

<b>N° de Documento:</b> NRF-048-PEMEX-2003	 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>
<b>Rev.: 0</b>	
<b>Fecha: 22 de julio de 2003</b>	<b>SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PEMEX-EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN</b>
<b>PÁGINA 1 DE 85</b>	

# **DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES**

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b>	<b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b>  <b>Rev.: 0</b>  <b>PÁGINA 2 DE 85</b>
--	---	---

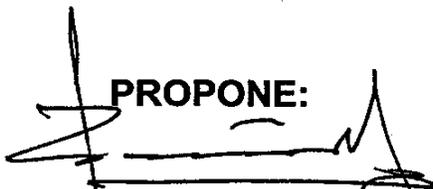
## HOJA DE APROBACIÓN

**ELABORA**



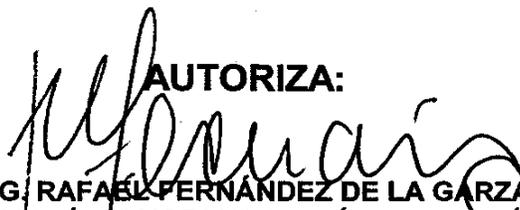
**ING. MANUEL PACHECO PACHECO**  
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

**PROPONE:**



**ING. LUIS RAMÍREZ CORZO**  
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN  
DE PEMEX-EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

**AUTORIZA:**



**ING. RAFAEL FERNÁNDEZ DE LA GARZA**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

México, D. F. a 22 de julio de 2003.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 3 DE 85

## CONTENIDO

Capítulo		Página
0.	Introducción.	4
1.	Objetivo.	4
2.	Alcance.	4
3.	Actualización.	5
4.	Campo de aplicación.	5
5.	Referencias.	5
6.	Definiciones.	6
7.	Abreviaturas y Símbolos.	9
7.1	Abreviaturas	9
7.2	Símbolos	10
8.	Desarrollo	11
8.1	Generalidades	11
8.2	Sistemas de Distribución	17
8.3	Generación	17
8.4	Distribución	20
8.5	Acometidas	33
8.6	Subestaciones	34
8.7	Cuartos de control eléctrico.	38
8.8	Transformadores.	39
8.9	Tableros.	45
8.10	Motores.	55
8.11	Sistema de tierras y Pararrayos.	58
8.12	Sistemas de alumbrado.	62
8.13	Sistemas de emergencia.	69
9.	Responsabilidades.	74
10.	Bibliografía.	74
11.	Concordancia con normas internacionales.	79
12.	Anexos.	80
	Anexo "A" Espaciamiento entre tuberías conduit aéreas.	80
	Anexo "B" Espaciamiento entre tuberías conduit subterráneas	80
	Anexo "C" Sistema de transferencia automática en Tableros.	81
	Anexo "D" Pruebas en campo.	82
	Anexo "E". Factor de servicio para motores.	85

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 4 DE 85</b></p>
--	--	--

## **0.- INTRODUCCIÓN.**

Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios en cumplimiento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), y con la facultad que le confiere la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (LAASSP) y la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM), expide la presente Norma de Referencia para el diseño de instalaciones eléctricas en plantas industriales de la institución.

Dentro de las principales actividades que se llevan a cabo en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, se encuentra el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones para la extracción, recolección, separación, transformación, refinación, almacenamiento, medición y transporte de hidrocarburos, así como la adquisición de materiales y equipos requeridos para cumplir con eficiencia y eficacia los objetivos de la Empresa. Por lo anterior es necesaria la participación de las diversas disciplinas de la ingeniería, a fin de establecer los criterios, metodología, procesos y especificaciones.

Se debe tener un diseño de ingeniería que garantice la calidad de los materiales, equipos e instalaciones, a fin de que éstas operen de manera eficiente y segura, tomando en cuenta la preservación de vidas humanas, el medio ambiente y los bienes propios y de terceros.

Participaron en la elaboración de esta Norma de Referencia (NRF) las direcciones de Petróleos Mexicanos, instituciones, empresas y consultores técnicos que se indican a continuación:

- Pemex Exploración y Producción.
- Pemex Refinación.
- Pemex Gas y Petroquímica Básica.
- Pemex Petroquímica.
- Petróleos Mexicanos.
- Instituto Mexicano del Petróleo.
- Instituto de Investigaciones Eléctricas.
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas.
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas.

## **1.- OBJETIVO.**

Establecer los requisitos básicos a cumplir, para la contratación de servicios para el diseño de instalaciones eléctricas en plantas industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

## **2.- ALCANCE.**

Esta Norma de Referencia establece los lineamientos, criterios y requisitos para el diseño de instalaciones eléctricas en plantas industriales nuevas, ampliaciones y remodelaciones.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 5 DE 85</b></p>
--	--	--

### 3.- ACTUALIZACIÓN.

Las sugerencias para la revisión y actualización de esta NRF, deben enviarse al Secretario del Subcomité Técnico de Normalización de PEP, quien deberá programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas, y en su caso, procederá a través del comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, a inscribirla en el Programa Anual de Normalización de PEMEX. Sin embargo, esta NRF se debe revisar y actualizar, al menos cada 5 años ó antes, si las sugerencias y recomendaciones de cambio lo ameritan.

Las propuestas y sugerencias deben dirigirse por escrito a:

PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

Subcomité Técnico de Normalización

Bahía de Ballenas N.5 Edificio "D" Noveno piso

Col. Verónica Anzures

11311 México D.F.

Teléfono directo: 55-45-20-35

Conmutador: 57-22-25-00,

Extensión: 32690

### 4.- CAMPO DE APLICACIÓN.

"Esta NRF es de aplicación general y de observancia obligatoria en la adquisición, ó arrendamiento o contratación de los bienes y servicios de ingeniería objeto de la misma, que lleven a cabo los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Por lo tanto, debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública, invitación a cuando menos tres personas, o adjudicación directa, como parte de los requisitos que deben cumplir el proveedor, contratista o licitante".

### 5.- REFERENCIAS.

Para la correcta aplicación de esta NRF, se debe consultar las siguientes normas vigentes ó las que las sustituyan:

#### **NOM**

NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones eléctricas. (Utilización).

NOM-002-STPS-2000 Condiciones de seguridad prevención protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM-J-136-1970 Abreviaturas, números y símbolos usados en planos y diagramas eléctricos.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 6 DE 85

NOM-016-ENER-1997	Eficiencia energética de motores de corriente alterna trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general en potencia nominal de 0,746 a 149,2 KW. Límites, método de prueba y marcado.
NOM-025-STPS-1999	Condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.
NOM-113-ECOL-1998	Protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución.
NOM-114-ECOL-1998	Protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión.
NOM-002-SEDE-1999	Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.
NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos, luminarias para uso en interiores y exteriores. Especificaciones de seguridad y Métodos de prueba.
<b>NMX</b>	
NMX-J-203-ANCE-1993	Capacitores de potencia en conexión paralelo-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-534-ANCE-2001	Tubos (conduit) de acero tipo pesado para la protección de conductores eléctricos y sus accesorios-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-535-ANCE-2001	Tubos (conduit) de acero tipo semipesado para la protección de conductores eléctricos y sus accesorios-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-123-ANCE-2001	Transformadores, aceites minerales aislantes para transformador.
NMX-J-142-ANCE-2000	Productos eléctricos.- Conductores cables de energía con pantalla metálica aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno propileno para tensiones de 5 a 115 KV.
NMX-J-353-ANCE-1999	Centro de control de motores.
NMX-511-ANCE-1999	Sistema de soportes metálicos tipo charola para conductores.
NMX-E-012-SCFI-1999.	Tubos y conexiones de policloruro de vinilo (PVC) sin plastificante para instalaciones eléctricas.
NMX-J-359-ANCE	Productos eléctricos.- Luminarias para áreas clasificadas como peligrosas.
<b>IEC</b>	
34-1-(1969)	Clasificación y cumplimiento Part. 1 Rating and Performance

## 6.- DEFINICIONES.

Para los propósitos de esta NRF aplican las definiciones siguientes:

### 6.1 Acometida.

Derivación que conecta la red del suministrador de energía eléctrica a las instalaciones del usuario.

### 6.2 Apartarrayos.

Dispositivo de protección que limita la sobre tensiones transitorias en los circuitos y equipos eléctricos, descargando la sobre corriente transitoria asociada; previene el flujo continuo de corriente a tierra y es capaz de repetir esa función.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 7 DE 85</b></p>
--	--	--

### **6.3 Área Periférica.**

Zona de seguridad que proporciona un área libre de obstáculos a los lados del área de aterrizaje y despegue de helicópteros.

### **6.4 As Built.**

Plano actualizado de acuerdo a lo construido.

### **6.5 Banco de capacitores.**

Grupo, unidad ó paquete de capacitores montados en gabinete con equipo de control (para corrección manual ó automática) del factor de potencia.

### **6.6 Bases de usuario.**

Documento en el que se establecen las necesidades de servicio por parte del usuario y el alcance general de los trabajos a desarrollar por parte del prestador de servicios.

### **6.7 Bases de diseño.**

Documento basado en los requerimientos establecidos en las bases de usuario y es el conjunto de información técnica específica requerida para la elaboración de un proyecto.

### **6.8 Bases técnicas de licitación.**

Es el compendio de los documentos que contienen los requisitos técnicos referente a los trabajos que se van a desarrollar, con los que deben cumplir los interesados en participar en la licitación.

**6.9 Clasificación de áreas peligrosas.** Es el ordenamiento de las áreas de una instalación en función de un riesgo por la presencia de atmósferas peligrosas

Para la clasificación de áreas peligrosas, se elabora uno ó más planos, tomando como base el diagrama de proceso e instrumentación, el plano de arreglo general de equipo y los tipos de fluidos peligrosos que se manejan. Este plano permite seleccionar equipos y materiales.

### **6.10 Canalización.**

Canal cerrado o abierto de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñados para contener conductores eléctricos.

### **6.11 Canalización aérea.**

Conjunto visible de elementos requeridos para alojar los conductores eléctricos, incluyendo, además de los conductores, los elementos en que aquellos se alojan y conectan.

### **6.12 Conductor de puesta a tierra.**

Conductor utilizado para conectar a tierra un equipo.

### **6.13 Conductor puesto a tierra.**

Conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra.

### **6.14 Conector (conectador) tipo compresión.**

Dispositivo mecánico que se usa para unir dos conductores eléctricos en el cual la presión para fijar el conector al conductor se aplica externamente, modificando el tamaño y la forma del conector y del conductor.

### **6.15 Charola.**

Es una unidad o conjunto de unidades o secciones y accesorios, que forman un sistema estructural rígido abierto, metálico ó no metálico para soportar conductores y canalizaciones.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 8 DE 85</b></p>
--	--	--

**6.16 Electrodo de puesta a tierra.**

Cuerpo metálico en contacto último con el suelo, destinado a establecer una conexión con el mismo, debe ser de un material resistente a la corrosión y buen conductor, tal como cobre ó cobre con alguna aleación.

**6.17 Empalme.**

Unión destinada a asegurar la continuidad de dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

**6.18 Estructura (aplicado a líneas aéreas).**

Unidad principal de soporte (metálica, concreto ó madera), generalmente un poste o una torre.

**6.19 Estructura de transición.**

Estructura que soporta conductores que estando conectados o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, queda arriba del nivel del suelo y están provistos de terminales, y están generalmente interconectados a un sistema de distribución aéreo.

**6.20 Flecha.**

Distancia medida verticalmente desde la parte mas baja del conductor (catenaria) hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte.

**6.21 Hojas de datos.**

Es un documento en el que se indica información de equipo tal como: servicio, condiciones de operación, tipo de materiales, características y componentes del equipo.

**6.22 Ingeniería básica.**

Es la información técnica básica generada en función de las Bases de usuario y Bases de diseño, que sirve como punto de partida para desarrollar la ingeniería de detalle. En ella se definen las características principales de la instalación y comprende memoria descriptiva del proyecto, hojas de datos y especificaciones técnicas de los equipos principales, diagrama unifilar general, lista de equipo eléctrico, distribución general de fuerza, arreglo de equipo eléctrico y clasificación de áreas.

**6.23 Línea Aérea.**

Aquella que esta constituida por conductores eléctricos desnudos, forrados o aislados, tendidos en el exterior de edificios o en espacios abiertos y que están soportados por postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

**6.24 Línea subterránea.**

Aquella que esta constituida por uno o varios conductores aislados que forman parte de un circuito eléctrico colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización.

**6.25 Memorias de calculo.**

Son los cálculos de ingeniería de diseño que se realizan y que sirven de base para el desarrollo de la ingeniería básica principalmente, de la ingeniería de detalle y permiten definir equipos y materiales.

**6.26 Pararrayos.**

Dispositivo de protección contra descargas atmosféricas que se conecta directamente a tierra, sin interconexión al sistema eléctrico.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 9 DE 85</b></p>
--	--	--

#### **6.27 Red de tierras.**

Es una red de protección usada para establecer un potencial uniforme en y alrededor de alguna estructura. Está unido sólidamente a los electrodos de tierra.

#### **6.28 Resistencia de conexión a tierra.**

Es la resistencia de conexión a tierra del sistema, medida respecto a una tierra remota, o a la determinada por la formula de Laurent.

#### **6.29 Resistividad del suelo.**

Es la resistencia por unidad de longitud, especifica del terreno, determinada en el lugar donde se localiza o se va a localizar el sistema de tierra.

#### **6.30 Tierra (suelo).**

Elemento de dispersión o atenuación de las corrientes eléctricas.

