasifican según su aplicación en :

- Conductores para Distribución Comercial e Industrial
- Conductores para Distribución Residencial
- Conductores para Subtransmisión
- Conductores para Transmisión

\* Anexo A



## 3.6 CÁLCULO DE ALUMBRADO

### 3.6.1 Aluminado de interiores

#### Métodos

Desde principios de 1960, el método para calcular el nivel de iluminación promedio en un espacio ha sido el método IES de cavidad zonal. Este método supone que cada local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades. Cada una de ellas será tratada en conjunto, ya que tiene un efecto en cada una de las otras cavidades para producir iluminación uniforme. Este método calcula niveles de iluminación promedio horizontales a través de un espacio.

Cuando se necesita un nivel de iluminación en un punto específico, se debe usar el método de "punto por punto". El método de "punto por punto" utiliza la curva fotométrica que nos muestra la distribución de candelas-potencia, producida la lámpara o luminaria y por medio de trigonometría básica, el diseñador puede conocer los niveles de iluminación en superficies tanto horizontales como verticales.

#### 3.6.1.1 Método de cavidad zonal

##### a. Descripción

Este sistema, también llamado "método de lúmen", divide el local en tres cavidades separadas. Estas son:

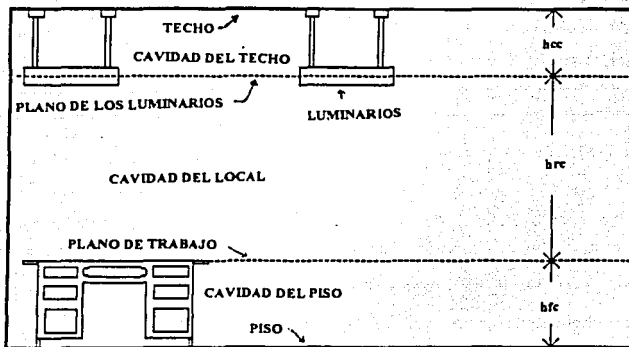
1. Cavidad del techo
2. Cavidad del local
3. Cavidad del piso

1. Cavidad de techo. Es el área medida desde el plano de la luminaria al techo. Para luminarias colgantes existirá una cavidad de techo, para luminarias colocados directamente en el techo o empotrados en el mismo no existirá cavidad de techo.



2. Cavity del local. Es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte interior de la luminaria; el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel de piso. En algunos casos, donde el plano de trabajo es considerado a nivel de piso, el espacio desde la luminaria al piso se considera como cavity del local. En el lenguaje de iluminación la distancia desde el plano de trabajo a la parte interior de la luminaria es llamada "altura de montaje de la luminaria".
3. Cavity de piso. Se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo, o bien, el nivel donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina esta distancia es aproximadamente de 76 cms. (2.5 pies). Para bancos de trabajo en industrias deberá considerarse 92 cms. (3 pies) aproximadamente. Si el trabajo o tarea se desarrolla en el piso, no existe cavity de piso. En la figura No. 1 se muestra el espaciamento relativo de las cavidades del local, techo y piso, así como la "altura de montaje" de las luminarias.

Figura No. 1  
NOMENCLATURA DE CAVIDAD POR ZONAS



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## b. Teoría del Método de Cavidad Zonal

La teoría básica considerada en este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara o luminaria es reflejada por todas las superficies del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde la luminaria y desde las superficies del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Debido a este hecho es muy importante determinar:

1. Las dimensiones del local
2. las reflectancias del local referente a:
  - 2.1 Techo
  - 2.2 Paredes
  - 2.3 piso
3. Características de la lámpara
4. Características de la luminaria
5. Efectos ambientales
  - 5.1 Polvo y suciedad
  - 5.2 Temperatura
6. Mantenimiento planeado del sistema de iluminación

Con el objeto de producir un lux en el plano de trabajo, el sistema de iluminación debe producir un lúmen sobre cada metro cuadrado. De hecho, la definición de lux es:

Un lúmen por metro cuadrado, o bien, establecido en forma matemática.

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

Por lo tanto, un nivel de iluminación promedio de 1,000 luxes sobre un área de 10 m<sup>2</sup> requerirá de 10,000 lúmenes (desde el sistema de iluminación) que sean dirigidos al plano de trabajo.

Conforme la fuente de luz se encuentra más distante del plano de trabajo, el nivel de iluminación se reducirá en proporción al cuadrado de la distancia. Por ejemplo, si un sistema de iluminación produce 1,000 luxes a una distancia de 10 metros, entonces a 20 metros el mismo sistema no producirá la mitad sino una cuarta parte del nivel de iluminación, o sea 250 luxes<sup>4</sup>, o sea:

$$I = 1/d^2 = 1/(2)^2 = 1/4 = \text{Una cuarta parte del nivel original}$$

donde:

I = nivel de iluminación

d = distancia de la luminaria al plano de trabajo

Cuatro veces la distancia no producirá 1/4 parte sino 1/(4)<sup>2</sup> o un 1/16 del nivel original.

\* Nota: Generalmente para fuentes puntuales cercanas, puede variar ligeramente cuando utilizan fuentes difusas.

- Terminado del Local

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

### c. Formulas Básicas – Método de Cavidad Zonal

La fórmula básica para determinar los lúmenes necesarios para producir un nivel de iluminación deseado para un espacio conocido es como sigue:

$$\text{Luxes} = \frac{\text{No. de luminarias} \times \text{lámparas por luminarias} \times \text{lúmenes por lámparas} \times \text{C.U.} \times \text{m.f.}}{\text{Area por luminaria}}$$

donde: C.U. = coeficiente de utilización

m.f. = factor de conservación

= L.L.D. x L.D.D.

L.L.D. = depreciación de lúmenes de la lámpara

L.D.D. = depreciación del luminaria

- Factores de Depreciación

Obsérvese que la formula requiere del conocimiento de las lámparas, luminaria y factores de mantenimiento.

Trataremos ahora cómo determinar los factores y dónde encontrarlos.

- Factores de lámpara

1. Valor de lúmenes iniciales
2. Lúmenes mantenidos o lúmenes medios (promedio) producidos por la lámpara a través de sus horas de vida (L.L.D. = depreciación de lúmenes de la lámpara).

- Factores de luminaria

1. Factor de depreciación de luminaria (DL. = factor de depreciación de luminaria debido al polvo.
2. Coeficiente de utilización (c.u)

- A. Los fabricantes de lámparas publican datos en los cuales se indica el valor inicial de producción lumínica y el valor medio (promedio), o la depreciación de lúmenes de la lámpara a través de las horas de vida (L.L.D.).
- B. Los fabricantes de luminarias dan datos sobre los mismos, los cuales incluyen la pérdida de la luz debido al polvo y la suciedad en la superficie de las luminarias y controles. También normalmente proporcionan el coeficiente de utilización para diferentes tamaños de local, usando diferentes reflectancias de las superficies. El coeficiente de utilización es un parámetro que nos indica que tan eficiente es la luminaria en convertir los lúmenes producidos por la lámpara en el nivel de iluminación útil.

Se ha establecido el método de cavidad zonal provee un nivel de iluminación promedio uniforme en un local. Sin embargo, es válido siempre y cuando la luminaria se encuentre localizado correctamente y tenga una distribución adecuada en relación a la altura de montaje y espaciamiento entre luminarias conforme a los valores recomendados.

#### d. Pasos a Seguir para Calcular un Sistema de Iluminación

Con el objeto de simplificar el procedimiento de cálculo para determinar el número de luminarias así como la localización de éstos en el área, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Determinar el tipo de trabajo que se desarrollará en el local. Esto servirá para determinar la calidad y cantidad de luz que se necesita.
2. Determinar que fuente luminosa deberá usarse.
3. Determinar qué condiciones ambientales prevalecerán en el área. Esto nos ayudará a determinar los efectos de polvo, suciedad y las condiciones ambientales que deberán tomar en cuenta.

4. Determinar las condiciones físicas y operaciones del área y cómo se usará. Esto incluye dimensiones del local, valores de reflectancia, localización del plano de trabajo y características operacionales, tales como: Horas diarias de trabajo y periodo de tiempo en años del sistema durante el cual será usado.
  
5. Seleccionar la luminaria que se usará. Algunos de los factores que ayudan a determinar la luminaria que deberá usarse son:
  - a. Altura de montaje
  - b. Tipo de lámpara seleccionada
  - c. Características de depreciación de la luminaria
  - d. Restricciones físicas del montaje (colgante, empotrado, abierto, cerrado, etc.)
  - e. Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y el reemplazo de las lámparas)
  - f. Costo, tamaño y peso
  - g. Aspecto estético
  
6. Determinar los factores de depreciación de luz para el área. Los factores de pérdida de luz se puede dividir en dos categorías:
  - a. No recuperables
  - b. Recuperables

Los factores no recuperables se consideran como:

La temperatura ambiental, la cual puede afectar el comportamiento de la luminaria, voltaje de alimentación a la luminaria; voltaje de alimentación a la luminaria, características del balastro y características de las superficies de la luminaria.

Los factores recuperables son:

La depreciación de la producción lumínica de la lámpara, las lámparas fuera de operación, depreciación de la luminaria debido al polvo, depreciación de la superficie del local debido al polvo.

Multiplicando todos los factores de pérdida se obtiene un factor de pérdida neta.

Con el fin de simplificar los cálculos, usaremos en el siguiente ejemplo únicamente los dos factores que afectan en mayor proporción la pérdida de luz, a saber:

L.L.D. = Depreciación de lúmenes de lámpara

L.D.D. = Depreciación de la luminaria debido al polvo

Multiplicando estos dos factores obtenemos el factor de mantenimiento (m.f.)

#### 7. Cálculo de las relaciones de cavidad

- a. Cavidad de local
- b. Cavidad de techo
- c. Cavidad de piso

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

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

Donde:

Altura = Altura de cavidad de local, piso o techo según sea el caso

- 8. Determinar las reflectantes efectivas correspondientes a las cavidades de techo y piso. Este procedimiento contempla el efecto de interreflexión de la luz considerando las diferentes superficies del local. Como se indica en la tabla localizada en el anexo.

Si todas las superficies son altamente reflectivas, o si las luminarias se encuentran localizados directamente en el techo, no será necesario efectuar este cálculo. En este caso se puede usar el valor actual de las reflectancias de las superficies (estimadas o medidas) para determinar el coeficiente de utilización.

#### 9. Determinar el coeficiente de utilización (c.u)

El coeficiente de utilización se encuentra en los datos técnicos proporcionados por el fabricante, para la luminaria que se usará. (Ver tablas en anexo)

Se notará que con el objeto de seleccionar el valor apropiado del c.u. de esas tablas, se deberá conocer primeramente las reflectancias efectivas de techo, pared y piso. La mayoría de las tablas muestran solamente un valor como reflectancia de piso. Este valor es 20% y es considerado como un valor normal. En caso que el valor de reflectancia sea mayor o menor del 20% se debe corregir de acuerdo con los datos disponibles en las tablas.

#### 10. Cálculo del número de luminarias requeridos:

Con los datos anteriores se debe aplicar la fórmula siguiente:

$$\text{No. de luminarias} = \frac{\text{Nivel luminoso en luxes y área}}{\text{No. de lámparas / luminaria} \times \text{lúmenes/lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento}}$$

Ejemplo:

##### a. Dimensiones del local

Longitud 150 metros  
Ancho 30 metros  
Altura 8.5 metros



- b. Altura del plano de trabajo 1.0 metros
- c. Altura de montaje de la luminaria 6.0 metros (refiérase a la figura No. 1)
- d. Las reflectancias del local son:

Paredes 30%

Techo 80%

Piso 20%

- e. La lámpara será:

Lumalux LU-400

Lúmenes iniciales por lámpara 50,000

L.L.D. = 0.90

- f. La luminaria escogida requiere una lámpara por luminaria (luminaria tipo 16)
- g. La depreciación de la luminaria debido al polvo, el factor es 0.85 u 85%
- h. El nivel de iluminación requerido, es de 1,000 luxes

En las tablas de relación de cavidad encontramos que las relaciones son:

Cavidad de local = 1.2

Cavidad del techo = 0.3

Cavidad del piso = 0.2

Estos factores también pueden ser calculados como sigue:

$$\text{- Cavidad del techo} = \frac{5 \times 1.5 (30 + 150)}{30 \times 150} = 0.3$$

$$\text{Relación de cavidad del local} = \frac{5 \times 6 (30 + 150)}{4,500} = 1.2$$

$$\text{Relación de cavidad del piso} = \frac{5 \times 1 (30 + 150)}{4,500} = 0.2$$

Tomando en cuenta las relaciones de cavidad, podemos determinar las reflexiones efectivas y de esta manera determinar el valor neto efectivo de reflectancia para techo y piso, las cuales son:

$$P_{cc} = \text{Reflectancia efectiva de techo} = 0.74$$

$$P_{pc} = \text{Reflectancia efectiva de piso} = 0.19$$

En la tabla de coeficientes de utilización de luminarias podemos encontrar que el coeficiente de utilización para esta luminaria en particular es aproximadamente de 0.7941  $\approx$  0.795.

Tomando 0.795 como coeficiente de utilización, se puede calcular en número de luminarias como sigue:

$$\text{No. de luminarias} = \frac{4,500 \times 1,000}{1 \times 50,000 \times 0.795 \times 0.765} = 147.98 \approx 148$$

Por lo tanto, el número de luminarias será de 148

Calculemos el área promedio de luminaria como sigue:

$$\frac{\text{área total}}{\text{No. de luminarias}} = \frac{4,500}{148} = 30.40 \text{ m}^2$$

El espaciamiento entre luminarias se determinará obteniendo la raíz cuadrada del área promedio por luminaria:

$$\text{Espaciamiento promedio} = \text{área/luminaria} = 30.40 = 5.51 \text{ mts.}$$

El número aproximado de luminarias en cada hilera se puede encontrar dividiendo primero la longitud del local por el espaciamiento promedio, posteriormente dividiendo el ancho del local por el espaciamiento promedio.

$$\text{a lo largo } 150 / 5.51 = 27.22 \text{ luminarias}$$

$$\text{a lo largo } 30 / 5.51 = 5.44 \text{ luminarias}$$

El número instalado en cada hilera podría ser  $29 \times 5 = 145$  ó  $28 \times 6 = 168$

La localización se determinará de acuerdo con las limitaciones físicas del espacio en el local.

Deberemos también asegurarnos de que la relación de espaciamiento a altura de montaje no exceda lo especificado por el fabricante de luminarias.

La máxima relación S/M.H. para esta luminaria en particular es de 1.5 o sea que el espaciamiento no debe ser mayor que 1.5 veces la altura de montaje. En nuestros ejemplos, la altura de montaje es de seis metros; podremos sin embargo, utilizar hasta nueve metros entre luminarias y aún así mantener uniforme nuestro nivel de iluminación.

En nuestro ejemplo, el espaciamiento es de 5 a 5.5 metros, por lo tanto, la distribución es la adecuada.

e. Tabla de Relaciones de Cavidad.\*\*

f. Porcentaje de las Reflectancias Efectivas de Techo o Piso para Varias Combinaciones de Reflectancias.\*\*

\*\* Anexo B

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

g. Coeficiente de utilización.\*\*

h. Categorías de Mantenimiento.\*\*

i. Factores Utilizados para Reflectancias Efectivas de Piso Diferentes al 20%.\*\*

j. Hoja de Calculo de Nivel de Iluminación Promedio.\*\*

### 3.6.1.2 MÉTODO DE PUNTO POR PUNTO

#### a. Descripción

El cálculo de iluminación en un punto, ya sea en un plano horizontal, vertical o inclinado consiste en dos partes: Una componente directa y una reflejada. El total de esas dos componentes es la iluminación del punto en cuestión.

#### Ley de la Inversa de los Cuadrados

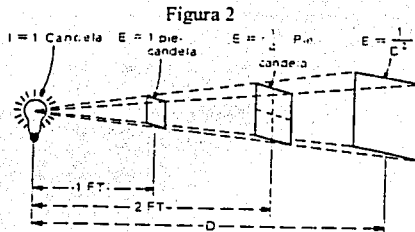
Cuando la distancia de la fuente es al menos cinco veces la máxima dimensión de la fuente, para calcular la iluminación se utiliza la ley de la inversa de los cuadrados. En tal caso, la iluminación es proporcional a las candelas de la fuente en dirección dada e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente al punto (Figura 2) de donde:

$$E = I / D^2$$

donde:

\*\* Anexo B

- E = Iluminación en el plano normal al rayo de luz
- I = Candelas de la fuente en la dirección del rayo de luz
- D = Distancia de la fuente al plano



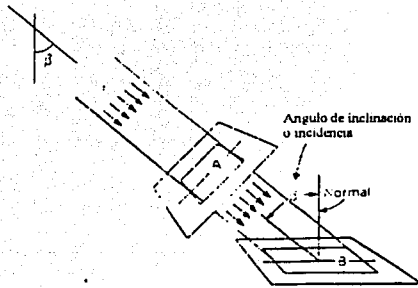
(a) Iluminación  $E = \frac{\text{Flujo en lúmenes (F)}}{\text{Área en pies}^2 (A)}$

Si la superficie en la cual se requiere determinar la iluminación está inclinada, en lugar de normal a los rayos de luz, la relación anterior se afecta por el coseno del ángulo de incidencia o inclinación, por lo tanto:

$$E = I / D^2 \cos \beta$$

donde  $\beta$  es el ángulo entre el rayo de luz y la normal al plano (ver figura 3)

**Figura 3**



$$\text{Área del plano B} = \frac{A}{\cos \beta}$$

(b)  $E = \frac{F}{A} \cos \beta$

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

b. Formulas Básicas. Método de Punto por Punto

Para los casos particulares en donde el plano de trabajo sobre el cual se desea determinar el nivel de iluminación en el plano vertical u horizontal se requiere aplicar las siguientes Fórmulas:

• Iluminación en el Plano Horizontal

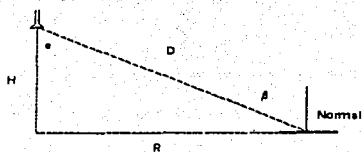
$$E_h = \frac{I \times \cos \phi}{D^2} = \frac{I \times \cos \beta}{D^2}$$

$$= \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \phi}{H^2}$$

• Iluminación en el Plano Vertical

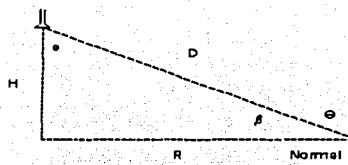
$$E_v = \frac{I \times \sin \phi}{D^2} = \frac{I \times \cos \beta}{D^2}$$

$$= \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \cos^2 \phi \times \sin \phi}{H^2}$$



HORIZONTAL

$$\text{Lux} = \frac{\text{Candelas de potencia} \times \cos \theta}{D^2}$$



VERTICAL

$$\text{Lux} = \frac{\text{Candelas de potencia} \times \sin \theta}{D^2}$$

Actividades fundamentales para cálculos de puntos donde es aplicable la ley inversa de los cuadrados.

Figura 4. Relaciones fundamentales para el cálculo de iluminación al método Punto por Punto

c. Pasos a Seguir para Calcular un Sistema de Iluminación

Para facilitar el cálculo del nivel luminoso en luxes en el plano horizontal se anexa la tabla siguiente. Esta se usa siguiendo los siguientes tres pasos:

1. Determine el ángulo en grados en la parte superior del cuadro.
2. De la curva de distribución de la fuente luminosa determine la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección particular.
3. Multiplique la intensidad luminosa (candelas) por el factor multiplicador, el cual se encuentra en la parte interior del cuadro y luego divida el resultado por la intensidad luminosa (100 ó 100,000). La respuesta así obtenida es la iluminación en luxes en ese punto.

b. Tabla de cálculo de niveles luminosos por el sistema "punto por punto".\*\*

d. Curvas de distribución Luminosa.\*\*

e. Tablas de funciones trigonométricas aplicables al método.\*\*

f. Nivel luminoso producido por una luminaria fluorescente desnuda.\*\*

g. Fuentes de iluminación que se deben considerar para el cálculo de punto por punto.

- Fuente lineal de longitud infinita

Deberá considerar la expresión:

\*\* Anexo B

$$E_p = \frac{L \times W}{2D}$$

donde:

$E_p$  = iluminación en el punto P en pies-bujías

$L$  = iluminancia de la fuente en pies-Lamberts

$W$  = ancho de la fuente en pies

$D$  = distancia de la fuente al punto P en pies

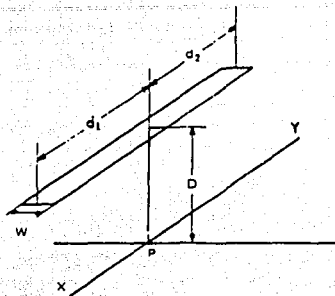


Figura 5. Símbolos usados en el cálculo de la iluminación en puntos específicos con fuentes lineales infinitas.

La expresión anterior es exacta solamente en el caso de una fuente lineal de longitud infinita, pero su exactitud será dentro del 10% si ambas distancias  $d_1$  y  $d_2$  son mayores que  $1.5.D$ . La exactitud será dentro del 5% si  $d_1$  y  $d_2$  son mayores que  $2D$ . Se debe notar que la iluminación producida por una fuente lineal de longitud infinita varía inversamente a la distancia de la fuente y no inversamente al cuadrado de la distancia como en el caso de fuentes puntuales.

- Fuentes superficiales de área infinita

Una fuente superficial de área infinita colocada en un plano paralelo al plano de trabajo produce iluminación de acuerdo a la siguiente relación.

pies-bujías en el plano de trabajo = Luminancia en pies-lamberts de una fuente infinita

Este tipo de relación es aplicable cuando se tiene plafones luminosos. La iluminación es teóricamente independiente de la distancia.



- **Componente reflejada para superficies horizontales**

La componente de iluminación reflejada en un plano horizontal se calcula exactamente de la misma manera como la iluminación promedio usando el método de lúmenes, excepto que el coeficiente de reflexión se sustituye por el coeficiente de utilización de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Iluminación reflejada (horizontal)} = \frac{\text{Lúmenes por luminaria} \times \text{RRC}}{\text{Área de luminaria (en el plano de trabajo)}}$$

donde:

$$\text{RRC} = \text{LC}_w + \text{RPM} (\text{LC}_{cc} - \text{LC}_w)$$

$\text{LC}_w$  = Coeficiente de luminancia de la pared

$\text{LC}_{cc}$  = Coeficiente de luminancia de la cavidad de techo

RPM = Factor multiplicador de la posición de local

- **Componente reflejada para superficies verticales**

Para determinar la iluminación reflejada en las superficies verticales se usa la fórmula anterior pero sustituyendo el coeficiente de reflexión de la pared por el coeficiente de utilización quedando la fórmula siguiente:

$$\text{Iluminación Reflejada Vertical} = \frac{\text{Lúmenes por luminaria} \times \text{WRRC}}{\text{Área por luminaria (en el plano de trabajo)}}$$

Donde:

$$\text{WRRC} = \frac{\text{LC}_w}{\rho_w} - \text{WDRC}$$

$\rho_w$  = Reflectancia promedio de la pared

WDRC = Coeficiente de radiación directa de la pared

## 3.6.2 ALUMBRADO EXTERIOR

### 3.6.2.1 Alumbrado Público

#### a. Lámparas Incandescentes, Fluorescentes o Vapor de Mercurio

Para llevar a cabo una verdadera y buena iluminación de alumbrado público, es esencial que la instalación este bien proyectada. El diseño debe seguir las normas prácticas americanas para el alumbrado de calles y carreteras, teniendo en consideración los siguientes puntos:

- a.1 La clasificación de la zona y de la carretera
- a.2 El nivel adecuado de iluminación para la clasificación de la carretera
- a.3 La selección de luminarias en relación con la distribución de luz requerida
- a.4 Los emplazamientos adecuados de las luminarias (altura de montaje, distancia de separación entre unas y otras, longitud del brazo) para proporcionar la cantidad y calidad de iluminación requerida.

#### a.1 Clasificación de la Zona y de la Carretera

Se deberá hacer una clasificación en función del tráfico aplicable a todas las carreteras para que el diseño del sistema de alumbrado esté en relación con las necesidades particulares de cada una. La tabla nos muestra la clasificación según el volumen de tráfico de vehículos, recomendada por el "Street Lighting Committee" del "Institute of Traffic Engineers". Se recomienda que todas las carreteras se clasifiquen además según el tráfico de peatones durante las horas nocturnas de mayor actividad:

CLASIFICACION DEL TRAFICO	VEHICULOS POR HORA*
Tráfico muy ligero	Menos de 150
Tráfico ligero	150 a 500
Tráfico medio	500 a 1200
Tráfico pesado	1200 a 2400
Tráfico muy pesado	2400 a 4000
Tráfico máximo	Más de 4000

\* Durante la noche, a la hora de máximo tráfico en ambas direcciones.

Tráfico ligero o sin peatones. El que puede haber en las carreteras de barrios residenciales o zonas de almacenes, autopistas, calles elevadas o subterráneas y carreteras en campo.

Tráfico de peatones medio. El que puede haber en calles de barrios comerciales de segundo orden y en calles de algunas zonas industriales.

Tráfico de peatones pesado. El que puede haber en las calles de los barrios comerciales.

#### a.2 Nivel de Iluminación

El nivel adecuado de iluminación para cada clasificación de las calles puede determinarse en la tabla siguiente. Los valores de la lista son los niveles mínimo de servicio requeridos para proporcionar un buen alumbrado público normal.

En algunas instalaciones pueden ser requeridos niveles más altos por razones distintas de la seguridad del tráfico. El nivel luminoso más bajo en cualquier punto del pavimento no debe ser nunca menos de  $\frac{1}{4}$  del citado en la tabla.

Esto se aplicará en todas las carreteras excepto a las que tienen un tráfico muy ligero de vehículos en donde el mínimo admisible puede llegar a ser  $\frac{1}{10}$  de la iluminación usual.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Nivel Luminoso Recomendado en Lux (lúmenes por m<sup>2</sup>) para calles.\*

TRÁFICO DE PEATONES	CLASIFICACIÓN DEL TRAFICO DE VEHICULOS			
	MUY LIGERO MENOS DE 150	LIGERO (150 A 500)	MEDIO 500 A 1200	PESADO O MÁS (MÁS DE 1200)
PESADO	9	12	15	19
MEDIO	6	9	12	15
LIGERO O NULO	3	6	9	12

- Para calzadas obscuras, con una reflectancia aproximada del 3%. Con calzadas mas claras, niveles luminosos más bajos, proporcionaran la misma efectividad.

### a.3 Selección de Unidades de Alumbrado

Las fuentes luminosas usadas en el alumbrado público son las incandescentes, las de vapor de mercurio y las fluorescentes, y cada una de ellas proporcionará resultados excelentes cuando se utilicen adecuadamente. La consideración fundamental al seleccionar la unidad de alumbrado y la combinación de lámparas es su distribución fotométrica que procurará la cantidad y la uniformidad de iluminación deseada, además de crear unas buenas condiciones visuales en los alrededores. La elección entre sistemas que cumplan estos requisitos se hace generalmente teniendo en cuenta su aspecto y el costo relativo.

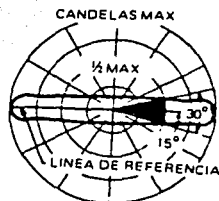
Las unidades de alumbrado público se clasifican generalmente con relación a la forma de distribución lateral en cinco tipos generales que a continuación se detallan. La "anchura" se define el ángulo que forma la línea de referencia paralela al bordillo y la línea radial que pasa por el punto de máxima emisión luminosa de la linterna en bujías.

- Unidad de Alumbrado de Tipo I

Las lámparas de Tipo I tienen distribución lateral en dos sentidos, con una anchura de 15° a cada lado de la línea de referencia y una variación aceptable de 10° a menos de 20°. Las dos concentraciones principales de luz están en direcciones opuestas a lo largo de la calle. El plano vertical de máxima iluminación es paralela a la línea de la acera. La



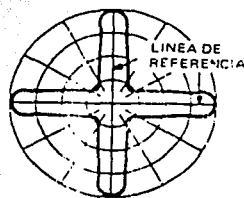
distribución de luz es similar en ambos lados de este plano vertical. Este tipo de distribución es aplicable, en general, cuando la unidad de alumbrado se coloca próxima al eje de la calle.



- Unidad de Alumbrado Tipo I de Cuatro Direcciones

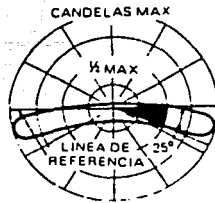
Las lámparas de tipo I cuatro direcciones, tienen una distribución con cuatro concentraciones principales de luz, formando entre ellos ángulos de aproximadamente 90°, con una variación de anchura total de 20° a menos de 40° como las del tipo I.

Este tipo de distribución es aplicable generalmente a unidades de alumbrado situadas sobre o cerca del centro de una intersección de calles de ángulo recto.



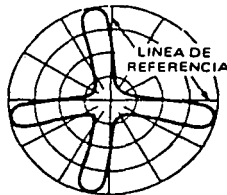
- Unidades de Alumbrado Tipo II

Las unidades de alumbrado con distribución de luz tipo II tiene una anchura lateral de 25°, con una variación aceptable de 20° hasta menos de 30°. Esta distribución es aceptable, en general, a unidades de alumbrado situadas en o cerca de las aceras de calles relativamente estrechas, cuya anchura no exceda de 1.6 veces la altura de montaje.



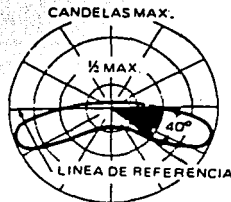
- Unidades de Alumbrado Tipo II de Cuatro Direcciones

Las unidades de alumbrado con distribución de luz tipo II de cuatro direcciones tienen cuatro concentraciones principales de luz, cada una con una anchura de  $20^\circ$  a menos de  $30^\circ$  como las del tipo II. Este tipo de distribución es aplicable, en general, a unidades de alumbrado situadas cerca de una esquina de una intersección de calles de ángulos recto.



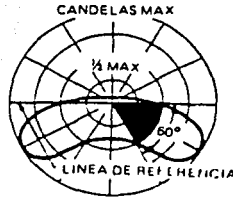
- Unidades de Alumbrado Tipo III

Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo III tienen una anchura lateral de  $40^\circ$  con una variación aceptable de  $30^\circ$  a menos de  $50^\circ$ . Este tipo de distribución se proyecta para montaje de unidades de alumbrado en o cerca de un costado de una calle de mediana anchura, cuya anchura no exceda de 2.7 veces la altura de montaje.



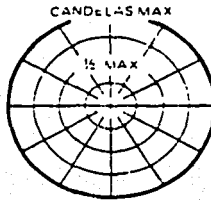
- Unidades de Alumbrado Tipo IV

Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo IV tiene una anchura lateral de  $60^\circ$  con una variación aceptable de  $50^\circ$  a más. Este tipo de distribución se proyecta para montaje al costado de la calle, y se emplea generalmente en calles anchas, cuya anchura no excede de 3.7 veces la altura de montaje.



- Unidades de Alumbrado Tipo V

Las unidades de alumbrado de tipo V tienen distribución de luz, circular, es decir la misma emisión en todos los ángulos laterales. Esta distribución se proyecta para unidades de alumbrado montadas, en o cerca del centro de la calle, en las islas centrales de avenidas y en cruces.



#### a.4 Emplazamiento de las Unidades de Alumbrado

Dos consideraciones son de una importancia fundamental en la determinación de la altura de montaje óptima la conveniencia de reducir al mínimo el deslumbramiento directo y la necesidad de una distribución razonablemente uniforme de iluminación sobre la superficie de la carretera. Cuanto más alta esté montada la unidad de alumbrado, más

distanciado estará por encima de la línea normal de visión, y menor será su deslumbramiento.

Por otra parte, para alcanzar la iluminación uniforme se requiere una cierta relación entre la altura de montaje, la distancia entre unidades de alumbrado y el ángulo vertical de máxima emisión luminosa para la unidad de alumbrado en cuestión (generalmente entre 70° y 80°).

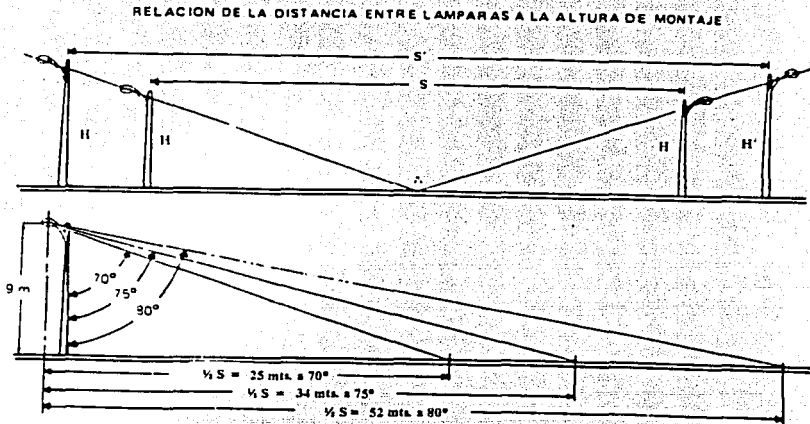


Figura 6 Relación de la distancia entre lámparas a la altura de montaje

Para la unidad de alumbrado dada, la relación de la distancia entre postes, a la altura de montaje deberá ser lo suficientemente baja para que el rayo de luz de máxima emisión luminosa pueda incidir en la calzada por lo menos a la mitad de la distancia al poste contiguo. Para proporcionar una mayor uniformidad sobre las carreteras de gran tráfico, la distancia entre postes se reduce a veces a un 50%, lo que proporciona un 100% de solape de los haces verticales.



Las alturas de montaje recomendadas por la "American Standard Practice" para el alumbrado de calles y carreteras con el mínimo deslumbramiento y la máxima uniformidad, vienen dadas en las tablas siguientes. A veces puede desearse mayores alturas de montaje, pero variar las alturas que a continuación se dan tanto en más como en menos, no puede considerarse una buena práctica.

b. Altura de Montaje de Lámparas

Emisión Luminosa de la lámpara (lúmenes)	Tipo I m.	Tipo II m:	Tipo III m.	Tipo IV y V m.
2500	7.60	6.00	6.00	6.00
4000	7.60	7.60	7.60	7.60
6000	7.60	7.60	7.60	7.60
10000	-	*7.60 a 9	*7.60 a 9	7.60
15000	-	9	*7.60 a 9	*7.60 a 9
20000	-	9	9	*7.60 a 9
50000	-	-	-	*7.60 a 9

c. Estudios Característicos de Alumbrado de Calles Basados en un Pavimento con Factor de Reflexión del 10% (1)\*

1. Para pavimentos con reflectancia menor (del orden del 3 por 100), el nivel luminoso deberá ser aumentado en un 50%.
2. Baso en la emisión luminosa inicial y un factor de mantenimiento de 0.80
3. Para lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; para lámparas de incandescencia, 72 m a un solo lado.
4. A 13°C de temperatura ambiente.
5. Lámparas trabajando a tensión nominal en posición horizontal.

### 3.6.2.2 Datos y Cálculos de Iluminación de Calles

#### a. Introducción

Los cálculos de iluminación de calles en candelas-pié horizontales se agrupan en dos tipos generales:

1. Determinación de la iluminación promedio en el pavimento de la calle.
2. Determinación de la iluminación en puntos específicos de la carretera.

#### b. Determinación del Promedio de Iluminación

La iluminación promedio sobre un área grande de pavimento en término de pié-candelas horizontales puede calcularse por medio de una "curva de utilización" del tipo mostrado en la figura siguiente:

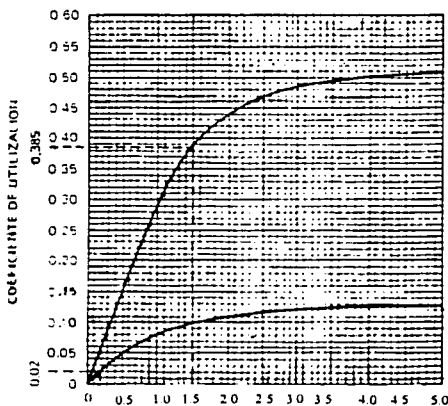


Figura 8. Ejemplo de curvas para coeficientes de utilización para provisión de luminarias Tipo III-M en distribución

El coeficiente de utilización, como se muestra en la figura es el porcentaje de los lúmenes de lámpara que caerán en cualquiera de las dos áreas de longitud mínima una extendida al frente de la luminaria (lado de la calle) y la otra detrás del luminaria (lado de la casa), cuando la luminaria es nivelada y orientado sobre la calle en una manera equivalente a aquella en la cual éste fue probado. Ya que el ancho de la calle está expresado en término de una razón de la altura de montaje de la luminaria al ancho de la calle, el término no tiene dimensiones.

- Factores de Depreciación

Las diferentes causas de pérdida de luz en las luminarias de alumbrado de calles se ilustran en la figura. Estas condiciones de deterioración existen siempre, variando el grado. De esta forma cada circunstancia deberá ser considerada separadamente para aplicar valores de depreciación razonables para ello.

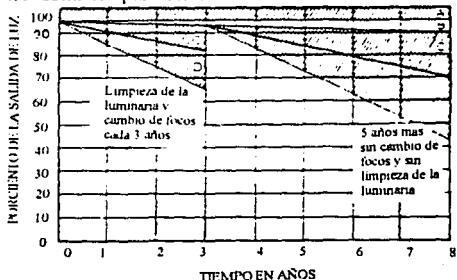


Figura 9. Causas de perdida de luz mostrados\* para un sistema típico de alumbrado de calles (mercurial 400 watts)

- A. Variación temperatura y/o voltaje
- B. Deterioración de superficies de luminaria o refractor
- C. Depreciación de los lúmenes de la lámpara
- D. Depreciación por suciedad de la luminaria

\* Los valores que se muestran son ilustrativos de las pérdidas. Difieran cantidades relativas para cada instalación específica. Si las bases de las lámparas no son reemplazadas, los valores finales mostrados serán aun mas reducidos.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### c. Formulas para Cálculos

La fórmula básica para la determinación del promedio de pie-candelas horizontales es la siguiente:

$$\text{Pie-Candelas}_{\text{prom.}} = \frac{\text{lúmenes de lámpara} \times \text{C.U.}}{\text{Área de Pavimento por luminaria en pies cuadrados}}$$

Donde:

C.U. = Coeficiente de utilización

Esta fórmula es aplicada generalmente como sigue:

$$\text{Pie-candelas}_{\text{prom.}} (\text{Lúmenes por pie}^2) = \frac{(\text{lúmenes de lámpara}) \times (\text{coeficiente de utilización})}{(\text{espacio entre luminarias en pies})^2 \times (\text{ancho de calles en pies})}$$

- Esta es la distancia longitudinal entre luminarias si son espaciados en arreglos escalonados (tresbolillo) o de un solo lado. Esta distancia es la mitad de la distancia longitudinal entre luminarias están arreglados en lados opuestos.

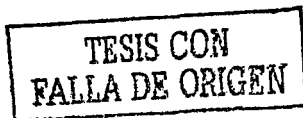
Puede verse con esta expresión de la fórmula, es posible encontrar el promedio de los pie-candelas horizontales, o espacimientos, o lúmenes de lámparas, según se desee. Una modificación de esta fórmula es necesaria para determinar la iluminación promedio en la calle cuando la fuente de iluminación está en su condición de mayor suciedad. Para tal cálculo, las fórmulas se expresa como sigue:

$$\text{P.p.} = \frac{\text{L} \times \text{C.U.} \times \text{F.P.}}{\text{D} \times \text{A}}$$

Donde:

P.p. = pie-candelas prom. (lúmenes por pie cuadrado)

L = lúmenes de lámpara



- C.U. = coeficiente de utilización
- F.P.\* = factor de pérdida de luz
- D = distancia entre luminarias en pies
- A = ancho de la calle en pies

- Este valor puede ser determinado experimentalmente o estimado si es desconocido.

#### d. Ejemplos Típicos

Para ilustrar el uso de una curva de utilización, Fig. 10, un cálculo típico se muestra a continuación:

Datos. Calle con arreglo de luminarias como se muestra en la figura (c)

- Espaciamiento de luminarias escalonados (colocadas a tres bolillo) de 120 pies.
- Ancho de la calle entre banquetas (pavimento) de 50 pies.
- Altura de montaje de la luminaria, 30 pies.
- Distancia de banqueta a la luminaria, 5 pies.
- Factor de pérdida de luz (0.6).
- Lámpara de vapor de mercurio con 20,000 lúmenes iniciales.

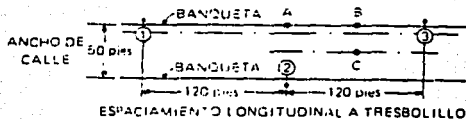
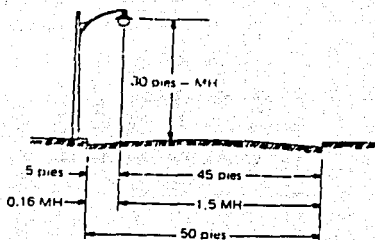


Figura 10. Arreglo de luminarias y calle supuestos para un cálculo típico

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Se requiere: Calcular el promedio mínimo de lúmenes por pie cuadrado (promedio de pie-candelas) para la calle.

Solución: Para iluminación promedio:

1. Determine el coeficiente de utilización (C.U.) para el "lado de la calle" de luminaria:

$$\text{Relación (lado de la calle)} = \frac{50 \text{ pies} - 5^* \text{ pies}}{30 \text{ pies}}$$

$$= \frac{45 \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = 1.50$$

- Úsese la distancia de borde de la banqueta al punto directamente debajo de la luminaria

El coeficiente de utilización (C.U.) de la figura 10 para la relación de 1.50 es 0.385

2. Determine el coeficiente de utilización (C.U.) del "lado de la casa".

$$\text{Relación (lado de la casa)} = \frac{5^* \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = 0.16$$

El coeficiente de utilización (C.U.) de la figura 10 para la relación 0.16 es de 0.02

3. El coeficiente total para "lado de la calle" más "lado de la casa" es de 0.405
4. Para determinar la iluminación promedio en la calle, úsese la fórmula dada anteriormente:

$$\text{Pie-candela}_{\text{prom.}} = \frac{20.000 \times 0.405 \times 0.6}{120 \times 50} = 0.8$$

$$= 0.8 \text{ pie-candelas}$$

### e. Determinación de la Iluminación en un Punto Especifico

La determinación de la iluminación horizontal en pie-candelas en un punto específico puede determinarse de una curva "isopie-candelas", figura 11, o por medio del método clásico de cálculos de puntos.

Diagramas de Isopie-candelas. Un diagrama de isopie-candelas es una representación gráfica de puntos de igual iluminación unidos por una línea continua. Estas líneas pueden mostrar valores de pie-candelas en un plano horizontal de una sola unidad teniendo una altura de montaje definida, o bien, ellas pueden mostrar una figura compuesta de la iluminación de varias fuentes arregladas en cualquier forma o a cualquier altura de montaje. Estas se usan en el estudio de uniformidad de la iluminación y en la determinación del nivel de iluminación a cualquier punto específico. A fin de hacer estas curvas aplicables a todas las condiciones están calculadas para una altura de montaje dada, pero las distancias horizontales están expresadas en razones de la distancia actual a la altura de montaje. Factores de corrección para otras alturas de montaje están dados generalmente en la tabulación a lo largo de las curvas de isopie-candelas.

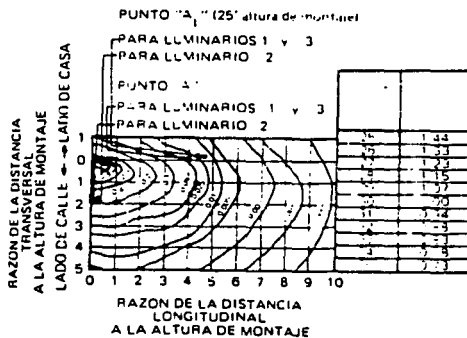


Figura 11. Ejemplo de un diagrama de isopie-candelas de pie-candelas horizontales en la superficie del pavimento para una luminaria con distribución de luz Tipo III-M para 1000 lúmenes de salida de lámpara en 10 veces.

Cálculos Típicos. Para ilustrar el uso del diagrama de isopiés-candelas, un cálculo típico se muestra a continuación.

Datos. Calle con arreglo de luminarias como se muestra en la figura 10

- Espaciamiento de luminarias escalonados (colocados a tresbolillo) de 120 pies.
- Ancho de la calle entre banquetas (pavimento) de 50 pies.
- Altura de montaje de luminaria, 30 pies.
- Distancia de banqueta a la luminaria, 5 pies
- Factor de pérdida de luz, (0.6)
- Lámpara de vapor de mercurio con 20,000 lúmenes iniciales.

Se requiere.

Determinar el nivel de pie-candelas en el punto "A" de la figura 10, en el cual tiene el total de contribuciones de las luminarias 1, 2 y 3.

Solución.

1. La localización del punto "A" con respecto a un punto en el pavimento directamente bajo la luminaria está dimensionada en múltiplos transversales y longitudinales de la altura de montaje. Se supone que la distribución de la luminaria provee líneas de isopiés-candelas (pié-candelas horizontales) como se muestra en la figura 11. El punto "A" es así localizado en este diagrama de isopiés-candelas para su posición con respecto a cada luminaria.
2. Para determinar la contribución de cada luminaria al punto "A"
  - a. Luminarias números 1 y 3. Localice el punto "A"
    - Transversal 5 pies a "lado de la casa":
$$4 / 30 = 0.16 \text{ veces la altura de montaje}$$
    - Longitudinal 120 pies a lo largo del pavimento:
$$120 / 30 = 4.0 \text{ veces la altura de montaje}$$



En el punto "A" para estas luminarias el valor estimado en pie-candelas de la figura 11 del diagrama de isopiés-candelas es de 0.04 pie-candelas. Esta contribución es de cada luminaria 1 y 3. Ambos luminarias juntas proveen 0.08 pies-candelas.

b. Luminaria número 2: Localice el punto "A":

- Transversal 45 pies a "lado de la calle":

$$45 / 30 = 1.5 \text{ veces la altura de montaje.}$$

- La localización longitudinal es cero, ya que se localiza directamente enfrente del luminaria. En el punto "A" para esta luminaria el valor estimado en pies-candelas de acuerdo a la figura 11 es de 0.3 pie-candelas.

3. El total en el punto "A" de las 3 luminarias es  $0.08 + 0.3 = 0.38$  pies-candelas. El valor de 0.38 pies-candelas está basado en 1000 lúmenes de lámpara en 10 veces y luminarias limpias con una lámpara produciendo los lúmenes nominales. El nivel inicial de pies-candelas es, de esta manera:  $0.38 \times 2 = 0.72$  pies-candelas. Si se desea expresar el nivel de pies-candelas en los términos cuando la fuente de iluminación se encuentra en su salida más baja y cuando la luminaria se encuentra en condiciones de la mayor suciedad, se puede expresar utilizando el procedimiento que sigue:

$$0.76 \times 0.6 = 0.46 \text{ pies-candelas}$$

4. Para usar los datos de la otra altura de montaje que la indicada en las curvas de isopiés-candelas graficados, es necesario encontrar la nueva localización en el diagrama, así como aplicar un factor de corrección al valor de pies-candelas de esta nueva localización. Deberá seguirse el siguiente procedimiento:

a. Calcule las nuevas distancias transversales y longitudinales a la altura de montaje y localice los puntos en el diagrama de acuerdo a los siguientes cálculos:

Ejemplo para altura de montaje de 25 pies:

- Luminaria 1 y 3 Punto "A":
- Transversal 5 pies en "lado de la casa":  
 $5 / 25 = 0.2$  veces la altura de montaje (M.H.)
- Longitudinal 120 pies a lo largo del pavimento  
 $120 / 25 = 4.8$  M.H.

El punto "A<sub>1</sub>" es localizado en el diagrama de isopiés-candelas figura 11 con sus nuevas dimensiones.

- b. Obtenga los valores estimados en pies-candelas en las nuevas locaciones y multiplique esos valores por el factor de corrección para la nueva altura de montaje.

El valor estimado de los pies-candelas en el punto "A<sub>1</sub>" figura 11 es de 0.015 pies-candelas. Este valor es multiplicado por el factor de corrección para 25 pies, el cual es de 1.44.  
 $0.015 \times 1.44 = 0.0216$  pies-candelas desde cada luminaria 1 y 3. Ambas luminarias proveen 0.043 pies-candelas.

Luminaria No. 2 Punto "A<sub>1</sub>"

- Transversal 45 pies en el "lado de la calle":  
 $45 / 25 = 1.8$  M.H.
- La localización longitudinal permanece en cero, directamente enfrente del luminaria. Los pies-candelas estimados en la figura 11 son 0.2 pies-candelas. Este valor es multiplicado por el factor de corrección 1.44.  
 $0.2 \times 1.44 = 0.288$  pies-candelas

El total en el punto "A<sub>1</sub>" es :

$$0.043 + 0.288 = 0.331 \text{ pies-candelas}$$

Como antes, este valor deberá ser multiplicado por el coeficiente de los lúmenes actuales de la lámpara a los lúmenes de la lámpara del diagrama de isopies-candelas (20,000 / 10,000) = 2 para el nivel inicial de pies-candelas.

• **Coeficientes de Uniformidad**

Los requerimientos de uniformidad en la iluminación deberán ser determinados por el coeficiente de la razón:

$$\frac{\text{Pies-candelas mínimos horizontales}}{\text{Pies-candelas promedio horizontales}}$$

Esto también puede ser expresado como la razón:

$$\frac{\text{Pies-candelas promedio horizontales}}{\text{Pies-candelas mínimos horizontales}}$$

Un suficiente número de puntos especificados sobre la calle deberá ser checados para verificar la calidad y eficiencia de una instalación de alumbrado, antes de ser aceptada y puesta en servicio; para este objeto se recomienda la prueba conocida como método de los 21 puntos.

f. **Instructivo para Realizar Mediciones de Niveles de Iluminación, Aplicando el Método de los 21 Puntos Adaptándose a la Geometría de la Instalación.**

Se expone el método para realizar mediciones de niveles de iluminación por el método conocido como de los 21 puntos:

Datos requeridos:

- Altura de montaje
- Distancia interpostal
- Ancho de camellón (para calles de doble circulación, avenidas, etc.)
- Ancho de vía lateral

Los resultados mínimos que se requieren para verificar una calidad y eficiencia que se consideren buenos en los arreglos y los equipos por probar y considerando las condiciones antes citadas serían a partir de los coeficientes de uniformidad.

De esta manera se tiene que:

$$E \text{ promedio} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_{21}}{21} = \text{luxes}$$

De lo anterior se puede apreciar que se harán mediciones en 21 puntos previamente establecidos Figura (e).

Los valores mínimos aceptables para los coeficientes de uniformidad serán los siguientes (de acuerdo a la Comisión Internacional de Iluminación, I.L.C.)

$$\text{Coeficiente de uniformidad general} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ prom.}} = 0.55$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ prom.}} = 0.50$$

(en los ejes, I, II y III)

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ prom.}} = 0.40$$

(en los 3 ejes, A, B y C)

- Forma para Comprobar los Niveles de Iluminación en Campo

De acuerdo con en la figura 12, las mediciones en el campo que deberán efectuarse serán:

$$E \text{ prom.} = \frac{\sum a^n}{21} \text{ ó}$$

$$E \text{ prom.} = \frac{a + b + c + \dots + u}{21}$$

y los coeficientes de uniformidad que deberán calcularse serán los siguientes:

Coefficiente de uniformidad general =  $\frac{E_{\min.}}{E_{\text{prom.}}}$

Coefficiente de uniformidad longitudinal (eje I) =  $\frac{E_{\min.}}{E_{\max.}}$

Coefficiente de uniformidad longitudinal (eje II) =  $\frac{E_{\min.}}{E_{\max.}}$

Coefficiente de uniformidad longitudinal (eje III) =  $\frac{E_{\min.}}{E_{\max.}}$

Coefficiente de uniformidad transversal (eje A) =  $\frac{E_{\min.}}{E_{\max.}}$

Coefficiente de uniformidad transversal (eje B) =  $\frac{E_{\min.}}{E_{\max.}}$

Coefficiente de uniformidad transversal (eje C) =  $\frac{E_{\min.}}{E_{\max.}}$

Al obtener los valores para los coeficientes de uniformidad deberán compararse con los valores considerados como mínimos aceptables de acuerdo a lo indicado anteriormente, esto con el fin de verificar el nivel de calidad de la instalación en prueba.

Panorama de los niveles de iluminación horizontales en el suelo Método de los 21 Puntos

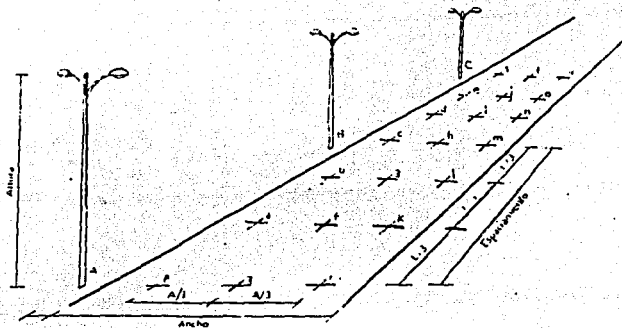


Figura 12. Arreglo de los 21 puntos donde deberán realizarse las mediciones de iluminación en luxes.

# CAPITULO CUARTO

---

## DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ACTUAL

- 4.1 DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO
- 4.2 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTISTA AL INSTITUTO
  - 4.2.1 REQUERIMIENTOS DEL INSTITUTO
  - 4.2.2 REQUERIMIENTOS DE LOS PLANOS PRESENTADOS
  - 4.2.3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS
  - 4.2.4 NIVELES DE ILUMINACIÓN
  - 4.2.5 CONSIDERACIONES GENERALES
  - 4.2.6 PRECAPACIDADES Y LOCALES TIPO
- 4.3 NORMAS Y REGLAMENTOS
- 4.4 PRESUPUESTO Y MATERIALIZACIÓN
- 4.5 PLANOS Y DIAGRAMAS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En el presente Capítulo se mencionan algunos puntos exigidos por las Normas de Proyecto de Ingeniería, Tomo II Instalaciones Eléctricas del IMSS, las cuales deben tomarse en cuenta si se pretende hacer un proyecto eléctrico para una Unidad Médica, ya que dichas Normas son para brindar una eficiente y seguro servicio en la atención a los usuarios.

#### 4.1 DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO

Al inicio del desarrollo de nuestro proyecto, se deben tomar los criterios sobre los cuales se ejecutara nuestro proyecto eléctrico, considerando las instalaciones de acondicionamiento de aire, hidráulica y sanitaria, telecomunicaciones, así como tecnología de punta para su mejor eficiencia, para tener más seguridad y comodidad.

Se debe establecer los criterios generales y técnicos y de seguridad en el diseño de instalaciones eléctricas, que se debe cumplir en la elaboración del proyecto.

Estas normas debe aplicarse en todos los desarrollos del proyecto de ingeniería de instalaciones eléctricas, en todas las unidades que construye, remodela, y amplía el Instituto.

#### 4.2 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTISTA AL INSTITUTO

El Instituto le proporcionará al proyectista externo de las instalaciones eléctricas, una fotocopia de la cédula de servicio, así como los juegos necesarios de copias en maduro reproducible escala 1:100, del anteproyecto arquitectónico de todas las áreas y todos los niveles; un juego de copias heliográficas escala 1:100 de cortes generales y fachadas de la unidad en proyecto; copias en maduro reproducible de las guías mecánicas de alta especialidad como son Radiología, Tomografía, etc. para desarrollar el anteproyecto en su totalidad, en cuanto a magnitud de cargas y coordinación con las otras especialidades de ingeniería.

## 4.2.1 REQUERIMIENTOS DEL INSTITUTO

El proyectista debe tener coordinación con las especialidades de Hidráulica y Sanitaria, Acondicionamiento de aire y Telecomunicaciones, para obtener la información de los equipos eléctricos en cuanto potencia, ubicación, tensión de operación, número de fases, secuencia de control, así como trayectorias de tuberías, ductos y canalizaciones, etc., con el objeto de predimensionar los equipos eléctricos necesarias y evitar interferencias en la trayectoria de canalizaciones y tuberías de vapor, agua helada y de servicio.

## 4.2.2 REQUERIMIENTOS DE LOS PLANOS PRESENTADOS

Se deben presentar planos de alumbrado y contactos escala 1:100, dibujados a lápiz sobre maduros reproducibles; los arreglos preliminares de subestación, diagrama unifilar de distribución, ubicación de los tableros generales, subgenerales y de distribución; una propuesta de alumbrado exterior; con el fin de que el instituto apruebe los criterios de diseño y pueda coordinarse con las diferentes especialidades de ingeniería.

- Plano de Alumbrado

Debe contener la localización y selección de luminarios de servicio normal, servicio de emergencia y seguridad, así como la ubicación de los tableros de distribución, utilizando los símbolos establecidos en las normas.

- Planos de Contactos

Estos planos deben contener la localización, capacidad, número de fases, indicando los contactos de servicio normal, servicio de emergencia y seguridad, ubicación de los tableros y la utilización correcta de la simbología.



- **Subestación Eléctrica**

Se debe presentar un arreglo preliminar de la subestación con la ubicación de todos los equipos que contienen a escala, indicando sus capacidades, la ubicación de la acometida, del equipo de medición, la posición de la planta generadora de energía eléctrica así como los tableros generales en B.T. de servicio normal, emergencia y seguridad.

- **Diagrama Unifilar**

Este plano preliminar debe indicar el criterio general de distribución, marcando la capacidad del transformador, la tensión de la acometida, las tensiones de distribución, potencias aproximadas de las cargas por alimentar, características preliminares y la distribución de los circuitos.

- **Alimentadores generales en alta tensión**

Indicar en un plano de conjunto la posición de la acometida, la trayectoria de los alimentadores, dimensión de los registros, calibre de los conductores, diámetro y número de canalizaciones, así como la ubicación de las subestaciones principal y derivadas; este plano, después de ser aprobado por el Instituto, formará parte del proyecto definitivo, complementando con la información técnica requerida por las Normas Oficiales Mexicanas.

- **Alimentadores generales en baja tensión**

Se debe indicar en planos la posición de los tableros generales, subgenerales y de distribución, la trayectoria de las canalizaciones, diámetros y calibre de conductores.

- Aluminado Exterior

En un plano de conjunto se debe presentar una propuesta de la distribución de alumbrado exterior, indicando tipo, potencia, tensión y número de fases de luminaria, el tipo y altura de poste, la trayectoria de alimentación, control de encendido y apagado y el tablero que alimenta el sistema.

### 4.2.3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

#### a. Distribución

Se recomienda que la distribución de energía eléctrica sea del tipo radial, sencilla en alta y baja tensión.

#### b. Acometida.

Verificar los datos de tensión de alimentación en alta y baja tensión, así como la capacidad interruptiva del sistema, en el punto de suministro.

La acometida debe ser en baja tensión cuando la carga estimada sea igual o menor a 75 KVA y debe ser en alta tensión cuando la carga estimada sea mayor; esta última se recomienda que la acometida sea subterránea de la calle a la obra, lo cual se debe prever para recibir en la obra.

Para centros médicos se requiere dos acometidas en alta tensión de diferentes sistemas de distribución, subterráneas y enlazadas para su operación a través de una transferencia automática proporcionada por la compañía suministradora. En las terminales de entrada de la acometida normalmente se colocan apartarrayos para proteger la instalación y el equipo contra ondas de alto voltaje.

c. Equipo de Medición.

Es propiedad de la compañía suministradora que se coloca en la acometida de cualquier usuario con el propósito de cuantificar el consumo de energía eléctrica

Para subestaciones la medición de energía eléctrica será en baja tensión, hasta una capacidad menor o igual a 225 KVA o mayor en coordinación con la compañía suministradora.

d. Subestación Eléctrica.

• Para zona urbana

- Compacta tipo interior autoportada
- Compacta tipo intemperie autoportada
- Tipo pedestal autoportada, previa autorización de aprobación del Instituto

• Para zona rural

- Tipo pedestal autoportada, previa autorización de aprobación del Instituto
- Tipo rural (en poste).

e. Distribución en alta tensión

- Caseta de acometida y/o medición
- Subestación transformadora

f. Elementos que constituyen los sistemas de alta y baja tensión.

- a. Gabinete de recepción de acometida
- b. Gabinete para medición en alta tensión
- c. Gabinete con cuchillas seccionadoras sin carga
- d. Gabinete con interruptor de potencia en aire

- e. Gabinete de acoplamiento a transformador
- f. Gabinete de transición
- g. Transformador

Es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido.

- h. Tableros de baja tensión

Es aquél que se coloca inmediatamente después del transformador y que contiene un interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de éste se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados.

- i. Interruptor de transferencia automática
- j. Planta generadora de energía

Protege de posibles fallas en el suministro de energía eléctrica, lo cual es requerido mientras la red suministradora tenga caídas de voltaje importantes, fallas en alguna fase o interrupciones en el servicio.

- k. Determinación del sistema de distribución de energía eléctrica en baja tensión

- Ubicar la localización preliminar de centros de carga
- Determinar las trayectorias de alimentaciones generales
- Determinar las tensiones de operación

- l. Distribución de contactos

- Conocer el proyecto médico arquitectónico
- Conocer mobiliario y equipamiento

- **Hacer sembrado de contactos bajo los siguientes criterios:**

- De acuerdo a las necesidades planteadas en guías mecánicas y locales tipo
- En áreas de servicio cada 20 metros
- En donde se requiera según necesidades de otras instalaciones
- Integrados al mueble o mampara en donde exista concentración de escritorios.

**m. Sistema de iluminación artificial**

- Crear un ambiente cómodo, ocupándonos no sólo de la economía, sino también del arte y la tecnología.
- Debe satisfacer tanto las necesidades ambientales como las funcionales.
- Debe evitarse el aburrimiento y el agotamiento visual, la inatención y la ineficacia por la presencia de un ambiente estático y/o escaso de iluminación.
- Se debe verificar que el inmueble a construir cuente con el por ciento de luz natural que marca el Nuevo Reglamento de Construcciones, para el D.F. con aplicación para toda la República.
- El diseño de las luminarias a utilizar debe ser con las nuevas tecnologías eficaces la momento y aprobadas por el instituto.

**n. Método de calculo de iluminación**

- Para áreas interiores se recomienda el método de Cavidad Zonal
- Utilizar Coeficientes de Utilización del anexo C
- Aplicar valores de reflectancias según colores de la tabla No. 1
- Consultar catálogos de lámparas y tablas de relaciones de cavidad de reconocimiento

TABLA No 1

COLOR	REFLEXIÓN EN %
BLANCO DE CAL	80
AMARILLO LIMON	70
MARFIL	70
AMARILLO ORO	60
AMARILLO PAJA	60
OCRE CLARO	60
VERDE CLARO PASTEL	50
MADERA DE PINO	50
AZUL CLARO	45
ROSA SALMON	40
GRIS CEMENTO	32
ANARANJADO	27
BEIGE	26
VERDE HIERBA	20
ASFALTO SECO	20
ROJO LADRILLO	16
ROBLE OSCURO	16
NOGAL	16
ROJO ESCARLATA	16
AZUL TURQUESA	15
VIOLETA	6
ASFALTO	6
ESTAS REFLECTANCIAS SON APROXIMADAS, YA QUE VARIAN SEGUN EL TONO DEL COLOR.	

#### 4.2.4 NIVELES DE ILUMINACIÓN

Los niveles de iluminación indicados en las siguientes tablas, deben servir de base para el diseño de la iluminación de los inmuebles que construye el Instituto, los cuales están basados en el IES, la SMII, el Reglamento de Construcciones, la OMS y la experiencia Institucional.

#### 4.2.5 CONSIDERACIONES GENERALES

- Cuando se indique el 100% de iluminación en servicio de seguridad o circuitos de emergencia se entiende 100% respecto a la zona de trabajo, no al resto.
- Las tolerancias para los valores indicados en las tablas anteriores debe ser  $\pm 7.5\%$
- Se debe recomendar que los colores del mobiliario, sean claros, ya que la reflectancia de los mismos incide en la iluminación de los locales donde están instalados a su vez, se sugiere el uso de plafones de iluminación natural en los lugares donde el clima así lo permita, ya que el cristal y otros materiales transparentes cuentan con una alta conductividad térmica.

#### 4.2.6 PRECAPACIDADES Y LOCALES TIPO

- Precapacidades de equipos eléctricos según clima y tipo de unidad.

**Tabla 1. Precapacidades de equipos por clima y tipo de unidad**  
Clima Tropical

Tipo de Unidad	Capacidad subestación KVA	Capacidad plantas emergencia KW	Cantidad tableros 3 KVA	Cantidad tableros aislamiento 15 KVA para RX portátil
HGZ (220 camas)	2 TR 750	500	*6	1
HGZ (120 camas)	2 TR 600	400	*4	1
HGZ (220 camas)	2 TR 300	250	*2	--
HGZ (220 camas)	1 TR 750	150	*1	--
HGZ subzona (12 camas, 3 consultorios)	1 TR 300	125	*1	--
Hospital de gineco - obstetricia	2 TR 600	450	*3	1
Hospital de especialidades	2 TR 600	450	*3	1
UMF hospitalización	1 TR 225	75	--	--
UMF / 10,15,20 (consultorios)	1 TR 300	50	--	--
UMF / 2+1, 3+1, 5	--	15	--	--

NOTA: TR = Transformador

\* Un tablero de aislamiento por cada dos módulos de contactos o un quirófano

la capacidad máxima permisible con plantas eléctricas de emergencia deberá hasta 500 KW continuos.

**Tabla 2. Precapacidades de equipos por clima y tipo de unidad**  
Clima Altiplano

Tipo de Unidad	Capacidad subestación KVA	Capacidad plantas emergencia KW	Cantidad tableros 3 KVA	Cantidad tableros aislamiento 15 KVA para RX portátil
HGZ (220 camas)	2 TR 750 1-750 1-500	400	6*	1
HGZ (120 camas)	2 TR 600 1-500 1-400	350	4*	1
HGZ (72 camas)	1 TR 400	150	2*	
HGZ (34 camas)	1 TR 300	100	1*	
HGZ subzona (12 camas, 3 consultorios)	1 TR 225	100	1*	
Hospital de gineco - obstetricia	2 TR 500	400	3*	1
Hospital de especialidades	2 TR 500	400	3*	1
UMF hospitalización	1 TR 150	50	1*	
UMF / 10,15,20 (consultorios)	1 TR 225	50		
UMF / 2+1, 3+1, 5		7.30		

NOTA: TR = Transformador

\* Un tablero de aislamiento por cada dos módulos de contactos o un quirófano

la capacidad máxima permisible con plantas eléctricas de emergencia deberá hasta 500 KW continuos.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

**Tabla 1. Precapacidades de equipos por clima y tipo de unidad**  
Clima Tropical

Tipo de Unidad	Capacidad subestacion KVA	Capacidad plantas emergencia KW	Cantidad tableros 3 KVA	Cantidad tableros aislamiento 15 KVA para RX portátil
HGZ (220 camas)	2 TR 750	450	6*	1
HGZ (120 camas)	2 TR 600	400	5*	1
HGZ (72 camas)	2 TR 300	250	2*	
HGZ (34 camas)	1 TR 400	150	1*	
HGZ subzona (12 camas, 3 consultorios)	1 TR 300	125	1*	
Hospital de gineco - obstetricia	2 TR 600	450	3*	1
Hospital de especialidades	2 TR 600	450	3*	1
UMF hospitalización	1 TR 225	75		
UMF / 10,15,20 (consultorios)	1 TR 300	50		
UMF / 2+1, 3+1, 5		15		

NOTA: TR = Transformador

\* Un tablero de aislamiento por cada dos módulos de contactos o un quirófano

#### 4.3 NORMAS Y REGLAMENTOS

- Reglamento para Construcciones del Distrito Federal.
- Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas, Normas Mexicanas Oficiales
- I.E.S. Lighting Handbook. Sección México
- Sociedad Mexicana de Ingeniería en Iluminación A.C.
- Normas de Diseño de Ingeniería Edición 1976. IMSS.
- Reglamento de Instalaciones Eléctricas. (RIE)
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica
- Normas de medición y Servicios de C.F.E.
- Normas de Montaje de Luz y Fuerza del Centro
- Ley Federal sobre Metrología y Alarmatización SECOFI
- Disposiciones para los energéticos de S.E.M.I.P.
- Legislación sobre Contaminación Ambiental de la SEDESOL.
- Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industrial Eléctrica

Este proyecto fue elaborado por personal de la Dirección General de Fabricas de la Defensa Nacional, donde laboro actualmente. Dentro de ella, la Unidad de Ingeniería y Mantenimiento Eléctrico es la encargada de realizar los diseños, proyectos, presupuestos e instalaciones eléctricas en obra, así como su mantenimiento.

A continuación expongo tanto el presupuesto, material, equipos, así como los planos y diagramas que se utilizaron en dicho proyecto para la realización física de nuestra enfermería convencional.



4 4 PROYECTO Y PRESUPUESTO DE LA INSTALACION ELECTRICA GENERAL DE UNA ENFERMERIA CONVENCIONAL

ESTE PRESUPUESTO FUE REALIZADO POR LA D G F D N LAS CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS SON UN ESTIMADO DE UN COSTO REAL YA QUE FUE COTIZADO POR VARIAS EMPRESAS Y DISTRIBUIDORAS ESTOS COSTOS NO DEBEN TOMARSE DE BASE YA QUE LOS PRECIOS VARIAN CON EL TIEMPO

01 ALUMBRADO Y CONTACTOS

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT	TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE SALIDA ELECTRICA PARA ALUMBRADO	575 00	SAL	312.86	\$ 179,895 97
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE SALIDA ELECTRICA PRA CONTACTOS EN MURO, PISO O MUEBLES ESPECIALES	251 00	SAL	269 76	\$ 67,709 76
TOTAL					\$ 247,605 73

02 ALIMENTADORES ELECTRICOS

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT	TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P G G DE 19mm	676 12	ML.	32.29	\$ 21,833 27
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P G G DE 25mm.	333 96	ML.	40 30	\$ 13,457 25
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P G G DE 32mm	230 00	ML.	53 63	\$ 12,335 43
4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P G G DE 38mm	70 00	ML.	59.88	\$ 4,191.67
5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P G G DE 51mm	280 00	ML.	79 66	\$ 22,306.10
6	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P G G DE 75mm	227 00	ML.	191.22	\$ 43,407.81
7	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P G G DE 100mm	110 00	ML.	288 41	\$ 31,724.99
8	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CONDUIT P G G 25mm.	12 00	PZAS.	58.93	\$ 707.18
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CONDUIT P G G 32mm.	32.00	PZAS.	86.64	\$ 2,772.54
10	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CONDUIT P G G 38mm.	6.00	PZAS.	111.05	\$ 666.31
11	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CONDUIT P G G 51mm.	24.00	PZAS.	135.70	\$ 3,256.89
12	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CONDUIT P G G 75mm.	8.00	PZAS.	305.09	\$ 2,440.72
13	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CONDUIT P G G 100mm.	4.00	PZAS.	547.65	\$ 2,190.60
11	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 25mm.	16 00	PZAS.	15 06	\$ 240.94

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	TOTAL
14	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 25mm.	16 00	PZAS	15 06	\$ 240 94
15	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 32mm	28 00	PZA	17 30	\$ 484 39
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 38mm	8 00	MTS	30 54	\$ 244 29
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 51mm	36 00	MTS	33 08	\$ 1,190 73
18	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 75mm	16 00	MTS	61 19	\$ 979 12
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 100mm	8 00	PZAS	97 41	\$ 779 25
20	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 10 AWG	430 00	ML.	9 30	\$ 3,997 14
21	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 8 AWG	600 00	ML.	7 58	\$ 4,548 00
22	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 6 AWG	1,550 00	ML.	10 03	\$ 15,546 50
23	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 4 AWG	250 00	ML.	21 12	\$ 5,280 00
24	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 2 AWG	800 00	ML.	27 84	\$ 22,272 00
25	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 1/0 AWG	750 00	ML.	42 94	\$ 32,205 00
26	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 2/0 AWG	600 00	ML.	54 72	\$ 32,832 00
27	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 3/0 AWG	600 00	ML.	75 16	\$ 45,096 00
28	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE TIPO THW CAL. 350 MCM	1,100 00	ML.	104 64	\$ 115,104 00
29	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 14 AWG	900 00	ML.	2 26	\$ 2,034 00
30	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 12 AWG	250 00	ML.	2 35	\$ 587 50
31	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 10 AWG	600 00	ML.	5 56	\$ 3,336 00
32	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 8 AWG	700 00	ML.	7 37	\$ 5,159 00
33	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 6 AWG	200 00	ML.	9 17	\$ 1,834 00
34	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 4 AWG	250 00	ML.	14 08	\$ 3,520 00
35	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 2 AWG	150 00	ML.	20 16	\$ 3,024 00
36	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 1/0 AWG	200 00	ML.	37 02	\$ 7,403 42
37	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE CABLE DESNUDO CAL. 4/0 AWG	250 00	ML.	56 64	\$ 14,160 00
38	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO METALICO DE 40X40 CM	8 00	PZA.	637 03	\$ 5,096 24
39	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO METALICO DE 60X60 CM	6 00	PZA.	671 11	\$ 4,026 66

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PUNTO	TOTAL
40	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO METALICO DE 100X100 CM	3.00	PZA	795.17	\$ 2,385.50
41	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CHAROLA DE ALUMINIO TR-41 DE 40 cm ESPACIAMIENTO ENTRE TRAVASASOS 152 mm	15.00	TMO	938.76	\$ 14,081.46
42	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CURVA HORIZONTAL PARA CHAROLA DE 40 cm. A 90° R=610 mm	7.00	PZA	586.95	\$ 4,108.65
43	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CURVA VERTICAL EXTERIOR MODELO CVT - 431	8.00	PZA	578.36	\$ 4,626.91
44	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONECTOR CHAROLA A TABLERO MODELO CEC-4	7.00	PZA	752.99	\$ 5,270.96
45	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DERIVACION FINAL A 90° MOD T-94	1.00	PZA	709.28	\$ 709.28
46	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 13 mm	38.00	ML	51.30	\$ 1,949.51
47	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 19 mm	22.00	ML	58.29	\$ 1,282.41
48	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 25 mm	13.00	ML	85.79	\$ 1,115.29
49	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 32 mm	8.00	ML	114.98	\$ 919.85
50	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 38 mm	2.00	ML	117.91	\$ 235.81
51	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 51 mm	6.00	ML	163.69	\$ 982.14
52	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 75 mm	8.00	ML	350.11	\$ 2,800.89
53	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO FLEXIBLE LICUATITE DE 100 mm	4.00	ML	426.98	\$ 1,707.93
54	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 13mm	42.00	PZA	25.59	\$ 1,074.81
55	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 19mm	36.00	PZA	32.33	\$ 1,163.70
56	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 25mm	20.00	PZA	44.24	\$ 884.75
57	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 32mm	8.00	PZA	73.50	\$ 588.03
58	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 38mm	2.00	PZA	99.92	\$ 199.85
59	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 51mm	6.00	PZA	126.35	\$ 758.12
60	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 75mm	8.00	PZA	559.26	\$ 4,474.11
61	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR RECTO PARA LICUATITE DE 100mm	4.00	PZA	736.81	\$ 2,947.24
				TOTAL	\$ 546,779.09

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 03 TABLEROS

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT	TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "A" TIPO NQOD42-4AB22 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-225A MCA SQUARE-D CON 13 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS QO120 Y 16 TIPO QO130	1.00	PZA.	25,820.10	\$ 25,820.10
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "B" TIPO NQOD24-4AB12 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 4 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS QO120 Y 9 TIPO QO130	1.00	PZA.	12,615.60	\$ 12,615.60
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "C" TIPO NQOD24-4AB12F CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 8 INTERRUPTORES DERIVADOS QO120 Y 9 QO130	1.00	PZA.	12,838.11	\$ 12,838.11
4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "D" TIPO NQOD42-4AB22 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-225A MCA SQUARE-D CON 7 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS QO120 Y 19 TIPO QO130	1.00	PZA.	25,653.22	\$ 25,653.22
5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "E" TIPO NQOD12-4AB22F CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 4 INTERRUPTORES DERIVADOS QO120 Y 3 TIPO QO130	1.00	PZA.	10,687.84	\$ 10,687.84
6	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "F" TIPO NQOD12-4AB22 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 3 INTERRUPTORES DERIVADOS QO120 Y 2 TIPO QO130	1.00	PZA.	10,576.57	\$ 10,576.57
7	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA, MCA. SQUARE-D CAT FAL36070 EN GABINETE NAMA 1 DE EMPOTRAR	1.00	PZA.	4,431.78	\$ 4,431.78
8	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA, MCA. SQUARE-D CAT FAL36040 EN GABINETE NAMA 1 DE EMPOTRAR	1.00	PZA.	4,005.85	\$ 4,005.85
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA, MCA. SQUARE-D CAT KAL36150 EN GABINETE NAMA 1 DE EMPOTRAR	1.00	PZA.	8,176.99	\$ 8,176.99
10	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA, MCA. SQUARE-D CAT KAL36200 EN GABINETE NAMA 1 DE EMPOTRAR	1.00	PZA.	8,176.99	\$ 8,176.99
11	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "I" TIPO NQOD12-4AB12 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 2 INTERRUPTORES DERIVADOS QO130 Y 2 TIPO QO120	1.00	PZA.	10,520.94	\$ 10,520.94
12	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "J" TIPO NQOD24-4AB12 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 2 INTERRUPTORES DERIVADOS QO130 Y 2 TIPO QO330 Y 2 TIPO QO220	1.00	PZA.	13,443.66	\$ 13,443.66

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT	TOTAL
13	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "K" TIPO NQ0D24-4AB12 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 8 INTERRUPTORES DERIVAOS QO130 Y 7 TIPO QO120	1.00	PZA.	12,726.86	\$ 12,726.86
14	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "L" TIPO NQ0D12-4AB12 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 8 INTERRUPTORES DERIVAOS QO120 Y 4 TIPO QO130	1.00	PZA.	10,964.78	\$ 10,964.78
15	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "M" TIPO NQ0D24-4AB12 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-100A MCA SQUARE-D CON 3 INTERRUPTORES DERIVAOS QO330 Y 2 TIPO QO220	1.00	PZA.	16,670.30	\$ 16,670.30
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO DE DISTRIBUCION "L1" TIPO Q08 MCA SQUARE-D CON LOS SIGUIENTES INTERRUPTORES DERIVAOS 2 TIPO QO130 Y 2 TIPO QO120	1.00	PZA.	1,201.20	\$ 1,201.20
17	SUMINISTRO Y COLOCACION DE INTERRUPTOR CCM-1 MARCA SQUARE-D TIPO MAL36500 ALOJADO EN GABINETE DE EMPOTRAR TIPO NEMA-1	1.00	PZA.	22,347.59	\$ 22,347.59
18	SUMINISTRO Y COLOCACION DE INTERRUPTOR CCM-2 MARCA SQUARE-D TIPO KAL36125 ALOJADO EN GABINETE DE EMPOTRAR TIPO NEMA-1	1.00	PZA.	8,176.99	\$ 8,176.99
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO SUBGENERAL DE DISTRIBUCION SG-1, TIPO I-LINE, CATALOGO LA400M182MA, TAMAÑO 2, CON MEDICION E INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3P-350A, MCA. SQUARE-D CON LOS SIGUIENTES INTERRUPTORES DERIVADOS 2 TIPO FA36040, 4 TIPO FA 36070 2 TIPO FA36100	1.00	PZA.	72,113.68	\$ 72,113.68
20	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO SUBGENERAL DE DISTRIBUCION SG2, TIPO I-LINE, CATALOGO KA225M122MA, TAMAÑO 2, CON MEDICION E INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3P-150A, MCA. SQUARE-D CON LOS SIGUIENTES INTERRUPTORES DERIVADOS: 2 TIPO FA36040, 1 TIPO FA36100	1.00	PZA.	43,096.52	\$ 43,096.52
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 334,243.54</b>

04 RED DE ALUMBRADO INTERIOR

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT	TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIO TIPO ARBOTANTE PARA MURO, BASE DE ALUMINIO FUNDIDO Y VASO DE CRISTAL OPALINO ( TIPO B.U.V. ) PARA FOCO INCANDESCENTE HASTA DE 100 W.	18.00	PZA.	480.00	\$ 8,640.00
2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LUMINARIO FLUORESCENTE COMPACTO DE DE 2X13W. TIPO EMPOTRAR, CON REFLECTOR DE POLICARBONATO DE PROYECCION INTENSIVA, RECUBIERTO DE ALUMINIO VAPORIZADO FIJACION MEDIANTE PUENTE GRADUADO Y SOLERAS DE BLOQUEO. MARCA STARCO.	246.00	PZA.	1,708.80	\$ 420,364.80

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIO SLIM-LINE CON ACRILICO DIFUSOR K-5 DE 2X20W DE EMPOTRAR MARCA MULTIDUC	15.00	PZA.	423.60	\$ 6,354.00
4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LUMINARIO FLUORESCENTE DE DE 2X32, TIPO EMPOTRAR DE 30X122 cm FABRICADO EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 24 BONDORIZADO Y ESMALTADO AL HORNO CON PINTURA EN POLVO BLANCO ALTA REFLECTANCIA, APLICADO POR SISTEMA ELECTROSTATICO CON REFLECTOR DE ALUMINIO ESPECTAR DE 60X122cm BARRILLA TIPO LOUTER PARABOLICO DE 32 CILINDROS LUMINICAS 2 FT 30S TR DE 32W 4100° K MARCA OSRAM O PHILLIPS 1 BALASTRO ELECTRONICO MCA MOTOROLA 2X32W 120 VOLTS Y DOS JUEGOS DE BASES LEVITON, MARCA MULTIDUC	33.00	PZA.	1,656.62	\$ 54,668.40
5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LUMINARIO FLUORESCENTE DE DE 2X32, DE SOBREPONER O COLGAR DE 30X122 cm FABRICADO EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 24 BONDORIZADO Y ESMALTADO AL HORNO CON PINTURA EN POLVO BLANCO ALTA REFLECTANCIA, APLICADO POR SISTEMA ELECTROSTATICO INCLUYE 1 BALASTRO ELECTRONICO MCA MOTOROLA 2X32W 120 VOLTS, 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T-8 DE 32W DE 4100° K MARCA OSRAM O PHILLIPS Y DOS JUEGOS DE BASES PARA LAMPARA DE ARRANQUE RAPIDO MCA LEVITON, MARCA MULTIDUC	24.00	PZA.	936.00	\$ 22,464.00
6	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIO CUADRADO PARA EMPOTRAR EN PLAFON, DE 30X30X12 cm CON DIFUSOR ACRILICO PARA FOCO INCANDESCENTE HASTA DE 100w, MARCA MULTIDUC	57.00	PZA.	396.44	\$ 22,596.82
7	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIO CUADRADO PARA EMPOTRAR EN PLAFON, DE 30X30X12 cm CON DIFUSOR ACRILICO PARA FOCO INCANDESCENTE HASTA DE 100w INCLUYE UN FOCO LUZ ROJA Y UNO LUZ NATURAL, 1 CUARTO OSCURO, MARCA MULTIDUC	2.00	PZA.	369.60	\$ 739.20
8	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LUMINARIO FLUORESCENTE DE DE 2X32, TIPO EMPOTRAR DE 61X61 cm FABRICADO EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 24 BONDORIZADO Y ESMALTADO AL HORNO CON PINTURA EN POLVO BLANCO ALTA REFLECTANCIA, APLICADO POR SISTEMA ELECTROSTATICO CON REFLECTOR ACRILICO K-5 61X61 cm INCLUYE 1 BALASTRO ELECTRONICO MCA MOTOROLA 4X32W 120 VOLTS, 2 TUBOS DE 32W TIPO CURVALEM Y CUATRO JUEGOS DE BASES MCA LEVITON O MULTIDUC	57.00	PZA.	1,389.11	\$ 79,179.16
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIO CUADRADO PARA EMPOTRAR EN MURO, DE 20X20X8 cm CON CONTROLANTE PARA FOCO INCANDESCENTE HASTA DE 60 W	13.00	PZA.	517.32	\$ 6,725.20

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT.	TOTAL
10	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LUMINARIO FLUORECENTE DE DE 4X32, TIPO EMPOTRAR DE 61X122cm. FABRICADO EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 24 BONDERIZADO Y ESMALTADO AL HORNO CON PINTURA EN POLVO BLANCO ALTA REFLECTANCIA. APLICADO POR SISTEMA ELECTROSTATICO CON REFLECTOR DE ALUMINIO ESPECTACULAR DE 60X122cm. REJILLA TIPO LOUVRER DE POLICARBONTO DE 32 CELDAS LUNINICAS INCLUYE 1 BALASTRO ELECTRONICO MCA. MOTOROLA 4X32W 120 VOTS, 4 TUBOS T8 DE 32W 4100 *K MCA. OSRAM O PHILLIPS, CUATRO JUEGOS DE BASES MCA. LEVITON O MULTIDUC	95.00	PZA.	2,001.25	\$ 190,119.12
11	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LUMINARIO FLUORECENTE DE DE 2X20 W, TIPO ENCAMADO FABRICADO EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 24 BONDERIZADO Y ESMALTADO AL HORNO CON PINTURA EN POLVO BLANCO ALTA REFLECTANCIA. APLICADO POR SISTEMA ELECTROSTATICO CON REFLECTOR ACRILICO K-5, 2 TUBOS DE 20W. TIPO SLIME-LINE 1 BALASTRO ELECTRONICO MCA. MOTOROLA 2X20W 120V. 2 JUEGOS DE BASES MCA. LEVITON O MULTIDUC	30.00	PZA.	677.97	\$ 20,338.99
12	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P.G.G. DE 51 mm.	6.00	PZA.	79.66	\$ 477.99
13	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT P.G.G. DE 13 mm.	8.00	PZA.	26.89	\$ 215.15
14	SUMINISTRO E INSTALACION DE COPLE CONDUIT P.G.G. DE 51 mm	4.00	PZA.	42.53	\$ 170.10
15	SUMINISTRO E INSTALACION DE COPLE CONDUIT P.G.G. DE 13 mm.	4.00	PZA.	19.21	\$ 76.84
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CONDUIT P.G.G. DE 51 mm.	2.00	PZA.	135.70	\$ 271.41
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE COPLE CONDUIT P.G.G. DE 13 mm.	2.00	PZA.	41.82	\$ 83.64
18	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR DE 51 mm.	2.00	PZA.	33.08	\$ 66.15
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRA Y MONITOR . DE 13 mm.	2.00	PZA.	12.78	\$ 25.57
20	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT PVC PESADO DE 50 mm	358.00	ML.	45.02	\$ 16,117.56
21	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO CONDUIT PVC PESADO DE 25 mm.	36.00	ML.	20.80	\$ 748.78
22	SUMINISTRO E INSTALACION DE COPLE CUNDUIT PVC DE 50 mm.	36.00	PZA.	28.03	\$ 1,009.10
23	SUMINISTRO E INSTALACION DE COPLE CUNDUIT PVC DE 25 mm.	20.00	PZA.	18.30	\$ 366.09
24	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO CUNDUIT PVC DE 90X25 mm	20.00	PZA.	27.37	\$ 547.36
25	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE XLP DE COBRE CAL. 6 AWG.	782.00	ML.	23.15	\$ 18,103.99
26	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE THW CAL. 10 AWG.	242.00	ML.	9.30	\$ 2,249.55

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
27	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE THW CAL. 12 AWG.	31.00	ML.	3.37	\$ 104.47
28	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. 8 AWG	400.00	ML.	7.58	\$ 3,032.00
				TOTAL	\$ 875,855.51

05 RED DE ALUMBRADO EXTERIOR

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
1	COMBINACION DE ALUMBRADO PUBLICO, CATALOGO C35 DW3B MCA CUTLER-HAMMER FORMADO POR CONTACTOR MAGNETICO TPOLAR DE 30 A. E INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3P-40A. EN CAJA 3R	1.00	PZA.	2,356.80	\$ 2,356.80
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIO TIPO PRISMASPHERE DE 150 W V.S.A.P MARCA HALOPHANE, AUTOBALASTRADA MONTADA EN POSTE RECTO METALICO DE 5 M. DE ALTURA INCLUYE JUEGO DE ANCLAS DE 19X600 mm.	12.00	PZA.	4,902.97	\$ 58,835.69
3	EXCAVACION A MANO EN CEPA, INCLUYE AFINE DE TALUDES Y FONDO. MATERIAL TIPO I ZONA A, PROFUNDIDAD DE 0.00 A 0.60 m.	63.04	M3	37.44	\$ 2,360.22
4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO ECHO EN OBRA, RESISTENCIA NORMAL, VACIADO CON CARRETLA Y BOTES FC=100Kg/ CM2, REVENIMIENTO DE 10cm. AGREGADO MAXIMO 3/4" PARA ENCOFRAR TUBERIA DE PVC.	29.63	M3	1,021.18	\$ 30,237.50
5	RELLENO COMPACTADO CON COMPACTADOR VIBRATORIO DE COMBUSTION INTERNA (BAILARINA), EN CAPAS DE 20 cm EN UNA PROFUNDIDAD DE CEPA DE 0.00 A 0.50M. CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION	33.41	M3	27.84	\$ 930.13
6	FABRICACION DE BASE PIRAMIDAL DE 60X60 cm (BASE), 40X40 cm (CORONA) Y 60 cm DE ALTURA, A BASE DE CONCRETO HIDRAULICO ARMADO ECHO EN OBRA CON UNA RESISTENCIA FC= 200 Kg/cm2. ACERO DE REFUERZO DEL No 3, RESISTENCIA NORMAL Fy =4200 Kg/cm2, INCLUYE COLOCACION DE 4 ANCLAS DE ACARO CON JUEGO DE TUERCA Y ROLDANA PARA FIJACION DE POSTE METALICO DE 5m DE ALTURA, EXCAVACION, AFINE Y COMPACTADO DE TERRENO PARA DESPLANTE DE BASE, CIMBRA, RELLENO Y COMPACTADO EN EL CONTORNO DEL MISMO, CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION	12.00	PZA.	624.00	\$ 7,488.00
7	FABRICACION DE REGISTRO DE 40X40X40 cm DE ALTURA MEDIDAS INTERIORES DE TABIQUE ROJO RECOCIDO EN 13 cm, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1-4 ACABADO PULIDO CON PLANTILLA DE CONCRETO FC=150 Kg/ cm2.	20.00	PZA.	460.08	\$ 9,201.60
8	LIMPIEZA DE TERRENO DE MATERIAL SOBRIANTE	236.40	M2.	6.34	\$ 1,498.06
				TOTAL	\$ 112,928.00

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



## 06 SISTEMA DE TIERRAS

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE TIERRAS PARA EQUIPOS DE RAYOS "X" Y REVELADOR AUTOMATICO, CON MEJORAMIENTO DE TERRENO A BASE DE GEM, VARILLAS DE TIERRA COOPERWELD, SOLDADURA CADWEL, CABLE DE COBRE DESNUDO CAL 20	1.00	PZA.	18,440.46	\$ 18,440.46
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE TIERRAS PARA EQUIPOS DE CONMUTADOR, CON MEJORAMIENTO DE TERRENO A BASE DE GEM, VARILLAS DE TIERRA COOPERWELD, SOLDADURA CADWEL, CABLE DE COBRE DESNUDO CAL 10	1.00	PZA.	18,440.46	\$ 18,440.46
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE TIERRAS PARA EQUIPO DE SONIDO Y VOCEO, CON MEJORAMIENTO DE TERRENO A BASE DE GEM, VARILLAS DE TIERRA COOPERWELD, SOLDADURA CADWEL, CABLE DE COBRE DESNUDO CAL 10.	1.00	PZA.	18,440.46	\$ 18,440.46
4	SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE TIERRAS PARA EQUIPO DE SUBESTACION, FORMADO POR: SUBESTACION COMPACTA, TRANSFORMADOR, TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BAJA TENCION Y PLANTA DE EMERGENCIA, CON MEJORAMIENTO DE TERRENO A BASE DE GEM, VARILLAS DE TIERRA COOPERWELD, SOLDADURA CADWEL, CABLE DE COBRE DESNUDO CAL 40	1.00	PZA.	18,440.46	\$ 18,440.46
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 73,761.84</b>

## 07 SOPORTERIA INSTALACION ELECTRICA GENERAL

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA SALIDA DE ALUMBRADO A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	661.00	PZA.	81.92	\$ 54,147.00
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA TUBERIA DE 13, 19, 25 A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	680.00	PZA.	72.79	\$ 49,494.97
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA LUMINARIA FLUORESCENTE DE 2X32W A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	90.00	PZA.	161.64	\$ 14,547.30
4	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA LUMINARIA FLUORESCENTE DE 4X32W A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	95.00	PZA.	347.63	\$ 33,024.61
5	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA LUMINARIA FLUORESCENTE DE 2X13W A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	246.00	PZA.	129.51	\$ 31,859.52
6	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA LUMINARIA INCANDESCENTE DE 30X30 A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	59.00	PZA.	129.51	\$ 7,641.10

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT	TOTAL
7	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA LUMINARIA FLUORESCENTE DE 2X32W TIPO INDUSTRIAL. A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, CADENA VICTOR Y TORNILLOS.	24.00	PZA.	288.50	\$ 6,923.93
8	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA REGISTRO METALICO DE 40X40 cm. A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	4.00	PZA.	159.63	\$ 638.51
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA REGISTRO METALICO DE 60X60 cm. A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	4.00	PZA.	254.80	\$ 1,019.21
10	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE PARA REGISTRO METALICO DE 100X1000 cm A BASE DE PERNO T-32, COPLER ROSCADO, VARILLA ROSCADA, TUERCAS Y ARANDELAS	4.00	PZA.	297.66	\$ 1,190.64
11	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 2 TUBOS P.G.G. DE 25 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA PUNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4, TUERCAS Y ARANDELAS GAL. DE 1/4.	2.00	PZA.	269.59	\$ 539.17
12	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 2 TUBOS P.G.G. DE 32 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA PUNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4, TUERCAS Y ARANDELAS GAL. DE 1/4.	3.00	PZA.	279.57	\$ 838.70
13	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 2 TUBOS P.G.G. (1T-25, 1T-38), A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA PUNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4, TUERCAS Y ARANDELAS GAL. DE 1/4.	2.00	PZA.	279.57	\$ 559.13
14	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 3 TUBOS P.G.G. (2T-25, 1T-38), A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA PUNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4, TUERCAS Y ARANDELAS GAL. DE 1/4.	5.00	PZA.	294.54	\$ 1,472.68
15	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 3 TUBOS P.G.G. DE 32 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA PUNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4, TUERCAS Y ARANDELAS GAL. DE 1/4.	3.00	PZA.	299.53	\$ 898.58
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 3 TUBOS P.G.G. (2T-75, 1T 100), A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA PUNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4, TUERCAS Y ARANDELAS GAL. DE 1/4.	12.00	PZA.	382.70	\$ 4,592.42
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 4 TUBOS P.G.G. (2T-25, 1T-32, 1T-75), A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA PUNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4, TUERCAS Y ARANDELAS GAL. DE 1/4.	3.00	PZA.	443.81	\$ 1,331.42

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
18	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 4 TUBOS P.G.G. ( 1T-51, 2T-75, 1T-100 ), A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 1/4	3.00	PZA.	503.69	\$ 1,511.07
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 5 TUBOS P.G.G. ( 1T-32, 1T-51, 2T-75, 1T-100 ), A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 1/4	10.00	PZA.	566.51	\$ 5,665.07
20	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 6 TUBOS P.G.G. ( 2T-25, 1T-32, 2T-51, 1T-75 ), A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 1/4, VARILLA ROSCADA, DE 1/4,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 1/4	1.00	PZA.	546.55	\$ 546.55
21	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 1 TUBOS P.G.G. DE 100 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 3/8, VARILLA ROSCADA, DE 3/8,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 3/8	2.00	PZA.	306.86	\$ 613.71
22	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 1 TUBOS P.G.G. DE 75 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 3/8, VARILLA ROSCADA, DE 3/8,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 3/8	4.00	PZA.	300.21	\$ 1,200.84
23	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 1 TUBOS P.G.G. DE 51 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 3/8, VARILLA ROSCADA, DE 3/8,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 3/8	20.00	PZA.	293.55	\$ 5,871.07
24	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 1 TUBOS P.G.G. DE 38 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 3/8, VARILLA ROSCADA, DE 3/8,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 3/8	1.00	PZA.	251.08	\$ 251.08
25	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 1 TUBOS P.G.G. DE 32 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 3/8, VARILLA ROSCADA, DE 3/8,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 3/8	8.00	PZA.	246.09	\$ 1,968.74
26	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA 1 TUBOS P.G.G. DE 25 mm A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 3/8, VARILLA ROSCADA, DE 3/8,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 3/8	7.00	PZA.	241.10	\$ 1,687.72
27	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOPORTE TIPO CMA PARA ESCALERILLA ( CHAROLA ) TR-41, A BASE DE UNICANAL, ABRAZADERA P/UNICANAL, TAQUETE DE EXPANCIION DE 3/8, VARILLA ROSCADA, DE 3/8,TUERCAS Y ARANDELAS GAL DE 3/8	75.00	PZA.	286.05	\$ 21,453.48
TOTAL					\$ 251,488.24

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

RESUMEN	
PARTIDA	IMPORTE
01 ALUMBRADO Y CONTACTOS	\$ 247,605.73
02 ALIMENTADORES ELECTRICOS	\$ 546,779.09
03 TABLEROS	\$ 334,245.54
04 RED DE ALUMBRADO INTERIOR	\$ 875,855.51
05 ALUMBRADO EXTERIOR	\$ 112,928.00
06 SISTEMA DE TIERRAS	\$ 73,761.84
07 SOPORTERIA DE INST. ELECTRICA GENERAL	\$ 251,488.24
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,442,663.95</b>

PROYECTO Y PRESUPUESTO DE LA INSTALACION ELECTRICA GENERAL DE UNA ENFERMERIA CONVENCIONAL

ACOMETIDA ALTA TENSION

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA SUBTERRANEA A SUBESTACION DESDE LA LINEA EXISTENTE, FORMADA POR TRANCCION, TUBO PVC DE 100 mm., CABLE XLP 15 KV., EXCAVACION ENCOFRADO RELLENO, FABRICACION DE REGISTROS DE CONCRETO Y TAPA P-84.B329	1.00	LTE.	118,406.38	\$ 118,406.38
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 118,406.38</b>

INST. ESPECIALES DE QUIROFANOS

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
1	SUMINISTRO, COLOCACION, CONEXION, PRUEBA DE PROTECCION DE CORRIENTE DE FUGA Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION AISLADO PARA CONTACTOS EN QUIROFANO Y SALA DE EXPULSION DE ACUERDO CON EL ARTICULO 517 DEL CODIGO NACIONAL ELECTRICO Y A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001 SEMP-1994 MCA. SQUARE-D, MERIN GERIN O SIMILAR FORMADO COMO SIGUE: TABLERO DE AISLAMIENTO PARA QUIROFANO MOD. IDP5-3-1-8N. EN GABINETE DE LAMINA GALVANIZADA Y FRENTE DE ACERO INOXIDABLE, FORMADO POR UN TRANSFORMADOR DE 5KVA, 220/127, UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO PARA PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR, 8 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DERIVADOS DE 2P-20A., UN INDICADOR DINAMICO DE PELIGRO, 1 BARRA DE TIERRA (EQUIPOTENCIAL), 2 MODULOS DE CONTACTOS PARA QUIROFANO MODELO RRP-3 -DS-RA EN GAVINETE DE LAMINA GALV CU FORMADO POR 5 CONTACTOS DE FUERZA, 5 CONTACTOS DE TIERRA, 1 INDICADOR DE PELIGRO REMOTO	2.00	EQPO.	129,426.71	\$ 258,853.42
	INCLUYE RED DE TUBERIA CONDUIT PESADA PVC EN LOS DIAMETROS Y RECORRIDOS MAXIMOS PERMITIDOS DE ACUERDO A NORMAS I.M.S.S., CONDUCTORES TIPO RHHW CAL. 14,10.8.6, ASI COMO LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA LA INTERCONEXION ENTRE MODULOS DE CONTACTOS, NEGATOSCOPIOS, LAMPARAS PARA MESA DE OPERACIONES Y TABLEROS DE AISLAMIENTO, ASI COMO SOPORTERIA PARA LAS CAMAS DE TUBOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU INSTALACION.				