#### **6.31 Equivalente**

El término “o equivalente” que se describe enseguida del número y título de las especificaciones técnicas que se relacionan en ésta norma (o requisición o bases técnicas), quiere decir que el documento normativo que se proponga como alternativa del que se indica, debe regular los parámetros del producto o servicio requerido, como mínimo de los mismos valores y características del cumplimiento que señala la especificación originalmente citada, aplicables a su diseño, fabricación, construcción, instalación, inspección, pruebas, operación ó mantenimiento, según se trate.

### **7.- ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.**

#### **7.1 ABREVIATURAS**

En el contenido de esta norma de referencia se mencionan diversas siglas, y vocablos técnicos, que se describen a continuación.

ACSR	Aluminum Conductor Steel Reinforced (Conductor de aluminio reforzado con acero).
AEIC	Association of Edison Illuminating Companies (Asociación de compañías de iluminación edison)
ANCE	Asociación de Normalización y Certificación, A. C.
ANSI	American National Standards institute (Instituto Americano de Normas Nacional)
API	American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo).
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Prueba de Materiales)
AWG	American Wire Gauge (Medida Americana para Conductores).
CCM	Centro de control de motores.
CFE	Comisión federal de electricidad.
CSA	Canadian Standards Association. (Asociación Canadiense de Normas).

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 10 DE 85</b></p>
--	--	---

EP	Ethylene – Propylene (Aislamiento de etileno-propileno).
EPC	Ingeniería, procura y construcción (Engineering, Procuring and Construction).
EPDM	Aislamiento termo polímero de etileno propileno (ethylene - propylene terpolymer rubber).
FAA	Federal Aviation Agency – Agencia de Aviación Federal
ICEA	Insulated Cable Engineers Association (Asociación de ingenieros de cables aislados)
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión electrotécnica internacional).
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de ingenieros en electricidad y electrónica)
ISA	Instruments Standards Association (Asociación de normas de Instrumentos).
LED	Light Emissor Diode (Diodo emisor de luz).
LFMN	Ley Federal de Metrología y Normalización
NEC	National Electric Code (Código nacional eléctrico).
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Asociación nacional de fabricantes eléctricos).
NESC	National Electrical Safety Code (Código nacional eléctrico de seguridad).
NFPA	National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendio).
NMX	Norma mexicana.
NOM	Norma oficial mexicana.
NPT	Nivel de Piso Terminado.
NRF	Norma de referencia.
ODP	Oil Drop Proof (A prueba de goteo de aceite).
PC	Personal Computer (Computadora personal).
PVS	Policloruro de vinilo.
RTD	Resistance Thermal (Detector térmico por resistencia).
STPS	Secretaría del trabajo y previsión social.
TC	Transformador de corriente.
TIF	Factor de influencia telefónica.
TP	Transformador de potencia.
USG	Calibre Americano de Lámina.
XLPE	Crosslinked Polyethylene (Aislamiento de polietileno de cadena cruzada)

## 7.2 SÍMBOLOS.

Los símbolos de unidades de medida que se utilicen deben cumplir con la NOM-008-SCFI de acuerdo a lo siguiente.

ca	corriente alterna
cc	corriente continua
cm	centímetro



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 11 DE 85**

Hz	Hertz
K	Grados kelvin.
KV	Kilovolts.
KVA	Kilovoltampere.
KW	Kilowatt.
r.c.m	raíz cuadrática media (root mean square)
r.p.m	revoluciones por minuto.
MW	Megawatt.
CP	Caballos de potencia
%	Por ciento.
°C	grados Celsius.
W	watt

## **8. DESARROLLO.**

### **8.1 GENERALIDADES**

#### **8.1.1. Documentos de diseño:**

Para la elaboración de la Ingeniería de Diseño se debe considerar lo siguiente:

- a) Documentación que debe proporcionar PEMEX
  - a.1 Bases de usuario
  - a.2 PEMEX, de acuerdo al tipo de contratación, puede suministrar Bases de Diseño
  
- b) Documentación que debe proporcionar el prestador de servicios:
  - b.1 Bases de Diseño.
  - b.2 Ingeniería Básica
  - b.3 Especificación del equipo principal y hoja de datos
  - b.4 Requisiciones de equipo
  - b.5 Requisiciones de materiales.
  - b.6 Memorias de Cálculo.
  - b.7 Ingeniería de Detalle.
  - b.8 Bases Técnicas de Licitación (en la modalidad que se establezca, llave en mano, precios unitarios, administración directa).
  - b.9 Libro de Proyecto.
  - b.10 Estudios especiales (Los que sean solicitados en bases técnicas de licitación).
  - b.11 Planos "Actualizados de acuerdo a lo construido". (en caso de que sean solicitados en las bases técnicas de licitación).

La documentación y los planos que se generen por el prestador de servicios durante el desarrollo de diseño eléctrico deben ser entregada a PEMEX, con firmas por parte del personal responsable del prestador de servicios que interviene en su elaboración.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 12 DE 85</b></p>
--	--	---

El prestador de servicios debe dar facilidades para que el personal de PEMEX realice la supervisión del avance del diseño y el contenido técnico de los documentos.

La aprobación por parte del personal de PEMEX designado oficialmente para el proyecto debe ser con firma autógrafa al menos a las Bases de Diseño e Ingeniería Básica.

Una vez validada y aceptada la Ingeniería Básica por PEMEX, el Prestador de Servicios es responsable de la Ingeniería de Detalle que presente.

Los trabajos se deben entregar en original y en la cantidad de copias que se indiquen en las Bases técnicas de licitación, los archivos electrónicos se deben entregar dependiendo del volumen de la información, en disco compacto ó DVD con formato compatible ó exportable (por ej. office para windows, software de diseño asistido por computadora CAD).

Los originales de los documentos y planos deben elaborarse en papel que permita obtener reproducciones con claridad, como se indica a continuación.

<p>Tipo de Impresión Inyección de Tinta</p>	<p>Tipo de Papel Bond Tamaño carta de 78 gr/m<sup>2</sup> Bond Blanco brillante de 90 gr/m<sup>2</sup> Bond Premier de Núcleo 2 pulg. Poliéster papel original Report Grade Matte Film</p>
<p>Imagen Directa ó Térmico</p>	

Los documentos deben elaborarse en tamaño carta, oficio o doble carta según requiera PEMEX.

Los planos deben elaborarse en tamaño "D" 896 x 560 mm (35" x 22"), tamaño "E" 1065 x 840 mm (42" x 33"), en determinados casos se puede utilizar algún tamaño especial dependiendo de la escala y el tamaño de la instalación a mostrar

### **8.1.2 Planos de diseño eléctrico.**

Las letras y los números en los planos deben ser de acuerdo a lo siguiente:

En cotas y textos explicativos del dibujo se debe de usar letra arial normal mayúscula normal de 2.0 mm; para subtítulos se debe de usar letra arial normal mayúscula de 3.5 y 4.5 mm; en detalles pequeños usar letra arial normal mayúscula de 3.0 mm.

Los planos se deben elaborar con el formato y datos del "Pie de Plano" que se incluye en Bases Técnicas de licitación, en el cual se deben respetar tamaño, grueso de letra y posición de los datos.

Para títulos en los planos se especifica en primer término la descripción General del Proyecto, en segundo término la Subdivisión ó Área y en la parte inferior con letra minúscula la descripción y zona de ubicación de la Instalación Eléctrica.

Los dibujos que muestren Instalaciones Eléctricas en Áreas ó Edificios deben representarse a una escala en la que se observe la instalación con suficiente claridad para interpretarse correctamente. A continuación se indican las escalas más comunes utilizadas por Tipo de Plano.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 13 DE 85

Tipo de Plano:

Escala:

Arreglos de Equipo y Distribución de Fuerza y Control en Subestaciones y Cuartos de Control Eléctrico 1:40, 1:50, 1:75

Alumbrado, Distribución de Fuerza y Control. Tierras y Pararrayos en Edificios 1:50, 1:75, 1:100

Alumbrado, Distribución de Fuerza y Control. Tierras en Calles y Áreas Abiertas. 1:200 a 1:1000

Los dibujos deben elaborarse en idioma Español, en sistema métrico, en metros o milímetros, indicando escala, norte geográfico y de construcción, dirección de vientos dominantes y reinantes, coordenadas con un origen de referencia único para toda la planta o Instalación.

Cuando la Instalación Eléctrica abarque dos o más niveles deben realizarse dibujos en elevación para mejor comprensión del dibujo.

Los planos de instalaciones eléctricas deben contener principalmente los datos relativos a ellas, así como los datos que se requieren de otras disciplinas para la correcta interpretación de la instalación eléctrica (por ejemplo: Arquitectura, Área Civil, Planificación, Tuberías, Instrumentación). Deben incluir información suficiente que permita la ejecución de la obra, haciendo uso de detalles típicos, detalles específicos y notas aclaratorias, se deben realizar referencias claras en el cuerpo del dibujo.

Debe mostrarse en planos la Simbología utilizada en el proyecto, la cual debe estar de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-J-136-1970.

### 8.1.3 Información que deben contener los planos de diseño eléctrico.

El contenido mínimo de los planos, según el tipo de instalación se muestra a continuación:

**8.1.3.1 Planos de Diagramas Unifilares.** Características del suministro de energía eléctrica de la Compañía Suministradora ó del Generador Eléctrico, como tensión, frecuencia, fases, número de hilos, aportación al corto circuito trifásico y monofásico. Para el caso de los generadores eléctricos debe proporcionarse los valores de las reactancias subtransitoria, transitoria, síncrona.

Para los circuitos eléctricos, indicar número de circuito, capacidad en C.P ó KW y capacidad del dispositivo de protección. Opcionalmente indicar longitud, caída de tensión en %, calibre y cantidad de conductores, número de tubería de acuerdo a cédula de conductores y conduit.

En transformadores se debe indicar la potencia en KVA, número de fases, tipo de conexión, tipo de enfriamiento, tensión en el lado primario y secundario, impedancia en %, número de clave del equipo, elevación de temperatura.

En tableros eléctricos indicar:

- Barras.- Corriente y tensión nominal, capacidad de corto circuito, número de fases, número de hilos, frecuencia y CA ó CD.
- Interruptores.- Número de polos, marco y disparo, medio de extinción del arco eléctrico (para interruptores de potencia).
- Carga eléctrica.- Capacidad en CP/KW/KVA.
- Arrancadores.- Capacidad, tipo de arranque, tipo de protección de sobrecarga, tamaño NEMA y número de polos.
- Resistencias calefactoras.- Tensión, capacidad y número de fases.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 14 DE 85</b></p>
--	--	---

- Transformadores de corriente y potencial.- Relación de transformación, cantidad, capacidad de carga (burden), precisión, nivel de tensión.
- Instrumentos de Medición.- Rango de medición, cantidad, indicar si es analógico o digital. Se debe Indicar las prestaciones (parámetros y características) del equipo de medición.
- Planta de Emergencia.- Capacidad en KW o KVA continuos y emergencia, fases, tipo de conexión, frecuencia, tensión, RPM, factor de potencia, tipo de combustible.
- Relevadores,- Función que realiza de acuerdo a la numeración ANSI, tecnología del relevador, cantidad, indicar si es tipo multifunción.

El Diagrama debe mostrar la carga en KVA y en KW total y por alimentador, la carga total conectada, factores de demanda, factores de carga de motores y factor de potencia, así como la carga demandada ó en operación (carga después de aplicar los factores mencionados)

En todos los equipos deberá indicarse la clave de equipo, ubicación, servicio, número de requisición del equipo.

Todos los valores indicados deberán estar respaldados en memoria de cálculos.

**8.1.3.2 Planos de cédulas de conductores y canalizaciones.** Se debe mostrar en este tipo de plano:

- Número de circuito (debe corresponder al indicado en el diagrama unifilar).
- Tipo de Servicio (fuerza, alumbrado, control o disponible).
- Origen y Destino del circuito.
- Potencia de la carga eléctrica (KW,KVA,C.P ).
- Corriente nominal en amperes de la carga eléctrica.
- Tensión de operación del circuito, caída de tensión en %, cantidad, calibre y longitud de conductores.
- Diámetro, longitud y número de tubo conduit.
- Datos complementarios para aclaración, en área de "Observaciones"

**8.1.3.3 Planos de arreglo de equipo eléctrico:** Se debe mostrar en planta y elevación el arreglo de equipo eléctrico interno y externo indicando su orientación, dimensiones y distancias a ejes constructivos.

Para el equipo de media tensión mostrar el arreglo interior del equipo, así como distancias de fase a fase y de fase a tierra.

Se indicarán dimensiones y profundidad de huecos, trincheras y/o registros.

Este tipo de plano se proyectará inicialmente con las mayores dimensiones de equipo principal de los fabricantes líderes y posteriormente se actualizará con las dimensiones certificadas de fabricantes, debe mostrar el sentido con el que abren las puertas, sus dimensiones, la malla ciclónica, escaleras, diagrama unifilar en muro, ubicación y datos de extintores, así como las características principales del sistema de alarma y contraincendio.

Se mostrará una lista de equipo con las características principales, indicando clave y número de requisición.

Mostrar ubicación de tarimas y tapetes aislantes, registros, contenedores para aceite, cárcamo y drenajes aceitosos, dimensiones de bases de equipo y peso aproximado de equipos.

**8.1.3.4 Planos de distribución de fuerza**

**Banco de Ductos Subterráneos.-** Se debe mostrar la trayectoria en planta en un dibujo a escala, indicando en los extremos de cada tramo, el nivel superior de ductos referido al nivel de referencia de la Planta ó

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 15 DE 85</b></p>
--	--	---

Instalación, dirección de la pendiente y se indicará un número de corte que se presentará a detalle en el plano de cortes de ductos.