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT	TOTAL
2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONEXION A PRUEBA DE PROTECCION DE CORRIENTE DE FUGA Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION AISLADA DE RESEPTACULOS PARA RAYOS "X" EN QUIROFANO, DE ACURDO CON EL ARTICULO 517 DEL CODIGO NACIONAL ELECTRICO Y A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001 SEMP-1994 MCA. SQUARE-D, MERIN GERIN O SIMILAR, FORMADO COMO SIGUE. TABLERO DE AISLAMIENTO PARA RAYOS "X" MOD XTL-1-5-3-3-8-N EN GABINETE DE LAMINA GALVANIZADA Y FRENTE DE ACERO INOXIDABLE, FORMADO POR: 1 TRANSFORMADOR DE 15KVA 240V, UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO PARA PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR, 8 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DERIVADOS DE 2P-20A, UN INDICADOR DINAMICO DE PELIGRO, UNA BARRA DE TIERRA (EQUIPOTENCIAL), DOS MODULOS RECEPTACULO PARA RAYOS "X" MOD CXO-RA EN GAVINETE DE LAMINA GALV. Y FRENTE DE ACERO INOXIDABLE FORMADO POR: 1 RECEPTACULO ESPECIAL RX DE 60 AMPS, UN INDICADOR PELIGRO REMOTO	1 00	EQPO.	206,511.91	\$ 206,511.91
	INCLUYE RED DE TUBERIA CONDUIT PESADO PVC EN LOS DIAMETROS Y RECORRIDOS MAXIMOS PERMITIDOS DEACUERDO A NORMAS I.M.S.S. CONDUCTORES TIPO RHHW CAL 14,10,8.6, ASI COMO LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA LA INTERCONEXION ENTRE MODULOS DE RECEPTACULOS PARA RAYOS "X" EN QUIROFANOS Y TABLEROS DE AISLAMIENTO, ASI COMO SOPORTERIA PARA LAS CAMAS DE TUBERIA Y TODO LO NECESARIO PARA SU INSTALACION.				
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 465,365.33</b>

SUBESTACION Y PLANTA DE EMERGENCIA

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT	TOTAL
1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTA DE EMERGENCIA 250 kw, 60 Hz, 1800 RPM, 3F-4H, M.C.I. A DIESEL. TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA. INCLUYE TANQUE DE COMBUSTIBLE, SILENCIADOR TIPO HOSPITAL, TUBO FLEXIBLE PARA ESCAPE, ETC.	1.00	PZA.	372,000.00	\$ 372,000.00
2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SUBESTACION COMPACTA TIPO NEMA 1, USO INTERIOR VOLTAJE DE OPERACION 13 KV, 300 KVA, IZO-DER. COMPUESTA POR LOS CUATRO MODULOS SIGUIENTES *SECCION DE MEDICION *SECCION DE CUCHILLAS DE SERVICIO *SECCION DE INTERRUPTOR PRINCIPAL EN AIRE *SECCION DE ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.	1.00	PZA.	47,040.00	\$ 47,040.00
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION TIPO ESTACION, 300 KVA, RELACION 13200/220-127 V, 60 Hz, CON CAMBIADOR DE DERIVACIONES DE 4 POSICIONES DE 2.5 % C/U, TIPO IZQUIERDA-DERECHA, DOS ARRIBA Y DOS ABAJO DEL VOLTAJE NOMINAL DE OPERACION. GARGANTAS EN EL PRIMARIO Y SECUNDARIO, PARA OPERAR A NIVEL DEL MAR.	1.00	PZA.	59,904.00	\$ 59,904.00

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT	TOTAL
4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GABINETE DE ACOPLAMIENTO A SECUNDARIO DE TRANSFORMADOR TIPO ESTACION, CON ENTRADA PARA ACOMETIDA SUPERIOR, PINTURA COLO GRIS ANSI-61, INCLUYE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TIPO MLJ36800 COMO MEDIO DE DESCONEXION Y PROTECCION DEL TRANSFORMADOR.	1.00	PZA	47,589.02	\$ 47,589.02
5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION, TIPO-LINE, CATALOGO PA1600M264CM, TAMAÑO 4C CON MEDICION E INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3P-800A, MARCA SQUARED, CON LOS SIGUIENTES INTERRUPTORES DERIVADOS 4 TIPO FA36070, 1 TIPO FA36100, 1 TIPO KA36125, 2 TIPO KA36150, 1 TIPO KA36200, 1 TIPO LA36350 Y 1 TIPO MA36500	2.00	PZAS.	49,920.00	\$ 99,840.00
6	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO PRINCIPAL DE 3X100 AMPERES ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA EN GABINETE NEMA 1	1.00	EQUIPO	26,054.40	\$ 26,054.40
TOTAL					\$ 652,427.42

INTERCONEXION DE EQUIPOS EN BAJA TENSION EQUIPOS Y SUBESTACIONES

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
1	CABLE THW VINANIL 900 CALIBRE 300 M.C.M., MARCA CONDUMEX O SIMILAR	480.00	MTS.	69.37	\$ 33,297.60
2	ESCALERILLA DE 30' CMS DE ALUMINIO CON ESPACIOS DE 15 CMS CH-12-6	6.00	PZAS	420.72	\$ 2,524.32
3	CURVA VERTICAL EXTERIOR DE 90 GRADOS PARA ESCALERILLA DE 30 CMS DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS VUE-12 R890.	2.00	PZAS.	96.65	\$ 193.30
4	CURVA VERTICAL INTERIOR DE 90 GRADOS PARA ESCALERILLA DE 30 CMS DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS VUI-12 R890	2.00	PZAS.	96.71	\$ 193.42
5	CURVA HORIZONTAL DE 90 GRADOS PARA ESCALERILLA DE 30 CMS DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS UII-12 R8	1.00	PZAS.	100.17	\$ 100.17
6	TEE HORIZONTAL PARA ESCALERILLA DE 30 CMS DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS TH-12-R8	2.00	PZAS	170.34	\$ 340.68
7	SOPORTE A BASE DE UNICANAL PARA ESCALERILLA INCLUYE PUA, ANCLA, TUERCA Y CARGA CPPU-12	20.00	PZAS.	27.54	\$ 550.80
8	ZAPATAS MECANICAS DE COBRE PARA 2 CABLES DE 300 M.C.M. MARCA BURNDY	8.00	PZAS	268.80	\$ 2,150.40
9	ACCESORIOS INTERCONEXION COMBUSTIBLE A PLANTA DE EMERGENCIA	1.00	LOTE	7,200.00	\$ 7,200.00
10	SISTEMA DE TIERRAS PARA SUBESTACION Y PLANTA	1.00	LOTE	12,288.00	\$ 12,288.00
11	CONSTRUCCION BASE PARA PLANTA DE EMERGENCIA Y SUBESTACION	1.00	LOTE	15,264.00	\$ 15,264.00
TOTAL					\$ 74,102.69

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 01 INSTALACIONES ESPECIALES RAYOS "X"

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
1	INSTALACIONES ESPECIALES PARA EQUIPO DE RAYOS "X" TALES COMO DUCTOS, TUBERIAS, INTERRUPTORES Y SEÑALAMIENTO PARA UNIR MESA DE RAYOS "X" CON LA FUENTE DE PODER Y CON LA CONSOLA DE CONTROL.	1.00	PZA.	20,654.99	\$ 20,654.99
TOTAL					\$ 20,654.99

## 02 LABORATORIO

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
2	INSTALACIONES ESPECIALES PARA EQUIPO Y MOBILIARIO DE LABORATORIO, MESAS DE TRABAJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS	1.00	PZA.	21,168.93	\$ 21,168.93
TOTAL					\$ 21,168.93

## 03 C.E.Y.E

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
3	INSTALACIONES ESPECIALES Y CONTROLES PARA EQUIPO DE CENTRAL DE ESTERILIZACION, TALES COMO AUTOCLAVES, LAVADORAS DE GUANTES, LAVADORAS ULTRASONICAS Y ENTALCADORAS DE GUANTES	1.00	PZA.	30,487.39	\$ 30,487.39
TOTAL					\$ 30,487.39

## 04 CUARTO OSCURO-REVELADOR

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
4	INSTALACION ELECTRICA Y CONTROLES PARA EQUIPO DE REVELADO AUTOMATICO DE PROCESO.	1.00	PZA.	11,504.07	\$ 11,504.07
TOTAL					\$ 11,504.07

## 05 COCINA.

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
5	INSTALACION ELECTRICA Y CONTROLES PARA EQUIPO DE COCINA Y PREPARACION, TALES COMO EXTRACTOR DE CAMPANA, CAMPANA DE EXTRACCION, LAVADORA DE LOSA, TRITURADOR DE DESPERDICIOS, CAMARA DE CONGELACION, MESAS DE PREPARACION	1.00	PZA.	21,323.98	\$ 21,323.98
TOTAL					\$ 21,323.98

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 06 LAVANDERIA

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
6	INSTALACIONES ESPECIALES Y CONTROLES PARA EQUIPO DE LAVANDERIA; TALES COMO LAVADORA DE ROPA, MANGLE, EXTRACTORES DE MANGLE, PLANCHADORAS	1.00	PZA.	26,685.03	\$ 26,685.03
TOTAL				\$	26,685.03

## 07 CASA DE MAQUINAS

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
7	INSTALACION ELECTRICA PARA EQUIPO HIDRONEUMATICO, BOMBAS, COMPRESOR Y TANQUES, EQUIPO DE CALENTAMIENTO, BOMBAS, CALENTADORES Y RECIRCULADORES	1.00	PZA.	34,798.24	\$ 34,798.24
TOTAL				\$	34,798.24

## 08 MANIFOLD, OX. VACIO Y OX. NIT.

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
8	INSTALACIONES ESPECIALES Y CONTROLES PARA COMPRESORES DE AIRE, CONTROLES DE PRESION, ALARMAS Y SEÑALAMIENTOS	1.00	PZA.	10,820.74	\$ 10,820.74
TOTAL				\$	10,820.74

## 09 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	TOTAL
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM-2. COMBINACIONES SEGUN GUIA MECANICA DE CASA DE MAQUINAS. CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: CLASE 8998, MODELO 6, MECANISMO DE INSERCIÓN, EXTRACCIÓN EN TODAS LAS UNIDADES ENCHUFABLES, 600 VOLTS, 60 Hz. CONTROL 120 VOLTS, SISTEMA 3F-4W, ARRANCADORES CLASE 8536, RELEVADOR DE SOBRECARGA CON ELEMENTOS DE ALEACION FUSIBLE O BIMETALICOS ALAMBRADO CLASE NEMA-1. CIRCUITOS DE CONTROL SEGUN GUIA MECANICA DE CASA DE MAQUINAS.	1.00	PZA.	105,479.82	\$ 105,479.82
TOTAL				\$	105,479.82

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



RESUMEN	
PARTIDA	IMPORTE
INST. ESPECIALES DE QUIROFANOS	\$ 465,365 33
SUBESTACION Y PLANTA DE EMERGENCIA	\$ 652,427 42
INTERCONEXION EQUIPOS EN B.T. Y SUBESTACIONES	\$ 74,102 69
01 INSTALACIONES ESPECIALES RAYOS "X"	\$ 20,654 99
02 LABORATORIO	\$ 21,168 93
03 C.E.Y.E.	\$ 30,487 39
04 CUARTO OSCURO-REVELADOR	\$ 11,504 07
05 COCINA	\$ 21,323 98
06 LAVANDERIA	\$ 26,685 03
07 CASA DE MAQUINAS	\$ 34,798 24
08 MANIFOLD, OX. VACIO Y OX. NIT.	\$ 10,820 74
09 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	\$ 105,479 82
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,474,818 63</b>

RESUMEN. PROYECTO Y PRESUPUESTO DE LA INSTALACION ELECTRICA GENERAL DE UNA ENFERMERIA CONVENCIONAL

RESUMEN	
PARTIDA	IMPORTE
01 ALUMBRADO Y CONTACTOS	\$ 247,605 73
02 ALIMENTADORES ELECTRICOS	\$ 546,538 15
03 TABLEROS	\$ 334,245 54
04 RED DE ALUMBRADO INTERIOR	\$ 875,855 51
05 ALUMBRADO EXTERIOR	\$ 112,928 00
06 SISTEMA DE TIERRAS	\$ 73,761 84
07 SOPORTERIA DE INST. ELECTRICA GENERAL	\$ 251,488 24
ACOMETIDA EN ALTA TENSION	\$ 118,406 35
INST. ESPECIALES DE QUIROFANOS	\$ 465,365 33
SUBESTACION Y PLANTA DE EMERGENCIA	\$ 652,427 42
INTERCONEXION EQUIPOS EN H.T. Y SUBESTACIONES	\$ 74,102 69
01 INSTALACIONES ESPECIALES RAYOS "X"	\$ 20,654 99
02 LABORATORIO	\$ 21,168 93
03 C.E.Y.E.	\$ 30,487 39
04 CUARTO OSCURO-REVELADOR	\$ 11,504 07
05 COCINA	\$ 21,323 98
06 LAVANDERIA	\$ 26,685 03
07 CASA DE MAQUINAS	\$ 34,798 24
08 MANIFOLD, OX. VACIO Y OX. NIT.	\$ 10,820 74
09 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	\$ 105,479 82
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4,035,647 99</b>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**PRESUPUESTO DE SUMINISTRO E INSTALACION DE SUBESTACION ELECTRICA, PLANTA DE EMERGENCIA, TABLEROS GENERALES Y TRANSFERENCIA AUTOMATICA PARA LA ENFERMERIA CONVENCIONAL.**

**EQUIPAMIENTO**

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	P. TOTAL
1	SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA SERVICIO INTERIOR PARA 13.2 KV, 300 KVA, 220-127 VOLTS, PARA ACOPLARSE A TRANSFORMADOR DE 300 KVA. CONTENIENDO SECCION DE MEDICION SECCION DE CUCHILLAS. SECCION DE APARTARRAYOS. SECCION DE INTERRUPTOR. SECCION DE ACOPLAMIENTO.	1.00	EQUIPO	49,000.00	49,000.00
2	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION DE 300 KVA, 13200/220-127 VOLTS ENFRIAMIENTO OA CON 2 TAPS DERIVADORES +- 2.5% ARRIBA Y ABAJO DEL VOLTAJE NOMINAL CON GARGANTAS DE ACOPLAMIENTO.	1.00	EQUIPO	67,400.00	67,400.00
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTORE TERMOMAGNETICO PRINCIPAL DE 3X100 AMPERES ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA EN GABIENETE NEMA I	1.00	EQUIPO	27,140.00	27,140.00
4	PLANTA ELECTRICA DE EMERGENCIA DE 250 KW, SERVICIO CONTINUO 220 VOLTS CON SILENCIADOR TIPO HOSPITAL, TANQUE DE COMBUSTIBLE, AMORTIGUADORES. TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO CONTACTO CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 3X600 AMPERES, 200, 127 VOLTS CON TODOS LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL CONEXION MEDICION Y MANDO QUE DEBE CONTENER EL TABLERO PARA UNA CORRECTA OPERACION	1.00	EQUIPO	387,500.00	387,500.00
5	TABLERO DE DISTRIBUCION SERVICIO NORMAL CON LOS INTERRUPTORES SIGUIENTES: UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO GENERAL DE 3X300 AMPERES. UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DERIVADO DE 3X100 AMPERES. UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DERIVADO DE 3X50 AMPERES. DOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICO DERIVADOS DE 3X40 AMPERES TRES INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DERIVADOS DE 3X30 AMPERES	1.00	EQUIPO	49,000.00	49,000.00
6	TABLERO DE DISTRIBUCION SERVICIO EMERGENCIA CON LOS INTERRUPTORES SIGUIENTES: UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO GENERAL DE 3X600 AMPERES. UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DERIVADO DE 3X300 AMPERES. UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DERIVADO DE 3X100 AMPERES. DOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 3X40 AMPERES. DOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 3X30 AMPERES. DOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 2X30 AMPERES. UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DERIVADO DE 2X20 AMPERES.	1.00	EQUIPO	55,900.00	55,900.00

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT	P TOTAL
	UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DERIVADO DE 2X15 AMPERES				
				TOTAL	635,940 00

### INTERCONEXION DE EQUIPOS EN BAJA TENSION

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT	P TOTAL
1	CABLE THW VINANEL 900 CALIBRE 300 M.C.M., MARCA CONDUMEX O SIMILAR	480 00	MTS.	72.27	34,689 60
2	ESCALERILLA DE 30 CMS. DE ALUMINIO CON ESPACIOS DE 15 CMS CH-12-6	6 00	PZAS.	438 26	2,629.56
3	CURVA VERTICAL EXTERIOR DE 90 GRADOS PARA ESCALERILLA DE 30 CMS. DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS VUE-12 R890	2 00	PZAS.	100.68	201 36
4	CURVA VERTICAL INTERIOR DE 90 GRADOS PARA ESCALERILLA DE 30 CMS DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS VUI-12 R890	2.00	PZAS.	100.74	201.48
5	CURVA HORIZONTAL DE 90 GRADOS PARA ESCALERILLA DE 30 CMS. DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS. UH-12 R8	1.00	PZAS.	114.77	114.77
6	TEE HORIZONTAL PARA ESCALERILLA DE 30 CMS DE ALUMINIO CON RADIO DE 20 CMS TH-12-R8	2.00	PZAS.	177.44	354.88
7	SOPORTE A BASE DE UNICANAL PARA ESCALERILLA INCLUYE PIJA, ANCLA, TUERCA Y CARGA CPPU-12	20.00	PZAS.	28.69	573.80
8	ZAPATAS MECANICAS DE COBRE PARA 2 CABLES DE 300 M C M MARCA BURNDY	8 00	PZAS.	280.00	2,240.00
9	ACCESORIOS INTERCONEXION COMBUSTIBLE A PLANTA DE EMERGENCIA	1.00	LOTE	7,500.00	7,500.00
10	SISTEMA DE TIERRAS PARA SUBESTACION Y PLANTA	1.00	LOTE	12,800 00	12,800.00
11	CONSTRUCCION BASE PARA PLANTA DE EMERGENCIA Y SUBESTACION	1.00	LOTE	15,900.00	15,900.00
				TOTAL	77,205.45

### ACOMETIDA

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT	P TOTAL
1	JUEGO DE 3 CORTACIRCUITOS PARA 15 KV	1.00	PZAS	3,800.00	3,800.00
2	JUEGO DE 3 APARTARRAYOS DE OXIDO DE ZING PARA 23 KV	1.00	PZAS.	3,900.00	3,900.00
3	ESTRUCTURA R PARA SOPORTAR CORTACIRCUITOS Y APARTARRAYOS	1.00	PZAS.	650.00	650.00
4	CONECTORES PERICO PARA CONECTAR LA LINEA DE 13 2 KV. A LOS PARATARRAYOS PORMEDIO DE CABLE DE ALUMINIO DESNUDO	3.00	PZAS.	80.00	240.00
5	CABLE XLP PARA 15 KV. CALIBRE 1/0, MARCA CONDUCTORES MONTERREY	300.00	MTS.	80.00	24,000.00
6	CONOS DE ALIVIO TIPO EXTERIOR PARA 15 KV PARA CABLE XLP CALIBRE 1/0. MARCA 3M O ELASTIMOLD	3.00	PZAS.	1,316.66	3,949.98
7	CONOS DE ALIVIO TIPO INTERIOR PARA 15 KV PARA CABLE XLP CALIBRE 1/0. MARCA 3M O ELASTIMOLD.	3.00	PZAS.	1,200.00	3,600.00
8	CINTA DE AISLAR SCOTCH 3M PARA 23 KV	10.00	PZAS.	120.00	1,200.00
9	TUBERIA CONDUIT DE P V C TIPO PESADO DE 3"	400.00	MTS.	35.00	14,000.00

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PART.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P UNIT	P TOTAL
10	CONSTRUCCION DE REGISTROS DE ALTA TENSION, INCLUYE MARCO Y TAPA P-84	4.00	PZAS.	3,500 00	14,000 00
11	PEGAMENTO PARA PVC	5 00	BOTE	60 00	300 00
12	OBRA CIVIL PARA ACOMETIDA CONSIDERANDO 100 MTS LINEALES	1.00	LOTE	47,000 00	47,000 00
13	CONTRATO DE ENERGIA CON C.F.E	1 00	PAGO	6,700 00	6,700 00
				TOTAL	123,339 98

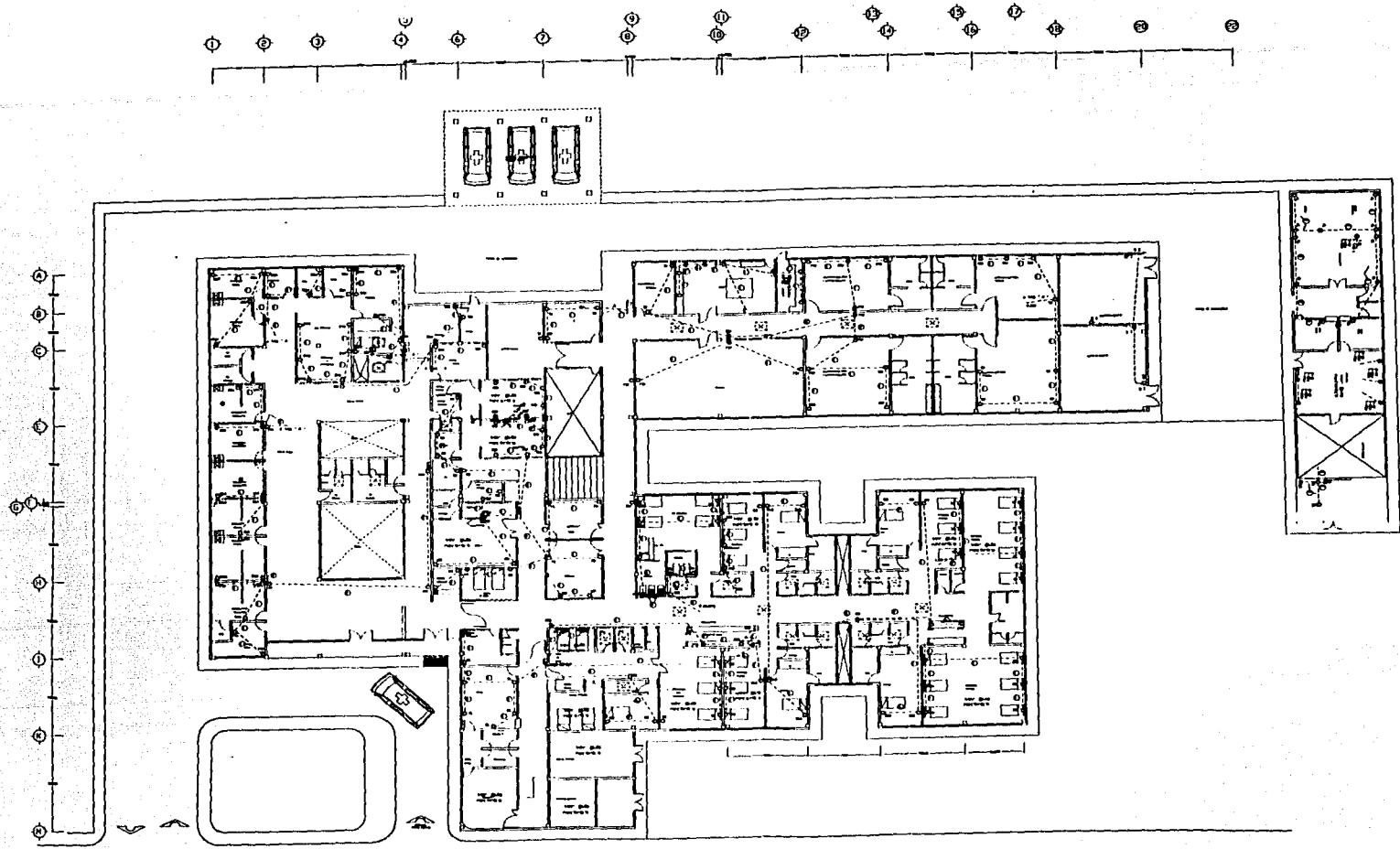
EQUIPAMIENTO	635,940 00
ACOMETIDA	123,339 98
INTERCONECION DE EQUIPOS EN BAJA TENSION	77,205 45
TOTAL	836,485 43

SISTEMAS DE TIERRAS FISICAS Y AISLADAS PARA LA ENFERMERIA CONVENCIONAL.

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	ABRAZADERA PARA UNICANAL DE 25 MM	18 00	PZAS.	10.50	189 00
2	AISLADOR MCA PROEESA CAT P300A22.	6 00	PZAS.	89.60	537 60
3	CABLE DE Cu 1/0 AWG AISLAMIENTO TW.	130 00	MTS.	36 00	4,680 00
4	CABLE DE Cu 3/0 AWG AISLAMIENTO TW.	120 00	MTS.	42 00	5,040 00
5	CABLE DE Cu DESNUDO SEMIDURO CAL. 4/0.	100 00	MTS.	48 00	4,800 00
6	CAJA DE REGISTROS GALVANIZADA DE 0.40X0.20X0.20 MTS	2 00	PZAS	341.70	683.40
7	CAJA DE REGISTROS GALVANIZADA DE 0.80X0.40X0.20 MTS	3 00	PZAS.	951.30	2,853 90
8	CODO CONDUIT P G G DE 25 MM	2 00	PZAS.	29.50	59 00
9	CONEXION SOLDABLE *T* CADWELL CON MOLDE. CAT. TAL-2020 CON CARTUCHO DE 251.	20 00	PZAS.	184.46	3,689.20
10	CONEXION SOLDABLE *X* CADWELL CON MOLDE CAT. XBM-2020 CON CARTUCHO DE 250.	20 00	PZAS.	210.00	4,200.00
11	CONEXIÓN ZAPATA CABLE CADWELL PARA CABLE CAL. 4/0. CON MOLDE CAT. GLC-DE20 Y ZAPATA B-121-DE.	1 00	JGO.	299.92	299.92
12	SOLERA DE COBRE DE 4"X1/4" DE GROSOR POR 12" LARGO	2 00	PZAS.	513.50	1,027.00
13	SOLERA DE COBRE DE 4"X1/4" DE GROSOR X 24" LARGO.	1 00	PZAS.	978.75	978.75
14	TAQUETE EXPANSIVO DE 3/8" CON TORNILLO DE 3/8"X2 1/2"	6 00	PZAS.	18.90	113.40
15	TORNILO DE BRONCE DE 3/8" X 2" DE LARGO	20 00	PZAS.	15 00	300 00
16	TUBO CONDUIT P G G DE 25 MM.	6 00	MTS.	49.32	295.92
17	UNICANAL DE 4X4 U-10	50 00	MTS.	170.70	8,535 00
18	ZAPATA TERMINAL DE COBRE ELECTROLITICA DE CAÑON LARGO. CAT. YS25 PARA CAL. 4/0 BURNDY 1/0	25 00	PZAS.	135.00	3,375.00
19	ZAPATA TERMINAL DE COBRE ELECTROLITICA DE CAÑON LARGO. CAT. YS28 PARA CAL. 4/0 BURNDY CON DOS BARRENOS	3 00	PZAS.	265.64	796.92
20	CABLE DE COBRE THW VINANEL 900. CAL. 4/0 COLOR VERDE EN CARRETE DE PUNTA.	200 00	MTS.	49 00	9,800 00
21	CINTILLA DE COBRE CAL. 36 DE 2 CM. DE ANCHO.	30 00	MTS.	46.70	1,401.00
22	COMPUESTO PARA SELLAR CHICO A CATALOGO CHICO A5	1 00	PZAS.	113.34	113.34
23	COMPUESTO QUIMICO PARA MEJORAR LA TIERRA.	57 00	KGS.	230.00	13,110.00
24	CONEXIÓN SOLDABLE CADWELD DE COBRE A VARILLA COOPERWEEL DE 5/8".	4 00	PZAS.	184.40	737.60

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PART	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
25	CONEXION SOLDABLE CADWELD DE COBRE ZAPATA PARA CABLE CAL 4/0	2.00	PZAS.	184.40	368.80
26	CONEXION SOLDABLE CADWELD DE COBRE ZAPATA PARA CABLE CAL 4/0	2.00	PZAS.	195.19	390.38
27	CONEXION ZAPATA CABLE CADWELD PARA CABLE CAL 4/0 CON MOLDE CAT GICDE20 Y ZAPATA B-121 DE	1.00	JGO.	194.19	194.19
28	EXCAVACION DE 1 M3 PARA MEJORAR TERRENO Y UBICACION ELECTRODO DE TIERRA	19.00	M3	39.00	741.00
29	REHILETE PARA TIERRAS DE 5/16" X 30.5 CMS	19.00	PZAS.	190.00	3,610.00
30	RESISTENCIA LIMITADORA DE CARBON SOQUET	2.00	PZAS.	181.50	363.00
31	TUBO DE ALBAÑAL DE 6" DE DIAMETRO X 125 MTS	10.00	PZAS.	67.30	673.00
32	TUBO PERMATEX	2.00	PZAS.	299.50	599.00
33	VARILLA COOPERWELL DE 5/8" X 10.	19.00	PZAS.	120.00	2,280.00
				TOTAL	76,835.32



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

S. D. N.

PRODUCCION GENERAL DE FARMACIAS  
ENTRADA, DISTRIBUCION Y MANTENIMIENTO EFICIENTE

ENFERMERIA, TIPO

AREA	VALOR
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

ESCALA 1:125

...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

...

...

...

...

...

LISTA DE MATERIAL POR TABLERO

IDENTIFICACION	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALORES		N.º MED. DE PARTE
			NOMINALES		
3A	1	INTERRUPTOR EN AIRE, OPERACION EN GRUPO CON CARGA TRIPOLAR, MANUALMENTE OPERADO, BASE PORTAFUSIBLE, DISPOSITIVO DE DISPARO AUTOMÁTICO Y CIERRE RÁPIDO, SERVICIO INTERIOR, TENSION MAXIMA DE OPERACION 17.5 KV., MARCA DRIESCHER.	LDP15/042CLN	400 A	LDP15/042CLN
3A			LDP15/064CLN	630 A	LDP15/064CLN
2A	1	CUCHILLA EN AIRE, OPERACION EN GRUPO SIN CARGA, TRIPOLAR, MANUALMENTE OPERADO, SERVICIO INTERIOR, TENSION MAXIMA DE OPERACION 17.5 KV., MARCA DRIESCHER	DIP15/040AJN	400 A	DIP15/040AJN
2A			DIP15/040AJN	630 A	DIP15/040AJN
3B	3	FUSIBLE DE POTENCIA LIMITADOR DE CORRIENTE, TENSION MAXIMA 17.5 KV., MARCA DRIESCHER.	1000 MVA	32 A	DBS13/032-A2
			MVA	A	
2B	3	APARTARRAYO TIPO DISTRIBUCION DE OXIDO METALICO PARA SISTEMA CON NEURO SOLIDAMENTE CONECTADO A TIERRA, CAPACIDAD DE DESCARGA 10 KA., CATALOGO AR-12, MARCA CELECO O SIMILAR	12KV		AR-12
	5	CONECTOR MECANICO, MARCA SQUARE D'			8ANG-300KCM 40251-82 50 3/DANG-750KCM 25055-05 15
K1, K2	1	JUEGO DE DOS CHAPAS Y UNA LLAVE PARA BLOQUEO DE SECCIONADOR FUSIBLE CON CUCHILLA DE PASO, TIPO KLA, MARCA HERRAMIENTAS Y TROQUELES.			73372-752 50

SIMBOLOGIA

- + CONEXION A TIERRA
- SECCIONADOR EN AIRE OPERACION CON CARGA SIN CARGA
- INTERRUPTOR EN SF6 DE MONTAJE FIJO.
- FUSIBLE
- TABUILLA TERMINAL
- DISPOSITIVO DE CONTROL DE TEMPERATURA (TERMOSTATO)
- CONECTOR FLEXIBLE
- EQUIPO DE MEDICION
- LA PARA PILOTO
- APARTARRAYO
- RESISTENCIA FIJA
- CONECTOR MECANICO O DE COMPRESION
- CRUCE CON CONEXION
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- ESTACION DE SEÑALIZACION
- BLOQUEO MECANICO

NOTAS GENERALES

- 1 - EL TABLERO ESTA CONSTRUIDO EN TAL FORMA QUE PUEDA ACOPLARSE EN SUS EXTREMOS LIBRES CON OTRAS SECCIONES DEL MISMO TIPO Y MARCA.
- 2 - LA ESTRUCTURA DEL TABLERO ESTA FABRICADA CON PERFILES DE LAMINA DE ACERO ROLADA EN FRIO, DISEÑADA PARA LOGRAR UNA ALTA RESISTENCIA MECANICA.
- 3 - SE PROPORCIONA LIMITE DE GIRO A CADA PUERTA.
- 4 - TODAS LAS PARTES MECANICAS NO PORTADORAS DE CORRIENTE TIENEN CONTINUIDAD ELECTRICA A TIERRA.
- 5 - LAS PLACAS DE LETYENDA SON DE ALUMINIO ANODIZADO, FONDO NEGRO CON LETRAS BLANCAS.
- 6 - LAS BARRAS SE PROPORCIONAN PARA CONDUCIR EN FORMA CONTINUA LA CORRIENTE INDICADA, CON UNA ELEVACION DE TEMPERATURA MAXIMA DE 65 GRADOS C. SOBRE UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40 GRADOS C.
- 7 - LAS BARRAS PRINCIPALES SON DE COBRE DE 1/4" x 1 1/2" (6 x 38 mm) 1/2", PARA 400 A., DE CAMBOS REDONDOS. LAS CONEXIONES, UNIONES DE BARRAS PRINCIPALES Y DERIVADAS SE PROPORCIONAN PLATEADAS, FIJADAS CON TORNILLOS.
- 8 - LAS BARRAS PRINCIPALES SON DE ALUMINIO DE 1/4" x 2.00" (6 x 51 mm) 1/2", PARA 400 A., DE CAMBOS REDONDOS. LAS CONEXIONES, UNIONES DE BARRAS PRINCIPALES Y DERIVADAS SE PROPORCIONAN ESTARADAS, FIJADAS CON TORNILLOS.
- 9 - LA SECUENCIA DE FASES ES, 1,2,3 DESDE EL FREMTE HACIA LA PARTE POSTERIOR, DE ARRIBA HACIA ABAJO, DE IZQUIERDA A DERECHA, VIENDO EL TABLERO DESDE EL FREMTE. EN LA SECCION DE ACOPLAMIENTO, EL ARREGLO DEPENDE DE LA SECUENCIA DE FASES DEL TRANSFORMADOR.
- 10 - SE PROPORCIONARA UNA BARRA DE TIERRA DE COBRE DE 1/4" x 1" (6 x 25 mm) PARA 200 A., COLOCADA EN LA PARTE POSTERIOR E INFERIOR A TODA LA LONGITUD DEL TABLERO CON UNA CONECTOR DE ALUMINIO PARA CABLE CALIBRE 300 KCM, MAXIMO EN CADA EXTREMO.
- 11 - TODO EL EQUIPO INDICADO EN EL ARREGLO FISICO, LLEVA SU LETYENDA DE ACUERDO A LA CLASIFICACION A.N.S.I. Y LA INDICADA (SI ES REQUERIDA) EN LA LISTA DE PLACAS DE LETYENDA.
- 12 - EL ACABADO DE TODAS LAS ESTRUCTURAS Y COMPONENTES DEL GABINETE RECIBEN EL SIGUIENTE TRATAMIENTO DE PREPARACION ANTES DE PINTARSE: DESENGRASE ALCALINO, ENJUAGUE, FOSFATADO DE ZINC, ENJUAGUE Y SELLADO ORGANICO POSTERIORMENTE SE APLICA UN RECURTIMIENTO EN POLVO CON PINTURA EPOXI-POLIESTER DEL COLOR REQUERIDO.

① PLACA LETYENDA UBICADA EN SECCION 2

ESTA CUCHILLA ES DE OPERACION SIN CARGA

- 1- SU OPERACION SE ENCUENTRA BLOQUEADA EN POSICION "CERRADO" MEDIANTE CHAPA (K1) Y LLAVE (1)
- 2- PARA DESBLOQUEARLA, ABRIR PRIMERO EL INTERRUPTOR PRINCIPAL EXTRAER LA LLAVE (1) DE SU CHAPA.
- 3- INSERTAR LA LLAVE (1) Y ACCIONAR SU CHAPA (K1). LA CUCHILLA PUEDE SER OPERADA A LA POSICION "ABIERTO".
- 4- LA LLAVE QUEDA PRISIONERA CON LA CUCHILLA EN POSICION "ABIERTO".

② PLACA LETYENDA UBICADA EN SECCION 3

ESTE INTERRUPTOR PUEDE SER OPERADO CON CARGA

- 1- PARA OPERARLO INSERTAR PALANCA EN DISCO DE ACCIONAMIENTO
- 2- SU OPERACION PUEDE SER BLOQUEADA EN POSICION "ABIERTO" MEDIANTE CHAPA (K2) Y LLAVE (1)
  - A- PARA BLOQUEAR, ABRIE EL INTERRUPTOR.
  - B- CARGAR RESORTES DE SU ACCIONAMIENTO.
  - C- OPERAR CHAPA (K2) MEDIANTE LLAVE (1)
  - D- LA LLAVE (1) PUEDE SER EXTRAIDA.
- 3- EL INTERRUPTOR DISPARA AUTOMATICAMENTE AL ABRIE LA PUERTA DE SU COMPARTIMIENTO.
- 4- CON EL INTERRUPTOR EN POSICION "CERRADO" LA LLAVE (1) QUEDA PRISIONERA.

13.8 KV., 400 A., 3F., 3H.

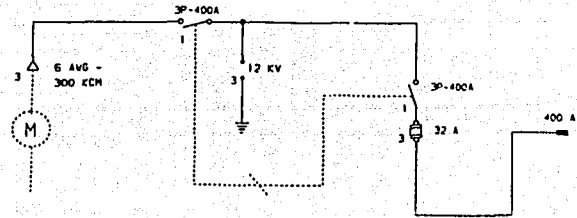


DIAGRAMA UNIFILAR

LA FABRICACION NO SE RESPONSABILIZA POR QUE ESTOS PLANKS, NOS SEAN UTILIZADOS INDEBIDAMENTE ATROBANDOS.

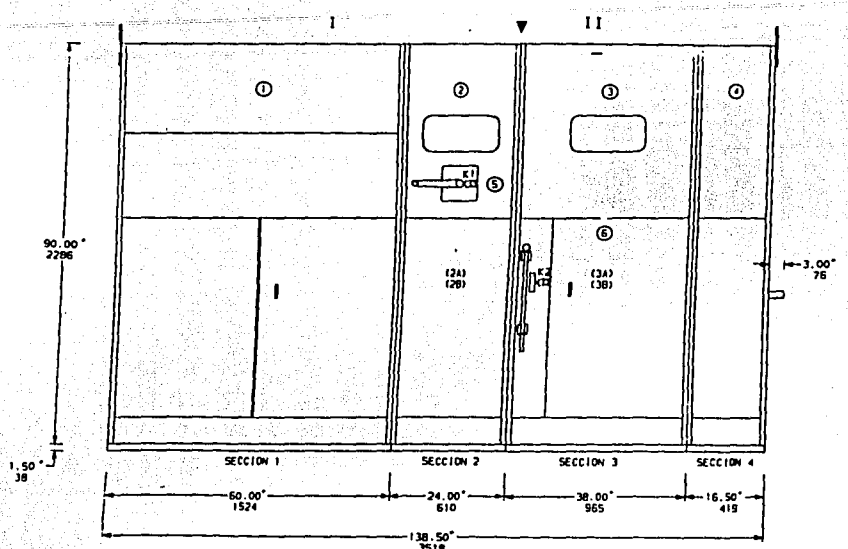
INGENIERIA DE APLICACION

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

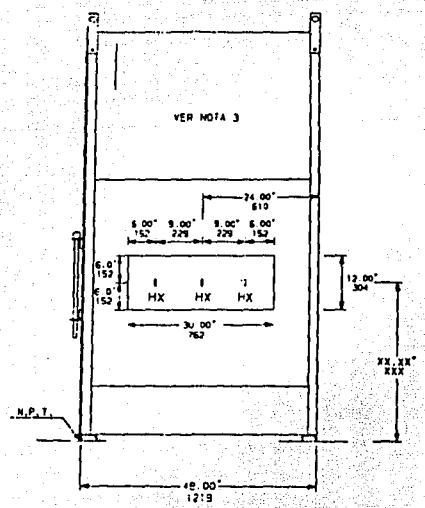
DISEÑO: ING. ROBERTO CORDERO Y REVISIÓN: ING. ALEJANDRO RAMALLO APROBADO: ING. MARIO TORRES INGENIERO EN ELECTRICIDAD	FECHA: 3 MAR 00 FECHA: 3 MAR 00 FECHA: 3 MAR 00	DIAG. UNIFILAR, LISTA MATERIALES, NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA SUBESTACION INDUSTRIAL S-2	ACABADO: BONIFICADO Y ESMALTADO SECADO AL HORNO COLOR: GRIS ANSI 49 TRATAMIENTO: ESTANDAR	IDENTIFICACION: GRUPE SCHNEIDER ROBOS101L
CLIENTE: SEDENA	FECHA DELLENTE NO.º: 067/2000	PARTIDA: 13.8 KV FASES: 3 WILERS: 3 FANCLAS: 62 Hz	PARTIDA: 1 DE 1 PLANK 2 DE 2	PARTIDA: 1 DE 1 PLANK 2 DE 2



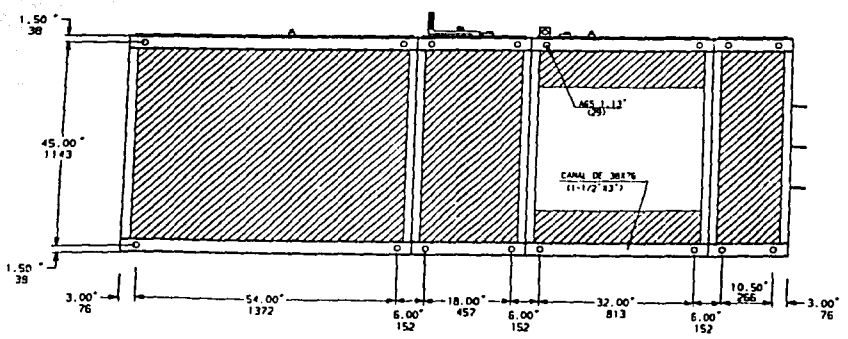
NO.	DESCRIPCION	PDR	FECHA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



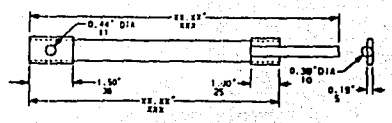
VISTA INFERIOR

NOTAS:

- ▼ 1.- INDICA SEPARACION MECANICA Y ELECTRICA PARA EFECTO DE TRANSPORTE.
- ▨ 2.- ESPACIO DISPONIBLE PARA ENTRADA Y/O SALIDA DE CABLES.
- 3.- SE PROPORCIONARA SISTEMA DE ACOPLAMIENTO ESTANDAR, CON DISTANCIAS DIELECTRICAS DE ACUERDO AL N.E.C. SI LAS DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR SE ADECUAN A ESTE. SE DEBERA ENVIAR DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR AL APROBAR ESTOS PLANOS.

PLACAS LEYENDA		
PLACA	SECC.	LEYENDA
①	1	SECCION 1 MEDICION
②	2	SECCION 2 CUCHILLAS DE PASO Y APARTARRAYOS
③	3	SECCION 3 INTERRUPTOR PRINCIPAL
④	4	SECCION 4 ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.

LA FABRICACION NO SERA VALIDA SI NO SE ENTREGAN ESTOS PLANOS, NOS SERVIRAN DE REFERENCIA SOLO. INGENIERIA DE APLICACION



CONECTOR FLEXIBLE DE 400 A. PARA ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR  
COPICOR DEBE DE ACERDO A DIMENSIONES DE LA GARGANTA

CANTIDAD 7 TABLEROS

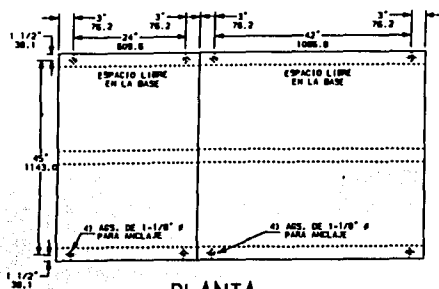
TABLERO CON FALLA DE ORIGEN

SECUENCIA DE PLANOS				CLAVE DEL TABLERO				DISEÑO		FECHA		REVISADO		REQUIERE INSPECCION	
PLANO NO.	DE	TITULO	PLANO NO.	DE	TITULO	CANTIDAD	SECCION (ES)	SECCION (ES)	SECCION (ES)	ING. ROBERTO ZAVANTES V	13/MAR/2000	ING. ALEJANDRO RAYMUNDO M	13/MAR/2000	SI	NO
1		ARREGLO FISICO	2											SI	NO
1,2		PLACAS LEYENDAS												SI	NO
2		DIAGRAMA UNIFILAR													
2		LISTA DE MATERIALES													
2		NOTAS GENERALES													

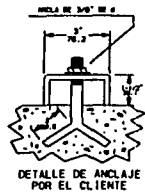
REQUIERE INSPECCION	SI	NO
SUJETO A MULTA	SI	NO
<b>GRUPO SCHNEIDER</b>		
ROB09101F		
PARTIDA 1 DE 1	PLANO 1 DE 2	



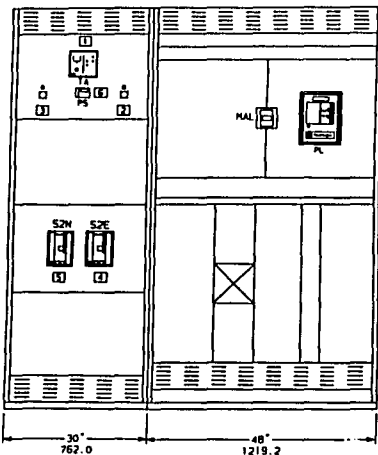
M/R	DESCRIPCION PARA APROBACION	POR FNR	FECHA 13ENE90
-----	-----------------------------	---------	---------------



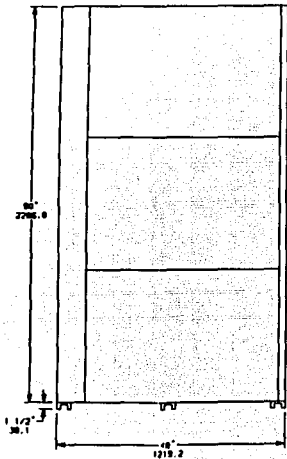
PLANTA



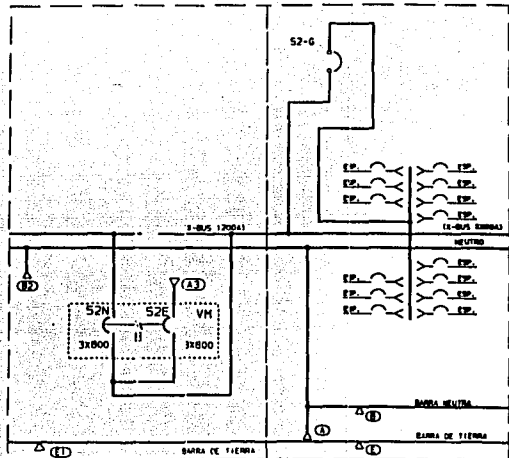
DETALLE DE ANCLAJE POR EL CLIENTE



FRONTAL  
FRENTE



LATERAL



UNIFILAR

PLACAS LEYENDA

IDENT.	DESCRIPCION
[1]	TRANSFER TAB. PRINC.
[2]	INT. EMERGENCIA CERRADO
[3]	INT. NORMAL CERRADO
[4]	FUENTE EMERGENCIA
[5]	FUENTE NORMAL
[6]	PROGRAMADOR SEÑAL
[7] a [12]	

LISTA DE EQUIPO				
IDENT.	CANT.	CATALOGO	MARCA	DESCRIPCION
<b>CONTROL TRANSFERENCIA</b>				
VH	1	60257	H.GERIN	PLATINA DE TRANSFERENCIA C/2 INT. CIBDO CONTROL 220V. 800V
R	2	1028Y1244	TELEPEC.	LAMPARA INDICADORA TIPO LED COLOR ROJO 240V, 60mA
B	1	S/CAT.	H.GERIN	BLQUEO MECANICO
<b>CONTROL TRANSFERENCIA</b>				
IVE	1	29352	H.GERIN	ENCLAVAMIENTO ELECTRICO IVE
TA	1	29472	H.GERIN	CONTROLADOR AUTOMATICO ACP/HA
PS	1	15354	H.GERIN	PROGRAMADOR SEÑAL ELECTRONICO LINEA MULTI 8
ICT-2	2	80701500012	SQUARE D	TRANSFORMADOR DE CONTROL 500VA, 480-240V
FUI-4	4	25430-10200	GDUL S.	FUSIBLE 2A, 600V, TIPO KIT-R

NOTAS GENERALES

DATOS DEL BUS DEL SISTEMA

- COBRE ELECTROLITICO ESTARADO
- BUS PRINCIPAL DISEÑADO PARA OPERACION CON UNA SOBREELEVACION DE TEMPERATURA DE ESTO. SOBRE UNA AMBIENTE DE 40°C.
- ARREGLO DE BUSES 1,2,3 DE IZQUIERDA A DERECHA, DE ARRIBA HACIA ABAJO Y DEL FRENTE HACIA ATRAS, VISTO EL TABLERO DE FRENTE.
- ESPACIO MINIMO DE PARTES VIVAS ENTRE FASE-FASE Y ENTRE FASE-TIERRA: 1 PLG. (25.4 mm)

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

- ESTRUCTURA DEL TABLERO EN LAMINA CALIBRE No. 12 US50
- BUS REFORZADO PARA 55,000 AMPERES DE CORTOCIRCUITO.
- HERRAJES Y TORNILLERIA CON ACABADO CROMINIMIZADO
- SE PROPORCIONA CON OREJAS DE IZAJE.

PESO APROXIMADO

= 500 KGS.

NOMENCLATURA DE ZAPATAS

EN LA DESCRIPCION DE ZAPATAS, LA PRIMERA LETRA DETERMINA SU TIPO Y EL NUMERO ADJUNTO, LA CANTIDAD INSTALADA DE ELLAS.

ADICIONES ESPECIALES

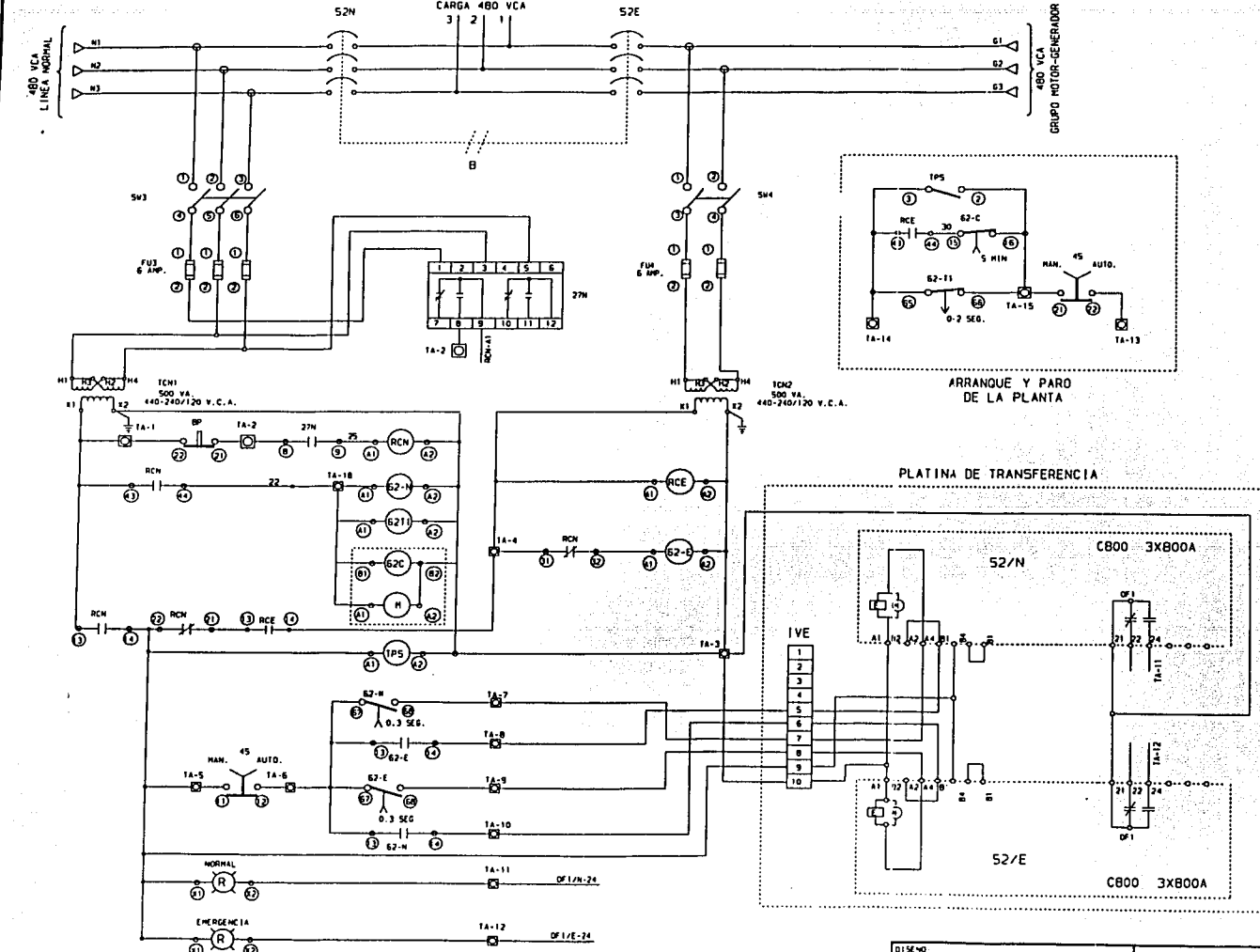
- ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE NO SOBREPASAR LA CAPACIDAD NOMINAL DEL TABLERO (1200A) CON LA CARGA PARA EVITAR POSIBLES DAÑOS AL EQUIPO Y/O PERSONAL OPERARIO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LISTA DE ZAPATAS			
IDENT.	CANT.	TAM. DE CAB./ZAP.	
FASE Y NEUTRO			
[1]	6	ZAP. PROP. INT. P/3C No. 2/0AWG-350MCM. CAT. 45961	
[2]	4	P/4C. No. 2-600 MCM. CAT. 73389-957-50	
[3]	--	P/7C. No. 1/0 AWG-350 MCM CAT. 80104-403-01	
[4]	11	P/1C. No. 3/0 AWG-750 MCM CAT. 25065-05115	
[5]	--	ZAPATA PROPIA DEL INTERRUPTOR	
TIERRA			
[6]	2	P/1C. No. 6 AWG-300 MCM CAT. 40251-162-50	
[7]	1	P/5C. No. 14 AWG-1/0 AWG CAT. 155642	
[8]	1	P/7C. No. 1/0 AWG-350 MCM CAT. 80104-403-01	

DISEÑO: ING. FERNANDO MERIA R. FECHADO: ING. FERNANDO RAMIREZ R.	ACABADO: SOMBRERIZADO Y ESPALMADO SECADO AL HORNO COLOR: GRIS ANSI 49	<p>GRUPE SCHNEIDER</p>	# FEDERAL 10 # NESTOR 10 # BANCOR 10 # TELEF 10	
	CLIENTE:			TREATAMIENTO:
	FECHA DE EMISION: ING. FERNANDO MERIA R.			REDUCCION:
INGENIERIA DE APLICACION	ARREGLO FISICO Y DIAGRAMA UNIFILAR DE TRANSFERENCIA	ESTANDAR VOLTAJE: 480V 1m, 800 A FASES: 3 HILOS: 4 FRECUENCIA: 60 Hz SERIE No. 1 MED. Pulg./mm. ESC.: Sin Escala	NUMERO DE REGISTRO: PARTIDA 1 DE 1 PLANO 1 DE 1	

M	R	DESCRIPCION	POR	FECHA								
O	O	PARA FABRICACION	FNR	235EP98								

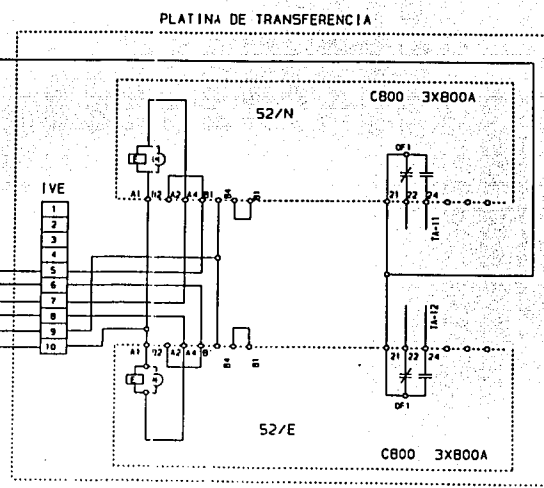
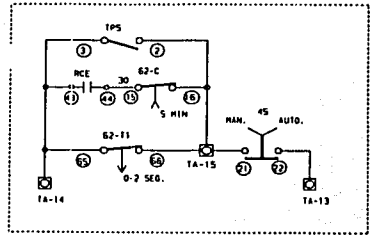


**NOTA:**

EL DIAGRAMA REPRESENTA A LOS INTERRUPTORES ABIERTOS Y SIN TENSION EN LAS LINEAS.

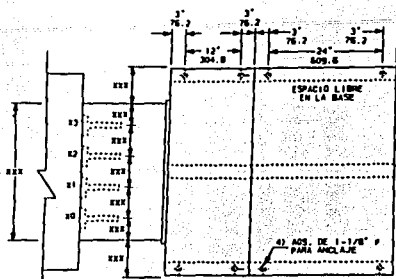
**LEYENDAS**

- B2-IN-E1.- RELE. CON RETARDO AL ENERGIZAR PARA TRANSFERENCIA
- B2-11.- RELE. CON RETARDO AL DESENERGIZAR PARA ARRANQUE DE LA PLANTA
- B2-C.- RELE. CON RETARDO AL ENERGIZAR PARA ARRANQUE DE LA PLANTA
- 27N.- RELE. SENSITIVO DE VOLTAJE LADO NORMAL
- RCN.- RELE. AUXILIAR LADO NORMAL
- RCE.- RELE. AUXILIAR LADO EMERGENCIA
- SW3, 4.- ARRANCADOR MANUAL
- BP.- BOTON DE PRUEBA PARA TRANSFERENCIA
- FUS3, 4.- FUSIBLES DE CONTROL
- R.- LAMPARA DE SEÑALIZACION INT.CERRADO (R)
- 45.- SWITCH SELECTOR 2 POS. (MAN.-AUTO.)
- TCH1, TCH2.- TRANSFORMADOR DE CONTROL
- DE1, 2.- CONTACTOS AUXILIARES DE POSICION DEL INT. T.M.
- 1.- NUMERO DEL BORNE REAL DEL EQUIPO
- E.- M.- MOTOR ELECTRICICO
- B.- BLOQUE MECANICO DE PLATINA.

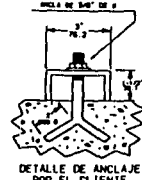


**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

DISEÑO ING. FERNANDO MERIA R. REVISÓ ING. FERNANDO RAMIREZ R. PROYECTO ING. FERNANDO MERIA R. <b>INGENIERIA DE APLICACION</b>	<b>DIAGRAMA DE CONTROL DE TRANSFERENCIA</b> CLIENTE: DISTRIBUIDORA ELECTRICA LRUZUOS S A PEDIDO/CLIENTE No. 12045 SERIE No. 812201	ACABADO: BOMBERIZADO Y ESMALTADO SECADO AL HORNO SOCOP. GRIS ANSI 49 ISOLAMIENTO: ESTANDAR VOLTAJE: 480V 1m, 800 A FASES: 3 HILOS: 3 FRECUENCIA: 60 HZ NEMA: 1 NCT: Pulg./no. ESC.: Sin Escala	 <b>GROUPE SCHNEIDER</b> NÚMERO DE REGISTRO: <b>R81004</b> PARTIDA 1 DE 1 PLANO
---	--	---	---



PLANTA



DETALLE DE ANCLAJE POR EL CLIENTE

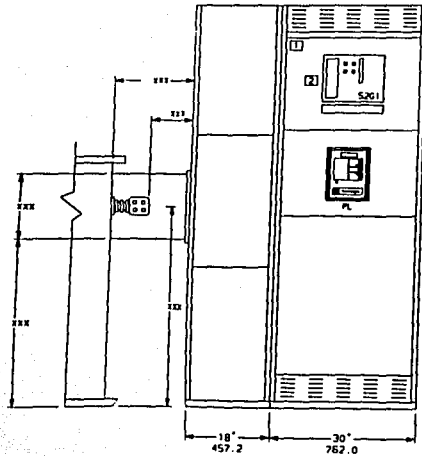
LISTA DE ZAPATAS

IDENT.	CANT.	TAM. DE CAB. / ZAP.
FASE Y NEUTRO		
(A)	4	P/4C. No. 2-600 MCM. CAT. 73389-957-50
(B)	--	P/9C. No. 14 AVG-1/0 AVG CAT. 155642
(C)	--	P/7C. No. 1/0 AVG-350 MCM CAT. 80104-403-01
(D)	--	P/1C. No. 3/0 AVG-750 MCM CAT. 25065-05115
(E)	--	ZAPATA PROPIA DEL INTERRUPTOR
TIERRA		
(F)	1	P/1C. No. 6 AVG-300 MCM CAT. 40251-162-50
(G)	--	P/9C. No. 14 AVG-1/0 AVG CAT. 155642
(H)	--	P/7C. No. 1/0 AVG-350 MCM CAT. 80104-403-01

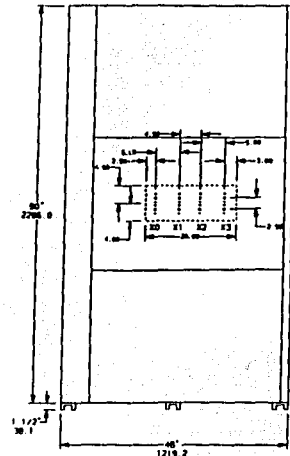
LISTA DE EQUIPO				
IDENT.	CANT.	CATALOGO	MARCA	DESCRIPCION
S2G1	1		MOBHI	INT. MASTER PACT MOBHI, 3P-800V/800VA, OP. MANUAL, 1, N. REC. UNIDAD DE CONTROL SIR280
SW	1	2510K2	SQUARE-D	INT. DESCONECTADOR DE 3P, 600 V, 60 HZ.
PL	1	3020CH2350	SQUARE-D	PANEL DIGITAL DE MEDICION POWER LOGIC MEMORIA EXTENSO
F1	3	25430-20150	BUSHMAN	FUSIBLE TIPO FMO-R DE 1.5 AMP. 600V.
F2	3	25419-20160	BUSHMAN	FUSIBLE TIPO FMO-R DE 1.6 AMP. 250V.
1P'S	3	460R-480	SQUARE-D	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL REL. 4:1.
1C'S	3	100R-801	SQUARE-D	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE REL. 800/SAMP.
TR	4	--	SQUARE-D	TRENCHILLA P/ACPL. A TRANSFORMADOR (1FASE Y 1) NEUTRO

NOTAS GENERALES

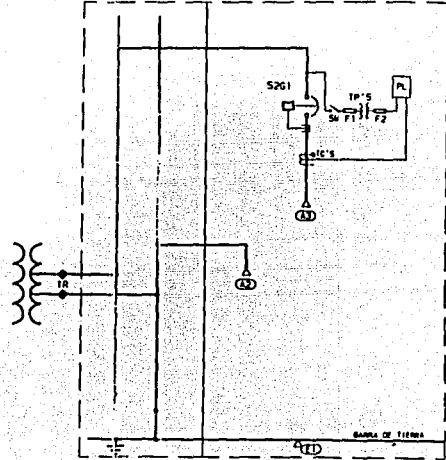
- DATOS DEL BUS DEL SISTEMA
- COBRE ELECTROLITICO ESTANADO
  - BUS PRINCIPAL DISEÑADO PARA OPERACION CON UNA SOBREELEVACION DE TEMPERATURA DE 65°C. SOBRE UNA AMBIENTE DE 40°C.
  - ARREGLO DE BUSES 1, 2, 3 DE IZQUIERDA A DERECHA, DE ARRIBA HACIA ABAJO Y DEL FRENTE HACIA ATRAS, VISTO EL TABLERO DE FRENTE.
  - ESPACIO MINIMO DE PARTES VIVAS ENTRE FASE-FASE Y ENTRE FASE-TIERRA, 1 P.L.C. (25.4 mm)
- CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA
- ESTRUCTURA DEL TABLERO EN LAMINA CALIBRE No. 12 USSO
  - BUS REFORZADO PARA 65,000 AMPERES DE CORTOCIRCUITO.
  - HERRAJES Y TORNILLERIA CON ACABADO CROMINIZADO
  - SE PROPORCIONA CON OREJAS DE IZAJE.
- PESO APROXIMADO
- 300 KGS.
- NOMENCLATURA DE ZAPATAS
- EN LA DESCRIPCION DE ZAPATAS, LA PRIMERA LETRA DETERMINA SU TIPO Y EL NUMERO ADJUNTO, LA CANTIDAD INSTALADA DE ELLAS.
- ADICIONES ESPECIALES
- LAS DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR ESTAN PENDIENTES POR PARTE DEL CLIENTE, FAVOR DE ENVIAR INFORMACION COMPLETA.
  - PARA DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL INTERRUPTOR "S2G1" REFERIRSE AL PLANO 73389-HP-051 ANEXO.
  - PARA DIAGRAMA DE MEDICION REFERIRSE AL PLANO 73389-614-63 ANEXO.
  - EL SENTIDO DE ACOPLIAMIENTO SE CONSIDERO DE IZQUIERDA A DERECHA VISTO EL TABLERO DE FRENTE Y LA SECUENCIA DE FASES DEL TRANSFORMADOR ESTANDAR, FAVOR DE CONFIRMAR.



FRENTE



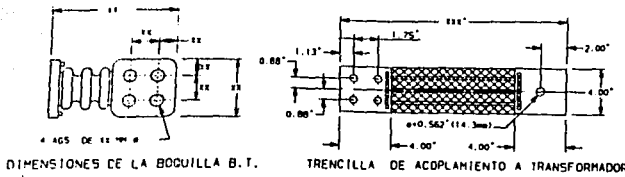
LATERAL



UNIFILAR

PLACAS LEYENDA (DESCRIPCION PENDIENTE)

IDENT.	DESCRIPCION
[1]	TD 4B
[2]	



DIMENSIONES DE LA BOQUILLA B.T.

TRENCHILLA DE ACOPLIAMIENTO A TRANSFORMADOR

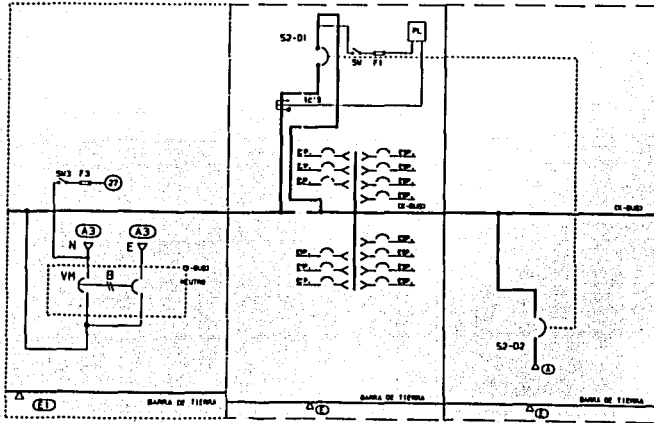
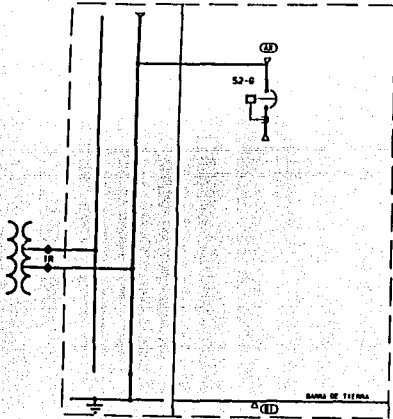
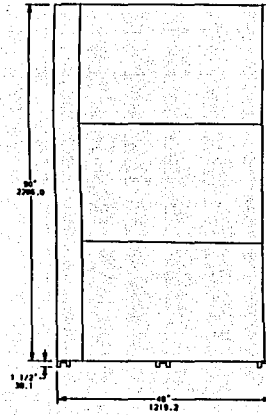
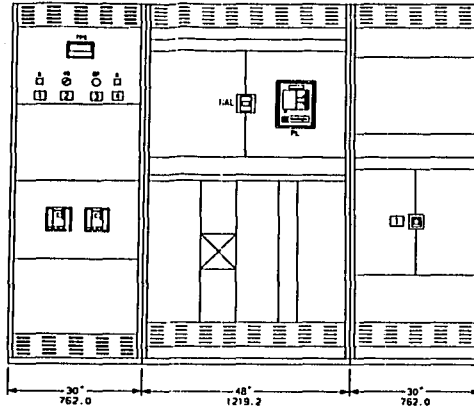
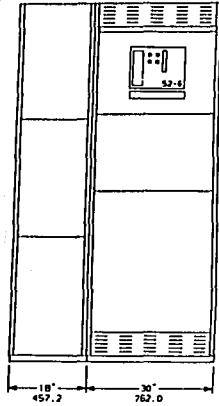
REQUIERE INSPECCION SUJETA A MULTA

ELABORADO: ING. FERNANDO RAMIREZ R.	DIMENSIONES GENERALES Y DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO TIPO QD	REVISADO: ING. FERNANDO MERIA R.	CLIENTE: PRODUCTOS ELECTRICOS Y FERRETEROS	FECHA: 09/08/06	PROYECTO: 093618	SERIE No.:0108123

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

GRUPO SCHNEIDER  
ESTANDAR  
R9L08103  
PARTIDA 3 DE 4 PLANO 1 DE 1

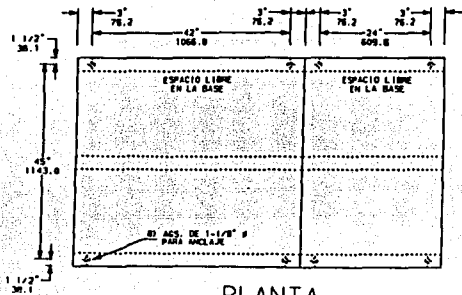
M R	DESCRIPCION	POR	FECHA							
O O	PARA FABRICACION	FNR	03MAR00							



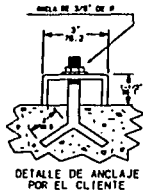
**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

DISEÑO: ING. FERNANDO MERIA R.	ARREGLO FISICO Y DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO TIPO 500	ACABADO: BONDERIZADO Y ESHALTADO SECADO AL HORNO	 <small>SELECCION PASIVIA</small> <small>SELECCION EN BRONCE</small> <small>SELECCION EN ALUMINIO</small> <small>SELECCION EN TITANIO</small> <b>GRUPE SCHNEIDER</b>
REVISOR: ING. FERNANDO RAMIREZ R.		COLOR: GRIS ANSI 49	
APROBADO: ING. FERNANDO MERIA R.	CLIENTE: XXXXXXXXXX	TREATAMIENTO: ESTANDOAR	NUMERO DE REGISTRO: <b>ESQUEMAS</b>
INGENIERIA DE APLICACION	REDI/O CLIENTE No.: XXXXXXXX	FASES: 3    IN. Ø Ø Ø Ø	PARTIDA 1 DE 1    PLANO 1 DE 2
	SERIE No.: XXXXXX	NEA: 1    HILOS: 4    FRECUENCIA: 60	
		ACOT.:    ESC.:	
		Pulg./mm.    Sin Escala	

LISTA DE EQUIPO				
IDENT.	CANT.	CATALOGO	MARCA	DESCRIPCION
BN	2	73400-800-08	MERR.INDO.	BLOQUEO MECANICO DE 2 CHAPAS Y 1 LLAVE



PLANTA



LISTA DE ZAPATAS		
IDENT.	CANT.	TAM. DE CAB. /ZAP.
FASE Y NEUTRO		
Ⓐ	4	P/4C. No.2-600 MCM. CAT.73389-957-50
Ⓑ	1	P/9C. No.14 AVG-1/0 AVG CAT.155642
Ⓒ	1	P/7C. No.1/0 AVG-350 MCM CAT.80104-403-01
Ⓓ	2	P/1C. No.3/0 AVG-750 MCM CAT.25065-05115
Ⓔ	3	ZAPATA PROPIA DEL INTERRUPTOR
TIERRA		
Ⓘ	2	P/11C. No.6 AVG-300 MCM CAT.40251-142-50
Ⓚ	1	P/9C. No.14 AVG-1/0 AVG CAT.155642
Ⓛ	1	P/7C. No.1/0 AVG-350 MCM CAT.80104-403-01

PLACAS LEYENDA	
IDENT.	DESCRIPCION
Ⓐ	TAB - CON ITH GENERAL
Ⓑ	INTERRUPTOR GENERAL
Ⓒ	TAB - INT EMERGENTE
Ⓓ	INTERRUPTOR DE EMERGENCIA

**PLANO PARA SU ARCHIVO**  
 LA FABRICACION HA SIDO INICIADA, CUALQUIER CAMBIO PUEDE ORIGINAR DEMORAS Y/O CARGOS ADICIONALES.  
 INGENIERIA DE APLICACION

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		
INT.	CANT.	DESCRIPCION
MA	2	3P-800 A, MA36800, MCA. SQUARE-D
MA	1	3P-500 A, MA36500, MCA. SQUARE-D
LA	1	3P-350 A, LA36350, MCA. SQUARE-D
KA	1	3P-200 A, KA36200, MCA. SQUARE-D
KA	2	3P-150 A, KA36150, MCA. SQUARE-D
KA	1	3P-125 A, KA36125, MCA. SQUARE-D
FA	1	3P-100 A, FA34100, MCA. SQUARE-D
FA	4	3P-70 A, FA34070, MCA. SQUARE-D

**NOTAS GENERALES**

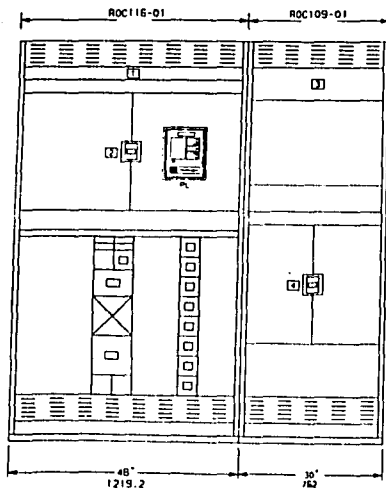
- DATOS DEL BUS DEL SISTEMA**
- COBRE ELECTROLITICO ESTANADO
  - BUS PRINCIPAL DISEÑADO PARA OPERACION CON UNA SOBREELEVACION DE TEMPERATURA DE 65°C. SOBRE UNA AMBIENTE DE 40°C.
  - ARREGLO DE BUSES 1, 2, 3 DE IZQUIERDA A DERECHA, DE ARRIBA HACIA ABAJO Y DEL FRENTE HACIA ATRAS, VISTO EL TABLERO DE FRENTE.
  - ESPACIO MINIMO DE PARTES VIVAS ENTRE FASE-FASE Y ENTRE FASE-TIERRA, 1 PLG. (25.4 mm)
- CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA**
- ESTRUCTURA DEL TABLERO EN LAMINA CALIBRE No 12 U.S.S
  - BUS REFORZADO PARA 65,000 AMPERES DE CORRIENTE CIRCUITO
  - EMPAJES Y TORNILLERIA CON ACABADO CROMATIZADO
  - SE PROPORCIONA CON OREJAS DE IZAJE.

**PESO APROXIMADO**  
- 700 KGS.

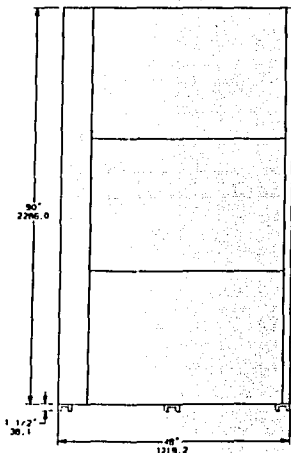
**NOMENCLATURA DE ZAPATAS**  
- EN LA DESCRIPCION DE ZAPATAS, LA PRIMERA LETRA DETERMINA SU TIPO Y EL NUMERO ADJUNTO, LA CANTIDAD INSTALADA DE ELLAS.

- ADICIONES ESPECIALES**
- PARA DIAGRAMA DE MEDICION Y LISTA DE EQUIPO VER PLANO 73389-613-53 ANEJO
  - ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE NO SOBREPASAR LA CAPACIDAD NOMINAL DEL TABLERO PARA EVITAR POSIBLES DAÑOS AL EQUIPO O PERSONA OPERARIO.
  - LOS INTERRUPTORES CUENTAN CON BLOQUEO MECANICO DE CHAPA Y LLAVE ENTRE ELLOS CON LA MISMA COMBINACION.
  - EQUIPO DE MEDICION POWER LOGIC TIPO CM2450.
  - RELACION DE LOS TC'S PARA MEDICION SERA 800/5A.

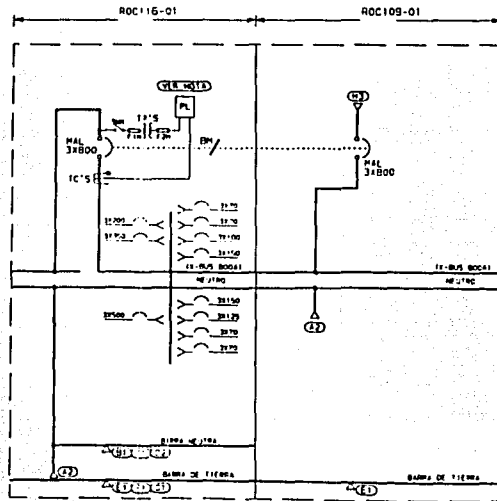
**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



FRENTE



LATERAL



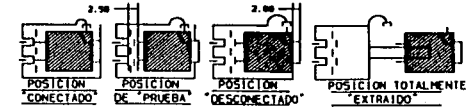
UNIFILAR

DISEÑO: ING. ARTURO RIVAS I.	ARREGLO FISICO Y DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO TIPO QDPACT (COMBO-MAIN)	ACABADO: BONDORIZADO Y ESMALTADO SECADO AL VACUO. COLOR: GRIS ANSI 49	ESTANDAR: ESTANDAR
REVISÓ: ING. FERNANDO MERTA R.	CLIENTE: SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL	TIPO DE TABLERO: 240 VCA. 3P, 800 AMP. FASES: 3 FASES + 4 NEUTROS + 2 TIERRAS	MARCA: SCHNEIDER
APROBO: ING. JAIME JUAREZ J.	SERIE No.: 0 - C - 1 - 0 - 8 - 0 - 1 0 - C - 1 - 1 - E - 0 - 1	MATERIAL: P.Lg./mm Sin Escala	IDENTIFICACION: ROC109011 / ROC115011

M R	DESCRIPCION	POR	FECHA						
O 1	MODIFICACION POR REVISION	GCC	16 MARZO						

**NOTAS :**

1.- POSICIONES DEL INTERRUPTOR SOLO CUANDO ES MONTAJE REMOVIBLE.

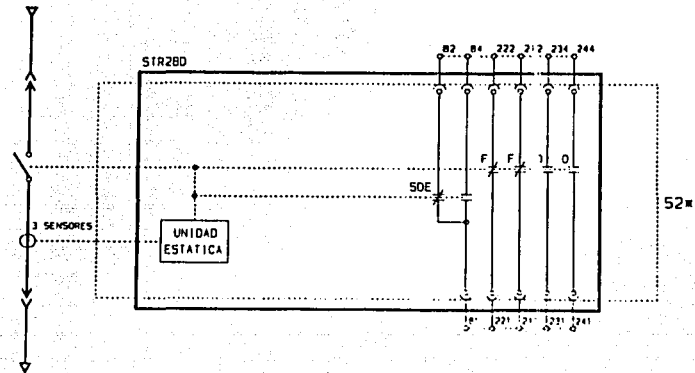


2.- CUALQUIER FALLA ELECTRICA ES INDICADA POR EL CONTACTO "SOE"

3.- EL DIAGRAMA SE MUESTRA CON LOS CIRCUITOS DESENERGIZADOS TODOS LOS DISPOSITIVOS ABIERTOS, LOS RELEVADORES EN POSICION NORMAL Y EL INT. EN POSICION CONECTADO

4.- OPERACION MANUAL / MONTAJE REMOVIBLE O FIJO.

5.- UNIDAD DE CONTROL STR280 (TIEMPO LARGO E INST.)



**NOMENCLATURA**

- SOE ... CONTACTO INDICACION DE DISPARO POR FALLA 10A, 220VCA
- F ... CONTACTOS AUXILIARES N.C., 10A, 220VCA.
- O ... CONTACTOS AUXILIARES N.A., 10A, 220VCA
- 0- ... TABLILLA PROPIA DEL INTERRUPTOR.

**IDENTIFICACION DE EQUIPO**

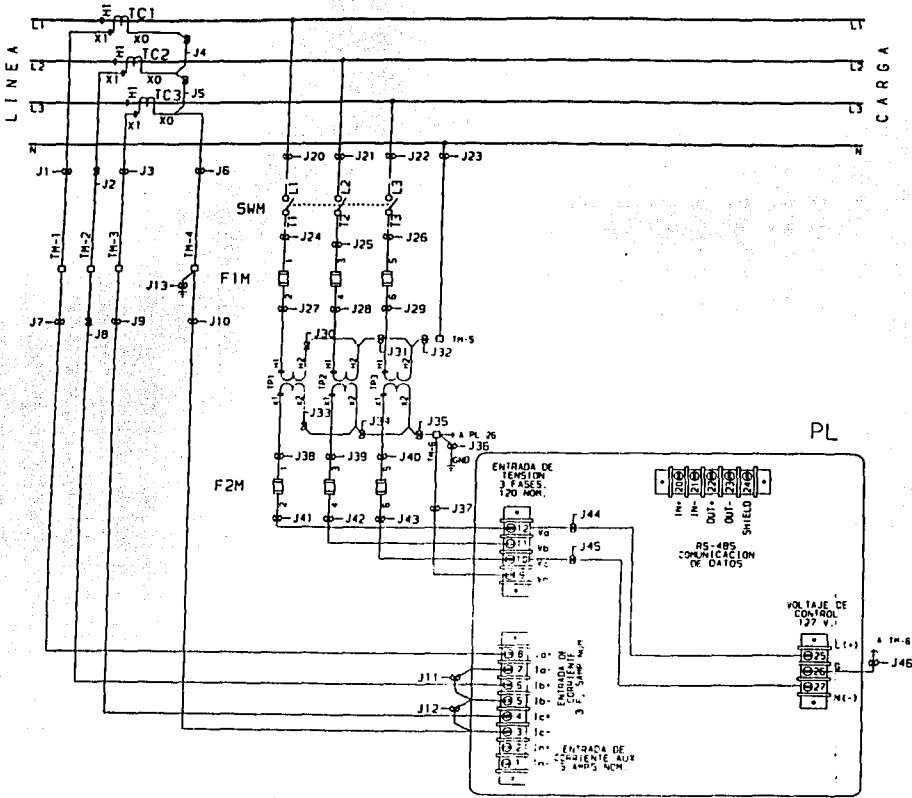
INTERRUPTOR
S2a
S2G
S2E1
S2E2
S2E3
S2E4
S2E5
S2E6
S2E7
S2E8
S2E9
S2E10
S2E11
S2E12
S2E13
S2E14
S2E15
S2E16
S2E17
S2E18
S2E19
S2E20
S2E21
S2E22
S2E23
S2E24
S2E25
S2E26
S2E27
S2E28
S2E29
S2E30
S2E31
S2E32
S2E33
S2E34
S2E35
S2E36
S2E37
S2E38
S2E39
S2E40
S2E41
S2E42
S2E43
S2E44
S2E45
S2E46
S2E47
S2E48
S2E49
S2E50
S2E51
S2E52
S2E53
S2E54
S2E55
S2E56
S2E57
S2E58
S2E59
S2E60
S2E61
S2E62
S2E63
S2E64
S2E65
S2E66
S2E67
S2E68
S2E69
S2E70
S2E71
S2E72
S2E73
S2E74
S2E75
S2E76
S2E77
S2E78
S2E79
S2E80
S2E81
S2E82
S2E83
S2E84
S2E85
S2E86
S2E87
S2E88
S2E89
S2E90
S2E91
S2E92
S2E93
S2E94
S2E95
S2E96
S2E97
S2E98
S2E99
S2E100

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

DISEÑO ING. ANTONIO DIVAS I.	DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LOS INTERRUPTORES GENERALES ENLACES Y DERIVADOS	ALABRADO	GRUPE SCHNEIDER
REVISOR ING. GABRIEL CANO CORONEL	SULENTE	ESTADISTICO	NUMERO DE REGISTRO <b>73389-MPS-05 1</b>
APROBADO ING. JAIME A. JUAREZ T.	REGISTRO/CLIENTE No.	VOLTAJE VER PEDIDO In. ....	
INGENIERIA DE APLICACION	SERIE No. SIN REGISTRO	FUSES: ... HILOS: ... FASES/NEUTRO: ...	PARTIDA N.P. DE N.P. PLANO 1 DE



M/R	DESCRIPCION	POR	FECHA	0 2	REVISION A TABLILLAS	JJT	03/27/00
0 1	REVISION GENERAL	JJT	15/12/99	0 3	REVISION A NUMERACION	JJT	3/28/00



LISTA DE EQUIPO				
IDENT.	CANT.	CATALOGO	MARCA	DESCRIPCION
SWM	1	2510KG2	SQUARE-D	INT DESCONECTOR DE 3P, 600 V, 60 HZ.
PL	1	VER NOTA 7.	SQUARE-D	PANEL DIGITAL DE MEDICION POWER LOGIC STD.
FIM	3	25430-20300	BUSSMAN	FUSIBLE TIPO FNO-R DE 3.0 AMP. 600V.
F2M	3	25419-20160	BUSSMAN	FUSIBLE TIPO FIM DE 1.6 AMP. 250V.
TC	3	VER NOTA 5	SQUARE-D	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE REL. VER NOTA 4.
TP'S	3	460R-240	SQUARE-D	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL REL. 2:1.

**NOTAS:**

- PARA ORIENTACION DE LA POLARIDAD DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE VER DIAGRAMA UNIFILAR.
- PARA CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES VER LISTA DE EQUIPO
- EL CABLE QUE UNE A DOS EQUIPOS, SE IDENTIFICA MARCANDO LOS DOS EXTREMOS CON LA LETRA "J" Y EL NUMERO INDICADO EN EL PLANO.  
EJEMPLO:  
CONSIDERE EL EDIPIO, FIM TERMINAL 2. SE UNE AL TPI TERMINAL HI EN AMBOS EXTREMOS EL CABLE SE MARCA COMO "J2".
- LA CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE "IC" ESTA DE ACUERDO PEDIDO DEL CLIENTE.
- LA MARCA Y CATALOGO DE: IC ES DE SQUARE-D. O PUEDE CONDEARSE OTRO SIMILAR POR SCHMIDT.
- EL EQUIPO DE MEDICION ESTA ALIMENTANDOSE DE LA PROPIA RED, SI SE REQUIERE COMUNICACION ES NECESARIO CONSIDERE UNA TENSION AUXILIAR REGULADA DE CA. O CD. CON EL PROPOSITO DE MANTENER CONTINUAMENTE ALIMENTADO AL POWER LOGIC. VER MANUAL DEL POWER LOGIC.
- EL DIAGRAMA APLICA AL POWER LOGIC 3020 2250, 2350, 2450

**NOMENCLATURA**

- SWM - INTERRUPTOR DESCONECTOR
- FIM, F2M - FUSIBLES
- TP - TRANSFORMADORES DE POTENCIAL
- TC - TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- PL - MONITOR DE CIRCUITO POWER LOGIC

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

CATALOGO	DESCRIPCION	VER NOTAS 4 Y 5.
IC'S	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	
180R-201	REL. 200/5A.	
180R-401	REL. 400/5A.	
100R-601	REL. 600/5A.	
100R-801	REL. 800/5A.	
170R-102	REL. 1000/5A.	
120R-122	REL. 1200/5A.	
170R-162	REL. 1600/5A.	
170R-202	REL. 2000/5A.	
120R-252	REL. 2500/5A.	
140R-302	REL. 3000/5A.	
140R-402	REL. 4000/5A.	
140R-502	REL. 5000/5A.	
140R-602	REL. 6000/5A.	

**PLAN. PARA SU ARCHIVO**  
LA FABRICACION HA SIDO INICIADA, CUALQUIER CAMBIO PUEDE ORIGINAR DEMORAS Y CARGOS ADICIONALES.  
**INGENIERIA DE APLICACION**

DISEÑO: ING. GABRIEL CAJO REVISÓ: ING. LUIS GUILLERMO COBIAN APROBO: ING. JAIME JUAREZ T. <b>INGENIERIA DE APLICACION</b>	DIAGRAMA ESQUEMATICO MEDICION POWER LOGIC 3F, 4L, 240V, 60HZ.	CLIENTE: PEDIDO/VENTA No. .... SERIE No. .... <b>SIN REGISTRO</b>	TRATAMIENTO: VOLTAJE: 240VCA FASES: 3 HILOS: 4 FRECUENCIA: 60HZ SERIE: ..... PULG./MM. .... SIN ESCALA	<b>GRUPE SCHNEIDER</b> NUMERO DE REGISTRO: <b>73389-613-53</b> PARTIDA N.P. DE N.P. PLANO 1 DE 1
---	---	--	---	---

# CAPITULO QUINTO

---

## MEMORIA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- 5.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
- 5.2 BAJA TENSIÓN
- 5.3 CÁLCULO DE LA CORRIENTE
- 5.4 FACTOR DE DEMANDA
- 5.5 CANALIZACIONES
- 5.6 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN
- 5.7 PLANTA DE EMERGENCIA

La elaboración de los cálculos son resultado de la teoría expuesta en los capítulos anteriores así como de las tablas incluidas en los anexos A y B.

### 5.1 Sistemas de distribución

La estructura en mediana tensión que se considera más apropiada para el sistema de distribución para nuestra Enfermería Convencional "Estructura en doble derivación", la cual consiste en dos alimentadores, uno preferente y otro emergente, por medio de un tablero de transferencia se hará el cambio de la carga.

La instalación de una acometida con dos alimentadores debe solicitarse a la compañía suministradora que nos corresponde en zona donde se realiza la instalación eléctrica.

### 5.2 Baja tensión

Se eligió el sistema de distribución en baja tensión trifásico a 4 hilos porque brinda la flexibilidad de poder operar con cargas trifásicas y monofásicas. Este sistema es el más usado, debido a que ofrece una economía importante en la cantidad del material conductor que se necesita para conducir una magnitud determinada de energía, respecto a otros sistemas de distribución.

#### Características y magnitudes de las cargas

En el anexo "C" se concentran los datos de magnitudes y tipos de cargas de la enfermería convencional, las fuentes de los datos fueron:

- a. Plano de ubicación
- b. Diagramas de los proveedores
- c. Visitas continuas a la instalación para corroborar los datos contenidos en las fuentes anteriores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.3 Cálculo de la Corriente

La corriente total que circula por los tableros y por los conductores que conectan esos tableros con un tablero subgeneral o con el tablero general en la subestación está dada por: Tratándose de un sistema trifásico a 4 hilos (3 fases – 4 hilos) que se considera 100% balanceado, en el neutro se tendrá una corriente  $I = 0$ , la corriente en cada una de las fases será:

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

donde:

$E_n$ : es el voltaje de fase a neutro

ó bien

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

donde:

$E_f$ : es el voltaje entre fases

W: es la potencia en watts

Como se tiene cargas de alumbrado y contactos, motores y contactos trifásicos en los mismos circuitos; se debe intervenir el factor de eficiencia N, que para estos cálculos se puede considerar una eficiencia promedio  $N = 0.85$ . Entonces la corriente nos queda:

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

### 5.4 Factor de Demanda

El valor de la corriente obtenida debería corregirse aplicando el factor de demanda dado por:

$$FD = \frac{\text{demanda máxima}}{\text{carga instalada}}$$

Si no es posible obtener el factor de demanda por medio de la formula anterior, se pueden usar los factores de demanda recomendados por las normas técnicas para instalaciones eléctricas. Pero también las mismas normas recomiendan no aplicar factores de demanda en áreas de hospitales donde sea probable que todo el alumbrado esté encendido al mismo tiempo.

Con base en la recomendación de las normas y con el objeto de dejar sobrados de capacidad a los tableros y conductores de los circuitos derivados, previniendo futuros crecimientos, se determinó no afectar el valor de la corriente por el factor de demanda.

Del artículo 300 de la NOM-001-SEDE-1999 se mencionan métodos para conductores y tablas para la correcta selección de nuestro conductor. Por ejemplo se elige un conductor THW que tiene un aislamiento termoplástico resistente a la humedad y al calor, además de que es retardador de la flama, para una corriente de 35 amperios se elige un calibre 10 AWG.

El calibre del conductor "neutro" se elige igual al de las fases para que pueda cubrir el desequilibrio máximo posible de carga en el circuito.

Para aprovechar al máximo la capacidad de los conductores, se escoge en un catálogo de tableros de distribución (de la marca que sea, si es posible lo más actual), un tablero con una capacidad igual o mayor a la de los conductores.

Del ejemplo anterior los conductores de calibre 10 AWG según tablas puede conducir una corriente de 40 amperios.

En el catalogo se busca uno que tenga un rango de capacidad en el interruptor principal de entre el valor nominal de capacidad de corriente de los conductores y 1.25 de esa corriente o bien que sea de mayor capacidad, pero que cuente sólo con zapatas principales para poderle conectarle un interruptor termomagnético.

Para este ejemplo el tablero que nos es útil es uno para 3 fases 4 hilos, con zapatas principales únicamente, con un marco de 100 amperios y espacio para colocar 12 interruptores termomagnéticos.

## 5.5 Canalizaciones

Por último seleccionamos la canalización que nos servirá para alojar a los conductores.

## 5.6 Cálculo de la capacidad de la subestación

Los datos con que contamos para hacer el cálculo de la capacidad de la subestación son:

Se tiene una carga total a 220/127 voltios 372,501 watts que son de alumbrado y contactos y de 127,000 watts que son de fuerza motriz.

Como se menciona en el capítulo 2 para que un transformador este bien definido se mencionaron varios puntos para tomar en cuenta y basándonos con ellos obtenemos:

Con factor de potencia en general para toda la instalación se considera 0.90

La potencia aparente en KVA es:

Para alumbrado y contactos es: 335.25 KVA

Para fuerza motriz es: 114.30 KVA

Carga instalada total: 449.55 KVA

### Factores de corrección

Para alumbrado y contactos:

Factor de demanda de 0.65 a 0.75 (se selecciona el más grande)

Factor de diversidad de 1.25

$$KVAT1 = 335.25 \times (0.75/1.25) = 201.2 \text{ KVA}$$

Para fuerza motriz:

Factor de demanda de 0.90

Factor de diversidad de 1.1

$$KVAT2 = 114.3 \times (0.9/1.1) = 93.6 \text{ KVA}$$

Demanda máxima no resultante = 294.8 KVA

Si usamos el factor de diversidad resultante de 1.18 obtenemos:

Demanda máxima resultante de 241.8

Por lo que recomienda un transformador con las siguientes características:

- a. Capacidad de 300 KVA
- b. Tensión en alta de 13200 voltios
- c. Tensión en baja de 220/127 voltios
- d. Conexión delta / estrella
- e. Una impedancia del 5%
- f. Frecuencia de operación de 60 Hz
- g. Tipo de enfriamiento OA
- h. Elevación de temperatura 65°C

## 5.7 Planta de emergencia

Debido a la gran importancia de la mayoría de las áreas de la Enfermería Convencional, se requiere de un sistema de planta de emergencia que respalde al 100% de carga existente. Además se requiere de circuitos especiales para las cargas más críticas, las cuales deben estar conectados a un sistema ininterrumpible de energía.

Se selecciono una planta de emergencia con las siguientes características:

- a. Capacidad de 250 KW
- b. Amperios 656
- c. Frecuencia de 60 Hz
- d. Velocidad 1800 RPM
- e. Voltaje 220

La hoja de memoria de cálculo general es el resultado de las cargas promedio que requiere nuestra enfermería convencional; así como nuestra hoja de iluminación es una muestra de los cálculos realizados para todas las áreas.

Estas hojas fueron elaboradas en EXCEL en las cuales se anexaron las formulas para la realización de los cálculos directos.

También se incluyen algunos diagramas y datos del equipo requeridos para nuestro diseño.



HOJA DE MEMORIA DE CALCULO GENERAL

ALZAL	CARGA INSTALADA W	FACTUR DE DEMANDA %	CARGA DEMANDADA W @	FASES	TENSION E VOLTS	CORRIENTE I <sub>0</sub> (AMP)  I <sub>0</sub> = W/(1.73*E) PF = 0.8	CÁLCULO DE LA CORRIENTE DEL CONDUCTOR				L METS	CAIDA DE TENSION %	SECCION B(MM <sup>2</sup> )  S = (2*ImL)/(E*%V) Es = 127 V	CALIBRE AWG o MM <sup>2</sup>				CABLEADO	DISTRIB	CAIDA DE TENSION FINAL % = (2*ImL)/(E*%V) Es = 127 V	
							FACTORES DE CORRECCION		CORRIENTE CORREGIDA I <sub>C</sub> (AMP)	L				V C I # B	V C I # B (V # B) GRU A	% CAIDA	SELE <sup>1</sup>				
							K <sub>1</sub> (AMP)	T <sub>1</sub> (MP)													ACR <sub>1</sub>
							K <sub>1</sub> (AMP)	T <sub>1</sub> (MP)	ACR <sub>1</sub>	FA				K <sub>2</sub> = Im(I <sub>C</sub> )/I <sub>0</sub>	K <sub>3</sub>	S	SELE <sup>1</sup>				
ALBIFANO	4984.00	100.00	4984.00	3	220	147.46	181.83	1.00	0.80	181.83	60.00	2	66.72	1/0	1/0	1/0	1/0		3 % 10	2.00	
ARREGLADORA	4642.00	100.00	4642.00	3	220	19.37	24.21	1.00	0.80	24.21	75.00	2	11.44	6	6	4	4		3 % 10	2.00	
REFACTURA	843.00	100.00	843.00	3	220	2.46	3.07	1.00	0.80	3.07	50.00	2	0.97	12	12	12	12		3 % 15	2.00	
REDES	9400.00	100.00	9400.00	3	220	27.41	34.26	1.00	0.80	34.26	57.00	2	12.90	2	2	2	2		0	2.00	
STANER (LAB)	4640.00	100.00	4640.00	3	220	116.64	145.80	1.00	0.80	145.80	70.00	2	64.29	6	6	6	6		0	2.00	
FRANCAVALLES	2124.00	100.00	2124.00	3	220	61.89	77.96	1.00	0.80	77.96	39.00	2	17.06	1/0	1/0	1/0	1/0		0	2.00	
DE YE	13969.00	100.00	13969.00	3	220	40.73	50.92	1.00	0.80	50.92	58.00	2	18.60	2	2	2	2		0	2.00	
VESTIBULOS	23395.00	100.00	23395.00	3	220	66.22	83.27	1.00	0.80	83.27	30.00	2	16.11	0	0	0	0		0	2.00	
MEJOR	1473.00	100.00	1473.00	3	220	4.70	5.38	1.00	0.80	5.38	45.00	2	1.52	12	12	12	12		0	2.00	
ALTA GRAL	13292.00	100.00	13292.00	3	220	36.76	46.41	1.00	0.80	46.41	45.00	2	13.73	0	0	0	0		0	2.00	
IMPRESORA	5070.00	100.00	5070.00	3	220	87.46	109.33	1.00	0.80	109.33	50.00	2	34.64	0	0	0	0		0	2.00	
RENTALERIA	35140.00	100.00	35140.00	3	220	103.63	129.54	1.00	0.80	129.54	70.00	2	37.12	0	0	0	0		0	2.00	
AVANDRIA	5897.00	100.00	5897.00	3	220	17.20	21.49	1.00	0.80	21.49	25.00	2	3.36	6	6	6	6		0	2.00	
YES	812.00	100.00	812.00	3	220	2.37	2.96	1.00	0.80	2.96	45.00	2	0.80	12	12	12	12		0	2.00	
LAD (ALUM)	40746.00	100.00	40746.00	3	220	118.82	148.12	1.00	0.80	148.12	40.00	2	37.42	0	0	0	0		0	2.00	
ALMACENES	19112.00	100.00	19112.00	3	220	55.73	69.66	1.00	0.80	69.66	30.00	2	13.80	0	0	0	0		0	2.00	
RAPIOS "C"	4690.00	100.00	4690.00	3	220	131.07	163.84	1.00	0.80	163.84	40.00	2	41.28	0	0	0	0		0	2.00	
CLEROS	15120.00	100.00	15120.00	3	220	44.67	55.84	1.00	0.80	55.84	47.00	2	16.73	0	0	0	0		0	2.00	
CASA DE MAQ	127000.00	100.00	127000.00	3	220	376.15	462.91	1.00	0.80	462.91	43.00	2	123.99	0	0	0	0		0	2.00	
TOTAL	49961.00		49961.00	3	220	1450.54	1820.68	1.00	0.80	1820.68		2									

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

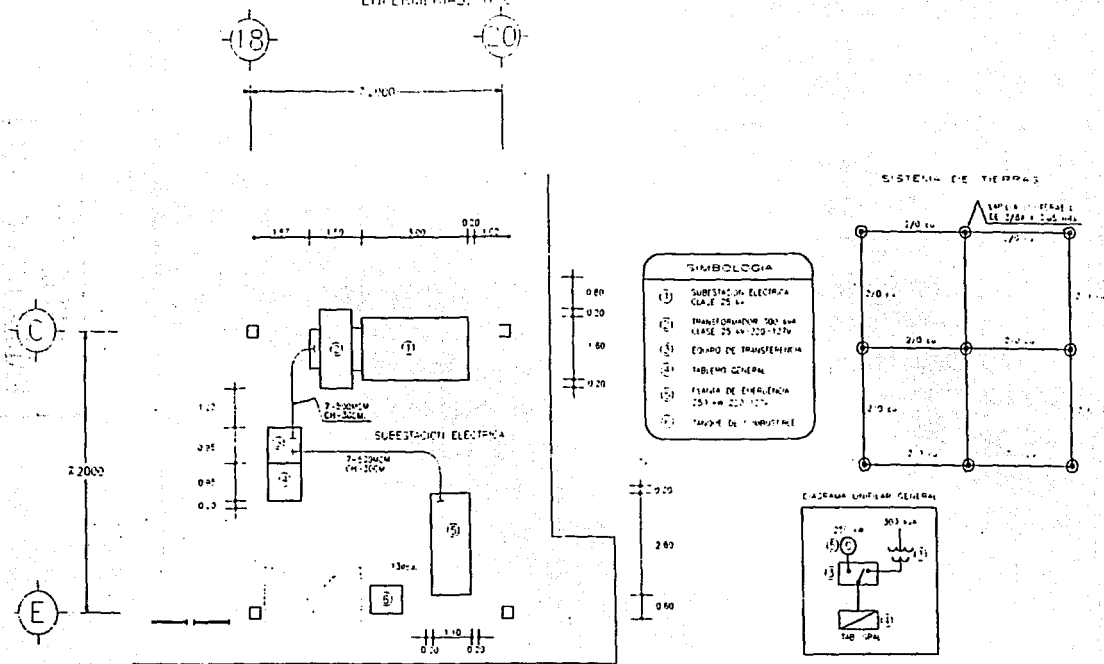
## CALCULO DE ILUMINACION

### METODO DE LUMENES O CAVIDAD

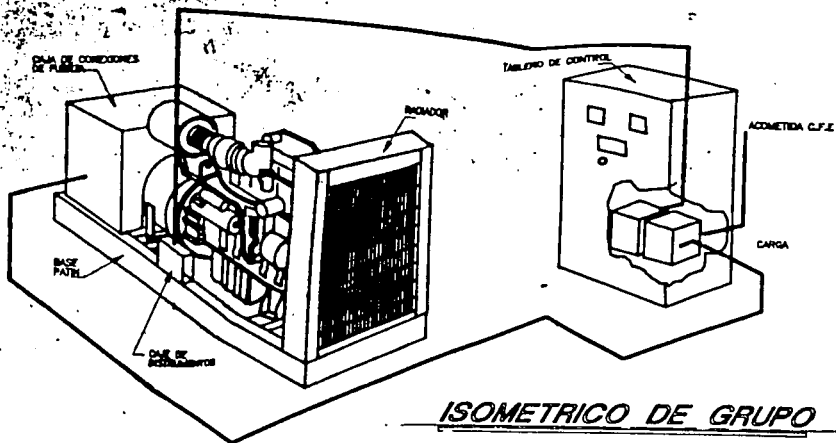
**NOMBRE DEL PROYECTO:** ENFERMERIA CONVENCIONAL  
**NOMBRE DEL AREA A ALUMBRAR:** PASILLO  
**PROPIETARIO:** SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL  
**PREPARADO:** ALBERTO PEÑA M.  
**PRESENTADO:**

CURVAS	1 X 13 WATTS CAMPANA	2 X 13 WATTS CAMPANA	FLU-2 X 34-60 X 60
NUMERO EN PLANO	14		
DESCRIPCION DEL EQUIPO DE ILUMINACION			
LUMINARIA TIPO EMPOTRAR MODELO CAMPANA CON DOS LAMPARAS PL DE 13 WATTS			
CURVA FOTOMETRICA	2 X 13 WATTS CAMPANA		
FACTOR POR SUCIEDAD	0.95		
FACTOR DEL GABINETE	0.91		
Nº DE LAMPARAS POR GABINETE	2.00		
LUMENES POR LUMINARIA	1720.00		
F DE DEPRECIACION DE LA LAMP	0.91	(AL 40% DE SU VIDA MEDIA)	
NIVEL DE ILUMINACION DESEADO	150.00		
DESCRIPCION DE LA BALASTRA			
FACTOR DE BALASTRO	0.90		
WATTS POR GABINETE	26.00		
DATOS DEL AREA EN METROS		REFLECTANCIA	
ALTURA TOTAL	3.00	REFLECTANCIA DE TECHOS	80%
ANCHO	2.80	REFLECTANCIA DE PAREDES	50%
LARGO	14.20	REFLECTANCIA DE PISOS	20%
ALTURA DE MONTAJE	3.00		
ALTURA DE TRABAJO	0.80	C. DE UTILIZACION	0.888%
ALTURA NETA DE MONTADO	2.20		
INDICE DE CUARTO	1.06		
LUMINARIAS NECESARIAS	5.0	FACTOR DE ESPACIAMIENTO	
LUMINARIAS A INSTALAR	5	HILERAS DE LUMINARIAS	
CONSUMO DEL AREA EN WATTS	130.00	Nº DE LUMINARIAS POR HILERA	
WATTS/METRO CUADRADO	3.27	ESPACIAMIENTO FABRICANTE MTS.	
		ESPACIAMIENTO EN MTS.	

GUIA MECANICA, PROPOSICION DE APREGLO PARA  
SUBSTACION ELECTRICA Y PLANTA DE EMERGENCIA  
ENFERMERIAS, TIPO



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



ISOMETRICO DE GRUPO

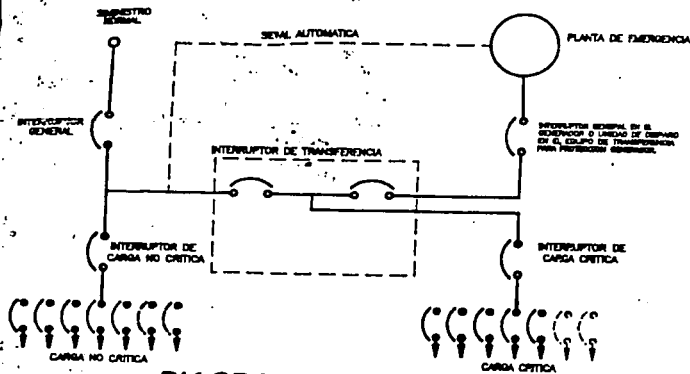


DIAGRAMA UNIFILAR



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DESCRIPCION	POR	FECHA			
DN POR REVISION	CCC	15 MARZO			

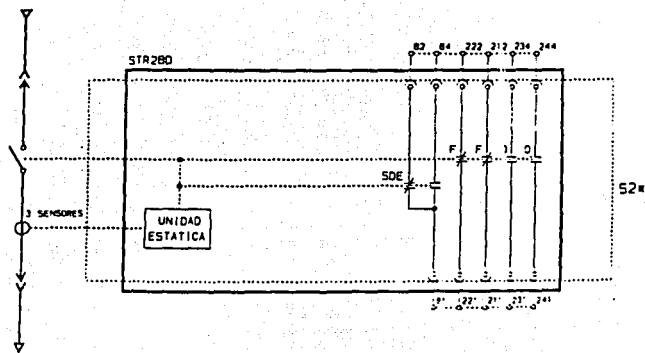


DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL INTERRUPTOR MASTERPACT

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

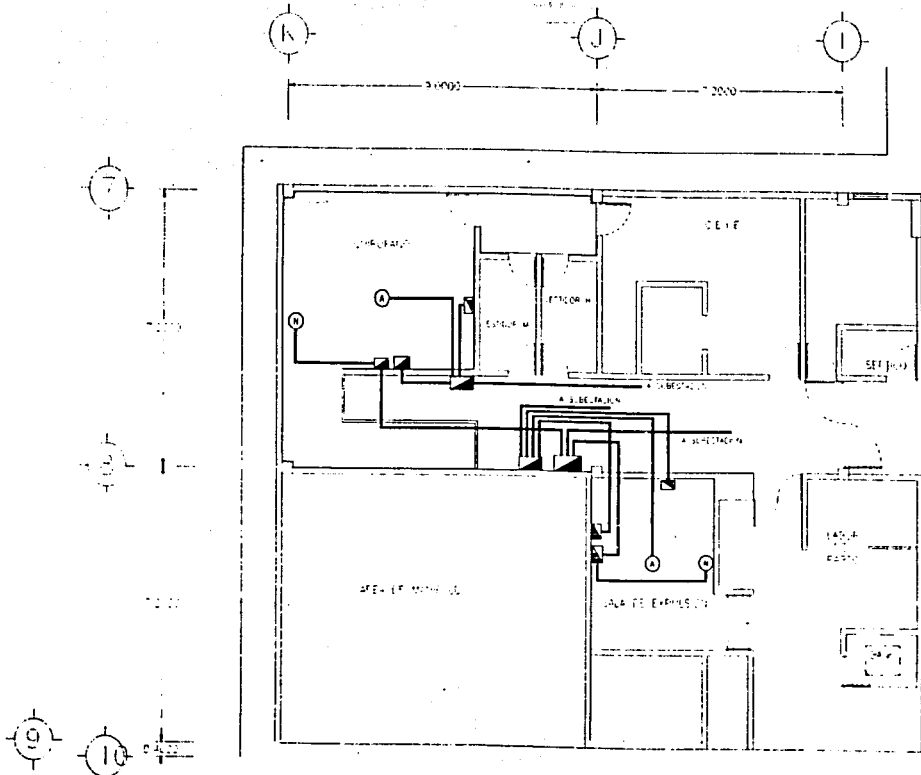
IDENTIFICACION DE EQUIPO

INTERRUPTOR
5201
5202
5203
5204
5205
5206
5207
5208
5209
5210
5211
5212
5213
5214
5215
5216
5217
5218
5219
5220
5221
5222
5223
5224
5225
5226
5227
5228
5229
5230
5231
5232
5233
5234
5235
5236
5237
5238
5239
5240
5241
5242
5243
5244
5245
5246
5247
5248
5249
5250
5251
5252
5253
5254
5255
5256
5257
5258
5259
5260
5261
5262
5263
5264
5265
5266
5267
5268
5269
5270
5271
5272
5273
5274
5275
5276
5277
5278
5279
5280
5281
5282
5283
5284
5285
5286
5287
5288
5289
5290
5291
5292
5293
5294
5295
5296
5297
5298
5299
5300

DISEÑO	ING. ARTURO PARRA	FECHA	15 MARZO
REVISIÓN	ING. GABRIEL CANO GONZALEZ	FECHA	15 MARZO
PROYECTO	ING. RAFAEL A. GONZALEZ	FECHA	15 MARZO
INGENIERIA DE APLICACION			SERIE

881 -

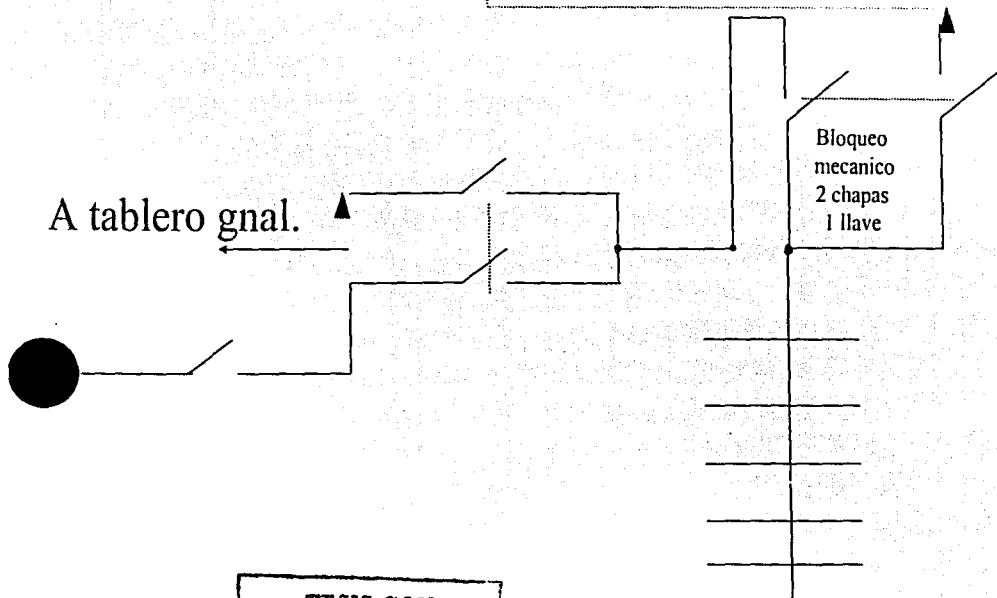
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



INSTALACION ELECTRICA DE TABLES DE AISLAMIENTO ENFERMERIA, TIPO.