Los bancos de ductos de media tensión deben representarse con diferente simbología de los de baja tensión, los registros eléctricos tendrán numeración diferenciando registro de mano ó registro de hombre, se debe elaborar una tabla de registros con datos como: Número de registro, dimensiones (largo, ancho, profundidad y coordenadas) así como nivel superior del registro y su brocal de entrada. Referir al plano del Área Civil y Planificación que debe contener los detalles constructivos de registros y ductos.

Se indicarán los niveles de piso terminado en las diferentes áreas mostradas, para comparar y determinar la profundidad del banco de ductos. En notas indicar el tipo de tubería a emplear así como características de bancos de ductos y registros.

**Cortes de ductos.** - Se debe indicar las dimensiones exteriores del banco, distancias entre tuberías, número de tubería y diámetro.

**Arreglo de charolas.** - Indicar trayectoria en planta y servicio, identificando los tipos de elementos. Hacer tablas de elementos de charolas indicando clave de descripción, ancho, número de catálogo y fabricante propuesto. Definir de que de material se requieren las charolas.

Se debe indicar la ubicación de los soportes, tipo y características de ellos, se debe mostrar en elevación el arreglo de charolas con cambios de nivel y dirección, mostrar cortes estratégicamente seleccionados con la clave de los circuitos que alojan.

**Distribución de fuerza por tuberías subterráneas o aéreas.** - Las tuberías se deben representar indicando su diámetro y número de tubería, mismo que estará de acuerdo con la cédula de conductores y conduit. Se debe identificar las cargas eléctricas con su clave y descripción de acuerdo al diagrama unifilar, cédulas de conductores y conduit, en concordancia con la clave indicada en los diagramas de flujo de proceso. Se deben dibujar arreglos en elevación para aclarar trayectorias complicadas. Indicar el tipo de soporte y sus características.

Los planos de distribución subterránea y/o aéreas, se emitirán como aprobados para construcción hasta que se hayan verificado con otras disciplinas que cuenten con instalaciones subterráneas y/o aéreas.

**8.1.3.5 Planos de Clasificación de Áreas Peligrosas.** En áreas donde se procesen ó almacenen sustancias sólidas, líquidas ó gaseosas fácilmente inflamables (clasificadas), deben elaborarse dibujos de áreas clasificadas indicando los límites en vistas de planta y cortes transversales y longitudinales de forma que puedan ser verificadas objetivamente las disposiciones contenidas en el capítulo 5, ambientes especiales de la Norma NOM-001-SEDE-1999.

Estos planos servirán también como base para la selección del equipo y materiales eléctricos a utilizarse en el proyecto de Instalación Eléctrica.

**8.1.3.6 Planos de alumbrado y receptáculos.** Este tipo de planos debe mostrar la distribución de luminarias, acotándolas o en su caso ubicándolas lógicamente respecto a plafón, se deben indicar número de circuito al que pertenece, apagador que la controla, fases, así como características, como potencia, clasificación de área, tipo de balastro, reflector, difusor, guarda u otras que sean necesarias. Se debe indicar en la canalización el cableado y diámetro de tubería, trayectoria de canalización, localización del tablero de distribución con clave tipo, cuadro de cargas completo indicando el desbalance de carga, altura de montaje de luminarias.

Se deben ubicar los receptáculos mostrando número de circuito, cantidad y calibre de conductor y diámetro de canalización, así como su altura de montaje, indicar si es para área clasificada, normal o intemperie.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 16 DE 85</b></p>
--	--	---

Para alumbrado exterior se debe mostrar tipo de poste, accesorios de soporte, trayectoria, diámetro de tubo y cantidad y calibre de conductor, tablero que controla los circuitos, tensión, número de fases, datos generales de la luminaria, altura de montaje y detalles constructivos eléctricos.

**8.1.3.7 Planos del sistema de tierras.** Se debe mostrar la red general de tierras de la instalación eléctrica, mostrando calibre y tipo de conductor, trayectoria de la red, registros de tierras, tipo de electrodos, tipo de conectores, profundidad de la malla. Se debe indicar una simbología general de tierras mostrando clave y descripción de elementos.

Indicar la resistividad del terreno obtenida de las mediciones en campo, así como la resistencia total esperada de la malla. Indicar tipo de protección de acuerdo a la norma NFPA-780 ó equivalente, que aplican para protección de descargas atmosféricas a los elementos de mayor altura en la instalación.

Indicar la referencia a los planos de tierras específicos de las diferentes áreas, los cuales deben mostrar las conexiones a equipos eléctricos, torres, estructuras, soportes de tuberías, barras de tierras y en general todos los elementos a conectarse.

**8.1.3.8 Planos de diagramas elementales y de interconexión.** Se deben realizar diagramas elementales con la finalidad de determinar en el proyecto el control propio del sistema eléctrico, así como la relación que existe entre el área eléctrica y las áreas de instrumentación y control, de proceso y automatización, como es el caso de control de motores eléctricos, en estos diagramas se debe mostrar como se conectan los elementos de control eléctrico como bobinas, interruptores, selectores, relevadores, luces piloto, contactos, etc. indicando claves, tablillas terminales, cableado, y datos complementarios. Los diagramas de interconexión deben mostrar la diferente ubicación de los elementos de control descritos anteriormente, el cableado entre ellos y número de circuito. Estos diagramas se deben complementar con la información de los diagramas mecánicos de flujo del área de proceso, así como lazos de control y lógicos de secuencia del área de Instrumentación y control de proceso y automatización, por lo que es conveniente hacer referencia a los documentos de estas especialidades.

**8.1.3.9 Detalles típicos y específicos.** Es importante, para la comprensión del proyecto de instalación eléctrica así como para la solicitud de compra y aplicación en obra de los materiales eléctricos, generar detalles de instalación, que son típicos cuando aplican en diferentes situaciones dentro del proyecto y específicos cuando aplican a una sola situación. En ellos debe mostrarse la forma de instalación, incluyendo la forma de soportarse y describir los materiales, indicando diámetros, tamaños, número de catálogo de la marca propuesta ó equivalente.

#### **8.1.4 Planos “Actualizados de acuerdo a lo construido” (AS BUILT)**

Para proyectos de ingeniería, procura y construcción (EPC), se deben entregar a PEMEX, al término de la construcción de la obra eléctrica, los “planos actualizados de acuerdo a lo construido”, los cuales se generan a partir de los planos definitivos del proyecto eléctrico, se deben incorporar a ellos los cambios ó ajustes realizados en el transcurso de la obra. Se debe tomar en cuenta los cambios registrados en la bitácora de la obra, así como en los planos de campo de la obra eléctrica, verificados con levantamientos en campo. Se deben revisar los cambios con personal de la supervisión de la obra por parte de PEMEX y del Contratista.

Los planos se deben entregar en forma impresa y vía electrónica debiendo tener identificación de “**plano actualizado de acuerdo a lo construido**” ó “**as built**”

#### **8.1.5 Memorias de cálculo.**

El prestador de servicios debe presentar, las “memorias de cálculo del proyecto definitivo de la instalación eléctrica”, con las que determinó las características y capacidades de los componentes del sistema eléctrico, como son:



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 17 DE 85**

- Interruptores y fusibles.
- Conductores.
- Canalizaciones.
- Transformadores.
- Arrancadores.
- Tableros.
- Generadores.
- Planta de emergencia.
- Otros equipos (reactores, capacitores, apartarrayos, etc.)

Se deben presentar, como mínimo, cálculos de:

- Cortocircuito trifásico y monofásico.
- Caída de tensión.
- Capacidad de conducción de corriente (Ampacidad).
- Alumbrado exterior e Interior.
- Red de tierras (se debe tener en cuenta la resistividad real del terreno obtenida de mediciones de campo).
- Caída de tensión del sistema de arranque de los motores principales del sistema eléctrico.
- Coordinación de protecciones.

#### **8.1.6 Validación del diseño.**

El diseño de la instalación eléctrica debe ser revisado y aprobado por un profesional de la materia con cedula profesional expedida por la Dirección General de Profesionales y registro vigente en el Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (C.I.M.E).

#### **8.2 Sistemas de distribución.**

PEMEX debe definir el tipo de sistema de distribución eléctrica que requiere para la instalación eléctrica en particular del proyecto en desarrollo.

Los principales sistemas de distribución eléctrica que se deben utilizar son:

- Sistema radial simple.
- Sistema radial expandido.
- Sistema con primario selectivo.
- Sistema primario en anillo.
- Sistema secundario selectivo.
- Combinación de ellos.

Para el diseño del sistema, las decisiones deben ser el resultado de un análisis de la seguridad de las personas, importancia de la continuidad en la producción de la planta industrial y la integridad de los equipos, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable.

Entre los aspectos más importantes están los siguientes:

Nivel de tensión del sistema de distribución.  
Magnitud y crecimiento previsto de la carga.  
Evaluación técnica y económica  
Protección al medio ambiente(cuidando por ejemplo niveles de ruido, vibración, salida de gases derrames).

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 18 DE 85</b></p>
--	--	---

Ubicación física de las cargas.  
Flexibilidad en la operación y facilidad de ampliación.  
Seguridad del personal en la operación y mantenimiento.  
Características de la carga mayor a conectarse.  
Identificación de las cargas críticas del proceso, respaldo a sistemas de control, medición y alarma.  
Aplicación de tecnología actualizada y calidad de los componentes.  
Determinación del tamaño máxima de subestaciones y transformadores.  
Grado de automatización requerido.  
Distorsión de la forma de onda por uso de equipos electrónicos en el sistema.  
Nivel de confiabilidad

### **8.3 Generación.**

#### **8.3.1 Generalidades**

El tipo y capacidad del generador están determinados por los requerimientos normales de operación, los cuales deben corresponder a lo indicado en las bases técnicas de licitación, entre otros:

- Tensión nominal.
- Capacidad.
- Frecuencia.
- Velocidad.
- Factor de potencia nominal.
- Condiciones ambientales.
- Disponibilidad de combustible para el primomotor.
- Tipo de carga.

Las condiciones particulares que deben considerarse para definir las características constructivas del generador son:

- Número de fases.
- Clase de aislamiento.
- Tipo de enfriamiento.
- Sistema de excitación.
- Tipo de conexión.
- Método de conexión del neutro a tierra.

#### **8.3.2 Ubicación.**

Los generadores síncronos y su equipo asociado deben ser seleccionados de acuerdo con las características particulares del sitio de instalación y deben cumplir con los requisitos establecidos en la sección 445-2 de la NOM-001-SEDE-1999.

Las principales características del sitio de instalación que deben considerarse para seleccionar el generador eléctrico son:

- Altitud sobre el nivel del mar.
- Temperatura máxima, mínima y promedio.
- Precipitación pluvial promedio.
- Humedad relativa.
- Presión atmosférica.
- Áreas clasificadas.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 19 DE 85</b></p>
--	--	---

- Tipo de cimentación o anclaje.

En el diseño de las instalaciones eléctricas, se recomienda ubicar la mayoría del equipo en áreas no peligrosas con objeto de reducir la cantidad de equipo especial requerido.

### 8.3.3 Selección

Los generadores síncronos se deben seleccionar de acuerdo con los parámetros normalizados incluidos en las normas generales NEMA MG-1-1998 ó equivalente, IEC 34-1 y en las normas particulares ANSI C50.10-1990, ANSI C50.12-1982, ANSI C50.13-1989 y API RP 14F, ó equivalentes.

Los parámetros principales que deben considerarse para la selección de un generador síncrono, son los siguientes:

- **Capacidad.**  
Ver tabla 32-1 de la Norma NEMA MG-1-1998 o equivalente.
- **Velocidad.**  
Ver tabla 32-2 de la Norma NEMA MG-1-1998 o equivalente.
- **Tensión nominal.**  
Ver sección IV, parte 32, de la Norma NEMA MG-1-1998, o equivalente.
- **Tensión de excitación.**  
De acuerdo a la Norma NEMA MG-1-1998 ó equivalente.
- **Frecuencia.**  
60 Hz
- **Elevación de temperatura.**  
Ver tabla 32-3 de la Norma NEMA MG-1-1998 o equivalente..  
La elevación de temperatura para generadores acoplados a turbinas de gas debe cumplir con la norma ANSI C50.14-1977 o equivalente.
- **Sistema de aislamiento.**  
El aislamiento eléctrico (dieléctrico) en las bobinas, tanto del rotor como del estator, debe ser clase H.
- **Carga máxima momentánea.**  
El generador debe ser capaz de soportar durante 1 minuto una sobrecarga, con la excitación ajustada para carga nominal, de acuerdo a la sección IV, parte 32 de la Norma NEMA MG-1 1998, ó equivalente:

### 8.3.4 Protección.

Las condiciones mínimas anormales o fallas contra las cuales debe proporcionarse protección al generador son las siguientes:

- a) Falla del aislamiento de los devanados.
- b) Sobrecarga.
- c) Sobre temperatura de devanados y chumaceras.
- d) Sobre velocidad.
- e) Pérdida de excitación.
- f) Motorización del generador.
- g) Operación con corrientes no balanceadas.
- h) Pérdida de sincronismo.

Se debe establecer el mejor esquema de protecciones para el generador de acuerdo con su capacidad y tipo de configuración del sistema de distribución al cual alimenta. En la Norma IEEE C37-102-1995, se especifican 6 configuraciones posibles.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 20 DE 85</b></p>
--	--	---

### 8.3.5 Instrumentación

Los instrumentos de medición y control, manual o automático, permiten determinar y ajustar el comportamiento dinámico del generador. La capacidad, tipo y sitio donde se instale el generador, determinará su nivel de instrumentación y control. El esquema básico debe ser:

- Interruptor del generador.
- Interruptor de campo.
- Cuadro de alarmas.
- Transferencia del regulador automático de la tensión.
- Interruptor neutro del generador.

**Tablero de control.** Este debe contar como mínimo con la siguiente instrumentación y control en forma digital:

- Frecuencímetro.
- Voltmetro (barra y generación) con selector.
- Ampermetro de fase con selector.
- Voltmetro de excitación.
- Ampermetro de excitación.
- Watthorímetro.
- Varhorímetro.
- Medidor de potencia activa.
- Medidor de potencia reactiva.
- Medidor de factor de potencia.
- Interruptor selector de control de tensión / factor de potencia.
- Interruptor selector de control de velocidad / carga.
- Control manual de la tensión.
- Medidor de temperaturas en el estator y aire de enfriamiento del generador.
- Medidor de temperatura del aceite de lubricación.
- Selector de termopares.
- Medición de vibración.
- Registrador de eventos.

Sección de sincronización (para generadores que operen en paralelo sincronizados a una barra):

- Sincronoscopio
- Selector del modo de sincronización
- Frecuencímetro (barra y generador)
- Lámparas de sincronización

### 8.4 Distribución eléctrica.

El diseño de la distribución eléctrica consiste en la selección de las líneas aéreas y subterráneas, y equipos necesarios, que entregan la energía requerida y tendrán la flexibilidad necesaria para ampliarse y/o modernizarse con el mínimo de cambios a las instalaciones existentes.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 21 DE 85</b></p>
--	--	---

#### **8.4.1 Distribución eléctrica por líneas aéreas.**

Las líneas de distribución aéreas (1 a 35 KV) deben cumplir con lo indicado en las “Normas para Construcción de instalaciones eléctricas aéreas y subterráneas” de la Comisión Federal de Electricidad en su última revisión y a lo indicado en el artículo 922 “Líneas Aéreas” de la NOM-001-SEDE-1999.

El diseño eléctrico de un sistema de distribución aéreo en corriente alterna debe comprender el desarrollo y análisis de:

- Las necesidades de demanda.
- La estabilidad del sistema y el comportamiento transitorio.
- Selección del nivel de tensión.
- La regulación de la tensión y el flujo de energía reactiva.
- La selección de conductores.
- Las pérdidas de energía.
- El efecto de campos electromagnéticos.
- La selección del aislamiento.
- Los dispositivos de conexión e interrupción.
- La selección de los interruptores automáticos.
- Los relevadores de protección.
- La seguridad y el entorno ecológico.

El diseño mecánico debe abarcar:

- Los cálculos de flechas y de tensiones.
- El tipo de conductor.
- La separación y disposición entre conductores.
- Los tipos de aisladores.
- La selección de herrajes y accesorios.

El diseño estructural debe incluir:

- La selección del tipo de estructura.
- Los cálculos de cargas mecánicas.
- Las cimentaciones.
- Retenidas y anclas.

Otros aspectos importantes que se deben considerar dentro del diseño:

- Localización del trazo de la línea de transmisión.
- Trazo del derecho de vía.
- Mecánica de suelos y topografía.
- Localización de estructuras.
- Vías de acceso.
- Factores sísmicos.
- Manifestación de impacto ambiental.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 22 DE 85</b></p>
--	--	---

Los aisladores deben seleccionarse basándose en:

- La tensión eléctrica nominal a plena carga del circuito.
- La carga mecánica máxima.
- Los esfuerzos eléctricos (Impulso del rayo, sobre tensión de maniobra y efecto de la contaminación sobre la rigidez dieléctrica)

**Nota:** Para lugares donde exista vandalismo se debe instalar aisladores tipo no cerámicos.

Se debe cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-114-ECOL-1998 “Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticos”

**8.4.1.1 Estructuras para líneas aéreas.** Se consideran estructuras de media tensión todas aquellas que soporten conductores cuya operación sea desde 13 hasta 35 KV. Las líneas con tensiones primarias menores a estos rangos, deben construirse con estructuras correspondientes a un nivel de tensión de 13 KV.

Los tipos de estructuras a emplear deben ser los descritos en las “Normas para Construcción de instalaciones eléctricas aéreas y subterráneas” de la Comisión Federal de Electricidad en su última revisión, en su capítulo Líneas Primarias.

Todas las estructuras deben resistir las cargas especificadas en la sección 922-86 y los factores de sobre carga mínimos de la tabla 922-93 de la NOM-001-SEDE-1999.

Los postes deben quedar en posición vertical después de que el conductor haya sido tensado.

**Excepción:** A menos que la configuración de la estructura requiera inclinación para soportar los esfuerzos resultantes de las fuerzas estáticas.

Los postes de concreto que queden empotrados en terrenos salinos o de alta contaminación, se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico.

El conductor de puesta a tierra debe quedar al interior del poste y con salidas en la cara del poste en el lado de tránsito.

Cuando las trayectorias de dos circuitos sean las mismas, se deben considerar estructuras independientes para cada uno de ellos.

**Excepción:** Cuando los derechos de vía impidan la construcción normal.

Las estructuras de madera, concreto y acero, deben cumplir con las pruebas protocolarias, aprobadas por un laboratorio acreditado, y con la sección 110-2 de la NOM-001-SEDE-1999.

**8.4.1.2 Conductores aéreos.** El diseñador debe considerar para la selección de los conductores, los factores eléctricos, mecánicos, ambientales y económicos.

El tamaño nominal mínimo de los conductores a utilizarse debe estar acorde a lo especificado en la tabla 310-5 de la NOM-001-SEDE-1999.

Los conductores en paralelo deben cumplir con lo especificado en la sección 310-4 de la NOM-001-SEDE-1999.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 23 DE 85</b></p>
--	--	---

Debe respetarse el código de colores de acuerdo con lo especificado en la sección 310-12 incisos a) primer párrafo, e inciso a) excepción 4, segundo párrafo de la NOM-001-SEDE-1999.

Los conductores se deben normalizar con base en los siguientes criterios:

#### **Tamaño del conductor**

El tamaño del conductor se debe seleccionar de acuerdo con las tablas: 310-67 y 922-10 de la NOM-001-SEDE-1999, indicando el tamaño en mm<sup>2</sup> y la designación AWG entre paréntesis.

#### **Material**

Se debe seleccionar el material del conductor (calibre) de acuerdo con lo siguiente:

- ACSR: para todas las líneas aéreas construidas en ambiente normal.
- Cobre: en todas las líneas en áreas de contaminación salina - química industrial, así como para acometidas a los servicios en media tensión.
- Aluminio: en lugares cercanos a lagunas de aguas negras.
- Conductor semi-aislado: en áreas arboladas.

En los planos de las líneas de media tensión se deben indicar la tensión de operación, número de fases e hilos, calibre, tipo de conductor y número de circuito alimentador.

La regulación de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder del 1% en condiciones normales de operación.

La selección del tamaño del conductor debe basarse en las siguientes consideraciones:

- Corriente crítica de carga.
- Regulación de tensión.
- Corriente de falla.
- Resistencia mecánica.
- Efectos electromagnéticos.

Un criterio que limita el diseño de líneas, es la altura mínima del conductor arriba del terreno (por razones de seguridad), debiendo satisfacer lo dispuesto en la sección 922-40 de la NOM-001-SEDE-1999.

En los planos correspondientes a líneas de distribución eléctrica aérea, se deben marcar las distancias interpostales sobre o bajo la línea del claro interpostal.

Cuando exista una línea paralela sobre el trazo propuesto en el diseño debe indicarse en los planos correspondientes la distancia horizontal y vertical entre ellas, debiendo estar acorde a la sección 922-30 de la NOM-001-SEDE-1999.

En un cuadro en los mismos planos deben indicarse los dispositivos correspondientes a cada una de las estructuras.

**8.4.1.3 Equipo eléctrico conectado a las líneas aéreas.** La indicación de posición de operación y accesibilidad de los equipos eléctricos conectados a las líneas debe estar acorde a lo especificado en la sección 922-8, incisos a, b, c y d de la NOM-001-SEDE-1999.

Los equipos que se deben considerar para las líneas de distribución son:

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 24 DE 85</b></p>
--	--	---

**Corta circuitos fusibles.**

Debe apegarse a lo dispuesto en la norma ANSI C37.46-1981 o equivalente y la sección 710-21, inciso C, de la NOM-001-SEDE-1999.

**Apartarrayos.**

Deben seleccionarse de acuerdo al artículo 280 de la NOM-001-SEDE-1999 y a los estándares del IEEE C62.11-1999, C62.22-1997 y C62.22.1-1996 ó equivalentes, considerando tanto el tipo de sistema como las sobre tensiones que se esperan en el mismo y el factor de aterrizamiento.

**Cuchillas seccionadoras.**

Las cuchillas de operación en grupo se deben instalar en líneas troncales o cuando se requiera seccionar alguna línea sin necesidad de equipo de protección.

Las cuchillas de operación en grupo deben ser de tipo para abrir con carga, debiendo apegarse a lo dispuesto en la sección 710-21 (e) de la NOM-001-SEDE-1999 y a la norma ANSI C37.71-1984 ó equivalente.

El mecanismo de operación de las cuchillas de operación en grupo, debe estar conectado a tierra. El tubo del mecanismo debe conectarse a tierra a la altura del mismo. El valor de la resistencia a tierra debe estar de acuerdo con la sección 921-18 de la NOM-001-SEDE-1999.

**Seccionadores**

En la selección del equipo de seccionamiento en media tensión, a instalarse en exteriores y expuestos al medio ambiente, deben considerarse los siguientes factores:

- Altitud sobre el nivel del mar del lugar donde se va a instalar.
- Temperatura ambiente.
- Vibración del sitio de instalación.
- Corrosión. Alta humedad, aire salado y elementos químicos corrosivos en el ambiente.
- Magnitud máxima de los vientos. Huracanes (150 millas por hora).
- Ubicación en lugares clasificados.
- Condiciones varias: Aves, roedores e infestación de insectos.
- Acabado para Ambiente Marino.

Se deben especificar, al menos, los siguientes parámetros para la selección del seccionador:

- Tensión nominal.
- Tensión máxima de diseño.
- Frecuencia.
- Nivel básico de impulso.
- Corriente nominal.
- Capacidad interruptiva
- Tipo de construcción (frente muerto, resistencia a la corrosión).
- Sistema de sellado.
- Rango de temperaturas en ambiente de trabajo.

Si el seccionador cuenta con fusibles, debe considerarse:

- Corriente nominal continua.
- Corriente interruptiva simétrica.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 25 DE 85</b></p>
--	--	---

- Corriente interruptiva asimétrica.
- Relación máxima X/R.

#### **Restauradores de circuito.**

Estos deben instalarse únicamente en líneas en operación radial.

Se deben utilizar restauradores en circuitos de más de 100 amperes.

Para la selección de los restauradores debe considerarse la tensión de operación, corriente nominal, número de fases, capacidad interruptiva, valor de la corriente para bobina de disparo a tierra y las curvas de operación (fase y tierra), debiendo apegarse a lo dispuesto en las normas ANSI C37.60-1981 y C37.61.1973 ó equivalentes.

#### **Bancos de capacitores.**

La selección de la potencia de dichos bancos será determinada de acuerdo con el estudio correspondiente, debiendo apegarse al artículo 460 de la NOM-001-SEDE-1999 y a los estándares 18-1992, 824-1994, 1036-1992 y C37.99-2000 del IEEE ó equivalentes.

Todos los capacitores deben ser trifásicos, integrados por unidades monofásicas de una misma capacidad normalizada.

#### **Contador de descargas atmosféricas.**

Con la finalidad de llevar un registro de las operaciones de las protecciones de sobre tensión (apartarrays) se deben instalar contadores de descarga atmosférica en los bajantes de dichos equipos.

#### **Indicadores de falla.**

Se deben utilizar indicadores de falla de reposición automática en el lado fuente de cada seccionador o desconectador múltiple, de conformidad con el estándar C2-1997 (NESC) del IEEE, sección 16, artículo 161 ó equivalente. El dispositivo se debe seleccionar de acuerdo a la corriente nominal del circuito.

#### **Empalmes.**

En los sistemas de distribución aéreos, los empalmes de aluminio invariablemente deben utilizar conectores a compresión, y para cobre se deben utilizar conectores mecánicos o entorchados directamente.

#### **8.4.2 Distribución eléctrica aérea por tubería conduit.**

- La tubería conduit a utilizar en distribución eléctrica aérea visible, instalaciones ocultas y visibles en interiores deben ser de fierro galvanizado por inmersión en caliente, pared gruesa tipo pesado, fabricado de acuerdo a la norma NMX-J-534-ANCE-2001 .

Se debe aceptar tubo conduit de fierro galvanizado por inmersión en caliente, pared gruesa tipo semipesado, fabricado de acuerdo a la norma NMX-J-535-ANCE-2001 para instalaciones en interiores ahogadas en losa, en áreas no corrosivas, cuando así se establezca en las bases técnicas de licitación.

Se puede aceptar tubo conduit de aluminio tipo pesado de acuerdo a UL6 ó equivalente.