A alimentacion general emergente

A tablero gnal.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

196

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

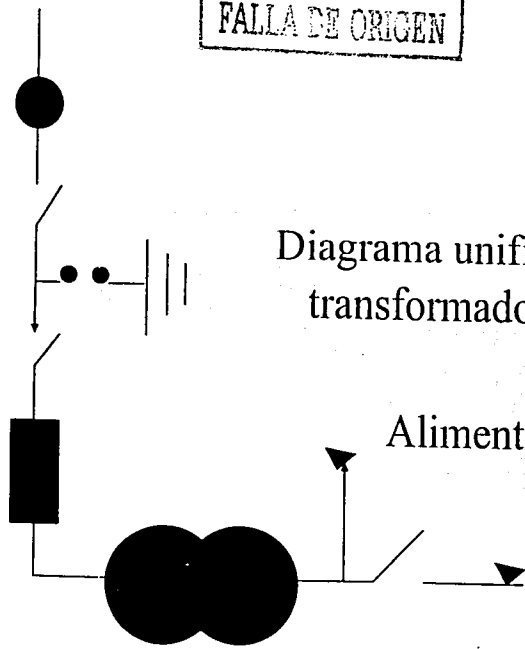


Diagrama unifilar de la subestacion transformador y tablero general.

Alimentacion normal emergente

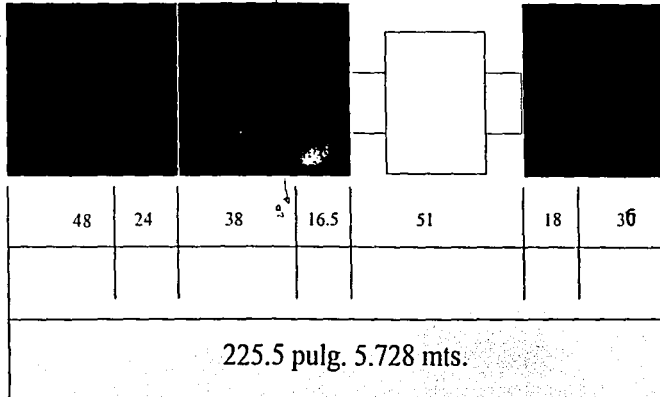
Alimentacion normal



Division - Nombre



Subestacion                      transformador                      Int. gen.



Dimensiones aproximadas de la subestacion con seccion de medicion , transformador I.G.S.A y tablero con int. general.

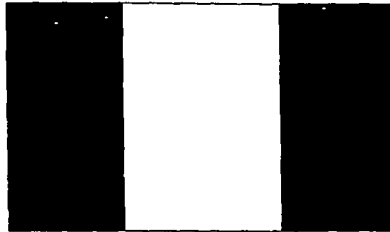
192

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Dimensiones aproximadas de la transferencia,  
tablero de distribución y tablero con int. emergente.



30	48	30
108 pulg. 2.74 mts.		



Division - Nombre



**MODICON**



SQUARE D



Telemecanique

## SOLICITUD PARA VERIFICACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS

Favor de elaborar el oficio o escrito como se describe a continuación, proporcionando todos los datos según sea el caso; así como, elaborarlo en papel membretado de la empresa o de la persona física, firmándolo el dueño, el Administrado Unico o su Representante Legal, de no ser éstos, podrá firmarlo el Representante con Poder Notarial o el Representante con Poder anexando copia del escrito mediante el cual se le otorga el Poder firmado por dos testigos, por el que otorga el Poder y por quién acepta dicho Poder para efectuar la contratación de la Unidad Verificadora de Instalaciones Eléctricas.

Borrador del escrito dirigido a:

“Ing. Saúl Eduardo Treviño García  
Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas  
y de Sistemas de Alumbrado No. 09014008A,  
Patriotismo 682-704,  
Col. San Juan, C. P. 03730,  
Benito Juárez, México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En cumplimiento al artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y de su Reglamento en vigor, le solicita a usted lleve a cabo la verificación de la instalación eléctrica localizada como se menciona a continuación:

1. Nombre de la persona moral, física o asociación solicitante.

\_\_\_\_\_

2. Giro y Registro Federal de Contribuyentes.

\_\_\_\_\_

3. Domicilio (Calle, número exterior e interior y entre que calles).

\_\_\_\_\_

4. Colonia, Barrio, Zona o Fraccionamiento.

\_\_\_\_\_

5. Municipio, Delegación Política o Sector.

\_\_\_\_\_

6. No. de Código Postal.

\_\_\_\_\_

7. Ciudad o Población.

\_\_\_\_\_

8. Estado.

\_\_\_\_\_

9. Anexar Croquis de la localización.

\_\_\_\_\_

194

2/2

10. Nombre, dirección y teléfonos del contratista que ejecutó la obra eléctrica y costo de la misma \_\_\_\_\_
11. Nombre, domicilio y teléfonos del proyectista que hizo el proyecto eléctrico y las memorias descriptivas técnicas y de cálculos de las instalaciones eléctricas. \_\_\_\_\_

El suministro de energía eléctrica de la empresa suministradora (C.F.E. o L. y F.) se hará en \_\_\_\_\_ alta tensión o en \_\_\_\_\_ baja tensión para una carga instalada de \_\_\_\_\_ K.V.A. o K.W. con una carga a contratar de \_\_\_\_\_ K.W. en \_\_\_\_\_ fases, \_\_\_\_\_ Volts., 60 ciclos a través de una subestación eléctrica tipo poste \_\_\_\_\_ abierta \_\_\_\_\_ compacta \_\_\_\_\_ o pedestal \_\_\_\_\_ ubicada en azotea \_\_\_\_\_ subterránea \_\_\_\_\_ interior \_\_\_\_\_ intemperie \_\_\_\_\_ de nuestra propiedad con \_\_\_\_\_ transformador(es) que suman \_\_\_\_\_ K.V.A.

Anexo al presente \_\_\_\_\_ planos en alta tensión y \_\_\_\_\_ planos en baja tensión; así como las memorias descriptivas y técnicas de cálculo de las instalaciones eléctricas en las que se aplicaron los requerimientos señalados en las disposiciones y en las Normas Oficiales vigentes sobre instalaciones eléctricas, le adjunto también la Solicitud y la respuesta proporcionada por la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica (C.F.E. o L. y F.) sobre la acometida y la carga a contratar.

También le comunico que fue aceptado su presupuesto en todo su contenido y por \$ \_\_\_\_\_ (importe en letra), por lo que se le liquidará el 50% de inmediato y el resto con la terminación de la verificación y la presentación de la Constancia de Cumplimiento de Instalación Eléctrica y demás documentos correspondientes a la verificación de ser aprobada.

Atentamente.

(Nombre completo y firma del dueño, Apoderado Legal, Administrador Unico o que tenga el poder notarial de la empresa)''.

195

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CLIENTE: Motor de generadores O.T.No: 110513 01 TIPO: 500 2400 VOLTAJE: 220 FECHA: \_\_\_\_\_  
 CAP: 250 KW. AMPS: 500 FREC: 60 Hz. VELOCIDAD: 4000 RPM REGULADOR DE VOLTAJE MARCA: VA  
 MOTOR MARCA: WEG MODELO: L 14-1061 No DE SERIE: MA 05850 RADIADOR: 14-17  
 GENERADOR MARCA: WEG MODELO: 200 MI 20 No DE SERIE: 11-15  
 TABLERO: Wegm 145 GENCON: 1 CAPACIDAD: \_\_\_\_\_ No DE SERIE: \_\_\_\_\_

VERIFICACIONES PRELIMINARES.-ACOPLAMIENTO MOTOR GENERADOR: Correcto RADIADOR: Bueno MANCUERAS: Bueno  
 VENTILADOR: Correcto BANDAS: Bueno GUARDA: Bueno SOPORTES: Bueno

OBSERVACIONES:

AUTOMATIZACION.-PRECALENTADOR: 700710111 PANEL INSTRUMENTOS: AMPERMETRO: Bueno MANOMETRO PRESION DE ACEITE: Bueno  
 TERMOSTATO DE PRECALENTADOR: A 90 INDICADOR DE TEMPERATURA: Bueno PRESEOSTATO: Correcto  
 MANGUERAS: Bueno ALTERNADOR: 2-1011 OTROS ADITAMENTOS: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES:

ALAMBRAO MAQUINA.-APARIENCIA: Bueno INSTALACION: Correcto CONEXIONES: Bueno SOLENOIDE: Bueno  
 MARCHA: 2400 SWITCH DE ARRANQUE: \_\_\_\_\_ IND.TEMPERATURA: Bueno PRESEOSTATO: Bueno

OBSERVACIONES:

TABLERO: APARIENCIA: Bueno CONEXIONES: Bueno TIERRAS: Bueno RUSES DE CARGA: \_\_\_\_\_  
 INSTRUMENTOS: VOLTIETRO: 0 500 AMPERMETRO: 0 1000 COMPUTADORES: V. 30000000 A. 30000000  
 HOROMETRO: En cero GENCON: 1 GENCON RSP: \_\_\_\_\_  
 FUSIBLES: 30A 250V TRANSFORMADOR: \_\_\_\_\_ TRANSFORMADOR T.A.: Bueno MODULO DE RELEVADORES: Bueno  
 CARGADOR DE BATERIAS: 2400 TIPO: 2061 BASE Y RELEVADOR: \_\_\_\_\_ RELOJ PROGRAMADOR: \_\_\_\_\_  
 TRANSFERENCIA: En cero CAPACIDAD: 500 AMPS.  
 OTROS ADITAMENTOS: Source de Voltage 30

OBSERVACIONES:

CHEQUEO PRELIMINAR.-APARIENCIA: Bueno NIVEL DE ACEITE: Bueno NIVEL DE AGUA: Bueno CXS DIESEL: Correcto  
 BATERIAS: 2400 CX'S GENERADOR: ✓ INTERRUPTOR EN GENERADOR: \_\_\_\_\_  
 CONTROL DE VELOCIDAD: Correcto TUBOS DE ESCAPE: Bueno TAPON DE RADIADOR: Bueno

OBSERVACIONES:

ARRANQUE: Correcto AJUSTES: VELOCIDAD: 4000 RPM. FRECUENCIA: 60 Hz. FUGAS: 0  
 REMANENCIA DEL GENERADOR: Leve GENERACION: 7000V

OBSERVACIONES:

PRUEBAS PLANTA-TABLERO.-CONEXIONES: Bueno PROGRAMACION GENCON: Correcto ARRANQUE: Bueno  
 FUNCIONAMIENTO DE: V: Bueno A: Bueno COMPUTADORES: V: Bueno A: Bueno  
 CONTROL DE VELOCIDAD: Bueno GOBERNADOR TIPO: Automatico  
 TRANSFERENCIA: Bueno

OBSERVACIONES:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ADOLFO JIMENEZ G.

SERGIO GIMANEK M.

ING. SALVADOR LOPEZ G.

ING. SALVADOR LOPEZ G.

1658

INDUSTRIAL TOOLS, S.A. DE C.V.

CAC-PL-FU20

PRUEBAS DE BLOQUEO.- ARRANQUE EN AUTOMATICO HASTA TOMAR LA CARGA A LOS: 10 SEGUNDOS, DESPUES DE FALLA C.F.E.  
 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO: Correcto DURANTE:  
 RETRANSFERENCIA: buena A LOS 3 MINUTOS. DESFOGUE: Buena A 3 MINUTOS.

BLOQUEO POR: BAJA PRESION DE ACEITE: Correcto CALIBRADO A 22 LBS/IN. OPERACION ELECTRICA: S.  
 ALTA TEMPERATURA: Correcto CALIBRADO A 210 ° F. OPERACION ELECTRICA:  
 SOBRE VELOCIDAD: Correcto CALIBRADO A 1150 RPM. S. Hz.  
 LARGO TIEMPO DE ARRANQUE: S. BIEN/MAL -- NUMERO DE INTENTOS: 3 3 6 5.  
 TIEMPO DE ENGRANAJE: S. TIEMPO DE ESPERA ENTRE INTENTOS: 5 SEC.  
 BAJA VELOCIDAD: BIEN S. A LOS: 55 Hz. 1650 RPM.  
 SOBRE CORRIENTE: BIEN S. MAL S. A LOS: 55 AMPERES.  
 POR FALLA EN EL VOLTAJE DEL GENERADOR: FUNCIONA Correcto NO FUNCIONA

OBSERVACIONES:

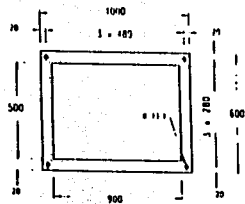
PRUEBAS DE CARGA		ASNM		7800										% DE PERDIDA POR ALTURA	
TIEMPO	CARGA	PRESION ACEITE	TEMP AGUA	CORRIENTE			VOLTAJE			Hz	KW	OBSERVACION			
				A1	A2	A3	V12	V23	V31						
14:55	-	58	150°F	-	-	-	221	221	221	60.2	-				
15:00		56	160°F	149	147	148	221	221	221	60.2	57.0				
15:02		48	165°F	330	330	333	221	221	221	60.2	127.4				
15:05		45	178°F	495	488	492	220.9	221.5	221	60.2	189.4				
				608	619	615	219.9	221.3	220.6	60.3					
15:08		40	172°F	655	660	664	219.6	220.5	220.4	60.3	254.1				
15:15		42	192°F	655	660	664	219.6	220.5	220.4	60.3	254.1				

MAS CON  
 DE ORIC

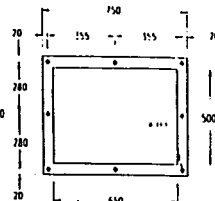
AURELIO SUAREZ G.

SERGIO MANEK M.

ING. CALIXTO LOPEZ G.



GARGANTA DE A1



GARGANTA DE B1

**TRANSFORMADOR TIPO "DA"**

370 KVA 3x 60 Hz  
 A 1 1200 V DELTA  
 B 1 220/220 V ESTRELLA  
 CILINDRO DE TEMPERATURA 65 °C

1. MONTAJE DEL A1
2. BORNILLO DEL B1
3. MONTAJE DEL B1
4. CILINDRO DEL B1
5. CILINDRO A 1000 mm 8"
6. CUBO PARA BORNILLOS Y MONTAJE
7. MONTAJE DE MUELLO
8. DELTA DEL TAPADO
9. DELTA DEL TAPA
10. FUNDICION DE FUNDIMIENTO (DELTA)
11. BORNILLO DEL B1
12. MONTAJE DEL BORNILLO DEL B1
13. MONTAJE DEL MUELLO DE ACEITE
14. FUNDICION DE BORNILLOS
15. PLACA DE MUELLO
16. FUNDICION PARA FUNDIMIENTO Y CUBO
17. TAPA DEL TAPADO (MONTAJE)

NOTA: TODAS LAS MEDIDAS SE TOMAN DESDE EL EJE

SE TIENE EN CUENTA LA PUNTA DE LOS CILINDROS

MUNDIAL INSTALACIONES

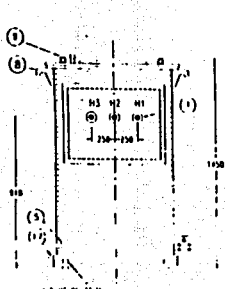
UA01-000238

SE CERRA MEDIANTE EL  
**VOLTRAN S.A. DE C.V.**

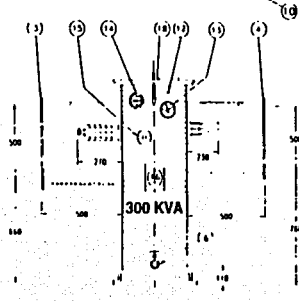
**DIMENSIONES GENERALES**

0/10/22 31

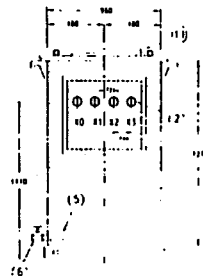
TS1-20-00300-0119



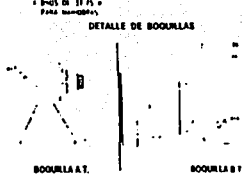
DETALLE DE BOQUILLAS



300 KVA



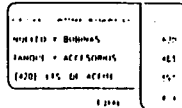
(5)



BOQUILLA A

BOQUILLA B

ENTRADA EN LA BASE DEL TAPADO



120 mm  
 45 mm  
 15 mm

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

# ANEXO "A"



**PROPIEDADES COMPARATIVAS  
DE AISLAMIENTO**

CARACTERÍSTICAS	ISLE B TILUO	POLIFITENO (CLASIFICACION) (M VALOR)	ETILENO PROPILENO (E.P.)	POLICLOROPRENO (NEPREN)	POLICETANO DE VINILO (P.V.C.)	POLIFITENO (P.F.)	POLIFITENO VULCANIZADO (A.F.P.)
Resistencia Química	1 00E-18	1 00E-15	10e15 - 10e17	1 00E-12	1 00E-17	1 00E-15	10e15 - 10e17
Resistencia Química							
Regulares distancia KV/mm (c.a. Elev. Regular)	16.00		18.00	14.00	16.00	20.00	20.00
Regulares distancia KV/mm (empuñada)	47.00		54.00	48.00	47.00	60.00	60.00
Constante dielectrica (S.I.C.) a 60 Hz x 25°C	3.50	2.00	2.70	9.00	5.50	2.50	2.50
Factor de potencia % a 60 Hz y 35°C	1.50	3.00	0.05	3.50	3.00	0.05	0.05
Resistencia a la traccion kg/cm2	125-211	175.00	35.00	211-283	120.00	120-170	
Elongacion %	400-800	200.00	200-400	800-900	500.00	375-500	400-600
Densidad	0.91	1.12-1.28	1.20	1.23-1.25	1.21	0.93-0.95	-0.92
Temperatura de fragilidad °C	-60.00	-60.00	-70.00	-55.00	-55.00	-60.00	-80.00
Alcance temperatura de servicio °C	105.00	150.00	90.00	50.00	60-75-90-105	50.00	90.00
Resistencia a:							
Oxidacion	B + E	E	E	E	R	E	E
Ozono	E	E	E	E	R	E	E
Desgaste	B	B	R + B	B	BM	B	B
Abrasion	B	B	B + E	E	E	E	E
Radacion	B	E + B	P	P	P	P + R	P + R
Acidos diluidos	E	E	E	E	P	B	R
Acidos concentrados	E	MB	E	B	P	R	R
hidrocarburos alifaticos	P	B	P	B	P	R	R
hidrocarburos aromaticos	P	R	P	R	B	B	B
hidrocarburos saturados	P	P	P	M	B	B	B
alcoholes y glicerinas	M	B	P + E	B	B	B	B
Asnes animal y vegetal	E	B	B + E	B	B	E	B
Absorcion de agua	E	B	E	B	M	E	B
Envejecimiento solar	M	E	E	MB	E	E	E
Envejecimiento por:							
Temperatura (100°C)	B	B	E	B	B	B	E
Flama	P	B	P	B	B	R	B
Alcali	M	B	MB	B	B	B	B

E - Excelente, MB - Muy Buena, B - Buena, R - Regular, P - Pobre, M - Mala

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## ESPECIFICACIONES PARA ALAMBRE DESNUDO DURO, SEMI-DURO Y SUAVE

CALIBRE AWG	DIAMETRO NOMINAL		SECCION TRANSVERSAL		PESO EN Kg/Km	DURO		SEMI - DURO		SUAVE	
	m.m	DU/SB	mm <sup>2</sup>	CIRCULAR- MILS		RESISTENCIA EN OHMS POR K.M. A 20°C Y C.C.	CARGA DE RUPTURA A LA TENSION EN KG. MINIMA	RESISTENCIA MAXIMA DHMS POR K.M. 20°C Y C.C.	CARGA DE RUPTURA A LA TENSION EN KG. MINIMA	RESISTENCIA EN OHMS POR K.M. A 20°C Y C.C.	CARGA DE RUPTURA A LA TENSION EN KG. MINIMA
4/0	11.684	4600	107.20	211.500	353.0	0.18552	3490.665	0.18467	3166.178	0.16080	2713.868
3/0	10.404	4096	85.03	167.800	756.0	0.20870	3049.099	0.20765	2570.551	0.20276	2152.222
2/0	9.256	3648	67.43	133.100	599.0	0.26317	2503.418	0.26162	2098.108	0.25568	1708.897
1	8.251	3249	52.48	105.500	475.0	0.33111	2048.911	0.33006	1691.928	0.32242	1353.542
10	7.348	2893	42.41	83.695	377.0	0.42292	1672.876	0.42062	1371.686	0.40851	1103.155
2	6.544	2576	33.63	66.370	299.0	0.53316	1352.180	0.53053	1111.320	0.51262	874.994
3	5.827	2294	27.67	52.545	237.1	0.67227	1106.330	0.66856	899.942	0.64675	694.008
4	5.189	2043	21.15	41.740	188.0	0.84781	893.592	0.84321	718.502	0.81532	550.218
5	4.621	1819	16.77	33.100	149.0	1.06899	721.677	1.06333	573.350	1.0279	436.317
6	4.115	1620	13.30	26.750	118.0	1.3478	590.908	1.3409	458.136	1.2963	348.051
7	3.665	1443	10.55	21.521	93.8	1.6998	467.708	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	1285	8.166	16.512	74.4	2.1434	374.678	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	1144	6.354	13.095	59.0	2.6887	299.920	2.6842	233.241	2.5998	172.595
10	2.568	1016	5.161	10.380	46.8	3.4089	240.045	3.3892	186.157	3.2723	136.430
11	2.265	90074	4.172	8.214	37.1	4.2981	191.627	4.2751	148.599	4.1340	112.496
12	2.053	0.08061	3.309	6.530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2103	89.586
13	1.828	0.7195	2.624	5.178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	0.6408	2.081	4.127	18.5	8.6158	90.844	8.5732	75.569	8.2845	56.337
15	1.450	0.5707	1.650	3.251	14.7	10.8666	72.021	10.8108	60.378	10.4467	44.870
16	1.291	0.5082	1.309	2.585	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.172	13.1764	35.426
17	1.150	0.4526	1.028	2.044	9.22	17.2777	48.762	17.1891	38.424	16.6149	28.091
18	1.024	0.4030	0.8231	1.624	7.32	21.7858	38.789	21.6742	30.867	20.9491	22.760
19	0.9116	0.3589	0.6527	1.286	5.80	27.4718	30.840	27.3307	24.253	26.4153	17.667
20	0.8118	0.3196	0.5178	1.022	4.60	34.6473	24.330	34.4505	19.271	33.3021	14.011
21	0.7229	0.2848	0.4105	0.791	3.65	43.6701	19.4385	43.4404	15.2748	41.9968	11.1322
22	0.6438	0.2525	0.3255	0.642	2.89	55.0879	15.5403	54.7926	12.1789	52.9553	8.8134
23	0.5733	0.2251	0.2582	0.509	2.30	69.4587	12.2401	69.0978	9.905	66.8011	6.9699
24	0.5106	0.2010	0.2047	0.404	1.82	87.5698	9.8295	87.1432	7.7828	84.2322	6.7561
25	0.4547	0.1790	0.1624	0.314	1.44	110.4284	7.8291	108.8606	6.1884	106.2096	4.5677
26	0.4049	0.1594	0.1288	0.241	1.14	139.2456	6.2279	138.5238	4.8244	133.8956	3.6210
27	0.3606	0.1420	0.1021	0.215	0.908	175.5991	4.9533	174.6804	3.9125	168.8730	2.8718
28	0.3211	0.1264	0.08098	0.198	0.720	221.4347	3.9454	220.7862	3.075	212.9369	2.2725
29	0.2859	0.1126	0.06422	0.177	0.571	278.2131	3.1380	277.7894	2.4718	268.5170	1.8057
30	0.2546	0.1024	0.05093	0.165	0.453	357.0513	2.4957	350.4108	1.9626	338.5992	1.4320
31	0.2268	0.0928	0.04029	0.150	0.359	443.9193	1.9649	441.6226	1.5604	426.8581	1.1398
32	0.2019	0.0794	0.03203	0.121	0.275	556.7366	1.5437	557.1139	1.2407	528.4121	0.9008
33	0.1798	0.0708	0.02540	0.103	0.216	706.0712	1.2473	707.4671	0.9874	678.8385	0.71442
34	0.1601	0.06205	0.02014	0.074	0.171	890.1311	0.9473	895.5418	0.7811	1079.4490	0.56854

**CONSTRUCCIONES PREFERENTES Y DIAMETROS EXTERIORES NOMINALES  
DE LOS CABLES DE COBRE CON CABLEADO CONCENTRICO**

Clase	Cable	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D		Clase	Cable
		Diámetro Exterio Nominal	Diámetro Interior Nominal	Diámetro Exterio Nominal	Diámetro Interior Nominal	Diámetro Exterio Nominal	Diámetro Interior Nominal	Diámetro Exterio Nominal	Diámetro Interior Nominal		
1	1	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	1	1
1	2	1.2	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1	2
1	3	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.2	1	3
1	4	1.8	1.5	1.8	1.5	1.8	1.5	1.8	1.5	1	4
1	5	2.2	1.8	2.2	1.8	2.2	1.8	2.2	1.8	1	5
1	6	2.7	2.2	2.7	2.2	2.7	2.2	2.7	2.2	1	6
1	7	3.3	2.7	3.3	2.7	3.3	2.7	3.3	2.7	1	7
1	8	4.0	3.3	4.0	3.3	4.0	3.3	4.0	3.3	1	8
1	9	4.8	4.0	4.8	4.0	4.8	4.0	4.8	4.0	1	9
1	10	5.7	4.8	5.7	4.8	5.7	4.8	5.7	4.8	1	10
1	11	6.7	5.7	6.7	5.7	6.7	5.7	6.7	5.7	1	11
1	12	7.8	6.7	7.8	6.7	7.8	6.7	7.8	6.7	1	12
1	13	9.0	7.8	9.0	7.8	9.0	7.8	9.0	7.8	1	13
1	14	10.4	9.0	10.4	9.0	10.4	9.0	10.4	9.0	1	14
1	15	11.9	10.4	11.9	10.4	11.9	10.4	11.9	10.4	1	15
1	16	13.5	11.9	13.5	11.9	13.5	11.9	13.5	11.9	1	16
1	17	15.3	13.5	15.3	13.5	15.3	13.5	15.3	13.5	1	17
1	18	17.2	15.3	17.2	15.3	17.2	15.3	17.2	15.3	1	18
1	19	19.3	17.2	19.3	17.2	19.3	17.2	19.3	17.2	1	19
1	20	21.5	19.3	21.5	19.3	21.5	19.3	21.5	19.3	1	20
1	21	23.9	21.5	23.9	21.5	23.9	21.5	23.9	21.5	1	21
1	22	26.5	23.9	26.5	23.9	26.5	23.9	26.5	23.9	1	22
1	23	29.3	26.5	29.3	26.5	29.3	26.5	29.3	26.5	1	23
1	24	32.3	29.3	32.3	29.3	32.3	29.3	32.3	29.3	1	24
1	25	35.5	32.3	35.5	32.3	35.5	32.3	35.5	32.3	1	25
1	26	39.0	35.5	39.0	35.5	39.0	35.5	39.0	35.5	1	26
1	27	42.7	39.0	42.7	39.0	42.7	39.0	42.7	39.0	1	27
1	28	46.7	42.7	46.7	42.7	46.7	42.7	46.7	42.7	1	28
1	29	50.9	46.7	50.9	46.7	50.9	46.7	50.9	46.7	1	29
1	30	55.4	50.9	55.4	50.9	55.4	50.9	55.4	50.9	1	30
1	31	60.1	55.4	60.1	55.4	60.1	55.4	60.1	55.4	1	31
1	32	65.1	60.1	65.1	60.1	65.1	60.1	65.1	60.1	1	32
1	33	70.3	65.1	70.3	65.1	70.3	65.1	70.3	65.1	1	33
1	34	75.8	70.3	75.8	70.3	75.8	70.3	75.8	70.3	1	34
1	35	81.5	75.8	81.5	75.8	81.5	75.8	81.5	75.8	1	35
1	36	87.5	81.5	87.5	81.5	87.5	81.5	87.5	81.5	1	36
1	37	93.7	87.5	93.7	87.5	93.7	87.5	93.7	87.5	1	37
1	38	100.2	93.7	100.2	93.7	100.2	93.7	100.2	93.7	1	38
1	39	106.9	100.2	106.9	100.2	106.9	100.2	106.9	100.2	1	39
1	40	113.9	106.9	113.9	106.9	113.9	106.9	113.9	106.9	1	40
1	41	121.2	113.9	121.2	113.9	121.2	113.9	121.2	113.9	1	41
1	42	128.8	121.2	128.8	121.2	128.8	121.2	128.8	121.2	1	42
1	43	136.7	128.8	136.7	128.8	136.7	128.8	136.7	128.8	1	43
1	44	144.9	136.7	144.9	136.7	144.9	136.7	144.9	136.7	1	44
1	45	153.4	144.9	153.4	144.9	153.4	144.9	153.4	144.9	1	45
1	46	162.2	153.4	162.2	153.4	162.2	153.4	162.2	153.4	1	46
1	47	171.3	162.2	171.3	162.2	171.3	162.2	171.3	162.2	1	47
1	48	180.7	171.3	180.7	171.3	180.7	171.3	180.7	171.3	1	48
1	49	190.4	180.7	190.4	180.7	190.4	180.7	190.4	180.7	1	49
1	50	200.4	190.4	200.4	190.4	200.4	190.4	200.4	190.4	1	50
1	51	210.7	200.4	210.7	200.4	210.7	200.4	210.7	200.4	1	51
1	52	221.3	210.7	221.3	210.7	221.3	210.7	221.3	210.7	1	52
1	53	232.2	221.3	232.2	221.3	232.2	221.3	232.2	221.3	1	53
1	54	243.4	232.2	243.4	232.2	243.4	232.2	243.4	232.2	1	54
1	55	254.9	243.4	254.9	243.4	254.9	243.4	254.9	243.4	1	55
1	56	266.7	254.9	266.7	254.9	266.7	254.9	266.7	254.9	1	56
1	57	278.8	266.7	278.8	266.7	278.8	266.7	278.8	266.7	1	57
1	58	291.2	278.8	291.2	278.8	291.2	278.8	291.2	278.8	1	58
1	59	303.9	291.2	303.9	291.2	303.9	291.2	303.9	291.2	1	59
1	60	316.9	303.9	316.9	303.9	316.9	303.9	316.9	303.9	1	60
1	61	330.2	316.9	330.2	316.9	330.2	316.9	330.2	316.9	1	61
1	62	343.8	330.2	343.8	330.2	343.8	330.2	343.8	330.2	1	62
1	63	357.7	343.8	357.7	343.8	357.7	343.8	357.7	343.8	1	63
1	64	371.9	357.7	371.9	357.7	371.9	357.7	371.9	357.7	1	64
1	65	386.4	371.9	386.4	371.9	386.4	371.9	386.4	371.9	1	65
1	66	401.2	386.4	401.2	386.4	401.2	386.4	401.2	386.4	1	66
1	67	416.3	401.2	416.3	401.2	416.3	401.2	416.3	401.2	1	67
1	68	431.7	416.3	431.7	416.3	431.7	416.3	431.7	416.3	1	68
1	69	447.4	431.7	447.4	431.7	447.4	431.7	447.4	431.7	1	69
1	70	463.4	447.4	463.4	447.4	463.4	447.4	463.4	447.4	1	70
1	71	479.7	463.4	479.7	463.4	479.7	463.4	479.7	463.4	1	71
1	72	496.3	479.7	496.3	479.7	496.3	479.7	496.3	479.7	1	72
1	73	513.2	496.3	513.2	496.3	513.2	496.3	513.2	496.3	1	73
1	74	530.4	513.2	530.4	513.2	530.4	513.2	530.4	513.2	1	74
1	75	547.9	530.4	547.9	530.4	547.9	530.4	547.9	530.4	1	75
1	76	565.7	547.9	565.7	547.9	565.7	547.9	565.7	547.9	1	76
1	77	583.8	565.7	583.8	565.7	583.8	565.7	583.8	565.7	1	77
1	78	602.2	583.8	602.2	583.8	602.2	583.8	602.2	583.8	1	78
1	79	620.9	602.2	620.9	602.2	620.9	602.2	620.9	602.2	1	79
1	80	639.9	620.9	639.9	620.9	639.9	620.9	639.9	620.9	1	80
1	81	659.2	639.9	659.2	639.9	659.2	639.9	659.2	639.9	1	81
1	82	678.8	659.2	678.8	659.2	678.8	659.2	678.8	659.2	1	82
1	83	698.7	678.8	698.7	678.8	698.7	678.8	698.7	678.8	1	83
1	84	718.9	698.7	718.9	698.7	718.9	698.7	718.9	698.7	1	84
1	85	739.4	718.9	739.4	718.9	739.4	718.9	739.4	718.9	1	85
1	86	760.2	739.4	760.2	739.4	760.2	739.4	760.2	739.4	1	86
1	87	781.3	760.2	781.3	760.2	781.3	760.2	781.3	760.2	1	87
1	88	802.7	781.3	802.7	781.3	802.7	781.3	802.7	781.3	1	88
1	89	824.4	802.7	824.4	802.7	824.4	802.7	824.4	802.7	1	89
1	90	846.4	824.4	846.4	824.4	846.4	824.4	846.4	824.4	1	90
1	91	868.7	846.4	868.7	846.4	868.7	846.4	868.7	846.4	1	91
1	92	891.3	868.7	891.3	868.7	891.3	868.7	891.3	868.7	1	92
1	93	914.2	891.3	914.2	891.3	914.2	891.3	914.2	891.3	1	93
1	94	937.4	914.2	937.4	914.2	937.4	914.2	937.4	914.2	1	94
1	95	960.9	937.4	960.9	937.4	960.9	937.4	960.9	937.4	1	95
1	96	984.7	960.9	984.7	960.9	984.7	960.9	984.7	960.9	1	96
1	97	1008.8	984.7	1008.8	984.7	1008.8	984.7	1008.8	984.7	1	97
1	98	1033.2	1008.8	1033.2	1008.8	1033.2	1008.8	1033.2	1008.8	1	98
1	99	1057.9	1033.2	1057.9	1033.2	1057.9	1033.2	1057.9	1033.2	1	99
1	100	1082.9	1057.9	1082.9	1057.9	1082.9	1057.9	1082.9	1057.9	1	100

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

El presente catálogo de cables de cobre, elaborado por el Comité Asesor de Cables de Cobre, tiene como finalidad proporcionar a los usuarios de cables de cobre información sobre las características técnicas de los cables de cobre de fabricación nacional, para que puedan seleccionar el cable que mejor se adapte a sus necesidades. Este catálogo es un documento de carácter informativo y no constituye una oferta de venta. Los precios de los cables de cobre varían de acuerdo a las fluctuaciones del mercado de materias primas y de los costos de producción. Para obtener más información sobre los cables de cobre, consulte el sitio web de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEC) o contacte a los fabricantes de cables de cobre.

## FACTORES DE CORRECCION DE RESISTENCIA POR TEMPERATURA. PARA CONDUCTORES DE COBRE O ALUMINIO \*

**COBRE (20°C)**  
 Resistencia ohm. x m<sup>1</sup> 20°C 0.15728  
 Resistencia ohm. mm<sup>2</sup>/Am. 20° 0.017241  
 Conductividad %a 20°C 100.00

Temp °C	Factor correcc.	Temp °C	Factor correcc.	Temp °C	Factor correcc.	Temp °C	Factor correcc.
15.0	1.020	18.0	1.006	21.0	0.994	24.0	0.978
15.1	1.020	18.1	1.008	21.1	0.996	24.1	0.978
15.2	1.019	18.2	1.007	21.2	0.995	24.2	0.977
15.3	1.019	18.3	1.007	21.3	0.995	24.3	0.978
15.4	1.018	18.4	1.006	21.4	0.995	24.4	0.978
15.5	1.018	18.5	1.006	21.5	0.994	24.5	0.977
15.6	1.018	18.6	1.006	21.6	0.994	24.6	0.977
15.7	1.017	18.7	1.005	21.7	0.993	24.7	0.977
15.8	1.017	18.8	1.005	21.8	0.993	24.8	0.977
15.9	1.016	18.9	1.004	21.9	0.993	24.9	0.976
16.0	1.016	19.0	1.004	22.0	0.992	25.0	0.976
16.1	1.016	19.1	1.004	22.1	0.992	25.1	0.976
16.2	1.015	19.2	1.003	22.2	0.991	25.2	0.976
16.3	1.015	19.3	1.003	22.3	0.991	25.3	0.976
16.4	1.014	19.4	1.002	22.4	0.991	25.4	0.976
16.5	1.014	19.5	1.002	22.5	0.990	25.5	0.976
16.6	1.014	19.6	1.002	22.6	0.990	25.6	0.975
16.7	1.013	19.7	1.001	22.7	0.990	25.7	0.975
16.8	1.013	19.8	1.001	22.8	0.989	25.8	0.975
16.9	1.012	19.9	1.000	22.9	0.989	25.9	0.975
17.0	1.012	20.0	1.000	23.0	0.988	26.0	0.975
17.1	1.012	20.1	1.000	23.1	0.988	26.1	0.975
17.2	1.011	20.2	0.999	23.2	0.988	26.2	0.975
17.3	1.011	20.3	0.999	23.3	0.987	26.3	0.975
17.4	1.010	20.4	0.998	23.4	0.987	26.4	0.975
17.5	1.010	20.5	0.998	23.5	0.986	26.5	0.975
17.6	1.010	20.6	0.998	23.6	0.986	26.6	0.974
17.7	1.009	20.7	0.997	23.7	0.986	26.7	0.974
17.8	1.009	20.8	0.997	23.8	0.985	26.8	0.974
17.9	1.008	20.9	0.997	23.9	0.985	26.9	0.974

### ALUMINIO EC (20°C)

Coeficiente de Temperatura 20°C 0.004-0  
 de Resistencia por °C  
 Resistencia ohm. mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> 20°C 0.027608  
 Conductividad %a (ACS) 20°C 62.0

Temp °C	Fact. de correcc.	Temp °C	Fact. de correcc.	Temp °C	Fact. de correcc.	Temp °C	Fact. de correcc.
15.0	1.021	18.0	1.008	21.0	0.996	24.0	0.980
15.1	1.020	18.1	1.008	21.1	0.996	24.1	0.980
15.2	1.020	18.2	1.007	21.2	0.995	24.2	0.980
15.3	1.019	18.3	1.007	21.3	0.995	24.3	0.980
15.4	1.019	18.4	1.006	21.4	0.994	24.4	0.979
15.5	1.018	18.5	1.006	21.5	0.994	24.5	0.979
15.6	1.018	18.6	1.006	21.6	0.994	24.6	0.979
15.7	1.018	18.7	1.005	21.7	0.993	24.7	0.979
15.8	1.017	18.8	1.005	21.8	0.993	24.8	0.979
15.9	1.017	18.9	1.004	21.9	0.992	24.9	0.978
16.0	1.016	19.0	1.004	22.0	0.992	25.0	0.978
16.1	1.016	19.1	1.004	22.1	0.992	25.1	0.978
16.2	1.016	19.2	1.003	22.2	0.991	25.2	0.978
16.3	1.015	19.3	1.003	22.3	0.991	25.3	0.978
16.4	1.015	19.4	1.002	22.4	0.990	25.4	0.978
16.5	1.014	19.5	1.002	22.5	0.990	25.5	0.978
16.6	1.014	19.6	1.001	22.6	0.990	25.6	0.978
16.7	1.013	19.7	1.001	22.7	0.989	25.7	0.978
16.8	1.013	19.8	1.001	22.8	0.989	25.8	0.978
16.9	1.012	19.9	1.000	22.9	0.988	25.9	0.978
17.0	1.012	20.0	1.000	23.0	0.988	26.0	0.978
17.1	1.012	20.1	1.000	23.1	0.988	26.1	0.978
17.2	1.011	20.2	0.999	23.2	0.987	26.2	0.978
17.3	1.011	20.3	0.999	23.3	0.987	26.3	0.978
17.4	1.010	20.4	0.998	23.4	0.986	26.4	0.978
17.5	1.010	20.5	0.998	23.5	0.986	26.5	0.978
17.6	1.010	20.6	0.998	23.6	0.986	26.6	0.978
17.7	1.009	20.7	0.997	23.7	0.985	26.7	0.978
17.8	1.009	20.8	0.997	23.8	0.985	26.8	0.978
17.9	1.008	20.9	0.996	23.9	0.985	26.9	0.978

**TEST  
FALLA DE ORIGEN**

CONSTANTES FISICAS

PROPIEDADES	ALUMINIO PURO	ALEACION 5005	ALEACION 6201	COBRE DURO
Conductividad mínima % (I. A. C. S.)	61.0	53.5	52.5	97
Máxima resistencia por 1000 pies	17 002	19 385	19 754	10 692
Coeficiente de resistencia por Temperatura por °C	0.00403	0.00353	0.00347	0.00383
Densidad gr/cm <sup>3</sup>	2.703	2.703	2.703	8.89
Coeficiente lineal °F	0.0000131	0.0000131	0.0000131	0.0000094
Coeficiente de expansión por °C	0.00000729	0.00000729	0.00000729	0.00000545
Módulo de elasticidad lbf/pulg <sup>2</sup>	10,000,000	10,000,000	10,000,000	17,000,000
Módulo de elasticidad kg/cm <sup>2</sup>	702,000	702,000	702,000	1,200,000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BARRAS RECTANGULARES DE COBRE; CORRIENTES ADMISIBLES

DIMENSIONES		SECCION		PESO			CORRIENTE ADMISIBLE EN AMP.			
m.m. APROX	Pulg.	m.m.	Pulg.	Kg/m.	LBS. PIE					
51 x 3	2 x 1/8	162	0 250	1 431	0 962	447	705	894	1 024	
76 x 3	3 x 1/8	242	0 375	2 149	1 444	696	1 100	1 392	1 600	
102 x 3	4 x 1/8	323	0 500	2 864	1 925	900	1 420	1 800	2 070	
51 x 6	2 x 1/4	323	0 500	2 864	1 925	647	1 020	1 294	1 488	
76 x 6	3 x 1/4	485	0 750	4 300	2 89	973	1 540	1 946	2 238	
102 x 6	4 x 1/4	645	1 000	5 729	3 85	1 220	1 925	2 440	2 800	
51 x 10	2 x 3/8	485	0 750	4 300	2 89	865	1 365	1 730	1 990	
76 x 10	3 x 3/8	725	1 125	6 443	4 33	1 130	1 860	2 360	2 714	
102 x 10	4 x 3/8	967	1 500	8 586	5 77	1 440	2 280	2 880	3 312	

Capacidad basada en 40°C ambiente, 30°C sobre elevación de temperatura.  
98% conductividad 6.3 mm. de separación entre Barras.

### SEPARACION ENTRE BARRAS PARA DIFERENTES VOLTAJES

VOLTAJE	DISTANCIA MINIMA ENTRE POTENCIALES OPUESTOS		DISTANCIA MINIMA A TIERRA		VOLTAJE	DISTANCIA MINIMA ENTRE POTENCIALES OPUESTOS		DISTANCIA MINIMA A TIERRA	
	m.m.	Pulg.	m.m.	Pulg.		m.m.	Pulg.	m.m.	Pulg.
250	51	2	38	1 1/2	13 200	127	5	108	4 1/4
600	64	2 1/2	51	2	15 000	140	5 1/2	114	4 1/2
1 100	89	3 1/2	64	2 1/2	16 500	153	6	127	5
2 300	102	4	70	2 3/4	18 000	178	7	152	6
4 000	114	4 1/2	70	3	22 000	229	9	178	7
6 600	114	4 1/2	76	3	28 000	305	12	229	9
7 500	114	4 1/2	83	3 1/4	35 000	381	15	305	12
9 000	114	4 1/2	89	3 1/2	45 000	457	18	381	15
11 000	121	4 3/4	95	3 3/4	56 000	483	19	445	17 1/2

## ALAMBRE DE COBRE SUAVE ESTIÑADO

CALIBRE	DIAMETRO		SECCION TRANSVERSAL		PESO	RESISTENCIA A C.D. A 20°C* (Vc- Pág 169)					
UNIDADES METRICAS E INGLESAS	m.m.	Pulg.	CIRCULAR MILS	m.m. <sup>2</sup>	Pulg. <sup>2</sup>	Kg/Km	LBS. 1000 PIES	LBS. MILLA	OHMS POR KM	OHMS 1000 PIES	OHMS MILLA
30	0.254	0.0100	100	0.0506	0.0000785	0.451	0.333	1.80	365.6	111.3	588.0
29	0.287	0.0113	128	0.0647	0.000100	0.575	0.387	2.04	283.0	86.3	455.0
28	0.320	0.0126	159	0.0804	0.000125	0.718	0.481	2.54	228.0	69.4	366.0
27	0.361	0.0142	202	0.1021	0.000158	0.907	0.610	3.22	179.0	54.6	288.0
23	0.404	0.0159	253	0.1280	0.000199	1.139	0.765	4.04	143.0	43.6	230.0
25	0.455	0.0179	320	0.1618	0.000252	1.443	0.970	5.12	113.0	34.4	182.0
24	0.511	0.0201	404	0.2046	0.000317	1.821	1.22	6.48	87.8	26.7	141.0
23	0.574	0.0228	511	0.2587	0.000401	2.300	1.55	8.16	69.2	21.1	111.0
22	0.643	0.0253	640	0.3242	0.000503	2.875	1.94	10.2	55.4	16.9	89.0
21	0.724	0.0285	812	0.4114	0.000638	3.665	2.46	13.0	43.6	13.1	70.0
20	0.813	0.0320	1020	0.5186	0.000804	4.623	3.10	16.4	34.4	10.5	55.6
19	0.912	0.0359	1290	0.6527	0.00101	5.807	3.90	20.6	27.4	8.3	44.2
18	1.024	0.0403	1620	0.8225	0.00128	7.379	4.92	26.0	21.8	6.6	35.1

**CAPACIDAD DE CONDUCCION DE  
CORRIENTE PARA CONDUCTORES  
DESNUDOS DE COBRE DURO (97.5%  
CONDUCTIVIDAD I.A.C.S.) A DIFERENTES  
INCREMENTOS DE TEMPERATURA**

CALIBRE AWG o KCM	INCREMENTO DE TEMPERATURA EN °C SOBRE 25°C DE TEMP AMBIENTE						
	25	35	45	50*	55	65	75
<b>SOLIDO</b>							
CAPACIDAD DE CORRIENTE EN AMPERES							
10	50	59	66	68	71	76	80
8	68	79	88	92	96	105	110
6	91	105	120	125	130	140	145
4	120	140	160	165	175	185	195
2	165	190	215	225	235	250	265
1	190	220	250	260	270	290	310
1/0	220	260	290	300	315	335	360
2/0	255	300	335	350	365	390	415
3/0	295	345	390	405	425	455	480
4/0	345	400	450	470	490	530	560
<b>CABLEADO</b>							
4	125	145	165	170	180	190	200
4	130	150	170	175	185	195	210
2	170	195	220	230	240	255	270
2	175	200	225	240	245	265	280
1	195	230	255	265	290	300	315
1	200	235	265	275	295	310	325
1/0	225	265	295	310	320	345	365
2/0	260	305	345	360	375	400	425
3/0	310	355	400	415	435	465	495
4/0	355	410	460	485	505	540	575
250	395	460	515	540	565	605	645
250	400	465	525	550	570	615	650
300	445	515	580	605	635	680	725
300	450	525	590	615	640	690	735
350	490	570	640	670	700	750	800
350	495	580	650	680	710	760	810
400	530	620	700	730	760	820	870
450	575	670	750	785	820	880	940
500	615	715	805	840	880	945	1005
550	660	760	855	895	935	1005	1070
600	700	805	900	945	985	1060	1120
650	745	845	955	995	1040	1115	1180
700	785	885	995	1040	1085	1170	1245
750	825	925	1040	1090	1135	1220	1300
800	865	960	1080	1135	1180	1275	1355
850	905	1000	1125	1175	1225	1320	1405
900	945	1045	1170	1220	1270	1365	1455
1000	995	1100	1230	1285	1335	1435	1525
1200	1075	1255	1410	1475	1540	1670	1780
1500	1180	1385	1560	1635	1715	1865	1975
1750	1290	1505	1695	1780	1860	2015	2150
2000	1385	1620	1820	1910	2000	2160	2310

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

\* Las capacidades de corriente están calculadas para cuerpos negros (denominanse así a cuerpos con superficie no reflejante) temperatura ambiente de 25°C, 0.6 m por s junto como velocidad de viento, conductividad 97.5% I.A.C.S y frecuencia de 60 ciclos por segundo.

Según última revisión de las Normas. DGN J-12 y ASTM B-8.

\* La columna de 50°C de sobre-elevación de temperatura (75°C temperatura del conductor) representa las condiciones máximas a que se recomienda trabajar el cobre de calidad comercial normal.

El coeficiente lineal de expansión por temperatura es de 0.00001692 por °C.

El módulo final de elasticidad es de 1,195 100 kilogramos por centímetro cuadrado.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.





**CARACTERISTICAS FISICAS Y  
ELECTRICAS DE LOS CABLES DE  
ALUMINIO PURO (AAC)**

CODIGO MUNDIAL	CALIBRE		CABLEADO				DIAMETRO TOTAL mm.	TENSION DE RUPTURA Kg.	RESISTENCIA A 25°C. ± 0.5°C. Ohm/m	PESO Kg/Km
	AWG - CM	mm <sup>2</sup>	EQUIV. EN COBRE	TIPO	NUMERO DE ALAMBRES Y DIAMETRO					
Football	6	13 287	8	A	7+1 554	4 673	252	2 2711	36 4	
Rose	4	21 156	6	A	7+1 960	5 892	397	1 3949	58 0	
Iris	2	33 804	4	AA, A	7+2 473	7 416	606	0 87823	92 2	
Pansy	1	42 376	3	AA, A	7+2 776	8 331	737	0 69553	116 2	
Poppy	1/0	53 470	2	AA, A	7+3 119	9 347	894	0 55193	146 6	
Aster	2/0	87 402	1	AA, A	7+3 502	10 515	1125	0 43786	184 8	
Phlox	3/0	95 011	1/0	AA, A	7+3 391	11 985	1363	0 34716	231 1	
Oxley	4/0	107 199	2/0	AA, A	7+4 417	13 258	1719	0 27532	293 9	
Snowflorist	250 000	126 678	157 200	A	7+4 800	14 401	2032	0 23298	347 3	
Veterian	250 000	128 678	157 200	A	19+2 913	14 570	2045	0 23298	347 3	
Daisy	266 800	135 127	3/0	A	7+4 960	14 884	2165	0 21841	370 5	
Laurel	266 800	135 127	3/0	A	19+3 009	15 062	2177	0 21841	370 5	
Peony	300 000	151 962	188 700	A	19+3 192	15 976	2402	0 19420	416 7	
Tulip	336 000	170 409	4/0	A	19+3 380	16 916	2694	0 17319	467 3	
Daffodil	350 000	177 310	220 000	A	19+3 446	17 245	2803	0 16644	486 3	
Cann	397 500	201 369	250 000	AA, A	19+3 675	18 389	3120	0 14656	551 3	
Goldenstuf	450 000	227 943	283 000	AA	19+3 909	19 558	3460	0 12947	625 1	
Cosmos	477 000	241 817	300 000	AA	19+4 023	20 142	3669	0 12214	662 7	
Springe	477 000	241 817	300 000	A	37+2 862	20 193	3900	0 12214	662 7	
Zinnia	500 000	253 291	314 000	AA	19+4 119	20 599	3846	0 11651	694 7	
Hyacinth	500 000	253 291	314 000	A	37+2 951	20 650	4086	0 11651	694 7	
Dania	556 500	281 929	350 000	A	19+4 342	21 742	4282	0 10468	773 1	
Millette	556 500	281 929	350 000	AA, A	37+3 114	21 793	4458	0 10468	773 1	
Meadowswest	600 000	303 924	377 000	AA, A	37+3 233	22 631	4808	0 09710	833 5	
Orchid	636 000	322 177	400 000	AA, A	37+3 329	23 317	5098	0 09160	883 5	
Heuchera	650 000	329 272	406 000	AA	37+3 365	23 571	5211	0 08962	903 0	
Verbena	700 000	354 621	440 000	A	37+3 493	24 460	5611	0 08322	972 5	
Flag	700 000	354 621	440 000	A	61+2 720	24 485	5633	0 08322	972 5	
Violet	715 500	362 490	450 000	AA	37+3 533	24 739	5733	0 08141	994	
Nasturtium	715 500	362 490	450 000	A	61+2 750	24 765	5964	0 08141	994	
Rafania	750 000	379 906	472 000	AA	37+3 616	25 323	5692	0 07768	1042	
Cattail	750 000	379 906	472 000	A	61+2 816	25 349	6126	0 07768	1042	
Arbutus	795 000	402 738	500 000	AA	37+3 723	26 060	6245	0 07328	1104	
Lilac	795 000	402 738	500 000	A	61+2 900	26 111	6500	0 07328	1104	
Cockscomb	900 000	455 950	566 000	AA	37+3 962	27 736	6926	0 06472	1250	
Snapdragon	900 000	455 950	566 000	A	61+3 086	27 787	7212	0 06472	1250	
Magnolia	954 000	483 298	600 000	AA	37+4 079	28 549	7339	0 06106	1325	
Goldenrod	954 000	483 298	600 000	A	61+3 177	28 600	7647	0 06106	1325	
Hawthorn	1'000 000	506 586	629 000	A	37+4 175	29 235	7613	0 05825	1389	
Camellia	1'000 000	506 586	629 000	A	61+3 251	29 260	8011	0 05825	1389	
Bluebell	1'033 500	523 546	650 000	AA	37+4 246	29 718	7911	0 05637	1435	
Larkspur	1'133 500	523 546	650 000	A	61+3 307	29 768	8257	0 05637	1435	
Margold	1'175 000	546 794	700 000	AA, A	37+4 331	30 894	8917	0 05234	1546	
Hawthorn	1'192 500	604 107	750 000	AA, A	61+3 550	31 953	9525	0 04885	1656	
Narcissus	1'272 000	644 355	800 000	AA, A	61+3 667	33 020	9979	0 04580	1765	
Columbine	1'351 500	684 990	850 000	AA, A	61+3 782	34 036	10614	0 04308	1878	
Carnation	1'431 000	724 980	900 000	AA, A	61+3 891	35 026	11022	0 04070	1987	
Gladiolus	1'510 500	764 970	950 000	AA, A	61+3 997	35 991	11612	0 03857	2098	
Coronops	1'590 000	805 806	1000 000	AA	61+4 102	36 931	12247	0 03653	2209	
Jessamine	1'750 000	886 230	1'101 000	A	61+4 302	38 735	13471	0 03330	2431	
Cowslip	2'000 000	1'012 550	1'260 000	A	61+3 764	41 402	15694	0 02914	2776	
Sagebrush	2'250 000	1'138 070	1'415 000	A	91+3 992	43 916	17282	0 02590	3156	
Lupine	2'500 000	1'265 490	1'570 000	A	91+4 208	46 304	19232	0 02332	3504	
Bittersat	2'750 000	1'391 910	1'730 000	A	91+4 414	48 564	21137	0 02120	3858	
Trillium	3'000 000	1'515 750	1'890 000	A	127+3 903	50 698	23042	0 01947	4198	
Bluebonnet	3'500 000	1'773 105	2'200 000	A	127+4 216	54 813	26943	0 01664	4958	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

NOTA Clase de cableado. La clase de cableado deberá mencionarse en cada orden. la clase AA se utiliza generalmente en conductores desnudos para líneas aéreas, la clase A se utiliza generalmente en conductores que van a ser torcidos con aislamiento o desnudos en lugares donde se necesita mayor flexibilidad que la de la clase AA.