- Las distancias entre tuberías conduit aéreas deben estar de acuerdo al anexo "A"
- En racks de tuberías aéreas se dejará un 20% de espacio disponible para aplicaciones futuras, del diámetro mayor de las tuberías ocupadas.
- Cuando un rack contenga tuberías con circuitos de fuerza, control e instrumentación, el orden de acomodo debe ser con los tubos con circuitos de fuerza de mayor voltaje en la parte superior.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 26 DE 85</b></p>
--	--	---

- Las tuberías para alimentadores de motores deben llevar normalmente 1 circuito por tubo, a excepción de alimentadores para válvulas motorizadas, los cuales se aceptan que alojen alimentadores hasta para 10 motores trifásicos, seleccionando la tubería con un diámetro arriba del obtenido al considerar el 40% de factor de relleno de conductores, y agrupando preferentemente válvulas del mismo tipo de servicio, por ejemplo. anillos de enfriamiento, de espuma contraincendio, y de producto.
- El diámetro de las tuberías conduit en distribución eléctrica aérea visible debe ser de 19 mm. como mínimo.
- Para protección del conductor en la instalación dentro de tubería conduit, éste debe terminarse eliminando la rebaba en sus extremos en la llegada a cajas de conexión y tableros instalando contratuerca y monitor.
- Las tuberías conduit visibles deben tener una sujeción adecuada con abrazaderas tipo UÑA, de aluminio fundido, 2 por tramo como mínimo, con perno roscado de baja velocidad ó con abrazaderas tipo "U" tipo pesado de acero cadminizado con tuercas hexagonales..
- Deben instalarse sellos para tubería conduit por cambio de área clasificada y a no más de 30 cms. del equipo de instalación y cajas de conexiones.
- Las trayectorias de conduit entre cajas de paso ó conexión no deben tener curvas por mas de 180° en total y no más de 2 curvas de 90°.
- Debe respetarse los radios de curvatura mínimos de conductores, de acuerdo con la NOM-001-SEDE-1999.
- En áreas con humedad excesiva se deben considerar accesorios incorporados de fabrica en los equipos, tableros y cajas de conexiones para drenar condensados.
- En instalaciones exteriores de áreas no clasificadas, en equipos ó tuberías sometidos a vibración, asentamiento o movimiento, se debe considerar tubo conduit flexible metálico galvanizado engargolado recubierto con PVC con conectores a prueba de agua, y cople flexible a prueba de explosión para áreas clase 1, divisiones 1 ó 2.
- Se deben considerar cajas de paso en trayectorias rectas a cada 40 metros, como máximo.
- La selección del tipo de materiales y equipos a utilizar en la instalación eléctrica se debe basar en la clasificación general de áreas del proyecto.
- Los accesorios de canalización para áreas clase I división 2 deben ser a prueba de explosión.

En las instalaciones localizadas en áreas corrosivas, de acuerdo a las bases técnicas de licitación, las tuberías conduit para instalación visible debe ser de fierro galvanizado por inmersión en caliente tipo pesado de acuerdo a la Norma NMX-J-534-ANCE-2001 ó de aluminio libre de cobre tipo pesado, recubierta exteriormente de PVC de 40 milésimas de pulgada, y recubrimiento interior de uretano de 2 milésimas de pulgada, se debe cumplir con las pruebas requeridas para este tipo de material, como son.

- Dureza del recubrimiento exterior de PVC.
- Adherencia del recubrimiento exterior de PVC.
- Espesor del recubrimiento exterior de PVC.
- Espesor del recubrimiento interior de pintura de uretano.

Todos los accesorios de soportería, como abrazaderas, canal "U", para instalaciones eléctricas visibles deben ser con cubierta exterior de PVC.

Todos los accesorios de canalización para instalación eléctrica visible en áreas corrosivas como cajas de paso, tuercas unión, sellos, coples flexibles, cajas de conexión, deberán ser de aluminio libre de cobre con cubierta exterior de PVC y pintura interior de uretano.

#### **8.4.2.1 Distribución eléctrica en Plataformas Marinas.**

En el caso de plataformas marinas, la canalización debe apegarse a los métodos recomendados en el artículo 6.4.2 de la Norma API-RP-14F-1999 o equivalente.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 27 DE 85</b></p>
--	--	---

Para aplicación en áreas marinas, la protección mecánica del conductor, deben ser de aluminio tipo pesado de acuerdo con especificaciones de la norma UL-6A ó equivalente ó de acero de acuerdo con la Norma NMX-J-534-ANCE-2001, con recubrimiento exterior de PVC e interior de poliuretano, debe cumplir con la norma NEMA RN-1 ó equivalente. Esto aplica para todos los accesorios de canalización como curvas, coples condulets y abrazaderas la selección será definida en bases de licitación.

#### **8.4.3 Distribución eléctrica aérea por medio de “Soportes tipo charola para conductores”.**

Para la distribución eléctrica aérea visible se deben utilizar soportes tipo charolas para conductores, que deben ser metálicas de aluminio ó de acero galvanizado por inmersión en caliente para uso en interior, y de aluminio o fibra de vidrio reforzada fabricada por moldeo continuo para uso en exterior, de acuerdo a las Bases técnicas de licitación.

- En general el conjunto de charolas y sus accesorios, tipos de conductores, determinación del ancho de charola deben cumplir con los requerimientos del artículo 318 de la Norma NOM-001-SEDE-1999.
- Las trayectorias de charolas para conductores deben contar con un 20% de espacio disponible en el total de su trayectoria.
- La distancia máxima entre travesaños de charolas para conductores de baja tensión debe ser de 15 cm.
- Todo el sistema de charolas para conductores, debe formarse de materiales compatibles electroquímicamente para no formar par galvánico que produzca corrosión.
- Los pasamuros que se utilicen en el paso de los conductores a los cuartos de cables, deben ser probados y certificados, y la instalación en general para el paso de los cables eléctricos por el muro debe cumplir con lo indicado en la sección 300-21 de la Norma NOM-001-SEDE-1999.
- El claro mínimo entre charolas instaladas en arreglo vertical, debe ser de 0.3 m y la separación entre la charola mas elevadas a techos vigas etc, debe ser por lo menos de 0.4 m.
- No se permite que las charolas para conductores se soporten de tuberías ó equipos de proceso.

##### **8.4.3.1 Soportes tipo charola para conductores, metálicos de aluminio ó de fierro galvanizado.**

- Las charolas deben ser construidas y aprobadas de acuerdo a la NMX-J-511-ANCE-1999 y la sección 318-5 de la NOM-001-SEDE-1999.
- Las charolas para conductores, metálicas deben ser de aluminio de aleación comercial 6063 temple 6 con acabado natural ó de acero galvanizado por inmersión en caliente después de fabricado, para protección contra la corrosión y debe tener capacidad de carga mecanica tipo B ó C de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-511-ANCE-1999.
- Deben considerarse tramos rectos de charola de 3.66 metros, con peralte útil mínimo de 8.25 cm. (3 ¼”), ensamblados entre ellos con accesorios metálicos que aseguren la rigidez de todo el sistema.

**8.4.3.2 Soportes tipo charola para conductores, de fibra de vidrio.** Este tipo de canalización se debe utilizar para áreas exteriores de acuerdo con las bases técnicas de licitación en donde sea preferible la utilización en vez de trayectorias subterráneas

- Las charolas deben ser construidas y aprobadas de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-J-511-ANCE-1999 y la sección 318-5 de la NOM-001-SEDE-1999.
- Las charolas para conductores, de fibra de vidrio, deben ser tipo escalera, de fibra de vidrio reforzada con poliéster, con protección para uso en intemperie, para inhibir la degradación por rayos ultravioleta y resistencia al fuego, y tener capacidad de carga mecánica tipo C y de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-511-ANCE-1999, y un factor de seguridad de 2.0 para la soportería.
- Los tramos rectos de charola deben ser de 3.00 o 6.00 metros de longitud, con peralte útil de 10.1 cm. (4”) y ensambladas con placas de unión de poliéster o fibras de vidrio adecuadas al tipo y perfil

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 28 DE 85</b></p>
--	--	---

de la charola. Las tuercas y tornillos para la instalación de las placas de unión deben ser de acero inoxidable encapsulados en fibra de vidrio.

- Se deben considerar juntas de expansión, apegándose a lo indicado en la tabla 7.1. de la NEMA FG-1 ó equivalente.
- Para asegurar la protección mecánica de los conductores alojados en las charolas, el total de la canalización exterior debe tener una tapa de fibra de vidrio del tipo plano. La tapa se debe fijar a la charola con separadores y tortillería de fibra de vidrio, con el fin de proveer a las charolas de un espacio para ventilación de conductores.
- En toda su trayectoria las charolas no deben estar expuestas a daños físicos ni altas temperaturas o fugas continuas o intermitentes de vapor.
- Los soportes para las charolas deben ser de hierro estructural a base de canales y ángulos galvanizados por inmersión en caliente, no se aceptan herrajes tipo unistrut o similar como soportes para charolas en exteriores.
- Para prevenir movimientos laterales en la charola, ésta debe ser fijada a los soportes. La fijación debe ser con mordazas (de poliuretano o equivalente) las cuales deben sujetar los rieles inferiores y éstas a su vez, se unirán al soporte con tornillos de acero encapsulados con fibra de vidrio.
- Las charolas y accesorios de vidrio no deben ser perforados.
- Se deben colocar en lugares visibles y a lo largo de las trayectorias de las charolas etiquetas con leyenda:

PRECAUCIÓN: NO SE USE COMO ANDADOR O ESCALERA O PARA APOYO DE PERSONAL, SU USO ES ÚNICAMENTE COMO SOPORTE MECÁNICO PARA CONDUCTORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

PELIGRO: CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN MEDIA TENSIÓN

PELIGRO: CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN

#### 8.4.4 Distribución eléctrica subterránea.

La Distribución Eléctrica Subterránea debe realizarse por medio de tuberías conduit agrupadas en bancos de ductos, que lleguen a registros eléctricos convenientemente ubicados para facilitar la introducción de conductores eléctricos en cambios de dirección, así como en tramos rectos de mayor longitud. Los registros eléctricos subterráneos deben tener accesorios para soportar el cableado dentro de ellos.

##### 8.4.4.1 Tubería Conduit en Bancos de Ductos Subterráneos. Debe cumplirse con lo siguiente:

- Para trayectorias en áreas de proceso y/ó corrosivas la tubería debe ser de fierro galvanizado por inmersión en caliente del tipo pesado, fabricada de acuerdo con la norma NMX-J-534-ANCE-2001.
- Para trayectorias fuera de áreas de proceso, no corrosivas, de acuerdo a Bases técnicas de licitación se debe utilizar tuberías de fierro galvanizado por inmersión en caliente del tipo semipesado, fabricada de acuerdo con la norma NMX-J-535-ANCE-2001
- Para trayectorias fuera de áreas de proceso y corrosivas se puede utilizar tuberías de PVC tipo pesado de acuerdo a la NMX-E-012-SCFI-1999.
- Se debe rematar las tuberías conduit en los registros eléctricos subterráneos, ó a los tableros a que llegan, con monitores para tubo conduit, con objeto de evitar daños al conductor que se aloja.
- El diámetro mínimo de la tubería conduit a emplear en banco de ductos subterráneo en baja tensión debe ser de 25 mm de diámetro, y para ductos de media tensión de 76 mm de diámetro.
- Los diámetros normales a utilizar de tubería conduit debe ser de 25 a 102 mm durante el desarrollo del proyecto se podrá aprobar la utilización de 152 mm.
- El espaciamiento entre tuberías en banco de ductos subterráneos se indica en el anexo "B"

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 29 DE 85</b></p>
--	--	---

- El número de curvas entre registro y registro eléctrico subterráneo, no debe acumular más de 180° en total, incluyendo curvas a 90°, deflexiones horizontales y verticales, así como el disparo hacia la parte visible.

Las tuberías para alimentadores de motores deben llevar normalmente 1 circuito por ducto, a excepción de tuberías para válvulas motorizadas (normalmente a 440 volts trifásicos) en las cuales se acepta que se alojen hasta 10 circuitos, seleccionando la tubería con un diámetro arriba del calculado de acuerdo a la tabla 10.4 de la norma NOM-001-SEDE-1999. Se recomienda agrupar válvulas con el mismo tipo de servicio, por ej. anillos de enfriamiento de tanques, válvulas de proceso, espuma contraincendio. En caso de existir servicios redundantes, deberán alojarse en diferente tubería.

Para motores con alimentadores de fuerza en baja tensión, de calibre 4 AWG como máximo, los conductores de control en 120 VCA. deben ir en el mismo tubo conduit. Para alimentadores de mayor sección los conductores de control deben ir en tubos conduits separados.

En las tuberías subterráneas con alimentadores para circuitos de alumbrado exterior, se permite que se alojen hasta tres circuitos por cada tubería conduit.

En tuberías con circuitos de media tensión se deben instalar tres conductores de diferentes fases por cada tubo conduit.

#### **8.4.4.2 Bancos de Ductos Subterráneos.** Debe cumplirse con lo siguiente:

Los bancos de ductos subterráneos deben diseñarse de concreto armado de 150 Kg/cm<sup>2</sup>, cubiertos por una adecuada capa de asfalto y polietileno en todas las caras para protección contra el agua, y colarse integralmente con colorante rojo, como mínimo en una proporción de 7.25 kg/m<sup>3</sup> de concreto.

- La cantidad máxima de tuberías en un banco de ductos debe ser de 36, con un máximo de 20 tuberías con circuitos de fuerza en operación.
- La profundidad del banco de ductos debe ser como mínimo de 50 cms, de la parte superior del banco de ductos al nivel de piso terminado, en cruce de calles debe tener un mínimo de 70 cms.
- En los bancos de ductos cuando se requieran cruces con otro tipo de instalaciones, deben estar a una distancia mínima de 20 cms.
- En la ruta de bancos de ductos subterráneos se debe dejar un 30% de tuberías disponibles.
- La ruta de los bancos de ductos subterráneos debe ser la mas corta posible entre la fuente y la carga eléctrica, de trazo sencillo, evitando registros innecesarios, considerando los derechos de vía definidos en conjunto con los otros tipos de instalaciones subterráneas, como cimentaciones, tuberías de proceso, agua, drenaje, entre otros. Debe considerarse el mínimo de desviaciones y cambios de nivel entre registros.
- Los bancos de ductos subterráneos deben tener una pendiente mínima de 3/1000 hacia los registros para drenado de probable filtración de agua.

En subestaciones ó cuartos de control eléctrico los bancos de ductos deben tener siempre pendiente hacia afuera de ellos.

- En un banco de ductos y registros eléctricos con servicios en baja tensión, deben alojarse circuitos de control de motores e instrumentación, alumbrado, y fuerza, desde 120 hasta 600 volts corriente alterna, siempre y cuando el aislamiento de todos ellos sea de 600 volts.

En banco de ductos y registros se deben canalizar en forma independiente de la distribución eléctrica, los servicios como telefonía, intercomunicación y voceo, red de automatización y control, señales de vídeo y control del circuito cerrado de televisión y protección de intrusos, señales de instrumentación de 4 a 20 miliamperes ó 24 vcd, control a dos hilos de válvulas motorizadas, control del sistema de botoneras,

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 30 DE 85</b></p>
--	--	---

semáforos y alarmas sectoriales, control de los sistemas de detección de hidrocarburos y fuego, así como otros sistemas de control.

También en banco de ductos y registros eléctricos independientes, se debe canalizar el cableado en media tensión.

La distancia entre trayectorias paralelas de bancos de ductos con servicios de media tensión, baja tensión y control debe ser de 75 cms. Como mínimo, medidos a la parte más cercana entre ellos.

En un banco de ductos y registros eléctricos subterráneos con servicios de diferente voltaje permitido, el orden de acomodo debe ser con los tubos de mayor voltaje en la parte inferior, menor voltaje en la parte media, y los tubos disponibles en la parte superior para facilidad de cableado.

**8.4.4.3 Registros Eléctricos Subterráneos.** Deben diseñarse de concreto armado de 150 Kg/cm<sup>2</sup>, deben ser cubiertos por una adecuada capa de asfalto y polietileno en todas las caras para protección contra el agua, la altura de la entrada debe estar a 20 cms. Como mínimo sobre el nivel de piso terminado para evitar inundaciones en los registros.

Las tapas de los registros eléctricos deben ser de acero o material de fibra de vidrio de alto impacto (esto debe ser definido en las bases de licitación). Al utilizar lámina de acero, debe ser de 5/16" de espesor, recubierta con pintura epóxica. En caso de usar material de fibra de vidrio, se debe cumplir con las siguientes características técnicas: Tapa de fibra de vidrio de ¼" de espesor, con resina viniester, con procedimiento pultrusión (moldeo continuo), por lo que debe tener perfectamente integrados malla de fibra de vidrio y velo poliéster como protección adicional de rayos ultravioletas.

Las dimensiones normales de los registros eléctricos, medidas en la parte interior son:

Registros de mano (REM)	0.6x0.6 m. (Largo x ancho)
	1.0x1.0 m.
Registros con entrada de hombre (REH)	1.5x1.5 m.
	2.0x2.0 m.

Otras dimensiones de registros y tapas deben estar avaladas por el proyecto correspondiente o en las bases de licitación.

Todas las tapas de registros eléctricos deben identificarse con su nomenclatura correspondiente.

La profundidad de los registros debe ser definida en el proyecto por las dimensiones propias del banco de ductos, así como por el cruce con otras instalaciones subterráneas a fin de evitar interferencias en la etapa de construcción.

Para determinar las dimensiones de los registros eléctricos subterráneos se debe tomar en cuenta el radio de curvatura mínimo de los conductores que se utilizan (de acuerdo a lo especificado en la sección 300-34 de la norma NOM-001-SEDE-1999).

Se debe tener una distancia mínima de 20 cms. de la parte inferior del banco de ductos a la parte inferior del registro, para evitar inundaciones en los ductos.

La distancia mínima de la parte lateral del banco de ductos a las paredes del registro es de 15 cms. considerar argollas y espacios para la maniobra de jalado de conductores.

En registros eléctricos subterráneos de 2 metros ó más de profundidad se debe proyectar escalera marina de fierro redondo, localizada en la cara más conveniente para no interferir con el cableado o descableado.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 31 DE 85

Los registros eléctricos subterráneos en trayectorias rectas largas, deben localizarse a una distancia promedio de 60 metros y como máximo de 80 metros entre dos registros, debiendo verificarse que la tensión de jalado no rebase el 80% de la máxima que soportan los conductores que se alojaran en ellos.

Para el caso de utilización de cajas de paso visibles, con trayectorias de bancos de ductos subterráneos, las cajas no deben estar a una distancia mayor de 40 metros.

Los registros eléctricos subterráneos deben localizarse fuera de áreas clasificadas, sin embargo cuando no se pueda evitar un área clasificada y se requiera de registros para facilidad de cableado o derivaciones, se deben utilizar cajas de paso visibles, adecuadas para Clase I. División 1.

En los registros eléctricos subterráneos deben instalarse soportes para que los conductores que en ellos se alojan, se ordenen y fijen, evitando su maltrato físico, ayudando a su identificación. Todos los conductores en registros deben tener curvatura suficiente (coca), para absorber desplazamientos y evitar tensiones.

En registros de 1.0x1.0 m. y 1.5x1.5 m. se deben considerar ménsulas de fierro galvanizado soportadas en muro, cubiertas en la parte superior de una tira aislante como micarta, celoron ó equivalente en características dieléctricas, de 19 mm. de espesor x 51 mm. de ancho x la longitud de la ménsula. La longitud de la ménsula debe ser la adecuada para la máxima cantidad de conductores a alojar, cuidando de no obstruir el acceso al registro. Se deben utilizar los niveles de ménsulas que sean necesarios.

Para registros de 2.0x2.0 m. y mayores, se deben utilizar ménsulas de fierro galvanizado como las arriba descritas, soportes para conductores tipo charolas ó soportes con aisladores para conductores de gran diámetro.

#### 8.4.4.4 Conductores en Instalaciones Eléctricas Subterráneas. Debe cumplirse con lo siguiente:

Debe cumplirse con lo siguiente:

Los conductores deben seleccionarse por Corriente, Caída de tensión y Cortocircuito.

La capacidad de conducción de los conductores debe determinarse de acuerdo a lo indicado en las tablas de corriente y factores aplicables en la sección 310-15 y la sección 110-14 de la norma NOM-001-SEDE-1999

Tomando en cuenta:

- Corriente en condiciones de máxima carga.
- Agrupamiento de Conductores.
- Agrupamiento de tuberías. (Para conductores de media tensión)
- Temperatura máxima ambiente y del conductor.
- Resistividad térmica del terreno. (Para conductores de media tensión)
- Profundidad. (para conductores de media tensión).

La selección de la capacidad de conducción de corriente para conductores con doble designación de temperatura (Por ej. 90/75°C seco/húmedo) debe realizarse para las condiciones más críticas en las que trabajará el conductor.

Debe considerarse, para el cableado de fuerza y control en las canalizaciones eléctricas, conductores de una sola pieza (sin empalmes), desde la fuente hasta la carga, previendo desde el diseño del proyecto la adquisición de las longitudes requeridas.

El calibre mínimo de conductores a utilizar en tuberías es el siguiente:

- Fuerza 600 volts y menor. 12 AWG.
- Alumbrado. 12 AWG.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 32 DE 85</b></p>
--	--	---

-Contactos 10 AWG.  
-Medía tensión 1/0 AWG.

El tipo de aislamiento a utilizar en el proyecto en desarrollo debe estar acorde a lo establecido en las bases técnicas de licitación.

No se aceptan conductores con aislamiento para temperaturas de operación de 60 °C o menores. Se deben emplear conductores aislados con características de baja emisión de humos y resistencia a la propagación de la flama. Los conductores aislados en media tensión deben identificarse por algún medio de etiquetado, fijo e imborrable, en los registros eléctricos, llegadas a subestación, así como al inicio y final del conductor, indicando el número de circuito y servicio del conductor. En los registros y llegadas a subestación se debe rotular el número de tubo conduit.

Los conductores aislados en baja tensión como medida principal de identificación, deben ser etiquetados de manera fija e imborrable en los registros, a la llegada a tableros y a las cargas eléctricas a las que sirven. Los conductores monopolares para baja tensión deben identificarse por colores, de acuerdo a la sección 310-12 de la norma NOM-001-SEDE-1999. Considerar lo siguiente:

Fases: Negro (Fuerza)  
          Negro y otros colores (Alumbrado).  
Puesto a tierra (Neutro): Blanco (Fuerza y alumbrado)  
Puesta a Tierra (Tierra): Verde ó desnudo (Fuerza y alumbrado).

El nivel de aislamiento para conductores en media tensión, debe seleccionarse de acuerdo con las definiciones al pie de la tabla 310-64 de la norma NOM-001-SEDE-1999. En las bases técnicas de licitación deben indicarse los casos en los que se requiera un nivel de aislamiento mayor.

En caso de Sistemas no aterrizados en donde el tiempo requerido para desenergizar una sección aterrizada sea indefinida ó en sistemas con problemas de resonancia puede requerirse aplicar un mayor nivel de aislamiento, debiendo definirse desde la etapa de diseño, de acuerdo a NMX-J-142-ANCE-2000.

Los conductores a las llegadas a los tableros deben acomodarse y soportarse para evitar transmitir tensiones mecánicas a los interruptores, barras ó boquillas a los que se conectan.

Las zapatas y conectores para distribución eléctrica y para llegada a tableros deben ser de compresión, del tipo barril largo.

Los empalmes, cuando se requieran, deben seleccionarse tomando en cuenta voltaje, calibre, nivel de aislamiento, tipo de conductor, uso interior o exterior y seleccionarse para el ambiente más agresivo húmedo y contaminado en los que pueda operar.

Los empalmes y terminales deben ser del tipo termocontráctil ó contráctil en frío.

#### **8.4.5 Distribución eléctrica submarina.**

**8.4.5.1 Trayectoria.** Los conductores submarinos instalados en el lecho marino deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen 10 metros de calado en zona de arena, o estar protegidos con medias cañas de material resistente a la corrosión y de suficiente resistencia mecánica, en zonas de roca. (Sección 923-3, inciso j de la NOM-001-SEDE-1999).

**8.4.5.2 Empalmes.** En la instalación de conductores submarinos, en su tramo marino, no deben tener empalmes.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 33 DE 85</b></p>
--	--	---

**8.4.5.3 Protección.** La armadura del conductor debe diseñarse para soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos a que debe estar sujeto el conductor durante la instalación y operación. La armadura debe estar protegida contra la corrosión para cumplir adecuadamente su función durante la vida útil del conductor.

**8.4.5.4 Cruzamientos submarinos.** Los cruzamientos submarinos deben ser instalados siguiendo una trayectoria tal, que estén protegidos de la erosión ocasionada por la acción de las olas o las corrientes submarinas. (Sección 923-10, inciso f de la NOM-001-SEDE-1999). En caso de requerirse ocupar el conductor submarino para disponer de servicios adicionales (fibra óptica, tubing para transporte de fluidos), estos deben ser considerados en su diseño para no poner en riesgo la función principal del conductor que es transportar energía eléctrica.

El conductor submarino debe seleccionarse de acuerdo con los siguientes requerimientos:

- Demanda de energía.
- Tensión nominal de operación.
- Arreglo del circuito eléctrico.
- Número de conductores de energía y de comunicación.
- Carga máxima continua.
- Factor de carga.
- Corriente de corto circuito.
- Temperatura ambiente (aire).
- Temperatura ambiente (agua).
- Profundidad promedio del lecho marino.
- Característica del lecho marino.

El conductor debe ser de cobre, redondo, cableado concéntrico compacto, ICEA clase B ó C ó equivalente, hermético al agua, cobre de acuerdo a los requerimientos del ASTM B3, B8 y B496 ó equivalente, según se aplique.

El aislamiento para estos conductores, debe ser XLP o EPR, de acuerdo a la sección 4 (Insulation) de la norma NEMA WC74, ICEA-93-639 ó equivalentes.

El conductor submarino debe estar equipado con una malla metálica preformada de acero galvanizado, diámetro, distribución, esfuerzo a la tensión, elongación, torsión, peso del recubrimiento del zinc y adherencia de acuerdo con los artículos 7.2, 7.3.5, 7.3.6 y demás aplicables de la norma NEMA WC74, ICEA S-93-639 para cable submarino ó equivalente.

## **8.5 Acometidas.**

Un edificio, planta industrial, centro de trabajo, ó cualquier otra instalación de PEMEX al que se le suministre energía eléctrica a través de una compañía suministradora, debe tener una sola acometida, tomando en cuenta los casos de excepción establecidos en la sección 230-2 de la norma NOM-001-SEDE-1999

Las acometidas eléctricas y sus componentes incluyendo conductores, equipos de acometida, dispositivos para el control medición y protección así como los requisitos necesarios para su instalación deben cumplir con lo dispuesto en el artículo 230 (Acometidas), así como el artículo 710 parte B y C (Instalaciones con tensiones eléctricas nominales mayores a 600V.) de la norma NOM-001-SEDE-1999, y la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica Art. 25 y 28.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 34 DE 85</b></p>
--	--	---

Debe tomarse en cuenta para el proyecto de la acometida eléctrica, la magnitud de la carga y el nivel de voltaje requerido, debiendo manifestar a la compañía suministradora el requerimiento del servicio, indicando lugar y ubicación del suministro, nivel de voltaje, fases, frecuencia, desglose de carga conectada y demandada, diagrama unifilar general y tarifa solicitada. Lo anterior para que la compañía suministradora verifique la factibilidad y presupuesto del suministro de energía eléctrica. En esta etapa se debe solicitar a la compañía suministradora los valores de aportación de cortocircuito en Amperes y/o MVA trifásicos y monofásicos, con el fin de conocer desde el proyecto los valores de cortocircuito a que estarán sometidos los equipos eléctricos. PEMEX debe definir los valores comerciales de corto circuito que requiere para sus equipos en el proyecto.