## AMPACIDADES PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO PURO (AAC)

CODIGO MUNDIAL	AWG - CM Y CANTIDAD DE ALAMBRES	AMPACIDAD* (AMPERES)				RESISTENCIA EN OHMS POR KM.			REACTANCIA A 60 Hz ESPACIADOS 305 mm.	
		SOL NO VIENTO	NO SOL NO VIENTO	SOL Y VIENTO	VIENTO NO SOL	20°C. C.D.	25°C. C.A.	75°C. C.A.	INDUCTIVA MEGOHMS/1000 Mts.	CAPACITIVA MEGOHMS/1000 Mts.
Peachball	6-7	60	85	105	110	2.1683	2.2113	2.6476	0.3901	2.5033
Rose	4-7	80	90	135	145	1.3632	1.3911	1.6667	0.3743	2.3852
Iris	2-7	110	125	185	195	0.8573	0.8760	1.0466	0.3576	2.2671
Pansy	1-7	170	150	215	225	0.6798	0.6923	0.8301	0.3478	2.2060
Poppy	1/0-7	155	175	245	260	0.5387	0.5512	0.6594	0.3379	2.1489
Aster	2/0-7	180	205	285	305	0.4275	0.4364	0.5217	0.3314	2.0866
Phlox	3/0-7	210	245	330	350	0.3389	0.3478	0.4134	0.3215	2.0276
Oxalis	4/0-7	250	290	380	410	0.2689	0.2746	0.3281	0.3130	1.9688
Sneezewort	250 000 7	280	325	425	455	0.2326	0.2326	0.2785	0.3025	1.9299
Valerian	250 000 19	280	325	425	455	0.2276	0.2326	0.2785	0.3025	1.9193
Daisy	266 800 7	290	340	440	475	0.2133	0.2182	0.2608	0.3041	1.9094
Laurel	266 800 19	295	340	445	475	0.2133	0.2182	0.2608	0.2999	1.9029
Peony	300 000 19	326	370	475	510	0.1897	0.1942	0.2323	0.2956	1.8734
Tulip	336 400 19	345	400	510	550	0.1782	0.1822	0.2172	0.2897	1.8340
Daffodil	350 000 19	355	410	525	565	0.1636	0.1667	0.1991	0.2851	1.8012
Canna	397 500 19	390	450	570	620	0.1431	0.1470	0.1755	0.2802	1.7684
Goldenroft	450 000 19	420	490	620	670	0.1264	0.1299	0.1552	0.2787	1.7520
Cosmos	477 000 19	440	510	640	690	0.1193	0.1227	0.1467	0.2769	1.7421
Syringa	477 000 37	440	510	640	690	0.1193	0.1227	0.1467	0.2762	1.7421
Zinnia	500 000 19	450	530	660	710	0.1138	0.1171	0.1398	0.2749	1.7388
Hyacinth	500 000 37	450	530	660	710	0.1138	0.1171	0.1398	0.2749	1.7388
Dahlia	556 500 19	490	570	700	760	0.1022	0.1053	0.1260	0.2723	1.7126
Mistletoe	556 500 37	490	570	700	760	0.1022	0.1053	0.1260	0.2710	1.7126
Meadowsweet	600 000 19	510	600	740	800	0.0948	0.0981	0.1168	0.2680	1.6929
Ornith	636 000 37	530	630	760	830	0.0895	0.0925	0.1168	0.2661	1.6765
Heuchera	656 000 37	540	640	770	840	0.0875	0.0906	0.1079	0.2635	1.6732
Veronica	700 000 37	570	670	810	880	0.0813	0.0843	0.1004	0.2518	1.6535
Flax	700 000 61	570	670	810	880	0.0813	0.0843	0.1004	0.2518	1.6470
Violet	715 500 37	580	680	820	900	0.0795	0.0827	0.0984	0.2517	1.6470
Nasturtium	715 500 61	580	680	820	900	0.0795	0.0827	0.0984	0.2508	1.6329
Castalia	750 000 37	600	700	850	920	0.0758	0.0787	0.0938	0.2597	1.6399
Arbutus	750 000 61	600	700	850	920	0.0758	0.0787	0.0938	0.2575	1.6207
Lilac	795 000 37	620	720	880	960	0.0716	0.0745	0.0899	0.2572	1.6207
Clackalamb	900 000 37	680	800	950	1040	0.0632	0.0663	0.0787	0.2530	1.5879
Shapdragon	900 000 61	680	800	950	1040	0.0632	0.0663	0.0787	0.2525	1.5879
Magnolia	954 000 37	700	830	980	1080	0.0596	0.0627	0.0745	0.2503	1.5748
Goldenrod	954 000 61	700	830	980	1080	0.0596	0.0627	0.0745	0.2490	1.5617
hawthorn	1 000 000 37	730	860	1010	1110	0.0569	0.0600	0.0712	0.2483	1.5617
Camellia	1 000 000 61	730	860	1010	1110	0.0569	0.0600	0.0712	0.2477	1.5118
Bluebell	1 033 500 37	740	880	1030	1130	0.0551	0.0581	0.0689	0.2470	1.5118
Larkspur	1 033 500 61	740	880	1030	1130	0.0551	0.0581	0.0689	0.2444	1.5322
Marigold	1 113 000 61	780	930	1080	1190	0.0511	0.0545	0.0643	0.2418	1.5157
Hawthorn	1 192 500 61	820	970	1120	1240	0.0472	0.0509	0.0604	0.2395	1.4993
Narcissus	1 272 000 61	850	1010	1170	1290	0.0447	0.0482	0.0568	0.2372	1.4829
Columbine	1 351 500 61	890	1050	1210	1340	0.0421	0.0456	0.0538	0.2349	1.4534
Larnation	1 431 000 61	930	1110	1260	1400	0.0398	0.0433	0.0509	0.2329	1.4403
Gradiolus	1 510 500 61	960	1140	1290	1430	0.0377	0.0413	0.0486	0.2310	1.4173
Cornedus	1 590 000 61	990	1170	1320	1460	0.0358	0.0397	0.0463	0.2291	1.3812
Jasminne	1 670 000 61	1050	1250	1410	1560	0.0325	0.0364	0.0427	0.2274	1.3517
Crowfoot	2 000 000 91	1140	1360	1520	1690	0.0284	0.0327	0.0381	0.2178	1.2517
Spartanush	2 250 000 91	1220	1460	1610	1800	0.0255	0.0300	0.0346	0.2136	1.2355
Lupine	2 500 000 91	1300	1560	1700	1910	0.0230	0.0278	0.0319	0.2100	1.2092
Strawberr	2 750 000 91	1370	1650	1790	2010	0.0209	0.0259	0.0296	0.2068	1.1785
Trillium	3 000 000 127	1440	1730	1870	2110	0.0191	0.0244	0.0277	0.2008	1.1567
Bluebannel	3 000 000 127	1540	1890	2010	2270	0.0166	0.0222	0.0250	0.1976	1.1369

\*Basada en una temperatura maxima en el conductor de 75°C y una temperatura ambiente de 25°C

CARACTERISTICAS FISICAS Y  
ELECTRICAS DEL CABLE DE ALEACION  
DE ALUMINIO 5005 (AAAC)

CODIGO MUNDIAL	CALIBRE		HILOS		DIAM TOTAL mm.	SECCION TOTAL mm <sup>2</sup>	PESO KG/KM	ESFUERZO KG	RESISTENCIA OHMS - KM.			
	AWG	KCM	No.	DIAM mm.					CC 20°C	CA 25°C	CA 50°C	CA 75°C
K-1000	6	26.24	7	1.55	4.80	13.29	37	359	2.4742	2.5152	2.7374	2.9515
		30.58	7	1.68	5.02	15.50	43	418	2.1215	2.1591	2.3462	2.5339
	4	41.74	7	1.96	5.90	21.26	58	562	1.5546	1.5817	1.7191	1.8564
K-400	2	48.68	7	2.12	6.35	24.67	68	648	1.5949	1.3555	1.4736	1.5910
		66.38	7	2.47	7.41	33.61	93	875	0.9770	0.9950	1.0814	1.1678
Kench	1/0	77.47	7	2.67	8.02	39.25	108	1006	0.8373	0.8527	0.9267	1.0000
		105.80	7	3.11	9.34	53.48	147	1334	0.6145	0.6259	0.6805	0.7346
		123.30	7	3.37	10.10	62.46	172	1560	0.5263	0.5337	0.5823	0.6283
Kibe	2/0	133.10	7	3.50	10.51	67.42	186	1683	0.4872	0.4966	0.5395	0.5823
		155.40	7	3.78	11.35	78.77	217	1918	0.4173	0.4251	0.4618	0.4991
Kodeck	3/0	167.80	7	3.93	11.70	85.03	234	2064	0.3858	0.3940	0.4276	0.4618
		195.70	7	4.24	12.75	99.16	273	2277	0.3314	0.3375	0.3667	0.3959
		211.60	7	4.41	13.25	107.23	296	2463	0.3065	0.3126	0.3393	0.3661
Kittle	4/0	246.90	7	4.77	14.30	125.10	345	2871	0.2628	0.2679	0.2909	0.3139
		250.00	19	2.91	14.57	126.71	349	3107	0.2595	0.2648	0.2871	0.3101
Rajch	19	281.40	19	3.09	15.46	142.58	393	3451	0.2306	0.2349	0.2554	0.2759
		300.00	19	3.19	14.97	152.00	410	3679	0.2163	0.2206	0.2393	0.2586
		312.80	19	3.25	16.30	158.45	437	3832	0.2074	0.2119	0.2300	0.2480
Rajar	19	350.00	19	3.44	17.24	177.35	483	4291	0.1854	0.1896	0.2057	0.2219
		355.10	19	3.47	17.37	179.94	493	4354	0.1828	0.1865	0.2026	0.2188
Radian	19	394.50	19	3.66	18.31	199.94	551	4762	0.1644	0.1678	0.1827	0.1970
		400.00	19	3.68	18.44	202.71	559	4854	0.1621	0.1659	0.1796	0.1945
		419.60	19	3.77	18.87	212.58	586	5080	0.1545	0.1579	0.1715	0.1852
Rede	19	450.00	19	3.91	19.55	228.00	629	5352	0.1440	0.1479	0.1603	0.1728
		465.50	19	3.97	19.88	235.81	650	5533	0.1394	0.1429	0.1548	0.1672
Rex	19	500.00	19	4.12	20.59	253.35	699	5625	0.1299	0.1330	0.1442	0.1554
		503.60	19	4.13	20.67	255.16	703	5670	0.1289	0.1318	0.1429	0.1548
		550.00	37	3.96	21.66	278.71	768	6577	0.1178	0.1212	0.1311	0.1417
Remex	19	559.50	19	4.36	21.79	283.48	782	6305	0.1158	0.1193	0.1293	0.1392
		587.20	19	4.46	22.32	297.54	820	6622	0.1105	0.1137	0.1231	0.1324
Rune	19	600.00	37	3.23	22.63	304.00	838	7112	0.1082	0.1112	0.1206	0.1299
		650.00	37	3.36	23.46	329.35	908	7802	0.0998	0.1022	0.1197	0.1197
		652.40	19	4.70	23.54	330.52	911	7348	0.0995	0.1025	0.1112	0.1199
Spar	37	700.00	37	3.49	24.46	354.71	978	8392	0.0928	0.0957	0.1032	0.1112
		740.83	37	3.59	25.17	375.35	1035	8753	0.0876	0.0907	0.0976	0.1057
Solar	37	750.00	37	3.61	25.32	380.00	1048	8891	0.0867	0.0895	0.0970	0.1044
		800.00	37	3.73	26.13	405.35	1118	9480	0.0811	0.0839	0.0907	0.0976
		900.00	37	3.98	27.73	456.06	1257	10524	0.0722	0.0746	0.0808	0.0870
-	37	927.20	37	4.02	28.14	468.81	1295	10841	0.0699	0.0727	0.0789	0.0845
		1000.00	37	4.17	29.23	506.71	1427	11022	0.0650	0.0677	0.0733	0.0789

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**AMPACIDADES PARA CONDUCTORES  
CABLEADOS DE ALEACION DE ALUMINIO  
5005 (AAAC)**

DESCRIPCION	AMPACIDAD* (AMPERES)				RESISTENCIA OHMS/KM			REACTANCIA A 60 HZ. 305 mm DE ESPACIAMIENTO	
	SOL NO VIENTO	NO VIENTO NO SOL	SOL VIENTO	VIENTO NO SOL	DC 20°C	AC 25° C	AC 75° C	INDUCTIVA OHMS/ 1000 MTS.	CAPACITIVA MEG OHMS. 1000 MTS.
30.58 KCM 7 Strand Karoo	60	70	105	110	2.1214	2.1588	2.5361	0.3871	2.4639
48.69 KCM 7 Strand Kaki	85	95	145	150	1.3323	1.3583	1.5912	0.3675	2.3458
77.47 KCM 7 Strand Kanch	120	135	190	205	0.8373	0.8530	1.0007	0.3510	2.2244
123.3 KCM 7 Strand Kibe	165	185	255	275	0.5262	0.5348	0.6299	0.3346	2.1063
155.4 KCM 7 Strand Kavat	190	220	300	315	0.4173	0.4275	0.4987	0.3245	2.0472
195.7 KCM 7 Strand Kotock	225	260	345	370	0.3314	0.3379	0.3970	0.3159	1.9882
246.9 KCM 7 Strand Kittle	265	305	400	425	0.2627	0.2680	0.3143	0.3071	1.9291
281.4 KCM 19 Strand Ratch	290	335	435	465	0.2306	0.2352	0.2759	0.2979	1.8898
312.8 KCM 19 Strand Ramie	310	360	465	500	0.2074	0.2116	0.2484	0.2940	1.8602
355.1 KCM 19 Strand Radar	342	395	500	540	0.1827	0.1867	0.2188	0.2894	1.8274
394.5 KCM 19 Strand Radian	365	425	535	580	0.1644	0.1680	0.1972	0.2854	1.8012
419.0 KCM 19 Strand Rece	380	440	560	600	0.1546	0.1581	0.1854	0.2828	1.7848
465.4 KCM 19 Strand Rapout	410	480	600	640	0.1394	0.1427	0.1673	0.2792	1.7585
503.6 KCM 19 Strand Rex	430	500	630	680	0.1288	0.1319	0.1549	0.2759	1.7388
559.5 KCM 19 Strand Remez	460	540	670	730	0.1159	0.1191	0.1394	0.2720	1.7126
587.2 KCM 19 Strand Ruble	480	560	690	750	0.1105	0.1135	0.1329	0.2703	1.6995
652.4 KCM 19 Strand Rune	520	610	740	800	0.0994	0.1024	0.1198	0.2664	1.6732
740.8 KCM 37 Strand Spar	560	660	800	870	0.0876	0.0906	0.1056	0.2602	1.6371
927.2 KCM 37 Strand Solar	650	770	910	1000	0.0699	0.0728	0.0850	0.2520	1.5814

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# RESISTENCIA NOMINAL A LA CORRIENTE DIRECTA DE CONDUCTORES DE ALUMINIO Y COBRE DESNUDO, CON CABLEADO COMPACTO CONCÉNTRICO.

Aluminio y Cobre desnudo, Cableado, Clases B, C y D.

Cable en AWG o KCM	Aluminio 20°C				Cobre				Aluminio 25°C				Cobre	
	ohms por 1000 pie	ohms por km.	ohms por 1000 pie	ohms por km.	ohms por 1000 pie	ohms por km.	ohms por 1000 pie	ohms por km.	ohms por 1000 pie	ohms por km.	ohms por 1000 pie	ohms por km.	ohms por 1000 pie	ohms por km.
22	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10.3	...	...	34.6	...
20	...	...	10.3	...	33.9	...	...	...	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
18	...	...	6.51	...	21.4	...	...	...	...	6.64	...	...	21.8	...
17	...	...	4.10	...	13.4	...	...	...	...	4.18	...	...	13.7	...
16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	2.37	...	8.45	...	...	...	...	2.63	...	...	8.61	...
14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2.08	...	...	6.83	...
13	...	...	2.04	...	6.09	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	2.66	8.71	1.62	...	5.32	2.71	8.89	1.65	...	5.42	...	...	...	...
11	2.11	6.92	1.29	...	4.22	2.15	7.06	1.31	...	4.30	...	...	...	...
10	1.670	5.479	1.019	...	3.342	1.704	5.590	1.039	...	3.408	...	...	...	...
9	1.325	4.347	0.8083	...	2.652	1.352	4.435	0.8242	...	2.704	...	...	...	...
8	1.040	3.446	0.6407	...	2.102	1.071	3.515	0.6532	...	2.143	...	...	...	...
7	0.8328	2.732	0.5080	...	1.667	0.8496	2.788	0.5180	...	1.700	...	...	...	...
6	0.6608	2.168	0.4031	...	1.322	0.6741	2.212	0.4110	...	1.348	...	...	...	...
5	0.5241	1.720	0.3197	...	1.049	0.5347	1.734	0.3260	...	1.070	...	...	...	...
4	0.4155	1.363	0.2534	...	0.8315	0.4239	1.391	0.2584	...	0.8479	...	...	...	...
3	0.3295	1.051	0.2010	...	0.6595	0.3362	1.103	0.2050	...	0.6725	...	...	...	...
2	0.2611	0.8374	0.1594	...	0.5210	0.2666	0.8747	0.1626	...	0.5313	...	...	...	...
1	0.2072	0.6798	0.1264	...	0.4147	0.2114	0.6935	0.1289	...	0.4228	...	...	...	...
1/0	0.1643	0.5390	0.1092	...	0.3388	0.1676	0.5499	0.1022	...	0.3352	...	...	...	...
2/0	0.1303	0.4272	0.0929	...	0.2698	0.1329	0.4362	0.08105	...	0.2659	...	...	...	...
3/0	0.1034	0.3391	0.07605	...	0.2069	0.1054	0.3460	0.06429	...	0.2109	...	...	...	...
4/0	0.08196	0.2689	0.06099	...	0.1640	0.08361	0.2743	0.05098	...	0.1672	...	...	...	...
250	0.06917	0.2276	0.04231	...	0.1388	0.07077	0.2322	0.04315	...	0.1416	...	...	...	...
300	0.05781	0.1797	0.03526	...	0.1157	0.05897	0.1935	0.03595	...	0.1180	...	...	...	...
350	0.04953	0.1426	0.03022	...	0.09916	0.05055	0.1658	0.03082	...	0.1011	...	...	...	...
400	0.04336	0.1222	0.02645	...	0.08777	0.04423	0.1451	0.02697	...	0.08847	...	...	...	...
450	0.03834	0.1064	0.02351	...	0.07713	0.03931	0.1290	0.02397	...	0.07864	...	...	...	...
500	0.03368	0.1138	0.02116	...	0.06941	0.03518	0.1161	0.02157	...	0.07078	...	...	...	...
550	0.03153	0.1031	0.01923	...	0.06310	0.03217	0.1055	0.01961	...	0.06434	...	...	...	...
600	0.02940	0.09483	0.01763	...	0.05784	0.02949	0.09674	0.01798	...	0.05898	...	...	...	...
650	0.02668	0.08753	0.01627	...	0.05340	0.02722	0.08930	0.01659	...	0.05444	...	...	...	...
700	0.02477	0.08128	0.01511	...	0.04933	0.02527	0.08292	0.01541	...	0.05056	...	...	...	...
750	0.02312	0.07556	0.01410	...	0.04628	0.02359	0.07739	0.01438	...	0.04718	...	...	...	...
800	0.02168	0.07112	0.01322	...	0.04338	0.02211	0.07255	0.01348	...	0.04424	...	...	...	...
850	0.01927	0.06322	0.01175	...	0.03856	0.01966	0.06449	0.01198	...	0.03932	...	...	...	...
900	0.01734	0.05690	0.01058	...	0.03471	0.01769	0.05804	0.01079	...	0.03559	...	...	...	...
1100	0.01577	0.05172	0.096617	...	0.03155	0.01608	0.05277	0.009806	...	0.03217	...	...	...	...
1200	0.01445	0.04741	0.008816	...	0.02892	0.01475	0.04837	0.008989	...	0.02949	...	...	...	...
1250	0.01387	0.04532	0.008463	...	0.02777	0.01415	0.04643	0.008629	...	0.02831	...	...	...	...
1500	0.01334	0.04377	0.008137	...	0.02670	0.01361	0.04465	0.008297	...	0.02722	...	...	...	...
1600	0.01239	0.04064	0.007556	...	0.02479	0.01264	0.04146	0.007705	...	0.02528	...	...	...	...
1600	0.01156	0.03793	0.007052	...	0.02314	0.01179	0.03870	0.007191	...	0.02359	...	...	...	...
1600	0.01083	0.03556	0.006617	...	0.02169	0.01106	0.03628	0.006742	...	0.02212	...	...	...	...
1700	0.01020	0.03347	0.006223	...	0.02042	0.01041	0.03414	0.006345	...	0.02082	...	...	...	...
1750	0.009910	0.03251	0.006045	...	0.01983	0.01011	0.03317	0.006164	...	0.02022	...	...	...	...
1800	0.009534	0.03161	0.005877	...	0.01928	0.009829	0.03225	0.005992	...	0.01966	...	...	...	...
1900	0.009127	0.02995	0.005568	...	0.01827	0.009311	0.03055	0.005677	...	0.01863	...	...	...	...
2000	0.008871	0.02845	0.005239	...	0.01735	0.008846	0.02902	0.005393	...	0.01769	...	...	...	...
2500	0.007005	0.02298	0.004702	...	0.01402	0.007146	0.02344	0.004357	...	0.01429	...	...	...	...
3000	0.005837	0.01915	0.003561	...	0.01168	0.005955	0.01934	0.003631	...	0.01191	...	...	...	...
3500	0.005052	0.01657	0.003052	...	0.01011	0.005154	0.01691	0.003142	...	0.01031	...	...	...	...
4000	0.004421	0.01450	0.002697	...	0.008847	0.004510	0.01480	0.002749	...	0.009021	...	...	...	...
4500	0.003967	0.01302	0.002420	...	0.007939	0.004047	0.01328	0.002467	...	0.008095	...	...	...	...
5000	0.003570	0.01171	0.002178	...	0.007146	0.003642	0.01195	0.002221	...	0.007286	...	...	...	...

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

RESISTENCIA NOMINAL A LA CORRIENTE DIRECTA, DE CONDUCTORES DE COBRE, CON CABLEADO COMPACTO CLASE B

Calibre en AWG ó KMC	20°C		25°C	
	ohms por 1000 ft.	ohms por km	ohms por 1000 pie.	ohms por km.
22	11.0	36.0	11.2	36.7
19	6.92	22.7	7.05	23.1
18	6.92	22.7	7.05	23.1
17	4.35	14.3	4.44	14.6
16	4.35	14.3	4.44	14.6
15	2.68	8.78	2.73	8.96
14	2.12	6.96	2.16	7.10
13	1.69	5.53	1.72	5.64
12	1.34	4.39	1.36	4.47
11	1.059	3.476	1.060	3.544
10	0.8406	2.758	0.8571	2.812
9	0.6562	2.186	0.6793	2.229
8	0.5283	1.733	0.5387	1.767
7	0.4192	1.375	0.4274	1.402
6	0.3325	1.091	0.3390	1.112
5	0.2636	0.8647	0.2688	0.8817
4	0.2090	0.6839	0.2132	0.6993
3	0.1658	0.5439	0.1690	0.5546
2	0.1314	0.4312	0.1340	0.4397
1	0.1042	0.3419	0.1063	0.3486
1/0	0.08267	0.2712	0.08429	0.2765
2/0	0.06537	0.2151	0.06686	0.2194
3/0	0.05145	0.1688	0.05247	0.1721
4/0	0.04400	0.1444	0.04487	0.1472
250	0.03667	0.1203	0.03739	0.1227
300	0.03143	0.1031	0.03205	0.1051
350	0.02722	0.08930	0.02775	0.09106
400	0.02419	0.07928	0.02467	0.08094
450	0.02178	0.07144	0.02230	0.07285
500	0.02000	0.06562	0.02039	0.06691
550	0.01834	0.06015	0.01870	0.06134
600	0.01675	0.05496	0.01703	0.05603
650	0.01555	0.05103	0.01556	0.05303
700	0.01452	0.04763	0.01480	0.04856
750	0.01361	0.04465	0.01388	0.04553
800	0.01210	0.03967	0.01234	0.04047
900	0.01089	0.03572	0.01110	0.03642
1000	0.009598	0.03247	0.01009	0.03311
1100	0.009073	0.02977	0.009251	0.03035
1200	0.008710	0.02838	0.008581	0.02914
1300	0.008375	0.02748	0.008340	0.02802
1400	0.007777	0.02551	0.007930	0.02602
1500	0.007258	0.02381	0.007401	0.02428
1600	0.006805	0.02233	0.006939	0.02276
1700	0.006405	0.02101	0.006530	0.02143
1750	0.006222	0.02041	0.006344	0.02081
1800	0.006049	0.01984	0.006168	0.02023
1900	0.005730	0.01880	0.005843	0.01917
2000	0.005444	0.01786	0.005511	0.01821
2500	0.004398	0.01443	0.004484	0.01471
3000	0.003665	0.01202	0.003737	0.01226
3500	0.003172	0.01041	0.003234	0.01061
4000	0.002775	0.009105	0.002830	0.009284
4500	0.002491	0.008171	0.002540	0.008332
5000	0.002242	0.007354	0.002286	0.007499

RESIS CON  
A DE ORIGEN

**CARACTERISTICAS FISICAS Y  
ELECTRICAS DE LOS CABLES DE  
ALUMINIO REFORZADO EN ACERO (ACSR)**

CODIGO MUNDIAL	AREA NOMINAL DEL ALUMINIO		EQUIVALENTE AL COBRE DURO		NUMERO Y DIAMETRO DE ALAMBRES		DIAMETRO TOTAL APROX.	RESISTENCIA CC 20°C NOMINAL	PESO NOMINAL KG/KM
	mm <sup>2</sup>	AWG & KCM	mm <sup>2</sup>	AWG & KCM	ALUMINIO	ACERO			
					mm	mm			
Turkey	8 38	8	5 26	10	6x1 33	1x1 33	4 01	3 42	33.78
	10 58	7	6 36	9	6x1 49	1x1 33	4 49	2 71	42.00
	13 28	6	8 38	8	6x1 68	1x1 68	5 03	2 15	53.42
	16 78	5	10 58	7	6x1 89	1x1 89	5 66	1 71	67.62
	21 15	4	13 28	6	6x1 12	1x2 12	6 35	1 36	84.95
Swan	21 15	4	13 28	6	7x1 96	1x2 62	6 53	1 36	99.16
	28 69	3	16 78	5	6x2 38	1x2 38	7 14	1 08	108.00
Sparrow	33 65	2	21 15	4	6x2 67	1x2 67	8 03	0 853	135.12
Capriate	33 65	2	21 15	4	7x2 47	1x3 30	8 25	0 853	157.91
Robin	42 48	1	26 69	3	6x3 00	1x3 00	9 02	0 677	170.49
Raven	53 54	1/0	33 65	2	6x3 37	1x3 37	10 11	0 538	214.89
Quail	67 50	2/0	42 48	1	6x3 78	1x3 78	11 35	0 426	270.98
Pigeon	84 99	3/0	54 54	1/0	6x4 25	1x4 25	12 75	0 337	341.72
Penguin	107 20	4/0	67 50	2/0	6x4 77	1x4 77	14 30	0 268	430.2
Owl	135 2	266 B	84 99	3/0	6x5 35	7x1 78	16 08	0 214	509.6
Partridge	135 2	266 B	84 99	3/0	26x2 57	7x2 00	16 31	0 214	543.80
Ostrich	152 0	300 0	95 6	188 7	26x2 12	7x2 12	17 27	0 191	610.79
	152 0	300 0	95 6	188 7	30x2 54	7x2 54	17 78	0 191	698.4
Linnet	170 6	336 4	107 2	4/0	26x2 89	7x2 25	18 31	0 170	685.24
Oriole	170 6	336 4	107 2	4/0	30x2 69	7x2 69	18 82	0 170	780.10
Ibis	201 3	397 5	126 8	250	26x3 14	7x2 44	19 89	0 144	809.41
Lark	201 3	397 5	126 8	250	26x3 14	7x2 92	20 17	0 144	818.74
Hawk	241 9	477 0	152 0	300	26x3 44	7x2 68	21 79	0 120	972.36
Hen	241 9	477 0	152 0	300	30x3 20	7x3 20	22 43	0 120	1103.56
	253 1	500 0	159 7	315	30x3 28	7x3 28	22 96	0 114	1162.2
Dove	282 0	556 5	177 6	350	26x3 72	7x2 89	23 54	0 103	1133.88
Eagle	282 0	556 5	177 6	350	30x3 46	7x3 46	24 20	0 103	1290.56
Duck	306 5	605 0	192 5	380	54x2 69	7x2 69	24 20	0 0945	1159.3
Grosbeak	372 3	636 0	202 6	400	26x3 97	7x3 99	25 14	0 0889	1295.00
Egret	372 3	636 0	202 6	400	30x3 70	19x2 22	25 88	0 0901	1462.24
Flamingo	322 3	636 0	202 6	400	54x2 75	7x2 75	24 81	0 0901	1217
	337 7	666 6	212 8	420	24x4 23	7x2 82	25 40	0 0856	1291.32
	337 7	666 6	212 8	420	54x2 82	7x2 82	25 40	0 0856	1276
Starling	362 6	715 5	228 0	450	26x4 21	7x3 27	26 29	0 0787	1457.80
Redwing	362 6	715 5	228 0	450	30x3 92	19x2 36	27 46	0 0787	1644.28
Crow	362 6	715 5	228 0	450	54x2 92	7x2 92	26 31	0 0797	1372
Drake	403 0	795 0	253 1	500	26x4 44	7x3 47	26 14	0 0718	1618.1
Mallard	403 0	795 0	253 1	500	30x4 13	19x2 48	28 95	0 0718	1827
Tern	403 0	795 0	253 1	500	45x3 37	7x2 25	27 00	0 0718	1326.00
Condor	403 0	795 0	253 1	500	54x3 08	7x3 08	27 76	0 0718	1515.52
Crane	443 5	874 5	279 3	550	54x3 23	7x3 23	29 11	0 0653	1677
Canary	455 2	900 0	286 3	565	54x3 28	7x3 28	29 51	0 0633	1719.32
Rail	483 3	954 0	303 7	600	45x3 70	7x2 46	29 55	0 0587	1591.00
Cardinal	483 3	954 0	303 7	600	54x3 37	30x3 1	30 31	0 0587	1819.92
Oriole	524 1	1033 5	328 8	650	45x3 85	7x2 57	30 81	0 0551	1724.20
Curlew	524 1	1033 5	328 8	650	54x3 51	7x3 51	31 65	0 0551	1969.88
Bluejay	564 2	1113 0	354 2	700	45x3 99	7x2 66	31 98	0 0511	1857.40
Finch	564 2	1113 0	354 2	700	54x3 65	19x2 19	32 84	0 0511	2117.88
Bunting	605 2	1192 5	379 3	750	45x4 13	7x2 75	33 07	0 0479	1989.12
Grackle	604 2	1192 5	379 3	750	54x3 77	19x2 26	33 86	0 0479	2268.84
Bittern	664 7	1271 0	404 6	800	45x4 27	7x2 84	34 18	0 0449	2122.32
Pheasant	644 7	1271 0	404 6	800	54x3 90	19x2 34	35 10	0 0449	2419.80
Coucal	684 8	1351 5	431 2	851	45x4 40	7x2 82	35 29	0 0433	2255.56
Martlet	684 8	1431 0	455 2	900	45x4 53	7x3 02	36 24	0 0400	2570.76
Bobolink	725 2	1431 0	455 2	900	45x4 53	7x3 02	36 24	0 0400	2387.24
Plover	725 2	1431 0	455 2	900	54x4 13	19x2 48	37 21	0 0400	2723.20
Nuthatch	765 8	1510 5	481 3	950	45x4 65	7x3 10	37 24	0 0377	2518.96
Parrot	765 8	1510 5	481 3	950	54x4 25	19x2 55	38 25	0 0377	2874.16
Lapwing	805 7	1590 0	505 8	1000	45x4 77	7x3 18	38 15	0 0367	2852.16
Falcon	805 7	1590 0	505 8	1000	54x4 36	19x2 61	39 24	0 0367	3025.12

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## APLICACIONES DE LOS CABLES DE ALUMINIO REFORZADO EN ACERO (ACSR)

CODIGO MUNDIAL	CALIBRE AWG	CABLEADO AL/ACERO	AMPAJIDAD* (AMPERES)				RESISTENCIA OHMS/KM			REACTANCIA A 60 Hz 306 mm. DE ESPACIAMIENTO		
			SOL NO VIENTO	NO VIENTO NO SOL	SOL VIENTO	VIENTO NO SOL	DC 20°C	AC 25°C	AC 75°C	INDUCTIVA OHMS/KM		CAPACITIVA MEGOHMS POR KM
										75°C	75°C	
Turkey	6	6/1	60	70	105	110	2.1125	2.1489	2.0637	0.2937	0.4823	2.4630
Swan	4	6/1	85	95	140	145	1.3278	1.3550	1.7150	0.3740	0.4495	2.3458
Swansea	4	7/1	95	95	140	145	1.3136	1.3286	1.7380	0.3773	0.4426	2.3227
Starbow	2	6/1	115	130	185	195	0.8343	0.8530	1.0890	0.3576	0.4167	2.2244
Spawite	2	7/1	115	130	185	195	0.8251	0.8432	1.1188	0.3609	0.4232	2.2113
Roan	2	6/1	130	150	210	220	0.6621	0.6753	0.8881	0.3510	0.4003	2.1054
Roan	1/0	6/1	150	175	240	255	0.5243	0.5391	0.7455	0.3412	0.3871	2.1063
Quail	3/0	6/1	175	205	275	295	0.4160	0.4295	0.5807	0.3348	0.3740	2.0472
Pigeon	2/0	6/1	215	245	315	340	0.3204	0.3319	0.4482	0.3228	0.3628	1.9682
Penguin	4/0	6/1	275	315	390	420	0.2618	0.2687	0.3839	0.3156	0.3445	1.9291

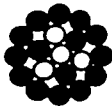
CODIGO MUNDIAL	CALIBRE CM	CABLEADO AL/ACERO	AMPAJIDAD* (A)				RESISTENCIA OHMS/KM			REACTANCIA A 60 Hz 306 mm. DE ESPACIAMIENTO		
			SOL NO VIENTO	NO VIENTO NO SOL	SOL VIENTO	VIENTO NO SOL	20°C DC	25°C CA	75°C CA	INDUCTIVA OHMS POR		CAPACITIVA MEGOHMS POR KM.
										75°C	75°C	
Wawing	266.800	18/1	300	315	411	440	0.2174	0.2169	0.2955	0.2559	1.8898	
Partridge	265.800	26/7	325	355	455	490	0.2078	0.2148	0.2746	0.2580	1.9002	
Ostich	100.000	26/7	330	390	470	530	0.1967	0.1996	0.2281	0.2844	1.8207	
Merlin	136.400	18/1	353	425	560	560	0.1673	0.1711	0.2057	0.2871	1.8274	
Lynnet	265.700	26/7	420	470	540	640	0.1674	0.1694	0.2034	0.2902	1.8162	
Or-ole	136.400	30/7	425	525	670	710	0.1571	0.1581	0.2072	0.2765	1.7881	
Chickadee	297.500	18/1	240	360	575	625	0.1457	0.1457	0.1742	0.2908	1.7848	
Itis	297.500	26/7	420	470	540	640	0.1444	0.1444	0.1726	0.2912	1.7848	
Lark	297.500	30/7	410	475	510	640	0.1444	0.1444	0.1716	0.2700	1.7454	
Pelican	477.000	18/1	443	570	640	700	0.1141	0.1141	0.1453	0.2729	1.7318	
Flicker	477.000	26/7	470	620	670	710	0.1113	0.1113	0.1441	0.2684	1.7192	
Hawt	477.000	26/7	460	540	660	720	0.1114	0.1114	0.1427	0.2871	1.7125	
Hen	477.000	30/7	460	540	660	720	0.1166	0.1166	0.1427	0.2634	1.6962	
Osway	556.500	18/1	490	580	710	770	0.1015	0.1015	0.1242	0.2684	1.6995	
Paraset	556.500	24/7	510	600	720	790	0.1010	0.1010	0.1240	0.2678	1.6798	
Dove	556.500	26/7	510	600	720	790	0.1006	0.1033	0.1237	0.2649	1.6732	
Eagle	556.500	30/7	510	600	720	800	0.0999	0.1027	0.1222	0.2579	1.6568	
Peacock	605.000	24/7	605	630	760	830	0.0929	0.0925	0.1142	0.2598	1.6568	
Suitor	505.000	26/7	540	630	760	830	0.0926	0.951	0.1125	0.2579	1.6503	
Tail	605.000	30/19	540	640	770	840	0.0920	0.0942	0.1125	0.2549	1.6339	
Rook	636.000	24/7	540	650	780	860	0.0884	0.0896	0.1083	0.2579	1.6470	
Grothead	636.000	26/7	560	660	790	860	0.0880	0.0902	0.1079	0.2559	1.6371	
Egret	636.000	30/19	560	660	790	870	0.0875	0.0895	0.1076	0.2523	1.6240	
Farming	666.600	24/7	570	670	810	880	0.0843	0.0867	0.1037	0.2569	1.6339	
Crow	716.500	24/7	600	700	840	920	0.0786	0.0812	0.0988	0.2529	1.6142	
Starling	716.500	26/7	610	710	850	930	0.0782	0.0804	0.0961	0.2516	1.6437	
Redwing	716.500	30/19	610	720	860	940	0.0778	0.0801	0.0955	0.2480	1.5945	
Tern	795.000	45/7	630	750	890	970	0.0713	0.0738	0.0879	0.2523	1.6010	
Condor	795.000	54/7	640	760	900	990	0.0708	0.0728	0.0869	0.2487	1.5879	
Draze	795.000	26/7	650	770	910	990	0.0704	0.0728	0.0869	0.2480	1.5814	
Mallard	795.000	30/19	660	780	910	1000	0.0700	0.0722	0.0860	0.2441	1.5650	
Crane	874.000	54/7	690	810	960	1050	0.0642	0.0666	0.0794	0.2454	1.5617	
Osprey	954.000	63/7	700	820	970	1060	0.0635	0.0657	0.0771	0.2411	1.5551	
Red	954.000	45/7	720	840	990	1070	0.0591	0.0620	0.0738	0.2454	1.5551	
Cardinal	954.000	54/7	730	870	990	1090	0.0594	0.0620	0.0732	0.2425	1.5470	
Oriental	1033.500	45/7	760	920	1120	1210	0.0573	0.0594	0.0714	0.2425	1.5372	
Curlew	1033.500	54/7	770	940	1140	1240	0.0544	0.0566	0.0676	0.2392	1.5190	
Bluejay	1113.000	45/7	790	940	1070	1150	0.0539	0.0551	0.0646	0.2398	1.5125	
Flicker	1113.000	54/19	810	960	1090	1170	0.0527	0.0541	0.0622	0.2362	1.4963	
Bunting	1113.000	45/7	810	990	1120	1240	0.0475	0.0507	0.0594	0.2372	1.4961	
Grothead	1132.500	54/19	830	1010	1130	1260	0.0474	0.0492	0.0591	0.2336	1.4829	
Bittern	1212.500	45/7	850	1030	1160	1280	0.0466	0.0482	0.0561	0.2349	1.4797	
Phalarope	1272.000	54/19	900	1050	1180	1320	0.0444	0.0466	0.0544	0.2313	1.4685	
Dove	1351.500	45/7	900	1080	1210	1340	0.0419	0.0449	0.0518	0.2323	1.4665	
Warbler	1351.500	54/19	940	1100	1240	1370	0.0403	0.0433	0.0502	0.2287	1.4501	
Bobolink	1431.000	45/7	940	1120	1260	1390	0.0398	0.0427	0.0502	0.2345	1.4501	
Plover	1431.000	54/19	950	1140	1270	1420	0.0395	0.0417	0.0495	0.2267	1.4337	
Northwest	1510.500	45/7	970	1160	1300	1440	0.0384	0.0404	0.0484	0.2280	1.4370	
Parrot	1510.500	54/19	990	1180	1320	1460	0.0374	0.0400	0.0472	0.2251	1.4208	
Lapwing	1590.000	45/7	1010	1200	1340	1460	0.0356	0.0387	0.0458	0.2290	1.4279	
Bluebird	1590.000	54/15	1030	1220	1360	1480	0.0355	0.0381	0.0448	0.2274	1.4208	
Chukar	1750.000	54/19	1050	1240	1380	1500	0.0349	0.0368	0.0440	0.2205	1.3911	
Flower	2150.000	54/19	1230	1480	1610	1810	0.0274	0.0295	0.0344	0.2136	1.3551	
Kestrel	2167.000	72/7	1220	1460	1600	1790	0.0263	0.0299	0.0348	0.2162	1.3550	

\*Basada en una temperatura máxima en el conductor de 75°C y una temperatura ambiente de 25°C

**TESIS CON  
LLA DE ORIGEN**



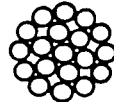
**FORMACION GEOMETRICA DE CABLES  
COPPERWELD**



Tipo "EK"  
4 alambres copperweld  
15 alambres de cobre



Tipo "E"  
7 alambres copperweld  
12 alambres de cobre



Cableado copperweld  
19 alambres



Tipo "F"  
1 alambre copperweld  
6 alambres de cobre



Tipo "G"  
2 alambres copperweld  
5 alambres de cobre



TIPO "J"  
3 alambres de copperweld  
4 alambres de cobre



Tipo "K"  
4 alambres copperweld  
3 alambres de cobre



Tipo "N"  
5 alambres copperweld  
2 alambres de cobre



Tipo "P"  
6 alambres copperweld  
1 alambre de cobre



Cableado copperweld  
7 alambres



Tipo "A"  
1 alambre copperweld  
2 alambres de cobre



Tipo "D"  
2 alambres copperweld  
1 alambre de cobre



Cableado copperweld  
3 alambres

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CARACTERISTICAS FISICAS Y  
ELECTRICAS DEL ALAMBRE Y CABLE  
DESNUDOS COPPERWELD**

DIAMETRO NOMINAL (PULGADA) CALIBRE AWG	DIAMETRO DEL CONDUCTOR		CARGA DE RUPTURA KG			PESO  Kg/Km	RESISTENCIA OHMS POR KM. C.C. A 20°C.		SECCION mm <sup>2</sup>
	mm.	PULG.	ALTA POTENCIA		EXTRA ALTA POTENCIA		40% COND.	30% COND.	
			40% COND.	30% COND.					
<b>ALAMBRE:</b>									
No. 4	5.189	0.2043	1.608	1.784	2.119	172.3	2.079	2.771	21.15
5	4.820	0.1819	1.333	1.474	1.775	136.7	2.621	3.494	16.77
(0.165)	4.191	0.1650	1.144	1.261	1.528	112.4	3.187	4.249	13.79
6	4.115	0.1620	1.104	1.216	1.473	108.4	3.307	4.406	13.30
7	3.665	0.1443	912	1.001	1.216	85.97	4.167	5.558	10.55
8	3.264	0.1285	753	823	1.000	68.17	5.256	7.008	8.368
(0.128)	3.251	0.1280	747	817	992	67.67	5.295	7.060	8.303
9	2.906	0.1144	621	676	—	54.66	6.627	8.835	6.621
(0.104)	2.642	0.1040	534	582	—	44.66	8.022	10.70	5.481
10	2.588	0.1019	513	558	—	42.87	8.356	11.14	5.261
12	2.053	0.08081	356	—	—	26.97	13.29	—	3.309
(0.080)	2.032	0.0800	349	—	—	26.43	13.56	—	3.243

**CABLE:**

7/8 (19, No. 5)	23.1	0.910	22,790	25,210	30,350	2634	0.1399	0.1865	318.7
13/16 (19, No. 6)	20.6	0.810	18,870	20,790	25,190	2088	0.1764	0.2352	252.7
23/32 (19, No. 7)	18.3	0.721	15,600	17,120	20,800	1656	0.2224	0.2966	200.5
21/32 (19, No. 8)	16.3	0.642	12,870	14,080	17,100	1314	0.2805	0.3740	159.0
9/16 (19, No. 9)	14.5	0.572	10,610	11,570	13,880	1042	0.3537	0.4715	126.1
5/8 (7, No. 4)	15.6	0.613	10,120	11,240	13,350	1219	0.3000	0.3999	148.1
9/16 (7, No. 5)	13.9	0.546	8,396	9,285	11,180	966.4	0.3783	0.5043	117.4
1/2 (7, No. 6)	12.3	0.486	6,954	7,661	9,280	766.4	0.4770	0.6358	93.10
7/16 (7, No. 7)	11.0	0.433	5,747	6,309	7,661	607.8	0.6014	0.8018	73.87
3/8 (7, No. 8)	9.78	0.385	4,745	5,189	6,300	482.0	0.7585	1.011	58.56
11/32 (7, No. 9)	8.71	0.343	3,908	4,261	5,117	382.3	0.9564	1.275	46.44
5/16 (7, No. 10)	7.77	0.306	3,230	3,519	4,171	303.1	1.206	1.608	36.83
3, No. 5	9.96	0.392	5,798	4,231	5,380	413.4	0.8809	1,174	50.32
3, No. 6	8.86	0.349	3,145	3,465	4,424	327.8	1,111	1,481	39.90
3, No. 7	7.90	0.311	2,600	2,854	3,593	260.0	1,401	1,867	31.85
3, No. 8	7.04	0.277	2,145	2,347	2,849	206.1	1,766	2,354	25.10
3, No. 9	6.27	0.247	1,768	1,928	2,236	163.5	2,227	2,969	19.90
3, No. 10	5.59	0.220	1,461	1,592	1,887	129.7	2,808	3,743	15.78
3, No. 12	4.42	0.174	1,014	—	—	81.55	4,465	—	9.929

Módulo de Elasticidad alambre sólido 16.90 Kg/mm<sup>2</sup>, cable 16.200 Kg/mm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Expansión .000,013 por grado centígrado.  
 Coeficiente de Resistencia .0038 Ohms por grado centígrado.

**TESIS CON  
 VALLA DE ORIGEN**

**TABLAS DE CONDUCTORES  
COPPERWELD Y COBRE CON CABLEADO  
DESNUDO, PARA TRANSMISION Y  
DISTRIBUCION**

TIPO DE CONDUCTOR	DIAMETRO DEL CONDUCTOR		DISEÑO DEL CONDUCTOR		CARGA DE RUPTURA KG	PESO KG POR KM.	SECCION mm <sup>2</sup>
	mm.	PULGADA	NUMERO Y DIAMETRO DE ALAMBRES DE COPPERWELD CONDUCTIVIDAD 30% E.H.S. m.m.	NUMERO Y DIAMETRO DE ALAMBRES DE COBRE TEMPLE DURO m.m.			
350 000 CIRCULAR MILS EQUIVALENTE EN COBRE 177.3 mm <sup>2</sup>					0 1031 Ohms/Km en 20°C		
E	20.02	0.788	7x4.003	12x4.003	14.710	2.088	239.0
EK	18.88	0.735	4x3.734	15x3.734	10.820	1.842	208.0
300 000 CIRCULAR MILS EQUIVALENTE EN COBRE 152.0 mm <sup>2</sup>					0 1203 Ohms/Km en 20°C		
E	18.52	0.729	7x3.708	12x3.708	12.600	1.790	204.8
EK	17.27	0.680	4x3.457	15x3.457	9.507	1.579	178.3
250 000 CIRCULAR MILS EQUIVALENTE EN COBRE 126.7 mm <sup>2</sup>					0 1444 Ohms/Km en 20°C		
E	16.92	0.666	7x3.383	12x3.383	10.850	1.491	170.7
EK	15.77	0.621	4x3.155	15x3.155	8.092	1.316	148.6
4/0 AWG. EQUIVALENTE EN COBRE (211 600 Cir. Mils) 107.2 mm <sup>2</sup>					0.1706 Ohms/Km en 20°C.		
E	15.57	0.613	7x3.112	12x3.112	9.403	1.263	144.5
EK	14.50	0.571	4x2.903	15x2.933	6.972	1.114	125.7
F	13.97	0.550	1x4.656	6x4.656	5.575	1.057	119.2
3/0 AWG. EQUIVALENTE EN COBRE (167.800 Cir. Mils) 85.03 mm <sup>2</sup>					0.2151 Ohms/Km en 20°C.		
E	13.84	0.545	7x2.771	12x2.771	7.820	1.001	114.6
J	14.10	0.555	3x4.702	4x4.702	7.335	1.052	121.5
EK	12.93	0.509	4x2.586	15x2.586	5.611	883.2	99.74
F	12.45	0.490	1x4.156	6x4.145	4.527	838.1	94.45
2/0 AWG. EQUIVALENTE EN COBRE (133.100 Cir. Mils) 67.44 mm <sup>2</sup>					0.2712 Ohms/Km en 20°C.		
K	13.56	0.534	4x4.521	3x4.521	7.983	961.2	112.4
J	12.55	0.494	3x4.186	4x4.186	6.092	834.3	96.32
F	11.07	0.436	1x3.693	6x3.693	3.671	664.9	74.97
1/0 AWG. EQUIVALENTE EN COBRE (105.500 Cir. Mils) 53.46 mm <sup>2</sup>					0.3422 Ohms/Km en 20°C.		
K	12.07	0.475	4x4.026	3x4.026	6.573	761.9	89.10
J	11.18	0.440	3x3.726	4x3.726	4.976	661.2	76.39
F	9.86	0.388	1x3.287	6x3.287	2.965	527.0	59.40
1 AWG. EQUIVALENTE EN COBRE (83.690 Cir. Mils) 42.40 mm <sup>2</sup>					0.4314 Ohms/Km en 20°C.		
K	10.74	0.423	4x3.586	3x3.586	5.398	604.5	70.71
J	9.95	0.392	3x3.320	4x3.320	4.082	524.5	60.58
F	8.79	0.346	1x2.929	6x2.929	2.389	418.0	47.12
2 AWG. EQUIVALENTE EN COBRE (66.370 Cir. Mils) 33.63 mm <sup>2</sup>					0.5440 Ohms/Km en 20°C.		
K	9.58	0.377	4x3.193	3x3.193	4.413	479.4	56.05
J	8.86	0.349	3x2.957	4x2.957	3.321	416.0	48.06
A	9.30	0.366	1x4.315	2x4.315	2.665	382.2	43.86
F	7.82	0.308	1x2.606	6x2.606	1.920	331.5	37.37

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

TIPO DE CONDUCTOR	DIAMETRO DEL CONDUCTOR		DISEÑO DEL CONDUCTOR		CARGA DE RUPTURA KG.	PESO KG. POR KM.	SECCION mm <sup>2</sup>
	mm.	PULGADA	NUMERO Y DIAMETRO DE ALAMBRES DE COPPERWELD CONDUCTIVIDAD 30% E.H.S. m.m.	NUMERO Y DIAMETRO DE ALAMBRES DE COBRE TEMPLE DURO m.m.			
<b>3 AWG EQUIVALENTE EN COBRE (52.630 Cir. Mils) 26.67 mm<sup>2</sup></b>					<b>0.6857 Ohms/Km en 20°C.</b>		
K	8.53	0.336	4x2.845	3x2.845	3.588	380.2	44.46
J	7.90	0.311	3x2.631	4x2.631	2.701	330.0	38.10
A	8.28	0.326	1x3.843	2x3.843	2.182	303.0	34.79
<b>4 AWG EQUIVALENTE EN COBRE (41.740 Cir. Mils) 21.15 mm<sup>2</sup></b>					<b>0.8648 Ohms/Km en 20°C.</b>		
D	8.84	0.348	2x4.192	1x4.102	3.329	335.7	39.66
A	7.37	0.290	1x3.421	2x3.421	1.786	240.3	27.59
<b>5 AWG EQUIVALENTE EN COBRE (30.000 Cir. Mils) 16.77 mm<sup>2</sup></b>					<b>1.090 Ohms/Km en 20°C.</b>		
D	7.87	0.310	1x5.3	1x3.653	2.737	266.2	31.45
A	6.55	0.258	1x4.6	2x3.043	1.447	190.6	21.88
<b>6 AWG EQUIVALENTE EN COBRE (20.760 Cir. Mils) 13.30 mm<sup>2</sup></b>					<b>1.367 Ohms/Km en 20°C.</b>		
D	7.01	0.276	2x3.254	1x3.254	2.242	211.1	24.94
A	5.84	0.230	1x2.713	2x2.713	1.173	151.2	17.35
C	5.72	0.225	1x2.657*	2x3.657	972	144.9	16.62
<b>7 AWG EQUIVALENTE EN COBRE (20.820 Cir. Mils) 10.55 mm<sup>2</sup></b>					<b>1.717 Ohms/Km en 20°C.</b>		
D	6.25	0.246	2x2.898	1x2.898	1.824	167.4	19.78
A	5.66	0.223	1x3.216	2x3.213	1.249	139.4	16.23
<b>8 AWG EQUIVALENTE EN COBRE (16.510 Cir. Mils) 8.366 mm<sup>2</sup></b>					<b>2.165 Ohms/Km en 20°C.</b>		
D	5.56	0.219	2x2.581	1x2.581	1.477	132.8	15.68
A	5.05	0.199	1x2.863	2x2.024	1.013	110.5	12.87
C	4.55	0.179	1x2.053*	2x2.117	618	90.29	10.35
<b>9½ AWG EQUIVALENTE EN COBRE (11.750 Cir. Mils) 5.954 mm<sup>2</sup></b>					<b>3.009 Ohms/Km en 20°C.</b>		
D	4.42	0.174	2x2.053*	1x2.053	791	84.02	9.929

TIPO DEL CONDUCTOR	MODULO DE ELASTICIDAD KG/mm <sup>2</sup>	COEFICIENTE DE EXPANSION POR GRADO C.	TIPO DEL CONDUCTOR	MODULO DE ELASTICIDAD KG/mm <sup>2</sup>	COEFICIENTE DE EXPANSION POR GRADO C.
E	13,700	0.000 015 *	2A-6A Inclusive	13,400	0.000 015 3
EK	13,000	0.000 015 B	7A y 8A	14,900	0.000 014 6
F	12,700	0.000 016 7	C	13,400	0.000 015 3
J	14,100	0.000 014 9	D	15,500	0.000 014 0
K	14,800	0.000 014 4			

\* Copperweld, de alta resistencia 40% conductividad.

**HECHO CON  
FABRICA DE ORIGEN**

**CLASIFICACION DE CONDUCTORES Y  
CARACTERISTICAS DE LOS AISLAMIENTOS**

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. EN °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule resistente al calor	RH	75	Hule resistente al calor	Resistente a la humedad, retardadora de la flama, no metálica.	Locales Secos
Hule resistente al calor	RHH	90	Hule resistente al calor	Resistente a la humedad, retardadora de la flama, no metálica.	Locales Secos
Hule resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	Resistente a la humedad, retardadora de la flama, no metálica.	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% hule no molido, sin grano	Resistente a la humedad, retardadora de la flama, no metálica	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	60	90% hule no molido, sin grano	Resistente a la humedad, retardadora de la flama, no metálica	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon o equivalente	Locales secos
Termoplástico resistente al calor y la humedad	THW	75	Termoplástico, resistente al calor, y a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90		Ninguna	Aplicaciones especiales dentro de equipos de alumbrado de destello. Límite a 1000 V o menos en circuito abierto
Termoplástico, resistente al calor y la humedad	THWN	75	Termoplástico, resistente al calor y la humedad, retardador de la flama	Nylon o equivalente	Locales húmedos y secos
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos
		90			Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad al calor y al aceite	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama	Ninguna o Nylon	Alumbrado de Máquinas herramientas en locales húmedos
		50			Alumbrado de Máquinas herramientas en locales secos.
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto	No metálica y retardador de la flama	Alumbrado de tableros solamente
Termoplástico y malla exterior fibrosa	TBS	90	Termoplástico	No metálica, retardadora de la flama	Alumbrado de tableros solamente
Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Alumbrado de tableros solamente
		85	Oxido de Magnesio	Cobre	Locales húmedos y secos
Aislamiento material (cubierta metálica)	MI	250		Cobre	Aplicaciones Especiales
Conductor monofásico para alimentador o circuito derivado en instalación subterránea	UF	60	Resistente a la humedad	Integral al aislamiento	Para uso subterráneo, directamente enterrado, como alimentador o circuitos derivados con protección de sobrecorriente adecuado
		75	Resistente al calor y la humedad		
Conductor monofásico para servicios de acometida subterránea	USE	75	Resistente al calor y la humedad	No metálica, resistente a la humedad	Acometidas subterráneas, como alimentador o circuitos derivados subterráneos
Silicon y asbesto	SA	90	Hule Silicon	Asbesto o Fibra de vidrio	Locales secos
		125			Aplicaciones Especiales

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. EN °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos
	FEPB	200		Malla de Fibra de Vidrio o de Asbesto	Locales secos Aplicaciones Especiales
Cambray Barnizado	V	85	Cambray Barnizado	No metálica o de Plomo	Locales secos
Cambray Barnizado y Asbesto	AVA	110	Cambray Barnizado y Asbestos Impregnados	Malla de Asbesto o fibra de Vidrio	Locales secos solamente
	AVL	110		Cubierta de Plomo	Locales húmedos y secos
	AVB	90	Cambray Barnizado y Asbestos Impregnados	Malla de Algodón retardadora de flama (alambrado de tableros)	Locales secos únicamente
Asbestos	A	200	Asbesto	Sin malla de Asbesto	Locales secos Solamente para guías dentro de aparatos o en tuberías de alimentación conectadas a estos aparatos. Limitados a 300 Volts
	AA	200	Asbesto	Con malla de Asbesto o fibra de vidrio	
	AI	125	Asbesto Impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos Solamente para guías dentro de aparatos, en tuberías conectadas a aparatos, en alambrado abierto
	AIA	125	Asbesto Impregnado	Con malla de Asbesto o de fibra de vidrio	
Papel		85	Papel	Cubierta de Plomo	Para conductores de servicio subterráneo y distribución

Basados en Art. 310, tabla 310-13 del NEC-1987

**CON FALLA DE ORIGEN**

**CAPACIDAD DE CONDUCCION DE  
CORRIENTE PERMISIBLE EN CONDUCTORES  
DE COBRE AISLADOS**

**VALORES EN AMPERES**

SECCION NOMINAL EN MM <sup>2</sup>	CALIBRE AWG KCM	60°C TIPOS RW, T RU, U, F		75°C TIPOS FEPW, RH, RHW, RUH, THW, THWN, XHHW, USE, ZW		85°C TIPOS V, MI		90°C TIPOS TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, FEPB, RHM, THHN, XHHW		110°C TIPOS AVA, AVL		125°C TIPOS AI, AIA		200°C TIPOS A, AA, FEP, FEPB, PFA	
		EN CONDUIT, CABLE O DI- RECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DI- RECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DI- RECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DI- RECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DI- RECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DI- RECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DI- RECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE
2 08	14	15	20	15	20	25	25	30	25	30	30	40	30	40	45
3 31	12	20	25	20	25	30	30	40	30	40	35	40	50	40	55
5 26	10	30	40	30	40	40	40	55	40	55	45	55	50	70	75
8 37	8	40	55	45	65	50	70	70	50	70	60	85	65	90	100
13 30	6	55	80	65	95	70	100	100	70	100	80	120	85	125	125
21 15	4	70	105	85	125	90	135	135	90	160	105	160	115	170	180
28 67	3	90	120	100	145	105	155	155	105	180	120	180	130	195	210
33 62	2	95	140	115	170	120	180	180	120	210	135	210	145	225	240
42 41	1	110	185	130	195	140	210	210	140	210	160	245	170	265	280
53 49	0	125	195	150	230	155	245	245	155	285	190	285	200	305	325
67 43	00	145	225	175	265	185	285	285	185	330	215	330	230	355	370
85 01	000	165	260	200	310	210	330	330	210	385	245	385	265	410	430
107 20	0000	185	300	230	360	235	365	365	235	445	275	445	310	475	510
127	250	215	340	255	405	270	425	425	270	475	315	495	335	530	-
152	300	240	375	285	445	300	480	480	300	565	345	565	380	590	-
177	350	260	420	310	505	325	530	530	325	630	390	630	420	615	-
203	400	280	455	335	545	360	575	575	360	685	420	685	450	710	-
253	500	320	515	380	620	405	680	680	405	785	470	785	500	815	-
304	600	355	575	420	690	458	740	740	455	845	525	845	545	910	-
353	700	385	630	460	755	490	815	815	490	940	580	940	600	1005	-
380	750	400	655	475	785	500	845	845	500	980	580	980	620	1045	-
405	800	410	680	490	815	515	880	880	515	1020	600	1020	640	1085	-
458	900	435	730	520	870	555	940	940	555	-	-	-	-	-	-
507	1000	455	780	545	935	585	1000	1000	585	1000	680	1165	730	1240	-

Basado en NEC-1978, Art. 310 tablas 316, 317, 318, 319

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA

TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURAS SUPERIORES A 30°C. MULTIPLIQUE LAS AMPACIDADES MOSTRADAS EN LA TABLA ANTERIOR POR EL FACTOR APROPIADO PARA DETERMINAR EL MAXIMO PERMISIBLE DE CORRIENTE DE CARGA							
	60°C	75°C	85°C	90°C	110°C	125°C	200°C	250°C
31 a 40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95	-	-
41 a 45	0.71	0.81	0.85	0.85	0.90	0.92	-	-
46 a 50	0.59	0.75	0.80	0.82	0.87	0.89	-	-
51 a 55	0.41	0.67	0.74	0.75	0.83	0.86	-	-
56 a 63	-	0.58	0.67	0.71	0.79	0.83	0.91	0.95
64 a 70	-	0.35	0.52	0.58	0.71	0.78	0.87	0.91
71 a 75	-	-	0.43	0.52	0.58	0.72	0.86	0.89
76 a 80	-	-	0.30	0.41	0.51	0.68	0.84	0.87
81 a 95	-	-	-	-	0.50	0.61	0.80	0.83
91 a 100	-	-	-	-	-	0.51	0.72	0.81
101 a 120	-	-	-	-	-	-	0.69	0.81
121 a 140	-	-	-	-	-	-	0.59	0.74
141 a 160	-	-	-	-	-	-	-	0.54
161 a 180	-	-	-	-	-	-	-	0.50
181 a 200	-	-	-	-	-	-	-	0.42
201 a 225	-	-	-	-	-	-	-	0.30

TEST CON  
 FALLA DE ORIGEN



**DIMENSIONES EN LOS CONDUCTORES  
CON AISLAMIENTOS DE HULES O  
TERMOPLASTICOS**

CALIBRE AWG O CM	TIPOS RHM 2, RH RHM***, RHW***, SF 2		TIPOS TF, T, THW1, TW, RUM***, RUM**		TIPOS TFN, THHN, THWN		TIPOS **** FEP, FEPS, FEPM, TFE, PE, PEA, PFAH, FCS, PTFE, Z, ZF, ZFF				TIPOS EMHW, EMF	
	DIAMETRO APROX PULG	AREA APROX PULG	DIAMETRO APROX PULG	AREA APROX PULG	DIAMETRO APROX PULG	AREA APROX PULG	DIAMETRO APROX PULG	AREA APROX PULG	DIAMETRO APROX PULG	AREA APROX PULG	DIAMETRO APROX PULG	AREA APROX PULG
18	0.146	0.0167	0.106	0.0098	0.089	0.0064	0.081	0.0052	-	-	-	-
16	0.158	0.0196	0.118	0.0109	0.100	0.0079	0.092	0.0068	-	-	-	-
14	3/64 in 0.171	0.0230	0.131	0.0135	0.105	0.0087	0.105	0.0087	0.0087	-	-	-
14	3/64 in 0.204*	0.0377*	-	-	-	-	-	-	-	-	0.129	0.0131
12	2/64 in 0.188	0.0278	0.148	0.0172	0.122	0.0117	0.121	0.121	0.0115	0.0115	-	-
12	2/64 in 0.231*	0.0384*	0.179 †	0.0251 †	-	-	-	-	-	-	0.146	0.0167
10	-	0.242	0.0480	0.168	0.0224	0.153	0.0184	0.142	0.142	0.0159	0.0159	-
10	-	-	0.199 †	0.0311 †	-	-	-	-	-	-	0.186	0.0216
8	-	0.328	0.0854	0.245	0.0471	0.218	0.0373	0.208	0.188	0.0333	0.0272	-
8	-	-	0.276 †	0.0568 †	-	-	-	-	-	-	0.241	0.0456
6	0.307	0.1238	0.323	0.0819	0.257	0.0519	0.244	0.302	0.0467	0.0718	0.282	0.0825
4	0.452	0.1805	0.372	0.1087	0.328	0.0845	0.292	0.350	0.0669	0.0962	0.328	0.0845
3	0.481	0.1817	0.401	0.1283	0.356	0.0995	0.320	0.378	0.0803	0.1122	0.356	0.0995
2	0.513	0.2067	0.433	0.1473	0.388	0.1182	0.352	0.410	0.0973	0.1318	0.388	0.1182
1	0.588	0.2715	0.508	0.2027	0.450	0.1590	0.420	-	0.1385	-	0.450	0.1590
0	0.629	0.3107	0.549	0.2387	0.491	0.1893	0.482	-	0.1876	-	0.491	0.1893
00	0.675	0.3578	0.595	0.2781	0.537	0.2285	0.498	-	0.1974	-	0.537	0.2285
000	0.727	0.4151	0.647	0.3288	0.588	0.2715	0.560	-	0.2463	-	0.588	0.2715
0000	0.785	0.4840	0.705	0.3904	0.646	0.3278	0.618	-	0.2999	-	0.646	0.3278
250	0.858	0.5517	0.788	0.4877	0.716	0.4028	-	-	-	-	0.716	0.4028
300	0.933	0.6837	0.883	0.5581	0.771	0.4668	-	-	-	-	0.771	0.4668
350	0.985	0.7620	0.895	0.6291	0.822	0.5307	-	-	-	-	0.822	0.5307
400	1.032	0.8365	0.942	0.6969	0.869	0.5931	-	-	-	-	0.869	0.5931
500	1.119	0.9834	1.029	0.8316	0.955	0.7183	-	-	-	-	0.955	0.7183
600	1.233	1.1940	1.143	1.0261	1.058	0.8782	-	-	-	-	1.073	0.9043
700	1.304	1.3255	1.214	1.1575	1.129	1.0011	-	-	-	-	1.145	1.0297
750	1.339	1.4092	1.249	1.2252	1.163	1.0823	-	-	-	-	1.180	1.0036
800	1.372	1.4734	1.282	1.2908	1.196	1.1234	-	-	-	-	1.210	1.1499
900	1.435	1.6173	1.345	1.4208	1.258	1.2449	-	-	-	-	1.270	1.2658
1000	1.494	1.7531	1.404	1.5482	1.317	1.3623	-	-	-	-	1.330	1.3883
1250	1.876	2.2062	1.577	1.9532	-	-	-	-	-	-	1.500	1.7672
1500	1.801	2.5475	1.702	2.2748	-	-	-	-	-	-	1.620	2.0812
1750	1.916	2.8095	1.817	2.5930	-	-	-	-	-	-	1.740	2.3779
2000	2.071	3.2079	1.922	2.9013	-	-	-	-	-	-	1.840	2.8580

Basado en NEC-1978 Cap 9, Tabla 5

\* Dimensiones para los tipos RHM y RHW

\*\* Cf. No. 14 al No. 2.

† Dimensiones del tipo THW en calibres del 14 al 8. El tipo THW del No. 8 y mayores tienen las mismas dimensiones que el tipo T.

\*\*\* Las dimensiones del tipo RHM y RHW sin cubierta exterior son las mismas que las del tipo THW; del No. 18 al No. 6 sólidos, y del No. 8 y mayores cableados.

\*\*\*\* Los valores mostrados para calibres del 1 al 0000 son para tipos TFE y Z solamente. Los valores a mano derecha en las mismas columnas son para FEPS, Z, ZF y ZFF únicamente.

†† Del calibre 14 al No. 2.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES EN MEDIDAS COMERCIALES DE TUBERIA CONDUIT

DIAMETRO DE LA TUBERIA (Pulgadas)		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	
TIPO DE CONDUCTOR		12 mm	16 mm	25 mm	32 mm	36 mm	51 mm	63 mm	76 mm	89 mm	102 mm	114 mm	127 mm	152 mm	
TW T, RUM		14	9	15	25	44	60	90	142						
RUM		12	1	12	16	26	47	76	111	177	176				
XHHW (14 Paño 8)		8	5	9	15	26	36	50	85	131	108				
RHW and RHH (en cubiertas de tarso)		14	6	10	16	29	40	65	92	143	192				
RHW		12	4	6	13	24	32	53	76	117	157				
RHH		8	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163	106	133	
RHW (en cubiertas de tarso)		8	1	3	5	10	13	22	32	49	66				
TW		6	1	2	4	7	10	16	23	36	46	62	78	97	141
T		4	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	106
RUM (8 a 2)		2	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	106
RUM (8 a 2)		2	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	106
RHW (8 a 2)		0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	40	49
RHH (en cubiertas de tarso)		000	1	1	1	2	3	5	8	12	15	19	24	30	36
RHW		000	1	1	1	2	3	5	8	12	15	19	24	30	36
RHH (en cubiertas de tarso)		0000	1	1	1	2	3	5	7	10	13	17	20	26	30
250			1	1	1	2	3	4	6	8	10	13	16	20	23
300			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	20	23
350			1	1	1	2	3	4	5	6	8	10	12	18	18
400			1	1	1	2	3	4	5	6	8	9	11	16	16
500			1	1	1	2	3	4	5	6	7	9	11	14	14
600			1	1	1	2	3	4	5	6	7	9	11	14	14
700			1	1	1	2	3	4	5	6	7	9	11	14	14
750			1	1	1	2	3	4	5	6	7	9	11	14	14
THWN		14	12	24	30	69	96	154	184						
12		10	16	29	51	76	114	104							
10		6	11	18	32	44	73		180	106	136				
8		3	5	9	16	22	36	51	79	106	136				
THWN		6	1	4	6	11	15	26	37	57	76	96	125	154	137
FEF (14 a 2)		4	1	2	4	7	9	16	22	36	47	60	75	94	118
FEF (14 a 2)		2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	51	64	80	97
PFA (14 a 40)		1	1	1	3	5	7	11	18	29	39	51	64	80	97
PFA (14 a 40)		1	1	1	3	5	7	11	18	29	39	51	64	80	97
PFA (14 a 40)		1	1	1	3	5	7	11	18	29	39	51	64	80	97
2 (14 a 40)		0	1	1	3	4	7	10	15	21	27	33	42	51	51
00		1	1	1	2	3	6	8	13	17	22	28	35	42	47
000		1	1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	40	47
0000		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	29	35	42
250			1	1	1	2	3	4	7	10	12	16	20	24	25
300			1	1	1	2	3	4	7	10	12	16	20	24	25
350			1	1	1	2	3	4	5	7	9	12	15	21	21
400			1	1	1	2	3	3	5	6	8	10	13	19	19
500			1	1	1	2	3	3	4	5	7	9	11	18	13
600			1	1	1	2	3	3	4	5	6	8	9	11	13
700			1	1	1	2	3	3	4	5	6	8	9	11	11
750			1	1	1	2	3	3	4	5	6	8	9	11	11
X-90		6	3	5	9	13	21	30	47	63	81	102	128	165	185
800		1	1	1	1	1	1	1	2	4	5	6	9	11	11
700		1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	6	7	10	10
350									2	3	4	6	7	10	10
R-90		14	3	6	18	21	41	55	90	121	155				
12		3	4	7	15	21	35	47	77	103	133				
10		2	4	7	13	16	27	37	64	86	110	138			
8		1	5	7	12	16	27	35	67	90	116	148	184	237	337
RHW (en cubiertas de tarso)		6	1	1	5	6	11	15	24	32	41	51	63	77	102
3		1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	35	44	55	72
2		1	1	1	2	3	5	7	11	15	20	26	33	42	55
1		1	1	1	2	3	5	7	11	15	20	26	33	42	55
0		1	1	1	2	4	6	9	14	18	24	30	37	47	62
00		1	1	1	2	4	6	9	14	18	24	30	37	47	62
000		1	1	1	2	4	6	9	14	18	24	30	37	47	62
0000		1	1	1	2	4	6	9	14	18	24	30	37	47	62
250			1	1	1	2	3	4	6	8	10	13	16	20	23
300			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	17
350			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	17
400			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	17
500			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	17
600			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	17
700			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	17
750			1	1	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	17

TESIS CON  
PALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CARACTERÍSTICAS DE CORDONES Y  
CABLES FLEXIBLES DE COBRE

NUMBRE COMERCIAL	TIPO	CALIBRE AWG	NUMERO DE CONDUCTORES	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA SOBRE CADA CONDUCTOR	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION			
Cordón paralelo con malla	PD - 1	18	2	Hule	Malla de algodón	Algodón o rayón	Aparatos domésticos fijos	Lugares secos	Uso no rudo	
	PD - 2	18 - 10								
	PD	18 - 10								
Cordón paralelo todo de hule	SP - 1	18	2 ó 3	Hule	Ninguna	Hule	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo	
	SP - 2	18 - 10								
	SP - 3	18 - 12								
Cordón paralelo de plástico	SPT - 1	18	2	Termoplástico	Ninguna	Ninguna	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo	
	SPT - 2	18 - 10								
	SPT - 3	18 - 10								
Cordón uso rudo	SJ	18 - 10	2, 3 ó 4	Hule	Ninguna	Compuesto resistente al aceite	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso rudo	
	SJO			Termoplástico o hule		Termoplástico				
	SJT									
	SJFO			Hule	Compuesto resistente al aceite					
	S	18 - 2	2 ó más	Hule	Termoplástico resistente al aceite					
	SO			Termoplástico	Termoplástico					
	ST			Termoplástico o hule	Termoplástico					
STO				Termoplástico resistente al aceite						
Cordón para resistencias	HPD	18 - 12	2, 3 ó 4	Hule y asbesto, termoplástico y asbesto, Neopreno	Ninguna	Algodón o rayón	Portátil	Lugares Secos	Resistencias portátiles	
Cordón para resistencias forro de hule	HS	14 - 12	2, 3 ó 4	Hule y asbesto Neopreno	Ninguna	Algodón y Hule o Neopreno	Portátil	Lugares húmedos	Resistencias portátiles	
Cordón paralelo para resistencias	HPN	18 - 10	2 ó 3	Hule	Ninguna	Ninguna	Portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo	
Cable para sensores	E	18 - 14	2 ó más	Hule	Malla de algodón	Tres mallas de algodón, la exterior retardadora de flama y resistente a la humedad	Alumbrado y control de sensores	Lugares peligrosos	Lugares peligrosos	
	EO									Una de algodón y otra de Neopreno
	EN									Hule
	ET			ETL	Termoplástico	Malla de rayón				Tres de algodón la exterior retardadora de flama y resistente a la humedad
						Ninguna				Una de algodón y otra de Neopreno o termoplástico
				ETP	Malla de rayón	Termoplástico				
				ETT	Ninguna	Una de algodón y otra de termoplástico				

**CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE EN CORDONES  
Y CABLES FLEXIBLES DE COBRE**

CALIBRE AWG	TIPO DE HULE: C, PD, E, ED, EN, S, SO, SRD, SJ, SJO, SV, SVO, SP		TIPOS: AFS, AFSJ, HPD,
	TIPO DE TERMOPLASTICO: ET, ETT, ETLB, ETP, ST, STO, SRDT, SJT, SJTO, SVT, SVTO		HSJ, HSJO, HS, HSO, HPN
	A*	B*	
18	7	10	10
17		12	
16	10	13	15
15			17
14	15	18	20
12	20	25	30
10	25	30	35
8	35	40	
6	45	55	
4	60	70	
2	80	95	

\* Las capacidades de corriente en amperes indicadas en la columna A se aplican a cordones de tres conductores o multiconductores, conectados a aparatos con solamente tres conductores que transporten corriente. Las capacidades de corriente en amperes indicadas en la columna B se aplican a cordones flexibles de dos conductores y también a los multiconductores conectados a aparatos con solamente dos conductores que transporten corriente.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**DISTANCIA\* EN METROS PARA UNA  
CAIDA DE TENSION MAXIMA DE 3%  
CIRCUITOS TRIFASICOS EQUILIBRADOS  
EN 220 VOLTS**

CALIBRE AWG o KCM	3 AMP	6 AMP	15 AMP	20 AMP	25 AMP	35 AMP	50 AMP	70 AMP	80 AMP	90 AMP	100 AMP	125 AMP
14	147.2	73.6	29.9									
12	232.3	117.3	46.0	34.5								
10	370.3	186.3	73.6	55.2	43.7							
8	588.8	294.4	117.3	87.4	69.0	50.8						
6	936.1	469.2	186.3	140.3	112.7	80.5	62.1					
4	1488.1	745.2	296.7	221.1	179.4	128.5	99.7	64.4				
2	2369.0	1184.5	469.2	361.5	285.2	202.4	147.6	101.2	87.4			
0	3760.5	1880.3	736.0	561.0	450.0	322.0	235.4	161.0	140.3	126.5	112.7	89.7
00	4749.5	2375.3	952.0	736.0	570.4	407.1	285.2	202.4	140.3	126.5	112.7	89.7
000		2990.0	1495.0	897.0	717.6	512.9	369.9	257.6	225.4	200.1	179.4	142.6
0000		3772.0	1886.0	1316.0	906.2	646.3	453.1	322.0	282.7	253.0	227.7	181.7
250			1787.0	1340.9	1071.9	765.7	533.0	381.9	313.5	282.7	253.0	213.9
300			2143.6	1610.0	1263.4	977.7	641.7	460.0	400.2	359.0	322.0	257.6
350				1876.8	1501.9	1069.5	752.1	533.6	466.5	413.6	374.9	299.0
400				2143.6	1719.9	1225.9	855.6	611.8	532.6	477.1	427.8	342.7
500					2143.6	1527.2	1271.8	659.9	593.4	533.6	533.6	427.8
600						1835.4	1293.4	117.7	112.7	713.0	641.7	512.9
700						2143.6	1501.9	1271.8	936.1	834.9	752.1	600.3

CALIBRE AWG o KCM	150 AMP	175 AMP	225 AMP	250 AMP	275 AMP	300 AMP	325 AMP	400 AMP	450 AMP	500 AMP	525 AMP
00	94.3										
000	119.6	103.5									
0000	151.8	128.8									
250	179.4	151.8	101.2								
300	213.9	184.0	142.6	128.8	117.3						
350	248.4	213.9	165.6	149.5	135.7	124.2					
400	285.2	243.8	190.9	170.2	154.1	142.6	131.1				
500	356.5	305.9	236.9	213.9	195.5	179.4	165.6	173.4			
600	427.8	365.7	285.2	257.6	234.6	213.9	197.8	161.0	142.6		
700	499.1	427.8	333.5	299.0	273.7	248.4	230.0	188.6	165.6	149.5	
800	570.4	489.9	381.8	342.7	310.5	285.6	262.2	213.9	190.9	172.5	163.3
1000	713.0	611.8	478.1	427.8	388.7	356.5	331.2	266.8	238.2	213.9	204.7

\*Distancia medida desde el punto de conexión del alimentador hasta el punto de conexión de la carga.

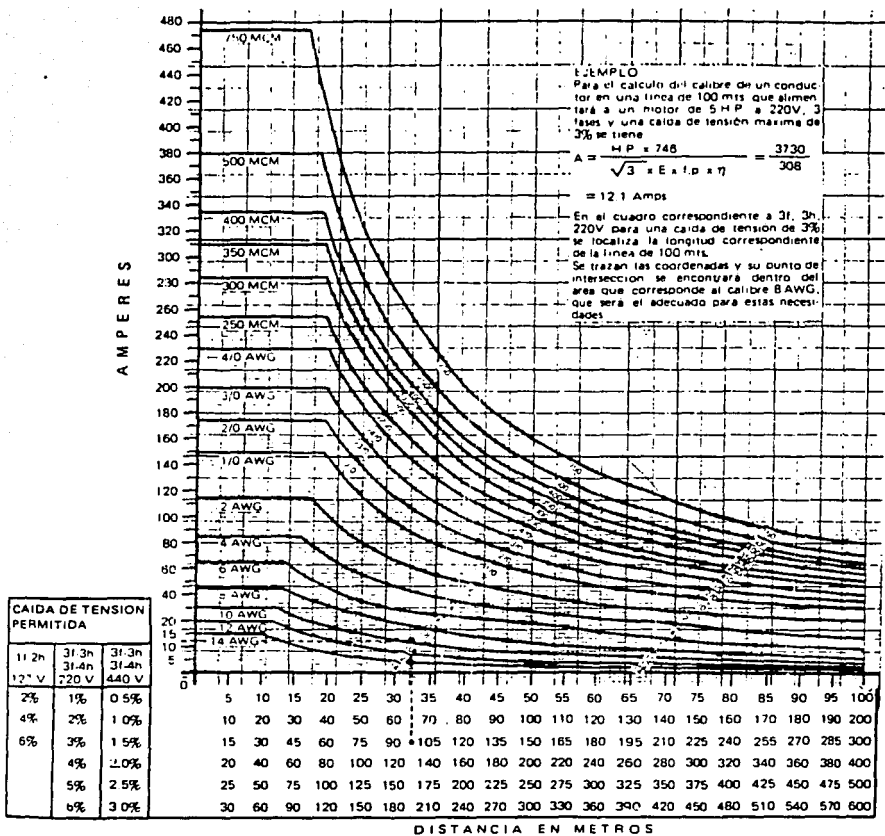
La tabla se calculó considerando solo la caída de tensión por resistencia en conductores de cobre, aislados tipo RHW, THW o THWN en a 60 Volts y 30°C de temperatura ambiente.

Para las condiciones aplicar los siguientes factores a la tabla:

EN CIRCUITOS TRIFASICOS EQUILIBRADOS	PARA OTRAS CAIDAS DE TENSION	
	TENSION	MULTIPLIQUE POR:
440 V	2.0	1.66
2300 V	10.435	0.66
4160 V	19.130	1.00
Circuitos monofásicos 120 V.	0.5	1.73
		1.66

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## GRAFICAS DE CAIDA DE TENSION EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS, TIPOS RHW, THW Y THWN



**NOTAS:**

- 1.- El factor de potencia considerado en el calculo de la gráfica es de 0.8.
- 2.- Los valores de ampacidad estan tomados de la tabla 310-12 del N.E.C. para conductores aislados de cobre tipo RHW, THW y THWN a una temperatura ambiente de 30°C.
- 3.- Los valores de resistencia estan tomados a 75°C y resistencia fueron tomados de la tabla No. 1.20, página No. 98 del Beeman para 600 volts o menos y tres conductores en tubo conduit magnético.

**TESIS CON  
FECHA DE ORIGEN**

**CABLE CONTROL PARA 600 VOLTS  
AISLAMIENTO Y CUBIERTA EXTERIOR  
DE PVC**

No DE CONDUCTORES	CAL. 10 AWG (53 mm <sup>2</sup> )			CAL. 12 AWG (331 mm <sup>2</sup> )			CAL. 14 AWG (206 mm <sup>2</sup> )		
	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX	AREA TOTAL	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX	AREA TOTAL	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX	AREA TOTAL
	mm	KG/100 mt	cm <sup>2</sup>	mm	KG/100 mt	cm <sup>2</sup>	mm	KG/100 mt	cm <sup>2</sup>
2	15.7	29.25	1.93	12.7	17.70	1.26	11.9	15.00	1.11
3	16.5	31.05	2.13	13.5	22.35	1.43	12.4	16.45	1.20
4	18.0	46.80	2.54	15.7	31.20	1.93	13.7	22.35	1.47
5	19.5	54.00	2.98	17.0	34.65	2.29	15.7	28.05	1.93
6	21.3	64.65	3.63	18.5	41.25	2.68	17.0	33.30	2.27
7	22.0	71.10	3.80	18.6	44.85	2.71	17.1	35.85	2.30
8	24.1	87.00	4.56	19.8	51.75	3.08	18.5	41.40	2.89
9	25.6	98.25	5.14	21.3	58.95	3.56	19.8	46.95	3.08
10	28.2	109.50	6.24	24.1	70.65	4.56	21.3	52.20	3.56
11	28.5	114.00	6.37	24.2	72.60	4.60	21.4	53.70	3.60
12	28.9	123.00	6.55	24.9	78.00	4.86	22.1	57.90	3.83
13	29.5	135.75	6.83	25.1	86.25	4.94	23.4	68.85	4.30
14	30.5	141.00	7.30	26.2	89.25	5.39	24.1	70.95	4.56
15	31.2	155.00	7.64	26.7	98.25	5.60	24.6	78.00	4.75
16	32.0	160.50	8.04	27.7	100.50	6.62	25.4	80.25	5.06
17	33.8	173.25	8.97	28.9	108.95	6.55	26.7	87.00	5.60
18	33.9	179.25	9.02	29.0	112.50	6.06	26.8	89.25	5.64
19	34.0	186.00	9.07	29.1	116.25	6.65	26.9	92.25	5.68
20	35.5	199.50	9.89	30.5	124.50	7.30	28.2	99.00	6.25
21	35.5	206.25	9.89	30.5	128.25	7.30	28.2	101.25	6.25
22	37.1	219.75	10.81	32.0	137.25	8.04	29.5	108.00	6.83
23	37.1	225.75	10.81	32.0	140.25	8.04	29.5	111.00	6.83
24	39.4	240.75	12.19	33.8	150.00	8.97	31.2	119.25	7.64
25	39.4	247.50	12.19	33.8	153.75	8.97	31.2	125.50	7.64

Nota: Estos datos son aproximados, y están sujetos a las tolerancias de Manufactura.  
\* Area total del cable.

**ESPEORES DE AISLAMIENTO Y CUBIERTA  
EXTERIOR**

No. DE CONDUCTORES	ESPESOR (mm)	
	AISLAMIENTO	CUBIERTA EXTERIOR
2 a 7	1.14	1.52
8 a 25	1.14	2.03

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CABLE CONTROL PARA 1000 VOLTS.  
AISLAMIENTO DE POLIETILENO NATURAL  
Y CUBIERTA EXTERIOR DE PVC**

No. DE CONDUCTORES	CAL. 10 AWG (5.3 mm <sup>2</sup> )			CAL. 12 AWG (3.31 mm <sup>2</sup> )			CAL. 14 AWG (2.08 mm <sup>2</sup> )		
	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX.	AREA* TOTAL	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX.	AREA* TOTAL	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX.	AREA* TOTAL
	mm	KG/100 Mt	cm <sup>2</sup>	mm	KG/100 Mt	cm <sup>2</sup>	mm	KG/100 Mt	cm <sup>2</sup>
2	12.9	21.60	1.30	10.9	13.65	0.93	10.1	10.50	0.80
3	13.7	28.05	1.47	11.7	16.65	1.07	10.8	13.05	0.88
4	15.8	34.70	1.96	12.7	21.45	2.26	11.4	16.80	1.02
5	17.3	41.25	2.35	13.7	24.60	1.47	12.4	18.80	1.20
6	18.5	53.00	2.69	15.7	31.95	1.93	13.4	22.05	1.41
7	18.6	58.20	2.71	15.8	34.20	1.56	13.5	24.00	1.43
8	20.0	67.00	3.14	17.0	39.30	2.27	14.5	30.15	1.88
9	21.6	75.25	3.66	18.3	44.70	2.63	15.5	34.05	2.13
10	24.3	90.00	4.00	19.5	49.65	2.96	17.3	37.95	2.54
11	24.4	93.75	4.67	19.6	51.45	3.01	18.5	38.85	2.57
12	25.1	101.25	4.94	20.3	55.50	3.23	18.5	41.85	2.89
13	25.6	111.00	5.14	20.5	61.20	3.30	19.8	46.20	2.78
14	26.4	115.50	5.47	21.3	63.45	3.56	19.3	47.70	2.92
15	27.2	126.75	5.81	21.8	69.60	3.73	19.8	52.50	3.08
16	27.9	131.25	6.11	23.5	76.50	4.26	20.3	53.85	3.24
17	29.4	141.75	6.79	24.4	82.50	4.67	21.3	58.05	3.56
18	29.5	147.00	6.83	24.4	85.50	4.67	21.3	60.00	3.56
19	29.5	152.25	6.83	24.5	87.75	4.71	21.4	62.10	3.59
20	30.9	162.75	7.50	25.6	94.50	5.14	23.3	71.40	4.26
21	31.0	168.00	7.54	25.7	96.75	5.18	23.4	73.35	4.30
22	32.3	179.20	8.14	27.2	103.50	5.81	24.4	78.00	4.67
23	32.3	184.50	8.14	27.2	106.50	5.81	24.4	80.25	4.67
24	34.3	196.50	9.24	28.4	113.25	6.33	25.6	85.50	5.14
25	34.3	201.00	9.24	28.4	116.25	6.33	25.6	87.75	5.14

Nota: Estos datos son aproximados, y están sujetos a las tolerancias de manufactura.  
\* Area total del cable.

**ESPESORES DE AISLAMIENTO Y CUBIERTA EXTERIOR**

No. DE CONDUCTORES	ESPESOR (mm)	
	AISLAMIENTO	CUBIERTA EXTERIOR
2 + 3	0.76	1.14
4 + 6	0.76	1.52
7 + 25	0.76	2.03

**TESIS CON  
SILLA DE ORIGEN**



**CABLE CONTROL PARA 600 VOLTS.  
AISLAMIENTO DE POLIETILENO  
NATURAL Y CUBIERTA EXTERIOR  
DE PVC**

No. DE CONDUCTORES	CAL 10 AWG (5.3 mm <sup>2</sup> )			CAL 12 AWG (3.31 mm <sup>2</sup> )			CAL 14 AWG (2.08 mm <sup>2</sup> )		
	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX	AREA* TOTAL	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX.	AREA* TOTAL	DIAMETRO TOTAL	PESO APROX.	AREA* TOTAL
	mm	KG/100 Mt	cm <sup>2</sup>	mm	KG/100 Mt.	cm <sup>2</sup>	mm	KG/100 Mt.	cm <sup>2</sup>
2	15.4	27.00	1.86	12.4	16.05	1.20	11.2	12.90	0.98
3	16.2	34.05	2.08	13.2	19.95	1.36	12.2	16.20	1.17
4	17.7	42.60	2.46	15.5	27.75	1.89	13.4	19.35	1.41
5	19.3	48.90	2.93	16.7	30.60	2.20	15.5	24.45	1.89
6	20.8	58.50	3.40	18.0	36.30	2.54	16.7	29.40	2.19
7	20.8	63.90	3.40	18.8	39.15	2.78	16.8	30.75	2.22
8	23.6	78.75	4.37	19.3	45.30	2.92	18.0	35.70	2.54
9	25.4	89.25	5.07	20.8	51.60	3.40	19.3	40.50	2.92
10	27.6	99.00	5.99	23.6	62.10	4.37	21.0	45.00	3.46
11	28.1	111.00	6.20	23.7	63.60	4.41	21.1	45.75	3.49
12	28.7	117.75	6.46	24.3	68.75	4.63	21.6	49.20	3.66
13	28.9	122.25	6.56	24.9	75.75	4.87	21.8	54.75	3.73
14	29.9	126.75	7.02	25.6	78.00	5.15	23.7	60.75	4.41
15	30.7	139.50	7.40	26.1	85.50	5.35	24.4	67.20	4.67
16	31.5	144.00	7.80	27.2	87.75	5.81	24.9	68.55	4.87
17	33.2	156.00	8.66	28.4	95.25	6.33	26.1	74.70	5.35
18	33.3	161.00	8.71	28.5	97.50	6.38	26.2	76.50	5.39
19	33.5	166.50	9.60	28.8	100.50	6.42	26.3	78.00	5.43
20	35.0	179.25	9.62	29.9	108.00	7.02	27.6	84.00	5.96
21	35.0	184.5	9.62	29.9	111.00	7.02	27.6	86.25	5.98
22	36.5	196.5	10.46	31.2	119.25	7.64	28.9	92.25	6.55
23	36.5	201.7	10.46	31.2	122.25	7.64	28.9	94.50	6.55
24	38.8	216.0	11.82	33.0	130.50	8.55	30.5	102.00	7.30
25	38.8	222.0	11.82	33.0	133.50	8.55	30.5	103.50	7.30

Nota: Estos datos son aproximados, y están sujetos a las tolerancias de manufactura.  
\* Area total del cable.

**ESPEORES DE AISLAMIENTO Y CUBIERTA EXTERIOR**

No. DE CONDUCTORES	ESPEOR (mm)	
	AISLAMIENTO	CUBIERTA EXTERIOR
2 a 7	1.14	1.52
8 a 25	1.14	2.03

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CABLES DE CONTROL Y POTENCIA  
FABRICADOS BAJO NORMAS V.D.E.  
(VERBAND DEUTSCHER  
ELEKTROTECHNIKER)**

**CABLE CONTROL TIPO NY Y (Modificado)**

A = Alambre      C = Cables

NÚMERO DE CONDUCTORES Y SECCIÓN NOMINAL				PESO NETO APPROX. KG.	DIAM. EXT. APPROX. EN mm.	ESPESOR			PESO NETO APPROX. KG.	DIAM. EXT. APPROX. EN mm.	ESPESOR					
EN mm <sup>2</sup>		EN AWG & KCM				ASLAMIENTO mm	CHAQUETA PVC mm				ASLAMIENTO mm	CHAQUETA PVC mm	EN mm <sup>2</sup>		EN AWG & KCM	
1 x 4	A	1 x 11	A	120	9	15	1,8	1,8	4 x 15	A	4 x 15	A	220	12,5	0,8	1,8
1 x 6	A	1 x 9	A	145	8,5	15	1,8	1,8	4 x 25	A	4 x 13	A	300	14	0,6	1,8
1 x 10	A	1 x 7	A	195	10	15	1,8	1,8	4 x 35	A	4 x 11	A	400	15,5	1,0	1,8
1 x 16	A	1 x 5	A	280	11	15	1,8	1,8	4 x 6	A	4 x 9	A	505	18,5	1,0	1,8
1 x 25	C	1 x 3	C	380	13	15	1,8	1,8	4 x 10	A	4 x 7	A	705	18,5	1,0	1,8
1 x 35	C	1 x 2	C	490	14	15	1,8	1,8	4 x 16	A	4 x 5	A	1050	22	1,0	2,0
1 x 50	C	1 x 1 1/2	C	655	18	15	1,8	1,8	4 x 25	C	4 x 3	C	1860	27,5	1,2	2,0
1 x 70	C	1 x 2/0	C	870	17,5	15	1,8	1,8	4 x 35	C	4 x 2	C	2160	31	1,2	2,2
1 x 95	C	1 x 3/0	C	1150	20	1,6	2,0	2,0	4 x 50	C	4 x 1/0	C	3070	36	1,4	2,2
1 x 120	C	1 x 250	C	1400	21,5	1,6	2,0	2,0	4 x 70	C	4 x 2/0	C	4080	41	1,4	2,2
1 x 150	C	1 x 300	C	1720	23,5	1,8	2,0	2,0	4 x 95	C	4 x 3/0	C	5450	47	1,6	2,6
1 x 185	C	1 x 350	C	2110	25,5	2,0	2,0	2,0	4 x 120	C	4 x 250	C	9610	51	1,6	2,6
1 x 240	C	1 x 500	C	2680	28,5	2,2	2,0	2,0	4 x 150	C	4 x 300	C	11710	57	1,8	3,0
1 x 300	C	1 x 600	C	3330	32	2,4	2,2	2,2	4 x 185	C	4 x 350	C	10120	63	2,0	3,2
2 x 15	A	2 x 15	A	170	11	0,8	1,8	1,8	4 x 240	C	4 x 500	C	13000	71	2,2	3,4
2 x 2,5	A	2 x 13	A	220	12,5	0,9	1,8	1,8	5 x 15	A	5 x 15	A	300	14	0,8	1,8
2 x 4	A	2 x 11	A	285	13,5	1,0	1,8	1,8	5 x 25	A	5 x 13	A	400	18	0,8	1,8
2 x 6	A	2 x 9	A	350	14,5	1,0	1,8	1,8	5 x 4	A	5 x 11	A	500	18	1,0	1,8
2 x 10	A	2 x 7	A	475	16,5	1,0	1,8	1,8	5 x 6	A	5 x 9	A	950	19	1,0	1,8
2 x 16	A	2 x 5	A	645	18	1,0	2,0	2,0	5 x 10	A	5 x 7	A	950	22	1,0	2,0
2 x 25	C	2 x 3	C	1080	24	1,2	2,0	2,0	7 x 15	A	7 x 15	A	350	15	0,8	1,8
3 x 1,5	A	3 x 15	A	190	11,5	0,8	1,8	1,8	8 x 15	A	8 x 15	A	380	16	0,8	1,8
3 x 2,5	A	3 x 13	A	255	13	0,9	1,8	1,8	10 x 15	A	10 x 15	A	500	18	0,8	1,8
3 x 4	A	3 x 11	A	335	14,5	1,0	1,8	1,8	12 x 15	A	12 x 15	A	550	19	0,8	1,8
3 x 6	A	3 x 9	A	420	15,5	1,0	1,8	1,8	14 x 15	A	14 x 15	A	600	19	0,8	1,8
3 x 10	A	3 x 7	A	575	17	1,0	1,8	1,8	16 x 15	A	16 x 15	A	640	20	0,8	2,0
3 x 16	A	3 x 5	A	825	19,5	1,0	2,0	2,0	19 x 15	A	19 x 15	A	750	22	0,8	2,0
3 x 25	C	3 x 3	C	1330	25,5	1,2	2,0	2,0	21 x 15	A	21 x 15	A	850	24	0,8	2,0
3 x 35	C	3 x 2	C	1710	28	1,2	2,0	2,0	24 x 15	A	24 x 15	A	950	26	0,8	2,0
3 x 50	C	3 x 1 1/2	C	2470	33	1,4	2,2	2,2	30 x 15	A	30 x 15	A	1100	27	0,8	2,0
3 x 70	C	3 x 2/0	C	3230	37	1,4	2,2	2,2	7 x 25	A	7 x 12	A	500	17	0,9	1,8
3 x 95	C	3 x 3/0	C	4270	42	1,6	2,4	2,4	8 x 25	A	8 x 13	A	570	18	0,9	1,8
3 x 120	C	3 x 250	C	5270	46	1,8	2,6	2,6	10 x 25	A	10 x 13	A	950	21	0,9	2,0
3 x 150	C	3 x 300	C	6430	51	1,8	2,6	2,6	12 x 25	A	12 x 13	A	1250	22	0,9	2,0
3 x 185	C	3 x 350	C	7840	57	2,0	3,0	3,0	14 x 25	A	14 x 13	A	850	24	0,9	2,0
3 x 240	C	3 x 500	C	10200	64	2,2	3,2	3,2	16 x 25	A	16 x 13	A	950	25	0,8	2,0
3 x 281/6	C	3 x 30	C	1520	28,1	1,2/1,0	2,0	2,0	19 x 25	A	19 x 13	A	1050	27	0,8	2,0
3 x 361/6	C	3 x 7,5	L	1890	28,5	1,2/1,0	2,0	2,0	21 x 25	A	21 x 13	A	1150	27	0,9	2,0
3 x 50/25	C	3 x 1 1/2	C	2760	35	1,4/1,2	2,2	2,2	24 x 25	A	24 x 13	A	1300	30	0,9	2,0
3 x 70/25	C	3 x 2 1/2	C	3610	38	1,4/1,2	2,2	2,2	30 x 4	A	30 x 13	A	1150	32	0,8	2,2
3 x 95/50	C	3 x 3 1/2	C	4890	44	1,6/1,4	2,4	2,4	7 x 4	A	7 x 11	A	800	19	1,0	1,8
3 x 120/70	C	3 x 5	C	6050	49	1,6/1,4	2,4	2,4	10 x 4	A	10 x 11	A	950	25	1,0	2,0
3 x 150/70	C	3 x 300/2/0	C	1210	53	1,8/1,4	2,6	2,6	12 x 4	A	12 x 11	A	950	27	1,0	2,0
3 x 185/95	C	3 x 350/3/0	C	9050	59	2,0/1,6	3,0	3,0	14 x 4	A	14 x 11	A	1100	27	1,0	2,0
3 x 240/120	C	3 x 500/250	C	11400	66	2,2/1,6	3,2	3,2	16 x 4	A	16 x 11	A	1250	30	1,0	2,0
21 x 4	A	21 x 11	A	1550	31	1,0	2,2	2,2	24 x 4	A	24 x 11	A	1700	36	1,0	2,2
30 x 4	A	30 x 11	A	2100	37	1,0	2,2	2,2								

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CABLE CONTROL NYCY (MODIFICADO)**

NUMERO DE CONDUCTORES Y SECCION NOMINAL				PESO NETO APROXIMADO KG/1000 Mts.	DIAMETRO EXTERIOR EN mm φ	ESPESOR DE	
EN mm <sup>2</sup>	EN AWG ó KCM					AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR EN mm.	CHAQUETA PVC EN mm.
3 x 1.5	A/1.5	3 x 15	A/15	225	12.5	0.8	1.8
3 x 2.5	A/2.5	3 x 13	A/13	300	14	0.9	1.8
3 x 4	A/4	3 x 11	A/11	395	14.5	1.0	1.8
3 x 6	A/6	3 x 9	A/9	505	16.5	1.0	1.8
3 x 10	A/10	3 x 7	A/7	705	18.5	1.0	1.8
3 x 16	A/16	3 x 5	A/5	1020	21	1.0	2.0
3 x 25	C/14	3 x 3	C/5	1540	27	1.2	2.0
3 x 35	C/16	3 x 2	C/5	1920	29.5	1.2	2.2
3 x 50	C/25	3 x 1/0	C/3	2770	35	1.2	2.2
3 x 70	C/35	3 x 2/0	C/2	3640	39	1.4	2.2
3 x 95	C/50	3 x 3/0	C/3	4830	44	1.6	2.4
3 x 120	C/70	3 x 250	C/20	6040	49	1.6	2.6
3 x 150	C/70	3 x 300	C/20	7250	53	1.8	2.8
3 x 185	C/95	3 x 350	C/30	9030	59	2.0	3.0
3 x 240	C/120	3 x 500	C/250	11500	66	2.2	3.2
3 x 25	C/25	3 x 5	C/5	1670	27	1.2	2.0
3 x 35	C/35	3 x 2	C/2	2130	30	1.2	2.2
3 x 50	C/50	3 x 1/0	C/1/0	3070	35	1.4	2.2
3 x 70	C/70	3 x 2/0	C/2/0	3990	39	1.4	2.2
3 x 95	C/95	3 x 3/0	C/3/0	5270	44	1.6	2.4
3 x 120	C/120	3 x 250	C/250	6540	49	1.6	2.6
3 x 150	C/150	3 x 300	C/300	8040	54	1.8	2.8
4 x 1.5	A/1.5	4 x 15	A/15	255	13.5	0.8	1.8
4 x 2.5	A/2.5	4 x 13	A/13	345	15	0.9	1.8
4 x 4	A/4	4 x 11	A/11	460	16.5	1.0	1.8
4 x 6	A/6	4 x 9	A/9	595	17.5	1.0	1.8
4 x 10	A/10	4 x 7	A/7	855	20	1.0	2.0
4 x 16	A/16	4 x 5	A/5	1250	23.5	1.0	2.0
4 x 25	C/16	4 x 3	C/5	1850	29	1.2	2.0
4 x 35	C/16	4 x 2	C/5	2570	32	1.2	2.2
4 x 50	C/25	4 x 1/0	C/3	3370	38	1.4	2.2
4 x 70	C/35	4 x 2/0	C/2	4490	43	1.4	2.4
4 x 95	C/50	4 x 3/0	C/1/0	6020	49	1.6	2.6

A = Alambre C = Cable

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

## DIMENSIONES DE CABLES PARA 600 VOLTS

CALIBRE			NUMERO DE ALAMBRES	DIAMETRO DEL CONDUCTOR		DIAMETRO SOBRE AISLAMIENTO		CABLE TRIPLEX DIAMETRO TOTAL		CABLE CUADRUPLIX DIAMETRO TOTAL		CALIBRE DEL NEU AWG o KC
KCM	AWG	m.m. <sup>2</sup>		m.m.	PULG.	m.m.	PULG.	m.m.	PULG.	m.m.	PULG.	
41.74	4	21.2	7	5.88	0.232	9.04	0.356	19.81	0.78	22.10	0.87	4
66.36	2	33.2	7	7.42	0.292	10.57	0.418	22.10	0.87	24.89	0.98	4
105.6	1/0	53.5	19	9.46	0.373	13.44	0.529	28.20	1.11	32.00	1.26	2
133.1	2/0	67.4	19	10.6	0.418	14.58	0.574	31.50	1.24	35.81	1.41	2
167.8	3/0	85.0	19	11.9	0.470	15.90	0.626	33.53	1.32	38.10	1.50	1/0
211.6	4/0	107	19	13.4	0.528	17.37	0.684	36.58	1.44	41.91	1.65	2/0
250	-	127	37	14.6	0.575	19.38	0.763	40.13	1.56	45.47	1.79	3/0
300	-	152	37	16.0	0.630	20.78	0.818	43.18	1.70	48.77	1.92	4/0
350	-	177	37	17.3	0.681	22.08	0.869	45.21	1.79	51.31	2.02	4/0
400	-	203	37	18.5	0.728	23.27	0.916	48.51	1.91	54.86	2.16	250
450	-	228	37	19.6	0.772	24.38	0.960	-	-	-	-	-
500	-	253	37	20.7	0.813	25.43	1.001	53.59	2.11	60.71	2.39	300
600	-	304	61	22.7	0.893	28.22	1.111	-	-	-	-	-
700	-	355	61	24.5	0.964	30.62	1.182	-	-	-	-	-
800	-	405	61	26.2	1.031	31.72	1.249	-	-	-	-	-
900	-	456	61	27.8	1.094	33.37	1.312	-	-	-	-	-
1000	-	507	61	29.3	1.152	34.60	1.370	-	-	-	-	-

## PROPIEDADES ELECTRICAS

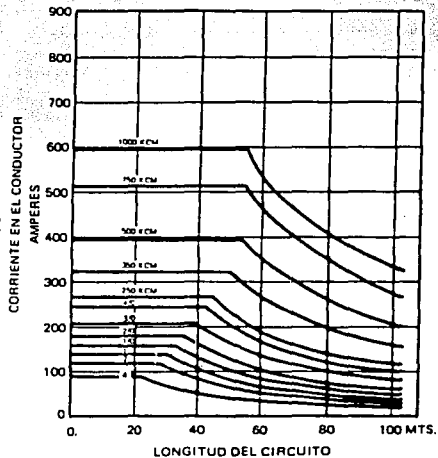
CALIBRE			RESISTENCIA A 90°C A.C.A. OHMS/KM	REACTANCIA INDUCTIVA CUADRUPLIX O TRIPLEX OHMS/KM	AMPACIDAD*
KCM	AWG	m.m. <sup>2</sup>			
41.74	4	21.2	1.747	0.1087	119
66.36	2	33.6	1.100	0.1029	153
105.6	1/0	53.5	0.891	0.0995	198
133.1	2/0	67.4	0.548	0.0970	226
167.8	3/0	85.0	0.435	0.0949	257
211.6	4/0	107	0.345	0.0928	291
250	-	127	0.292	0.0934	319
300	-	152	0.244	0.0917	358
350	-	177	0.209	0.0904	385
400	-	203	0.183	0.0893	415
450	-	228	0.163	0.0885	436
500	-	253	0.147	0.0880	467
600	-	304	0.123	0.0876	510
700	-	355	0.106	0.0870	545
800	-	405	0.094	0.0861	596
900	-	456	0.084	0.0853	630
1000	-	507	0.076	0.0848	670

\* Las Capacidades de corriente (Ampacidad) están basadas en conductores triplex a una temperatura de 90°C y directamente enterrados, temperatura del medio ambiente de 20°C y 100% factor de carga.