El proyecto de acometida debe sujetarse a las especificaciones de la compañía suministradora de energía eléctrica. Se debe identificar los materiales que deben ser proporcionados por ella (como el propio equipo de medición) y cuales materiales deben ser suministrados por PEMEX ó por su contratista.

La compañía suministradora para el caso de instalaciones eléctricas con servicio en alta tensión y de suministros en lugares de concentración pública solo suministrará el servicio previa comprobación de que el proyecto y las instalaciones cumplen con la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-1999, esto a través de una unidad de verificación aprobada por la Secretaría de Energía. Por lo anterior el proyecto y construcción deben cumplir con este requerimiento.

## **8.6 Subestaciones.**

### **8.6.1 Generalidades**

La subestación funciona como elevadora ó reductora de tensión como parte integrante del sistema eléctrico.

Para el diseño de la subestación se deben considerar los factores siguientes:

- Zona geográfica.
- Altitud sobre el nivel del mar.
- Mecánica del suelo.
- Temperatura ambiente (mínima, media y máxima).
- Velocidad relativa del viento.
- Humedad relativa.
- Coordinación del aislamiento.
- Nivel de contaminación y agresividad del ambiente.
- Condiciones de seguridad para el personal.
- Acceso controlado a personal.
- Simplicidad en las maniobras de operación.
- Espacio para mantenimiento.
- Protección contra incendio.
- Grado de confiabilidad.
- Ubicación dentro del sistema.
- Localización del equipo.
- Relación de transformación.
- Niveles de tensión.
- Resistividad del terreno.
- Continuidad del servicio.
- Tipo de la instalación.
- Demanda de energía.
- Capacidad de corto circuito.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 35 DE 85</b></p>
--	--	---

- Obstáculos subterráneos.
- Protección contra tráfico vehicular, público o de la planta
- Crecimiento futuro.
- Comunidades aledañas.

Se debe cumplir con los requerimientos del artículo 924 de la Norma NOM-001-SEDE-1999.

Esta información debe complementarse con: IEEE Std. C57.110-1998, IEEE Std. 141-1993, Capítulo 15 ó equivalentes Subestaciones industriales, subcapítulo 15.2, apartado 15.2.4 consideraciones específicas para instalación de Subestaciones.

Se debe cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-113-ECOL-1998 relativa a las especificaciones de protección ambiental.

### **8.6.2 Ubicación.**

La subestación se debe ubicar en un área no peligrosa y próxima al centro de carga eléctrica de la planta.

No se deben construir Subestaciones mayores de 34.5 KV a menos de 100 metros de la gasolinería más próxima. (Sección 924-13 inciso d de la NOM-001-SEDE-1999).

El área debe diseñarse de manera que permita instalar, operar y mantener al equipo sin que estorbe a los adyacentes y debe proveerse de las protecciones y accesorios necesarios para la seguridad del personal y del propio equipo.

No se deben diseñar subestaciones en terrenos que presenten obstáculos subterráneos tales como tuberías de agua, alcantarillas, drenaje pluvial, líneas de vapor, servicios eléctricos y otros.

El diseño de la subestación debe proteger áreas reservadas y mantos freáticos del escurrimiento de sedimentación, derrames de aceite, y cambios en el flujo de descargas de aguas pluviales, de acuerdo con IEEE Std.1127-1998 ó equivalente, capítulo 4, subcapítulo 4.1 selección y preparación del sitio de ubicación, apartado 4.1.1 selección y localización del sitio, punto 4.1.1.1 reservas ecológicas.

El nivel de ruido audible generado por la operación de la subestación debe cumplir con lo especificado en la sección 924-13 inciso c, de la NOM-001-SEDE-1999.

### **8.6.3 Tipos de Subestaciones.**

**8.6.3.1 Subestación eléctrica de potencia.**- De acuerdo con la Norma NOM-113-ECOL-1998, Capítulo 3, Subcapítulo 3.18, es la subestación cuya tensión primaria es de 161 (ciento sesenta y un) KV o mayor.

A efecto de incrementar la confiabilidad y flexibilidad en el suministro de energía eléctrica, así como la disponibilidad de la subestación, se debe utilizar el arreglo selectivo en primario y secundario (doble barra), o utilizarse los arreglos propuestos en el estándar ANSI C37.121-1989 ó equivalente.

Como medio de desconexión deben utilizarse cuchillas desconectoras de operación mecánica en grupo (simultánea), ya sea manual o automática.

Como dispositivos principales de desconexión deben seleccionarse interruptores de potencia, aislados en hexafluoruro de azufre o al vacío, u otra tecnología siempre y cuando no afecte al entorno ecológico, de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Tensión nominal.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 36 DE 85

- Tensión máxima de operación.
- Frecuencia nominal.
- Corriente nominal.
- Nivel básico de impulso al rayo.
- Nivel básico de impulso por maniobra.
- Tiempo de apertura.
- Tiempo de cierre.
- Capacidad interruptiva.
- Corriente nominal simétrica de corta duración a 3 segundos (valor eficaz).
- Corriente nominal asimétrica de corta duración (valor de cresta)
- Tensión nominal de control (CC ó CA).
- Tensión nominal de operación de bobinas de cierre y disparo (CC ó CA).
- Tipo de mecanismo de operación.
- Número de operaciones del interruptor entre cada período de mantenimiento.
- Material y acabado de las terminales de conexión.
- Cantidad de transformadores de corriente, relación, capacidad, precisión y clase de aislamiento, debiendo cumplir con lo dispuesto en el estándar C57.13-1993 de la IEEE o equivalente.

**8.6.3.2 Banco de capacitores.** Se deben instalar bancos de capacitores que mantengan el factor de potencia en un valor mínimo de 0.90 a cualquier condición de carga en operación y no sobrepasen bajo ninguna circunstancia, el valor de 1.00, debe cumplirse lo dispuesto en el Standard IEEE Std.18-1992 (IEEE Estándar for Shunt Capacitors) ultima edición ó equivalente, y con el Estándar NEMA CP 1-88 (Shunt Capacitors) ó equivalente.

Adicionalmente debe revisarse que el nivel de distorsión armonica del sistema no rebase los valores permitidos en el Standard IEEE 519-92, ultima edición ó equivalente.

Los capacitores pueden ubicarse en los diferentes niveles de tensión de la instalación, siendo esto definido en la fase de ingeniería del proyecto de acuerdo a la distribución de cargas electricas, teniendo como requisito que el mínimo factor de potencia (f.p.) sea del 0.9 en la acometida con C.F.E.

**8.6.3.3 Subestación eléctrica de distribución.** De acuerdo con la Norma NOM-113-ECOL-1998, Capítulo 3, subcapítulo 3.17, es la "Subestación cuya Tensión Primaria es de 138 (ciento treinta y ocho) KV o menor".

Como medio de desconexión deben utilizarse cuchillas desconectadoras de operación mecánica en grupo (simultánea), ya sea manual o automática.

Como dispositivos principales de protección y desconexión deben seleccionarse interruptores de potencia, aislados en hexafluoruro de azufre o al vacío, u otra tecnología siempre y cuando no afecte al entorno ecológico, de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Tensión nominal.
- Tensión máxima de operación.
- Frecuencia nominal.
- Corriente nominal.
- Capacidad para soportar corriente para diferentes condiciones de temperatura ambiente y de carga.
- Nivel básico de impulso al rayo.
- Nivel básico de impulso por maniobra.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 37 DE 85</b></p>
--	--	---

- Tiempo de apertura.
- Tiempo de cierre.
- Capacidad interruptiva.
- Tensión nominal de control (CC ó CA).
- Tensión nominal de operación de bobinas de cierre y disparo (CC ó CA).
- Tipo de mecanismo de operación.
- Número de operaciones del interruptor entre cada período de mantenimiento.
- Material y acabado de las terminales de conexión.
- Cantidad de transformadores de corriente, relación, capacidad, precisión y clase de aislamiento, debiendo cumplir con lo dispuesto en el estándar C57.13-1993 de la IEEE o equivalente.

#### **8.6.4 Arreglos.**

El arreglo de una subestación eléctrica consiste esencialmente en la distribución física de sus componentes (transformadores de potencia, interruptores, cuchillas, transformadores de instrumentos) de acuerdo con las funciones a desarrollar.

Para el dimensionamiento de las Subestaciones eléctricas deben considerarse las siguientes separaciones de los componentes y sus conductores:

- Distancias a tierra entre partes vivas (energizadas) y estructuras a tierra, muros, rejas y tierra.
- Distancias entre fases diferentes.
- Distancias de aislamiento entre las terminales de un aislador y entre conexiones a las terminales de un interruptor.
- Distancias entre secciones. Entre partes vivas y los límites de las zonas de mantenimiento (zonas de trabajo).

Los equipos eléctricos conectados a líneas deben cumplir con lo indicado en la sección 922-8 de la NOM-001-SEDE-1999.

Para Subestaciones de potencia y distribución deben emplearse los arreglos propuestos en el estándar ANSI C37.121-1989, ó equivalente.

Los aspectos de seguridad que deben ser cubiertos en el diseño de subestaciones, deben cumplir con lo dispuesto en el Código Nacional Eléctrico de seguridad (National Electrical Safety Code C2-1997), parte 1, reglas para la instalación y el mantenimiento de estaciones y equipo de suministro eléctrico ó equivalente, así como lo establecido en las Secciones 924-6, 7 y 8 de la NOM-001-SEDE-1999.

#### **8.6.5 Protecciones.**

En los sistemas eléctricos las medidas de protección se debe agrupar como:

- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico o por maniobras de interruptores.
- Protección contra fallas internas en las instalaciones.

**8.6.5.1 Protección contra sobretensiones.** El diseño del blindaje contra descargas atmosféricas de la subestación debe estar de acuerdo con el estándar Std. 998-1996 del IEEE ó equivalente.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 38 DE 85</b></p>
--	--	---

Para tensiones mayores a 1 KV, debe seleccionarse apartarrayos de óxido metálico para la protección de equipos en la subestación, de acuerdo con la sección 280-4 de la NOM-001-SEDE-1999.

La selección de los apartarrayos, así como su coordinación con los demás elementos de la subestación, debe cumplir con lo establecido en el estándar Std. C62.22-1997 del IEEE, ó equivalente.

**8.6.5.2 Líneas eléctricas.** La protección de líneas eléctricas debe apegarse a lo establecido en la NOM-001-SEDE-1999.

**8.6.5.3 Protección contra incendio.** La protección contra incendio de la subestación debe apegarse a lo dispuesto en el estándar 979-1994 del IEEE, ó equivalente.

**8.6.5.4 Protección contra daño físico.** La protección de la subestación contra acciones de personal no autorizado debe satisfacer lo dispuesto en el estándar 1402-2000 del IEEE ó equivalente, y lo dispuesto en la sección 450-8 de la NOM-001-SEDE-1999.

## **8.7 Cuartos de control eléctrico.**

### **8.7.1 Generalidades.**

El cuarto de control eléctrico debe estar localizado lo más cerca posible de la carga eléctrica, en un área no peligrosa, orientada a favor de los vientos dominantes, la construcción del edificio debe ser resistente al fuego y debe tener un cuarto de conductores ó trinchera debajo del cuarto de control eléctrico, con charolas para los conductores que accesan a los tableros y centros de control de motores. El cuarto de control eléctrico debe tener dos entradas, una para equipos y otra para el personal. Las puertas se deben localizar en lados opuestos del cuarto y deben ser abatibles hacia afuera. Las entradas deben tener escalera de concreto. El cuarto de conductores también debe tener dos puertas para el acceso de personal. En el caso de trincheras también deben tener dos vías de acceso pueden ser escaleras marinas. Todas las puertas deber ser de lámina de acero troquelada resistente al fuego, cumplir con ASTM-E-152 ó equivalente y con el punto 9.1.3 de la norma NOM-002-STPS-2000. Las puertas deben abrir hacia fuera, ser resistente al fuego y debe tener barra de pánico accionada por simple presión de palanca, no deben localizarse hacia el lado del patio de transformadores ni de las plantas de proceso. Los cuartos eléctricos y de conductores no deben llevar ventanas.

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible la leyenda "PELIGRO ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA"

En el cuarto de control como en el de conductores, se deben instalar detectores de humo, con alarma audible y luminosa; la señalización debe ser local y remota.

Se deben instalar al menos dos extintores de fuego portátiles, de polvo químico seco, en cada cuarto de control y de conductores; su localización debe ser de fácil acceso.

Los tableros de distribución de media tensión, baja tensión y centro de control de motores, deben estar localizados en el cuarto de control eléctrico y deben tener envolventes en gabinete NEMA 1A.

Los tableros de distribución, centro de control de motores y tableros de control deben tener un bus mímico al frente de ellos, el ancho del dibujo de barras principales debe ser de 19 mm. y las derivadas de 6 mm. Rotulado a todo lo largo del tablero con esmalte alquidálico, en color contrastante con el del tablero, indicando el servicio, nombre del equipo y clave.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 39 DE 85</b></p>
--	--	---

En un muro del cuarto eléctrico, se debe dibujar el diagrama eléctrico, en tablero acrílico ó pintado, susceptible de modificaciones, con identificaciones homologadas de tableros y motores. Las dimensiones del tablero así como el código de colores del diagrama unifilar, deben ser aprobados por PEMEX

La distribución de equipo en cuarto de control eléctrico debe realizarse permitiendo espacios de acceso y trabajo suficiente que permita funcionamiento y mantenimiento rápido y seguro alrededor del equipo eléctrico. Los espacios mínimos permitidos se indican en el art. 110.16 y 110.34 de la NOM-001-SEDE-1999. Mayores espacios pueden requerirse en bases técnicas de licitación.

Sobre el piso al frente de los tableros, se debe instalar un tapete aislante tipo antiderrapante, con la finalidad de tener condiciones de operación seguras. El tapete deber tener una resistencia dieléctrica de 25 KV como mínimo. El tapete debe ser de un metro de ancho y a lo largo de todo el tablero o CCM. El cuarto de control eléctrico y el cuarto de conductores deben tener presión positiva.

Puede requerirse aire acondicionado con presión positiva y características específicas para cuartos de control eléctrico, cuando sea solicitado en bases técnicas de licitación.

El equipo para presurización del cuarto de control eléctrico se debe suministrar con filtros químicos de acuerdo con las normas ANSI-ISA S-70.01 y S-71.04 ó equivalente y con alarma de falla de equipo. El equipo de presurizado del cuarto de control eléctrico debe ser instalado en un local exterior adyacente al cuarto de control eléctrico

Las baterías se deben instalar en un cuarto independiente (cuarto de baterías), anexo al cuarto de conductores y con acceso independiente, los locales para baterías deben cumplir con lo indicado en la sección 924-22 así como cumplir con equipos y avisos preventivos indicados en la sección 480-10 de la NOM-001-SEDE-1999.

Las baterías deben instalase en bastidores metálicos.

En el cuarto de baterías se debe instalar un extractor tipo industrial con señal de falla, de acuerdo con la parte IV, capítulo 3 de la NFPA-70E-2000 ó equivalente.

El cargador de baterías no debe localizarse en el interior del cuarto donde se aloja el banco de baterías, debe instalarse en el cuarto de control eléctrico.

## **8.8 Transformadores.**

Los transformadores por su capacidad deben ser de potencia y de distribución. Un transformador es de Potencia cuando tiene una capacidad mayor de 500 KVA de acuerdo con NMX-J-284-1998-ANCE, y es de Distribución cuando tiene capacidad hasta de 500 KVA, hasta 34500 Volts nominales en alta tensión y hasta 15000 Volts nominales en baja tensión de acuerdo con NMX-J-116-1996-ANCE. Para la eficiencia energetica deben cumplir con NOM-002-SEDE-1999.

Los transformadores deben seleccionarse de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Capacidad nominal.
- Relación de transformación.
- Número de fases.
- Número de devanados.
- Clase de enfriamiento.
- Frecuencia.
- Impedancia (Z%),
- Sobre - Elevación de temperatura.



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 40 DE 85**

- Altura de operación sobre el nivel del mar.
- Clase de aislamiento.
- Nivel básico de aislamiento al impulso del rayo.
- Conexión.
- Cambiador de derivaciones.
- Ubicación interior o intemperie.
- Ubicación de boquillas.

La capacidad nominal de transformadores utilizados en PEMEX para distribución primaria así como alimentación a cargas eléctricas de fuerza y alumbrado es de:

Transformadores Monofásicos: 5, 10, 15, 25 KVA.

Transformadores Trifásicos: 15, 30, 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3750, 5000, 7500, 10000, 12000, 15000, 18000, 20000, 24000 y 30000 KVA. Capacidades mayores pueden requerirse de acuerdo a los proyectos

Las tensiones normales utilizados al interior de las instalaciones de PEMEX son 13800, 4160, 2400(en sustitución), 480, 220, 127 Volts.

Las relaciones de voltajes y conexiones normalizadas de los transformadores en PEMEX son:

<b>Tensión</b>	<b>Conexión.</b>
13.8-4.16KV	Delta-estrella con neutro aterrizado a través de resistencia (De 4 a 8 ohms);
4.16-.48 KV	Delta-estrella con neutro sólidamente aterrizado
4.16-.220/127	Delta-estrella con neutro sólidamente aterrizado
4.16-.48 KV	Delta-delta con neutro flotante (para refinerías y centros procesadores de gas).
0.48-.22/.127KV	Delta-estrella con neutro sólidamente aterrizado.

Criterios para el cálculo de la capacidad de cada transformador:

- Motores en operación continúa: 100 %
- Alumbrado: 100 %
- Sistemas de fuerza Ininterrumpible 100 %
- Motores de operación intermitente: 50 %
- Salidas trifásicas a soldadoras: 20 %
- 20% de la carga para ampliaciones futuras.

Todos los transformadores deben instalarse en áreas no peligrosas, fuera de las plantas de proceso, los devanados deben ser de cobre y/o aluminio.

La instalación de los transformadores en PEMEX deben cumplir con las disposiciones del artículo 450 parte B secciones 450-21, 450-22, 450-23 de la NOM-001-SEDE-1999.

Por su medio de enfriamiento en PEMEX se deben utilizar transformadores inmersos en aceite aislante autoenfriados por aire (tipo OA), así como transformadores tipo seco autoenfriados por aire (tipo AA).

De acuerdo con lo indicado por PEMEX se permite el aumento de capacidad del transformador por enfriamiento forzado del aire (FA), así como por la elevación de la temperatura máxima permitida, como es 55/65°C en transformadores en aceite, y 80/115/150°C en tipo seco, operando a plena carga del valor nominal sobre una temperatura ambiente promedio de 30°C y una máxima de 40°C.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 41 DE 85</b></p>
--	--	---

### **8.8.1 Protecciones de Transformadores.**

La protección por sobrecorriente en transformadores se debe seleccionar de acuerdo a la sección 450-3 de la NOM-001-SEDE-1999.

Se pueden emplear relevadores diferenciales de tierra si la capacidad del transformador, la carga que alimenta y el esquema de aterrizamiento así lo requiera.

Se debe considerar protección diferencial con restricción de armónicas para transformadores de 5000 KVA y mayores.

Los transformadores de corriente utilizados para protección deben cumplir con el estándar C57.13-1993 y C37.110-1996 de la IEEE, ó equivalentes.

Los transformadores de corriente de la protección diferencial, deben ser exclusivos para esta protección.

### **8.8.2 Transformadores en aceite.**

Para transformadores inmersos en liquido aislante, éste debe ser aceite mineral aislante obtenido de destilación y refinación de petróleo crudo el cual debe cumplir con lo requerido por la norma NMX-J-123-ANCE-2001. No se acepta aceites sintéticos así como tampoco los que contengan bifenilos policlorados (PCB'S).

Los transformadores tipo poste en aceite se deben utilizar monofásicos hasta 25 KVA y Trifásicos hasta 112.5 KVA.

Los transformadores tipo subestación en aceite para ubicación en patio de transformadores deben ser trifásicos, desde 150 KVA.

Los transformadores de Potencia y Distribución en aceite deben cumplir con los requerimientos de la norma NMX-J-284-1998-ANCE, IEEE Std. C57.12.00-1993 ó equivalente, ANSI C57.12.10-1997 ó equivalente, NMX-J-116-1996-ANCE, y ANSI C57.12.20-1997 ó equivalente.

Los transformadores de Distribución en aceite tipo pedestal deben cumplir con los requerimientos de la norma NMX-J-285-1996-ANCE,

Los transformadores de distribución en aceite deben cumplir con los valores de eficiencias mínimas, pérdidas de excitación y totales máximas indicadas en la norma NMX-J-116-1996-ANCE y en la NOM-002-SEDE-1999.

La impedancia para transformadores de potencia en aceite debe estar de acuerdo con la norma ANSI C57.12.10-1997 ó equivalente; y para transformadores de distribución en aceite debe estar de acuerdo con la norma NMX-J-116-1996 –ANCE.

### **8.8.3 Características de transformadores en aceite.**

Los transformadores de 5000 kVA o mayores, deben ser embarcados sin radiadores ni aceite, presurizados con gas inerte y para tensiones de 46.5 KV y mayores.

El equipo de presurización debe permanecer con el transformador para operar en condiciones normales.

Los transformadores deben protegerse como se indica en la sección 450-8 del la NOM-001-SEDE-1999.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 42 DE 85</b></p>
--	--	---

Los transformadores deben tener protección con relevador buchholz con señal de alarma y disparo para transformadores de 13.8 / 4.16 Kv y tensiones mayores así como de 5000 KVA hacia arriba.

Los radiadores deben ser tipo tubular. No se aceptan radiadores tipo oblea.

El devanado del primario del transformador debe tener cuatro derivaciones a plena carga, arriba y abajo del voltaje nominal controlados por un cambiador de derivaciones operado externamente de operación sin carga. Las derivaciones son de 2.5 %, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal del primario del transformador.

Las terminales del primario y secundario, de transformadores en exterior deben estar alojados en cajas NEMA 3R.

Los transformadores deben tener atornillada la tapa superior del tanque, toda la tornillería debe ser de acero inoxidable.

Los transformadores deben tener placa de datos fabricada de acero inoxidable con los datos requeridos en el inciso 6.4.9.2 de la norma NMX-J-284-1998-ANCE y adicionalmente los valores impresos de las siguientes pruebas:

- Resistencia de aislamiento, indicando tensión, temperatura y resultados de las pruebas.
- Índice de polarización (en todos los transformadores de distribución y potencia).
- Factor de potencia del aislamiento.
- Humedad residual (resultados). Nota: solo si el transformador es embarcado sin aceite e inmerso en nitrógeno.

Los transformadores de potencia y distribución en aceite deben suministrarse con los accesorios siguientes:

- Los accesorios normales de acuerdo a las Normas NMX.
- Un termómetro tipo cuadrante en transformadores menores de 500 KVA, y mayores de 150 KVA
- Transformadores de 500 kVA y mayores deben ser equipados con:

Termómetro tipo dial para indicación de la temperatura máxima del líquido con dos indicadores; uno indicando la temperatura del aceite y el otro indicando la temperatura máxima

- Dos terminales sobre el tanque para conexión del tanque a tierra, tipo B
- Indicador de nivel de líquido instalado en el tanque conservador
- Los bancos de radiadores de los transformadores de 500 kVA y mayores deben suministrarse con válvulas de bloqueo tipo compuerta (no se aceptan válvulas tipo mariposa), para hacerlos removibles del tanque de aceite y deben contar con ganchos para su fácil remoción. Las válvulas de bloqueo deben ser de cierre hermético. Los radiadores tubulares, deben ser de lámina A-283 grado A, ASTM con calibre mínimo 14 USG.

Los transformadores de potencia y distribución en aceite deben suministrarse con los relevadores siguientes:

- Relevador mecánico de sobre presión con señal de alarma y disparo.
- Relevador de temperatura de aceite con señal de alarma y disparo.
- Relevador de nivel de aceite con señal de alarma por bajo nivel.
- Relevador del punto más caliente con señal de arranque de ventiladores, alarma y disparo. (solo para transformadores de potencia)

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 43 DE 85</b></p>
--	--	---

- Relevador buchholz con señal de alarma y disparo (solo para transformadores de 5000 KVA y mayores)

Estos relevadores deben tener 4 contactos para señales de alarma y/o disparo.

Para transformadores en exterior con sistema de Aire Forzado la caja del arrancador para los motores de los ventiladores y de los dispositivos de arranque automático deben ser NEMA 3R.

La instalación eléctrica de los dispositivos de control y del sistema de aire forzado. Debe ser canalizada por tubería conduit de fierro galvanizado pared gruesa tipo pesado fabricada de acuerdo a la norma NMX-B-208 y accesorios a prueba de intemperie, hasta la caja de conexiones. Los motores de los ventiladores deben ser trifásicos en 440/220 Volts.

Los instrumentos de los transformadores deben ser visibles desde el exterior del patio de transformadores, el diámetro mínimo de los instrumentos debe ser de cuatro y medio pulgadas de diámetro.

#### **8.8.4 Pruebas a transformadores en aceite**

- El fabricante debe entregar tres juegos de las pruebas de protocolo, que incluya el procedimiento y desarrollo de las pruebas.
- Las siguientes pruebas e inspección para aceptación deben ser efectuadas de acuerdo a las normas aplicables de NOM, NMX, ANSI, NFPA e IEC.
- Inspección visual para el embarque (porcelanas, limpieza, pintura, dimensiones), de conformidad con las normas y especificaciones del equipo, así como la verificación de los dibujos aprobados por el área de ingeniería.
- Relación de transformación.
- Pruebas de polaridad, secuencia de fases y desplazamiento angular.
- Medición de la resistencia óhmica de los devanados.
- Medición de la resistencia de aislamiento.
- Índice de absorción.
- Índice de polarización:

-Transformadores menores de 500 KVA: IP mayor o igual a 1.6

- De 500 hasta 1500 KVA: IP mayor ó igual a 1.8
- Mayores de 1500 KVA: IP mayor ó igual a 2.0

(Los transformadores con valores inferiores a los indicados, no son aceptados por PEMEX).

- Potencial aplicado.
- Potencial inducido.
- Pérdidas en vacío a tensión y frecuencia nominal.
- Corriente de excitación a 2.5 kV y frecuencia nominal.
- Pruebas de temperatura a capacidad nominal 55°C, a 65°C y FA (si se tiene), uno por lote de transformadores de iguales características.
- Prueba de esfuerzo dieléctrico, acidez y color para el aceite.
- Prueba del factor de potencia.
- Revisión de los medidores y accesorios.
- Prueba de impulso (uno por lote de transformadores de iguales características).
- Prueba de presión y hermeticidad al tanque, válvulas y radiadores.
- Regulación y eficiencia (cálculos).
- Pérdidas en el cobre con corriente y frecuencia nominal.
- Porcentaje (%) de impedancia a corriente y frecuencia nominales.
- Descargas parciales (en transformadores de 5000 kVA y mayores).

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 44 DE 85</b></p>
--	--	---

### **8.8.5 Transformadores tipo seco.**

Los transformadores tipo seco aislados en barniz impregnado se deben utilizar solamente para uso en interiores, alojados