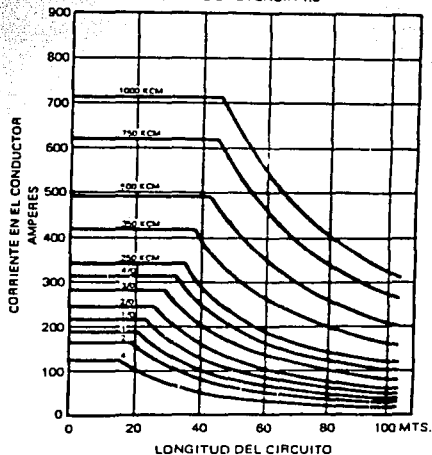
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CURVAS DE CAIDA DE TENSION PARA  
CABLES TRIPLEX TIPO DRS, 600 VOLTS  
ALUMINIO**

1 FASE, 3 HILOS, 120/240 VOLTS, 3% CAIDA MAX. DE TENSION  
CONDUCTOR DE ALUMINIO, 90°C EN DUCTO  
FACTOR DE POTENCIA 1.0



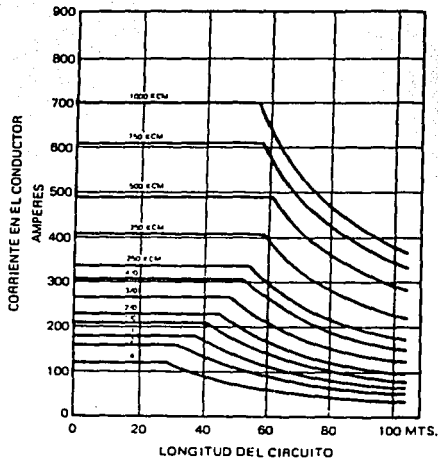
1 FASE, 3 HILOS, 120/240 VOLTS, 3% CAIDA MAX. DE TENSION  
CONDUCTOR DE ALUMINIO, 90°C DIRECTAMENTE ENTERRADO  
FACTOR DE POTENCIA 1.0



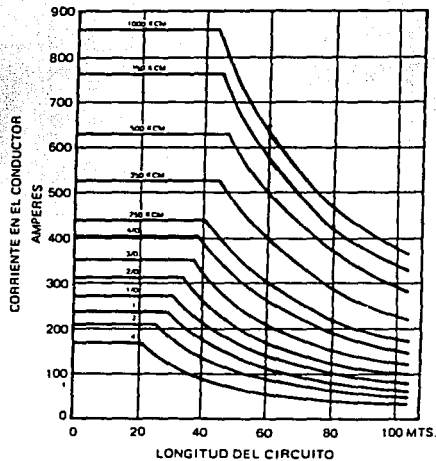
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CURVAS DE CAIDA DE TENSION PARA CABLES TRIPLEX TIPO DRS, 600 VOLTS COBRE

1 FASE, 3 HILOS, 120/240 VOLTS, 3% CAIDA MAX. DE TENSION  
CONDUCTOR DE COBRE, 90°C EN DUCTO  
FACTOR DE POTENCIA 1.0



1 FASE, 3 HILOS, 120/240 VOLTS, 3% CAIDA MAX. DE TENSION  
CONDUCTOR DE COBRE, 90°C DIRECTAMENTE ENTERRADOS  
FACTOR DE POTENCIA 1.0



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ANEXO "B"

TABLA DE RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		DIMENSIONES DE LA CAVIDAD																			
ANCHO	LARGO	10	16	20	25	30	35	40	50	60	70	8	10	11	12	14	16	20	25	30	
8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	10	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	14	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	40	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
12	12	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	16	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	40	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
14	14	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	42	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
17	17	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	25	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	35	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	120	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
20	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	40	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	60	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	90	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
24	24	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	32	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	100	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	160	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
30	30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	45	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	60	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	150	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	200	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
36	36	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	75	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	100	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	150	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
42	42	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	60	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	80	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	140	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	300	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
50	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	70	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	100	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	150	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	300	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
60	60	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	80	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	100	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	150	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	300	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
75	75	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	100	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	150	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	300	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	500	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
100	100	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	150	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	200	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	300	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	500	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
150	150	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	200	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	300	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	500	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
	500	500	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



**PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS  
EFFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS  
COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS**


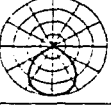


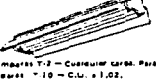

REFLECTANCIAS DEL TECHO EN %		90					80					70					60					50									
REFLECTANCIAS DE LA CAVIDAD EN %		90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30
RELACION DE CAVIDAD	0,2	88	89	88	88	89	88	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65
	0,4	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59
	0,6	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58
	0,8	87	85	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56
	1,0	86	83	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26
	1,5	81	76	70	65	61	58	55	52	49	46	43	40	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0
	2,0	82	77	72	67	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0	0	0	0	0
	2,5	82	76	70	65	61	58	55	52	49	46	43	40	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0
	3,0	80	72	64	57	49	44	40	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,5	79	70	61	54	47	41	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,0	77	69	60	54	48	43	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,0	75	67	59	54	49	45	41	38	35	32	29	26	23	20	17	14	11	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6,0	72	61	54	50	46	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8,0	68	57	52	49	46	43	40	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10,0	65	51	46	43	40	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
REFLECTANCIAS DEL PISO EN % <td colspan="5">40</td> <td colspan="5">30</td> <td colspan="5">20</td> <td colspan="5">10</td> <td colspan="5">0</td>		40					30					20					10					0									
REFLECTANCIAS DE LA CAVIDAD EN % <th>90</th> <th>80</th> <th>70</th> <th>50</th> <th>30</th> <th>90</th> <th>80</th> <th>70</th> <th>50</th> <th>30</th> <th>90</th> <th>80</th> <th>70</th> <th>50</th> <th>30</th> <th>90</th> <th>80</th> <th>70</th> <th>50</th> <th>30</th> <th>90</th> <th>80</th> <th>70</th> <th>50</th> <th>30</th> <th>90</th> <th>80</th> <th>70</th> <th>50</th> <th>30</th>		90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30	90	80	70	50	30
RELACION DE CAVIDAD	0,2	40	40	39	38	36	34	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	
	0,4	41	40	39	38	36	34	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	
	0,6	41	40	39	37	34	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
	0,8	41	40	38	36	33	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
	1,0	42	40	38	36	33	30	27	25	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
	1,5	42	39	37	35	32	29	26	23	21	19	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0
	2,0	42	38	36	33	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0
	2,5	42	38	36	33	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0
	3,0	43	39	37	34	31	28	25	22	19	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0
	3,5	44	39	36	33	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0
4,0	44	38	35	32	29	26	23	20	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	
5,0	44	38	35	32	29	26	23	20	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	
6,0	44	37	35	32	29	26	23	20	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	
8,0	44	35	32	29	26	23	20	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	
10,0	43	34	31	28	25	22	19	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

REFLECTANCIAS EFFECTIVAS DE CAVIDAD


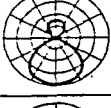
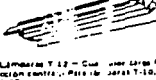

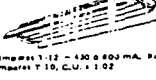

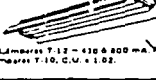

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN

LUMINARIA	DISTRIBUCION	Separación no superior a	Reflektividades													
			Coeficiente del techo	80 %			50 %			10 %			0 %			
				60%	30%	10%	30%	10%	30%	10%	30%	10%	30%			
COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN																
 Ventilador de aluminio 675 mm. diámetro en la boca. Material: aluminio. Lámpara de vapor de sodio. Tipo de fixture: T 200 W.	 7 ↓ ↓ ↓ ↓ 79	1.0 m Altura de montaje	1	9.10	8.80	8.90	8.60	8.20	8.90	7.50	7.60	7.30	7.10	6.90	6.70	7.10
			2	7.70	7.60	7.50	7.10	6.70	7.30	6.10	6.20	5.90	5.60	5.40	5.30	5.40
			3	7.30	6.90	6.60	7.00	6.50	6.10	6.40	5.20	5.40	5.10	4.80	4.60	4.70
			4	6.90	6.20	5.70	6.20	5.60	5.10	5.30	4.50	4.60	4.30	4.00	3.80	3.90
			5	6.10	5.20	4.60	5.10	4.20	4.40	3.80	3.50	3.60	3.30	3.00	2.80	2.90
			6	5.10	4.20	4.00	4.20	4.70	4.10	3.70	3.40	3.50	3.20	2.90	2.70	2.80
			7	5.00	4.20	3.80	4.70	4.10	3.70	3.30	3.00	3.10	2.80	2.50	2.30	2.40
			8	4.20	3.90	3.60	4.10	3.70	3.30	2.90	2.60	2.70	2.40	2.10	1.90	2.00
			9	4.10	3.60	3.00	3.90	3.20	2.90	2.60	2.30	2.40	2.10	1.80	1.60	1.70
			10	3.70	3.10	2.70	3.50	3.00	2.60	2.30	2.00	2.10	1.80	1.50	1.30	1.40
 Ventilador de aluminio 675 mm. diámetro en la boca. Lámpara de vapor de sodio. Tipo de fixture: T 200 W.	 12 ↓ ↓ ↓ ↓ 73	1.3 m Altura de montaje	1	9.00	8.80	8.80	8.50	8.00	7.60	7.10	7.00	6.90	6.70	6.50	6.30	6.70
			2	7.70	7.60	7.40	7.00	6.50	6.10	5.70	5.60	5.50	5.40	5.30	5.20	5.30
			3	7.70	7.20	6.60	7.00	6.70	6.40	6.20	6.10	5.90	5.70	5.50	5.30	5.40
			4	7.10	6.80	6.20	6.60	6.20	5.90	5.90	6.70	5.20	5.30	5.00	4.80	4.90
			5	6.50	6.00	5.40	5.80	5.70	5.40	5.20	5.20	5.20	5.00	4.80	4.60	4.70
			6	6.00	5.30	5.00	5.50	5.20	4.80	4.80	5.00	4.60	4.60	4.40	4.20	4.30
			7	5.20	5.00	4.60	5.20	4.70	4.60	4.60	4.80	4.40	4.40	4.20	4.00	4.10
			8	5.10	4.90	4.40	4.80	4.20	4.00	4.00	4.20	3.80	3.80	3.60	3.40	3.50
			9	4.70	4.10	3.60	4.40	4.00	3.70	3.70	4.10	3.60	3.60	3.40	3.20	3.30
			10	4.40	3.80	3.40	4.10	3.70	3.30	3.30	3.80	3.30	3.30	3.10	2.90	3.00
 2 Lámparas T 8 - Coeficiente 0.80. Para Lámparas T 8 - C.U. ± 1.02.	 10 ↓ ↓ ↓ ↓ 75	1.3 m Altura de montaje	1	8.80	8.40	8.10	7.90	7.70	7.40	7.10	6.80	6.40	6.20	6.00	5.80	6.20
			2	7.70	7.10	6.70	6.60	6.40	6.00	5.70	5.50	5.30	5.10	4.90	4.70	5.10
			3	6.80	6.10	5.60	5.40	5.20	4.80	4.50	4.30	4.10	3.90	3.70	3.50	3.90
			4	6.00	5.20	4.70	4.60	4.40	4.00	3.70	3.50	3.30	3.10	2.90	2.70	3.10
			5	5.20	4.50	4.00	4.10	3.90	3.50	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40	2.20	2.60
			6	4.70	3.90	3.40	3.30	3.20	2.80	2.50	2.30	2.10	1.90	1.70	1.50	1.90
			7	4.20	3.40	2.90	3.00	2.80	2.40	2.10	1.90	1.70	1.50	1.30	1.10	1.50
			8	3.70	3.00	2.50	2.60	2.40	2.00	1.70	1.50	1.30	1.10	0.90	0.70	1.10
			9	3.20	2.60	2.10	2.10	2.00	1.60	1.30	1.10	0.90	0.70	0.50	0.30	0.70
			10	3.00	2.30	1.90	2.00	1.80	1.40	1.10	0.90	0.70	0.50	0.30	0.10	0.50







COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN

 2 Lámparas T 12 - Coeficiente 0.80. Para Lámparas T 10 - C.U. ± 1.02.	 17 ↓ ↓ ↓ ↓ 71	1.3 m Altura de montaje	1	8.80	8.30	8.10	7.70	7.50	7.20	6.90	6.60	6.40	6.20	6.00	5.80	6.20
			2	7.70	7.10	6.70	6.60	6.40	6.00	5.70	5.50	5.30	5.10	4.90	4.70	5.10
			3	6.80	6.10	5.60	5.40	5.20	4.80	4.50	4.30	4.10	3.90	3.70	3.50	3.90
			4	6.00	5.20	4.70	4.60	4.40	4.00	3.70	3.50	3.30	3.10	2.90	2.70	3.10
			5	5.20	4.50	4.00	4.10	3.90	3.50	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40	2.20	2.60
			6	4.70	3.90	3.40	3.30	3.20	2.80	2.50	2.30	2.10	1.90	1.70	1.50	1.90
			7	4.20	3.40	2.90	3.00	2.80	2.40	2.10	1.90	1.70	1.50	1.30	1.10	1.50
			8	3.70	3.00	2.50	2.60	2.40	2.00	1.70	1.50	1.30	1.10	0.90	0.70	1.10
			9	3.20	2.60	2.10	2.10	2.00	1.60	1.30	1.10	0.90	0.70	0.50	0.30	0.70
			10	3.10	2.40	1.90	2.00	1.80	1.40	1.10	0.90	0.70	0.50	0.30	0.10	0.50
 2 Lámparas T 12 - Coeficiente 0.80. Para Lámparas T 10 - C.U. ± 1.02.	 18 ↓ ↓ ↓ ↓ 66	1.3 m Altura de montaje	1	8.80	8.10	7.90	7.50	7.20	7.00	6.70	6.40	6.00	5.80	5.60	5.40	5.80
			2	7.70	7.00	6.70	6.40	6.20	5.90	5.60	5.30	5.00	4.80	4.60	4.40	4.80
			3	6.80	6.00	5.60	5.40	5.20	4.80	4.50	4.30	4.10	3.90	3.70	3.50	3.90
			4	6.00	5.20	4.70	4.60	4.40	4.00	3.70	3.50	3.30	3.10	2.90	2.70	3.10
			5	5.20	4.50	4.00	4.10	3.90	3.50	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40	2.20	2.60
			6	4.70	3.90	3.40	3.30	3.20	2.80	2.50	2.30	2.10	1.90	1.70	1.50	1.90
			7	4.20	3.40	2.90	3.00	2.80	2.40	2.10	1.90	1.70	1.50	1.30	1.10	1.50
			8	3.70	3.00	2.50	2.60	2.40	2.00	1.70	1.50	1.30	1.10	0.90	0.70	1.10
			9	3.20	2.60	2.10	2.10	2.00	1.60	1.30	1.10	0.90	0.70	0.50	0.30	0.70
			10	3.10	2.40	1.90	2.00	1.80	1.40	1.10	0.90	0.70	0.50	0.30	0.10	0.50
 Lámparas T 12 - 430 ó 600 mA. Para Lámparas T 10 - C.U. ± 1.02.	 9 ↓ ↓ ↓ ↓ 74	1.3 m Altura de montaje	1	8.10	7.30	7.10	6.70	6.40	6.20	5.90	5.60	5.30	5.00	4.80	4.60	5.00
			2	7.00	6.20	5.90	5.50	5.20	4.90	4.60	4.30	4.00	3.80	3.60	3.40	3.80
			3	6.20	5.20	4.80	4.40	4.20	3.80	3.50	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40	2.80
			4	5.40	4.40	4.00	3.60	3.40	3.00	2.70	2.40	2.20	2.00	1.80	1.60	2.00
			5	4.60	3.60	3.20	2.80	2.60	2.20	1.90	1.60	1.40	1.20	1.00	0.80	1.20
			6	4.10	3.40	2.90	2.50	2.30	1.90	1.60	1.40	1.20	1.00	0.80	0.60	1.00
			7	3.60	3.00	2.50	2.10	1.90	1.50	1.20	1.00	0.80	0.60	0.40	0.20	0.60
			8	3.10	2.60	2.10	1.70	1.50	1.10	0.80	0.60	0.40	0.20	0.10	0.00	0.40
			9	2.60	2.20	1.70	1.30	1.10	0.70	0.40	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.20
			10	2.20	1.80	1.30	0.90	0.70	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
 2 Lámparas T 12 - 430 ó 600 mA. Para Lámparas T 10 - C.U. ± 1.02.	 15 ↓ ↓ ↓ ↓ 69	1.3 m Altura de montaje	1	8.50	7.80	7.60	7.20	6.90	6.60	6.30	6.00	5.70	5.40	5.20	5.00	5.40
			2	7.40	6.70	6.50	6.10	5.80	5.50	5.20	4.90	4.60	4.30	4.00	3.80	4.20
			3	6.60	5.90	5.50	5.10	4.80	4.50	4.20	3.90	3.60	3.30	3.00	2.80	3.20
			4	5.80	5.20	4.80	4.40	4.20	3.80	3.50	3.20	2.90	2.60	2.30	2.10	2.50
			5	5.10	4.40	4.00	3.60	3.40	3.00	2.70	2.40	2.10	1.80	1.60	1.40	1.80
			6	4.60	3.90	3.50	3.10	2.90	2.50	2.20	1.90	1.60	1.30	1.10	0.90	1.30
			7	4.10	3.40	2.90	2.50	2.30	1.90	1.60	1.30	1.10	0.90	0.70	0.50	0.90
			8	3.60	2.90	2.40	2.00	1.80	1.40	1.10	0.80	0.60	0.40	0.20	0.10	0.50
			9	3.10	2.50	2.00	1.60	1.40	1.00	0.70	0.50	0.30	0.10	0.00	0.00	0.40
			10	2.60	2.00	1.50	1.10	0.90	0.50	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30



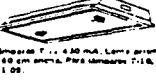

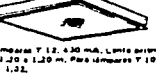

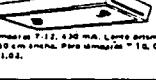

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

COEFICIENTES DE UTILIZACION

LUMINARIA	DISTRIBUCION	Separación no superior a	Reflecciones										
			Cambio en % de Personas	80 %				50 %					
				10 %	30 %	10 %	30 %	10 %	30 %	10 %	30 %		
COEFICIENTES DE UTILIZACION													
 <p>2 Lámparas T-12 430 mA. Para 606 mA, C.U. = 0.56.</p>		1.2 m Altura de montaje	1	7.00	6.60	4.20	4.20	3.00	3.70	3.70	3.10	3.80	4.70
			2	6.00	5.60	3.60	3.60	2.60	3.20	3.20	2.70	3.40	4.20
			3	5.20	4.80	3.10	3.10	2.20	2.80	2.80	2.40	3.00	3.70
			4	4.60	4.30	2.80	2.80	2.00	2.50	2.50	2.10	2.60	3.30
			5	4.00	3.80	2.50	2.50	1.80	2.20	2.20	1.90	2.40	3.00
			6	3.60	3.40	2.30	2.30	1.60	2.00	2.00	1.70	2.20	2.80
			7	3.20	3.00	2.10	2.10	1.50	1.90	1.90	1.60	2.00	2.60
			8	2.90	2.80	1.90	1.90	1.40	1.80	1.80	1.50	1.90	2.40
			9	2.60	2.50	1.80	1.80	1.30	1.70	1.70	1.40	1.80	2.30
			10	2.30	2.20	1.70	1.70	1.20	1.60	1.60	1.30	1.70	2.20
 <p>2 Lámparas T-12 430 mA. Lente abatible de 10 cm anchura. Para lámparas T-12. C.U. = 1.02</p>		1.2 m Altura de montaje	1	8.20	8.10	5.30	5.30	3.80	4.60	4.60	3.80	5.20	
			2	6.70	6.60	4.40	4.40	3.20	3.90	3.90	3.20	4.30	5.00
			3	5.90	5.80	3.90	3.90	2.80	3.40	3.40	2.80	3.80	4.50
			4	5.20	5.10	3.40	3.40	2.50	3.00	3.00	2.50	3.40	4.10
			5	4.70	4.60	3.00	3.00	2.20	2.70	2.70	2.20	3.00	3.70
			6	4.20	4.10	2.70	2.70	2.00	2.40	2.40	2.00	2.70	3.40
			7	3.80	3.70	2.50	2.50	1.80	2.20	2.20	1.80	2.40	3.10
			8	3.50	3.40	2.30	2.30	1.70	2.10	2.10	1.70	2.20	2.90
			9	3.20	3.10	2.10	2.10	1.60	2.00	2.00	1.60	2.00	2.70
			10	2.90	2.80	1.90	1.90	1.50	1.90	1.90	1.50	1.90	2.50
 <p>2 Lámparas T-12 430 mA. Lente abatible de 10 cm anchura. Para lámparas T-12. C.U. = 1.01.</p>		1.2 m Altura de montaje	1	7.30	7.10	4.60	4.60	3.30	4.00	4.00	3.30	4.50	
			2	6.00	5.70	3.90	3.90	2.80	3.40	3.40	2.80	3.60	4.30
			3	5.20	5.00	3.40	3.40	2.50	3.00	3.00	2.50	3.20	3.90
			4	4.60	4.40	3.00	3.00	2.20	2.70	2.70	2.20	2.90	3.60
			5	4.00	3.80	2.70	2.70	2.00	2.40	2.40	2.00	2.60	3.30
			6	3.60	3.40	2.50	2.50	1.80	2.20	2.20	1.80	2.40	3.00
			7	3.20	3.00	2.30	2.30	1.70	2.10	2.10	1.70	2.20	2.80
			8	2.90	2.80	2.10	2.10	1.60	2.00	2.00	1.60	2.00	2.60
			9	2.60	2.50	1.90	1.90	1.50	1.90	1.90	1.50	1.90	2.40
			10	2.30	2.20	1.80	1.80	1.40	1.80	1.80	1.40	1.80	2.20

COEFICIENTES DE UTILIZACION

 <p>2 Lámparas T-12 430 mA. Lente abatible de 10 cm anchura. Para lámparas T-12. C.U. = 1.02.</p>		1.2 m Altura de montaje	1	6.60	6.40	4.20	4.20	3.10	3.80	3.80	3.10	4.20	
			2	5.60	5.40	3.60	3.60	2.60	3.20	3.20	2.60	3.40	4.10
			3	5.00	4.80	3.10	3.10	2.20	2.80	2.80	2.20	2.90	3.60
			4	4.50	4.30	2.80	2.80	2.00	2.50	2.50	2.00	2.60	3.30
			5	4.00	3.80	2.50	2.50	1.80	2.20	2.20	1.80	2.30	3.00
			6	3.60	3.40	2.30	2.30	1.60	2.00	2.00	1.60	2.10	2.80
			7	3.20	3.00	2.10	2.10	1.50	1.90	1.90	1.50	1.90	2.60
			8	2.90	2.80	1.90	1.90	1.40	1.80	1.80	1.40	1.80	2.40
			9	2.60	2.50	1.80	1.80	1.30	1.70	1.70	1.30	1.70	2.20
			10	2.30	2.20	1.60	1.60	1.20	1.60	1.60	1.20	1.60	2.00
 <p>2 Lámparas T-12 430 mA. Lente abatible de 10 cm anchura. Para lámparas T-12. C.U. = 1.02.</p>		1.2 m Altura de montaje	1	8.00	7.80	5.00	5.00	3.60	4.40	4.40	3.60	5.00	
			2	6.60	6.40	4.20	4.20	3.00	3.70	3.70	3.00	4.10	4.80
			3	5.80	5.60	3.70	3.70	2.60	3.30	3.30	2.60	3.50	4.20
			4	5.20	5.00	3.30	3.30	2.30	2.90	2.90	2.30	3.10	3.80
			5	4.60	4.40	2.90	2.90	2.00	2.60	2.60	2.00	2.70	3.40
			6	4.00	3.80	2.60	2.60	1.80	2.30	2.30	1.80	2.40	3.10
			7	3.60	3.40	2.40	2.40	1.70	2.10	2.10	1.70	2.20	2.90
			8	3.20	3.00	2.20	2.20	1.60	2.00	2.00	1.60	2.00	2.70
			9	2.90	2.80	2.00	2.00	1.50	1.90	1.90	1.50	1.90	2.50
			10	2.60	2.50	1.80	1.80	1.40	1.80	1.80	1.40	1.80	2.30
 <p>2 Lámparas T-12 430 mA. Lente abatible de 1.20 x 1.20 m. Para lámparas T-12. C.U. = 1.02.</p>		1.2 m Altura de montaje	1	5.90	5.70	3.50	3.50	2.50	3.10	3.10	2.50	3.40	
			2	5.20	5.00	3.00	3.00	2.20	2.70	2.70	2.20	2.90	3.60
			3	4.60	4.40	2.60	2.60	1.90	2.40	2.40	1.90	2.50	3.20
			4	4.10	3.90	2.30	2.30	1.70	2.10	2.10	1.70	2.20	2.90
			5	3.60	3.40	2.00	2.00	1.50	1.90	1.90	1.50	2.00	2.60
			6	3.20	3.00	1.80	1.80	1.40	1.80	1.80	1.40	1.80	2.40
			7	2.90	2.80	1.60	1.60	1.30	1.70	1.70	1.30	1.70	2.20
			8	2.60	2.50	1.50	1.50	1.20	1.60	1.60	1.20	1.60	2.00
			9	2.30	2.20	1.40	1.40	1.10	1.50	1.50	1.10	1.50	1.80
			10	2.00	1.90	1.30	1.30	1.00	1.40	1.40	1.00	1.40	1.60
 <p>2 Lámparas T-12 430 mA. Lente abatible de 10 cm anchura. Para lámparas T-12. C.U. = 1.02.</p>		1.2 m Altura de montaje	1	5.60	5.40	3.20	3.20	2.30	2.90	2.90	2.30	3.20	
			2	4.80	4.70	2.80	2.80	2.00	2.60	2.60	2.00	2.80	3.50
			3	4.20	4.10	2.40	2.40	1.70	2.30	2.30	1.70	2.40	3.10
			4	3.70	3.50	2.10	2.10	1.50	2.00	2.00	1.50	2.10	2.80
			5	3.20	3.00	1.90	1.90	1.40	1.80	1.80	1.40	1.90	2.60
			6	2.80	2.70	1.70	1.70	1.30	1.70	1.70	1.30	1.70	2.40
			7	2.50	2.40	1.50	1.50	1.20	1.60	1.60	1.20	1.60	2.20
			8	2.20	2.10	1.40	1.40	1.10	1.50	1.50	1.10	1.50	2.00
			9	2.00	1.90	1.30	1.30	1.00	1.40	1.40	1.00	1.40	1.80
			10	1.80	1.70	1.20	1.20	0.90	1.30	1.30	0.90	1.30	1.60

COEFICIENTES DE UTILIZACION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Modelo	Diagrama	Descripción	Material	Medidas	Peso	Costo
Modelo A		1 Lámpara con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	1.50	1.50
Modelo B		2 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	3.00	3.00
Modelo C		3 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	4.50	4.50
Modelo D		4 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	6.00	6.00
Modelo E		5 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	7.50	7.50
Modelo F		6 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	9.00	9.00
Modelo G		7 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	10.50	10.50
Modelo H		8 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	12.00	12.00
Modelo I		9 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	13.50	13.50
Modelo J		10 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	15.00	15.00

Modelo	Diagrama	Descripción	Material	Medidas	Peso	Costo	COEFICIENTES DE UTILIZACION	
							80 %	70 %
Modelo A		1 Lámpara con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	1.50	1.50	80 %	70 %
Modelo B		2 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	3.00	3.00	80 %	70 %
Modelo C		3 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	4.50	4.50	80 %	70 %
Modelo D		4 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	6.00	6.00	80 %	70 %
Modelo E		5 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	7.50	7.50	80 %	70 %
Modelo F		6 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	9.00	9.00	80 %	70 %
Modelo G		7 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	10.50	10.50	80 %	70 %
Modelo H		8 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	12.00	12.00	80 %	70 %
Modelo I		9 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	13.50	13.50	80 %	70 %
Modelo J		10 Lámparas con tubo de 20 cm. de diámetro.	Aluminio	100 x 100 x 100	15.00	15.00	80 %	70 %

COEFICIENTES DE UTILIZACION

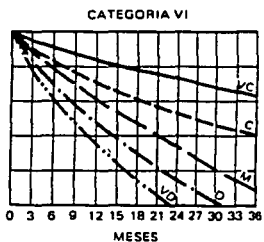
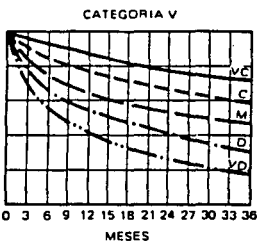
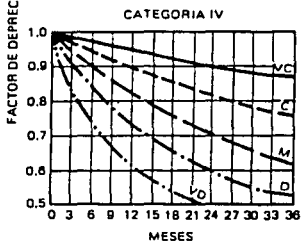
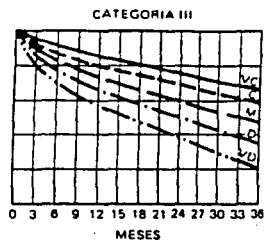
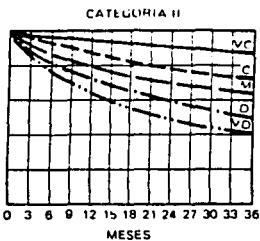
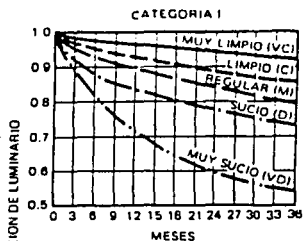
COEFICIENTES DE UTILIZACION

DISTRIBUCION

LUMINARIA

Modelo	COEFICIENTES DE UTILIZACION	
	80 %	70 %
Modelo A	80 %	70 %
Modelo B	80 %	70 %
Modelo C	80 %	70 %
Modelo D	80 %	70 %
Modelo E	80 %	70 %
Modelo F	80 %	70 %
Modelo G	80 %	70 %
Modelo H	80 %	70 %
Modelo I	80 %	70 %
Modelo J	80 %	70 %

## CATEGORIAS DE MANTENIMIENTO



CATEGORIA DE MANTENIMIENTO

PARTE SUPERIOR

PARTE INFERIOR

I	1. Nada.	1. Nada
II	1. Nada. 2. Transparente con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas. 3. Translúcida con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas. 4. Opaca con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas.	1. Nada. 2. Rejillas o reflectores.
III	1. Transparente con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 2. Translúcida con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 3. Opaca con menos del 15% de luz a través de las aberturas.	1. Nada 2. Rejillas o reflectores.
IV	1. Transparente sin aberturas. 2. Translúcida sin aberturas. 3. Opaco sin aberturas.	1. Nada. 2. Rejillas.
V	1. Transparente sin aberturas. 2. Translúcida sin aberturas. 3. Opaco sin aberturas.	1. Transparente sin aberturas. 2. Translúcida sin aberturas.
VI	1. Nada. 2. Transparente sin aberturas. 3. Translúcida sin aberturas. 4. Opaco sin aberturas.	1. Transparente sin aberturas. 2. Translúcida sin aberturas. 3. Opaco sin aberturas.

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

**FACTORES UTILIZADOS PARA  
REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE PISO  
DIFERENTES AL 20%**

% DE REFLECTANCIA EFECTIVA DE CAVIDAD DE TECHO, <i>poc</i>	80				70				50				30				10							
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10							
<b>% DE REFLECTANCIA DE PAREDES, <i>pw</i></b>	Para 30% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)																							
<b>RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL</b>																								
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008							
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006							
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005							
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004							
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004							
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003							
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003							
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003							
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.219	1.011	1.005	1.018	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002							
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002							
Para 10% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)																								
<b>RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL</b>																								
1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993							
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995							
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.996							
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.986	.991	.987	.992	.996							
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997							
6	.953	.969	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.988	.995	.987	.993	.997							
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998							
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998							
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999							
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999							
Para 10% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)																								
<b>RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL</b>																								
1	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.916	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987							
2	.871	.887	.903	.919	.881	.902	.918	.928	.926	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991							
3	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.954	.956	.969	.979	.976	.984	.993							
4	.893	.913	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994							
5	.903	.931	.953	.989	.914	.938	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995							
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.966	.979	.991	.975	.986	.996							
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997							
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.975	.988	.998							
9	.928	.958	.975	.988	.933	.958	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998							
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.968	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999							

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## HOJA DE CALCULO DEL NIVEL DE ILUMINACION PROMEDIO

### INFORMACION GENERAL

IDENTIFICACION

NIVEL DE ILUMINACION PROMEDIO

#### DATOS DEL LUMINARIO

FABRICANTE

NUMERO DE CATALOGO

#### DATOS DE LAMPARAS

TIPO Y COLOR

NUMERO DEL LUMINARIO

LUMENES TOTALES POR LUMINARIO

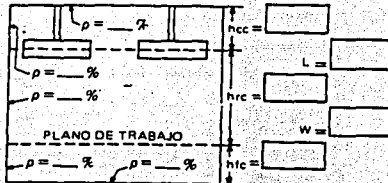
### SELECCION DEL COEFICIENTE DE UTILIZACION

- Paso 1: Establezca las dimensiones  
 Paso 2: Determine las relaciones de cavidad

RELACION CAVIDAD DE LOCAL RCR =

RELACION CAVIDAD DEL TECHO CCR =

RELACION CAVIDAD DE PISO FRC =



Paso 3: Obtenga la reflectancia efectiva de cavidad de techo (pcc) pcc =

Paso 4: Obtenga la reflectancia efectiva de cavidad de piso (pfc) pfc =

Paso 5: Obtenga el coeficiente de utilización de los datos del fabricante (cu) cu =

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



**SELECCIONES DE PERDIDA DE LUZ**

NO RECOBRABLES	SI RECOBRABLES
TEMPERATURA AMBIENTAL DEL LUMINARIO <input type="text"/>	DEPRECIACION DE LAS SUPERFICIES DEL LOCAL R.S.D.D. <input type="text"/>
VOLTAJE DEL BALASTRO <input type="text"/>	DEPRECIACION DE LUMENES DE LA LAMPARA L.D. <input type="text"/>
FACTOR DEL BALASTRO <input type="text"/>	FACTOR DE LAMPARAS FUERA DE OPERACION L.B.O. <input type="text"/>
DEPRECIACION DE LAS SUPERFICIES DEL LUMINARIO <input type="text"/>	DEPRECIACION DEL LUMINARIO L.D.D. <input type="text"/>
FACTOR TOTAL DE PERDIDA DE LUZ L.L.F. (PRODUCTO DE LOS FACTORES INDIVIDUALES) <input type="text"/>	

**CALCULOS**

Numero de luminarios =  $\frac{\text{(foces) x Area en metros cuadrados}}{\text{(Lúmenes por luminaria x (c.u.) x L.L.F.)}}$

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



## CURVAS DE DISTRIBUCIÓN LUMINOSA

LUX

AL TURA DE MONTAJE (m)	DISTANCIA DESDE EL CENTRO DEL HAZ (m)				
	0	0.30	0.60	1.20	1.80
	PAR - 38 de 75 w. Concentradora				
1.50	1940	540	90	20	10
1.30	660	480	80	10	10
1.05	490	370	130	10	10
4.60	220	190	120	20	10
	PAR - 38 de 75 w. Difusora				
1.50	600	460	170	20	10
2.30	270	220	160	20	10
3.05	150	130	120	40	10
4.60	70	60	60	40	20
	PAR - 38 de 150 w. Concentradora				
1.50	4200	1450	130	70	20
2.30	1900	1180	170	40	30
3.05	1050	870	340	30	20
4.60	470	430	290	40	10
	PAR - 38 de 150 w. Difusora				
1.50	1380	1070	370	40	10
2.30	610	550	370	60	20
3.05	350	320	270	90	20
4.60	150	150	140	90	40
	PAR - 30 de 75 w. Concentradora				
1.50	760	420	90	30	10
2.30	340	250	90	20	10
3.53	190	170	80	20	10
4.60	80	80	50	20	10
	PAR - 30 de 75 w. Difusora				
1.50	160	150	110	20	10
2.30	70	70	60	30	10
3.05	40	40	40	30	10
4.60	20	20	20	20	10
	PAR - 40 de 150 w. Concentradora				
1.50	3000	960	190	60	30
2.30	1300	750	230	60	30
3.05	750	560	250	50	20
4.60	330	300	170	50	20
	PAR - 40 de 150 w. Difusora				
1.50	510	440	300	80	20
2.30	230	210	180	90	40
3.05	130	120	110	80	40
4.60	60	60	50	40	30
	PAR - 40 de 300 w. Concentradora				
1.50	3600	1960	350	130	40
2.30	2500	1650	350	90	60
3.05	1400	1160	490	90	50
4.60	600	590	410	90	40
	PAR - 40 de 300 w. Difusora				
1.50	1000	890	540	160	50
2.30	450	400	320	170	70
3.05	250	230	210	140	80
4.60	110	110	100	80	60

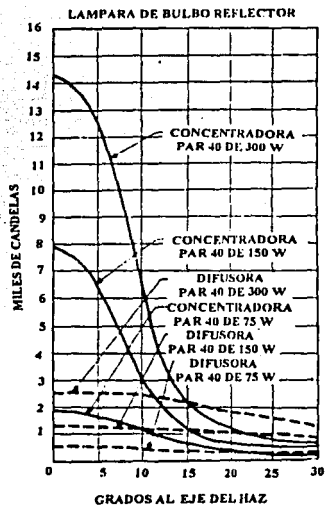
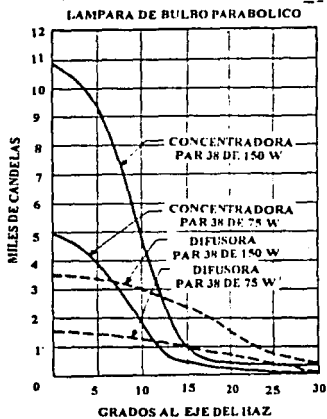
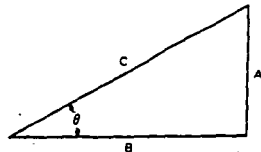


TABLA DE LAS FUNCIONES  
TRIGONOMETRICAS APPLICABLES AL  
METODO

$\theta^\circ$	sen $\theta$	cos $\theta$	tg $\theta$	cos <sup>2</sup> $\theta$	cos <sup>3</sup> $\theta$	$\theta^\circ$	sen $\theta$	cos $\theta$	tg $\theta$	cos <sup>2</sup> $\theta$
0	0,0000	1,000	0,0000	1,000	1,000	46	0,719	0,694	1,035	0,483
1	0,0175	1,000	0,0175	1,000	1,000	47	0,731	0,682	1,072	0,465
2	0,0349	0,999	0,0349	0,999	0,998	48	0,743	0,669	1,111	0,448
3	0,0523	0,999	0,0524	0,997	0,996	49	0,755	0,656	1,150	0,430
4	0,0698	0,998	0,0699	0,995	0,993	50	0,766	0,643	1,192	0,413
5	0,0872	0,996	0,0875	0,992	0,989	51	0,777	0,629	1,235	0,396
6	0,105	0,995	0,1051	0,989	0,984	52	0,788	0,616	1,280	0,379
7	0,122	0,993	0,1228	0,985	0,978	53	0,799	0,602	1,327	0,362
8	0,139	0,990	0,1405	0,981	0,971	54	0,809	0,588	1,376	0,345
9	0,156	0,988	0,1589	0,976	0,964	55	0,819	0,574	1,428	0,329
10	0,174	0,985	0,1763	0,970	0,955	56	0,829	0,559	1,483	0,313
11	0,191	0,982	0,1944	0,964	0,946	57	0,839	0,545	1,540	0,297
12	0,208	0,978	0,2126	0,957	0,936	58	0,848	0,530	1,600	0,281
13	0,225	0,974	0,2309	0,949	0,925	59	0,857	0,515	1,664	0,265
14	0,242	0,970	0,2493	0,941	0,913	60	0,866	0,500	1,732	0,250
15	0,259	0,966	0,2679	0,933	0,901	61	0,875	0,485	1,804	0,235
16	0,276	0,961	0,2867	0,924	0,888	62	0,883	0,470	1,881	0,220
17	0,292	0,956	0,3057	0,915	0,875	63	0,891	0,454	1,963	0,205
18	0,309	0,951	0,3249	0,905	0,860	64	0,899	0,438	2,050	0,192
19	0,326	0,946	0,3443	0,894	0,844	65	0,906	0,423	2,144	0,179
20	0,342	0,940	0,3640	0,883	0,830	66	0,914	0,407	2,246	0,165
21	0,358	0,934	0,3839	0,872	0,814	67	0,921	0,391	2,356	0,153
22	0,375	0,927	0,4040	0,860	0,797	68	0,927	0,375	2,475	0,140
23	0,391	0,921	0,4245	0,847	0,780	69	0,934	0,358	2,605	0,128
24	0,407	0,914	0,4452	0,835	0,762	70	0,940	0,342	2,747	0,117
25	0,423	0,906	0,4663	0,821	0,744	71	0,946	0,326	2,904	0,106
26	0,438	0,899	0,4877	0,808	0,726	72	0,951	0,309	3,078	0,0955
27	0,454	0,891	0,5095	0,794	0,707	73	0,956	0,292	3,271	0,0855
28	0,470	0,883	0,5317	0,780	0,688	74	0,961	0,276	3,487	0,0762
29	0,485	0,875	0,5543	0,765	0,669	75	0,966	0,259	3,732	0,0670
30	0,500	0,866	0,5773	0,750	0,650	76	0,970	0,242	4,011	0,0585
31	0,515	0,857	0,6009	0,735	0,630	77	0,974	0,225	4,331	0,0506
32	0,530	0,848	0,6249	0,719	0,610	78	0,978	0,208	4,705	0,0432
33	0,545	0,839	0,6494	0,703	0,590	79	0,982	0,191	5,145	0,0364
34	0,559	0,829	0,6745	0,687	0,570	80	0,985	0,174	5,671	0,0302
35	0,574	0,819	0,7002	0,671	0,550	81	0,988	0,156	6,314	0,0245
36	0,588	0,809	0,7265	0,655	0,530	82	0,990	0,139	7,115	0,0194
37	0,602	0,799	0,7535	0,638	0,509	83	0,993	0,122	8,144	0,0149
38	0,616	0,788	0,7813	0,621	0,489	84	0,995	0,105	9,514	0,0109
39	0,629	0,777	0,8098	0,604	0,463	85	0,996	0,0872	11,430	0,0076
40	0,643	0,766	0,8391	0,587	0,450	86	0,9976	0,0698	14,300	0,0048
41	0,656	0,755	0,8693	0,570	0,430	87	0,9986	0,0523	19,081	0,0027
42	0,669	0,743	0,8004	0,552	0,410	88	0,9984	0,0349	28,636	0,0012
43	0,682	0,731	0,9325	0,535	0,391	89	0,9988	0,0175	57,280	0,0003
44	0,695	0,719	0,9656	0,517	0,372	90	1,0000	0,0000	infinito	0,0000
45	0,707	0,707	1,0000	0,500	0,354					

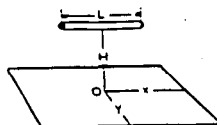
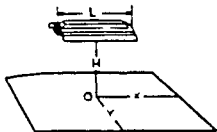
FORMULAS TRIGONOMETRICAS

$$\begin{aligned} \text{Seno } \theta &= \frac{A}{C} & \text{Coseno } \theta &= \frac{B}{C} \\ \text{Tangente } \theta &= \frac{A}{B} & \text{Cotangente } \theta &= \frac{B}{A} \\ \text{Secante } \theta &= \frac{C}{B} & \text{Cosecante } \theta &= \frac{C}{A} \end{aligned}$$



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**NIVEL LUMINOSO PRODUCIDO POR UNA  
LUMINARIA INDUSTRIAL Y UNA  
LAMPARA FLUORESCENTE DESNUDA**



Luminaria de 1.20 m, 4200 lúmenes  
Luminaria de 1.80 m, 6200 lúmenes  
Luminaria de 2.40 m, 8400 lúmenes

Lámpara de 1.20 m, 2800 lúmenes  
Lámpara de 1.80 m, 4100 lúmenes  
Lámpara de 2.40 m, 5600 lúmenes

**NIVEL LUMINOSO BAJO  
LA LUMINARIA**

L (m)	H(m)	DISTANCIA EN DIRECCIONES "Y"					
		(M)					
		0.60	0.60	1.20	1.80	2.40	
1.20	0.60	2120	630	1000	300	10	
	1.20	730	460	190	80	30	
	1.80	330	280	170	110	40	
1.80	0.60	2350	760	150	140	20	
	1.20	910	610	280	110	50	
	1.80	500	390	260	170	70	
2.40	0.60	2540	860	200	70	20	
	1.20	1060	730	310	130	70	
	1.80	570	460	290	170	100	

**NIVEL LUMINOSO BAJO  
LA LAMPARA DESNUDA**

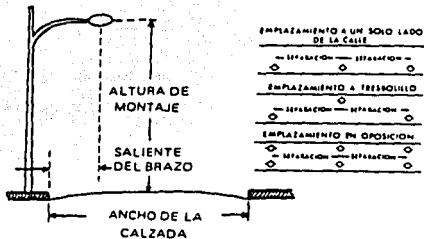
L (m)	H(m)	DISTANCIA EN DIRECCIONES "Y"					
		(M)					
		0.60	0.60	1.20	1.80	2.40	
1.20	0.60	550	230	70	20		
	1.20	190	130	70	30		
	1.80	90	80	50	30		
1.80	0.60	630	280	90	30		
	1.20	250	180	100	60		
	1.80	120	110	80	50		
2.40	0.60	630	300	110	40		
	1.20	270	210	120	60		
	1.80	150	130	90	50		

L (m)	H(m)	DISTANCIA EN DIRECCIONES "X"					
		(M)					
		0.60	0.60	1.20	1.80	2.40	
1.20	0.60	2120	1270	220	40	20	
	1.20	730	530	230	110	30	
	1.80	330	290	190	110	40	
1.80	0.60	2350	1840	760	140	20	
	1.20	910	790	400	170	50	
	1.80	500	410	260	150	70	
2.40	0.60	2540	2340	1290	240	20	
	1.20	1060	1060	640	290	70	
	1.80	570	570	410	240	100	

L (m)	H(m)	DISTANCIA EN DIRECCIONES "X"					
		(M)					
		0.60	0.60	1.20	1.80	2.40	
1.20	0.60	550	320	50	10		
	1.20	190	130	70	20	20	
	1.80	90	80	40	20	20	
1.80	0.60	630	520	150	20	10	
	1.20	250	200	110	50	20	
	1.80	120	110	80	60	20	
2.40	0.60	630	590	320	50	10	
	1.20	270	240	160	80	30	
	1.80	150	130	100	60	30	

Una simple proporción puede usarse para determinar los niveles del nivel luminoso (lux) para otras luminarias o lámparas de distinta emisión luminosa.

## ESTUDIOS CARACTERISTICOS DE ALUMBRADO DE CALLES BASADOS EN UN PAVIMENTO CON FACTOR DE REFLEXION DEL 10% (1)



- (1) Para pavimentos con reflectancia menor (el orden del 3 por 100), el nivel luminoso deberá ser aumentado en un 50 por 100.
- (2) Basado en la emisión luminosa inicial y un factor de mantenimiento de 0.90.
- (3) Para lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio, para lámparas de incandescencia 72 m. a un solo lado.
- (4) A 13°C de temperatura ambiente.
- (5) Lámparas trabajando a tensión nominal en posición horizontal.

### DATOS

CONDICIONES DE TRAFICO Y TIPO DE LAMPARA	LAMPARA Y TIPO DE LINTERNA	LUMENES POR LUMINARIA	NIVEL LUMINOSO MEDIO (L) ILUMI
Trafico Medio-Ligero Trafico de peatones Ligero Ancho de la calle 9 m	Fluorescente Tubo 1.2 m	6000	2.20
Sensación 36 m. a un solo lado (2) Altura de montaje 7.50 m Saliente del brazo 2 m	Fluorescente Tubo 1.2 m Mercurio T. 2 m	4500 1484 A.C.	2.30 (4) 2.00
Trafico Ligero Trafico de peatones Ligero a Medio Ancho de la calle 12 m	Fluorescente Tubo 1.2 m	6000	4.10
Sensación 36 m. a un solo lado Altura de montaje 7.60 a 9 m Saliente del brazo 1.50 m	Fluorescente Tubo 1.2 m Mercurio T. 2 m	4500 1484 A.C.	3.90 (4) 6.00
Trafico Medio Trafico de peatones Medio Ancho de la calle 15 m	Fluorescente Tubo 1.2 m	15000	10.00
Sensación 36 m. a un solo lado Altura de montaje 7.60 a 9 m Saliente del brazo 1.50 m	Fluorescente Tubo 1.2 m Mercurio T. 2 m	15000 1484 A.C.	6.70 (4) 13.00 (5)
Trafico Pesado Trafico de peatones Medio Ancho de la calle 18 m	Fluorescente Tubo 1.2 m	15000	9.40
Sensación 36 m. a un solo lado Altura de montaje 9 m Saliente del brazo 1.50 m	Fluorescente Tubo 1.2 m Mercurio T. 2 m	4500 1484 A.C.	11.00 (4) 17.00 (5)
Trafico de peatones Medio Trafico de peatones Medio Ancho de la calle 21 m	Fluorescente Tubo 1.2 m	15000	12.00
Sensación 36 m. a un solo lado Altura de montaje 9 m Saliente del brazo 1.50 m	Fluorescente Tubo 1.2 m Mercurio T. 2 m	4500 1484 A.C.	12.00 (4) 21.00 (5)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo de tesis se incluyó información teórica y práctica, la cual es necesaria para la correcta aplicación de la ingeniería eléctrica, ya que entre mejor este fundamentado un diseño, mejores serán los resultados y las fallas serán mínimas.

Día a día surge más tecnología, que nos facilita el diseño, el cálculo y el planteamiento del problema, ya que solo hay que introducir datos a nuestros programas o adquirir equipos modernos para la corrección de fallas, pero siempre es bueno tener los conocimientos y las herramientas necesarias para llevarlo a cabo aun sin ellas.

Un problema al que me enfrente durante el desarrollo del presente trabajo fue la adquisición de información sobre la planeación del diseño de la enfermería convencional, ya que se trato de un proyecto militar en el cual participe, pero los planos del lugar, por cuestiones de seguridad, son de difícil acceso. Sin embargo, nunca desistí en mi afán de plasmar en la presente tesis un proyecto que fuera lo más completo posible, para con ello ofrecer una clara muestra de lo minuciosamente estructurado, planeado y desarrollado de un diseño destinado a la construcción de una eficiente instalación eléctrica en una enfermería militar.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFÍA

- BRATU SERBÁN, NEAGU  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS: CONCEPTOS BÁSICOS Y DISEÑO  
EDIT. ALFAOMEGA, 1992
- LAWRENCE, MIKE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN  
EDIT. GILI, S.A. DE C.V., 1995
- ENRIQUEZ HARPER, GILBERTO  
NOM-FM-001-SEMP-1993  
EDIT. LIMUSA, 1994
- ENRIQUEZ HARPER, GILBERTO  
NORMA OFICIAL MEXICANA  
EDIT. IPN, MEXICO, 1995
- TOLEDANO GASCA, JOSE CARLOS  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ENLACE Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN  
EDIT. PARANINFA, 1998.
- JUÁREZ CERVANTES, JOSE  
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
EDIT. UAM, MEXICO, 1995.
- ESPINOSA Y LARA, ROBERTO  
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN  
EDIT. LIMUSA, MEXICO, 1990.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- MANUAL DE CONELEC DE INSTALACIONES ELECTRICAS  
EDITADO POR INDUSTRIAS CONELEC, MÉXICO, 1998.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999 INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN  
EDIT. IPN, MÉXICO, 2001.
- CONELEC CONDUCTORES ELÉCTRICOS  
EDITADO POR INDUSTRIAS CONELEC, MÉXICO, 1999
- CUTLER-HAMMER CATALOGO GENERAL  
EDIT. EATON, 1997.
- NORMA DE PROYECTO DE INGENIERIA TOMO III INSTALACIONES  
ELECTRICAS  
EDIT. IMSS, MÉXICO, MÉXICO, 1993.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN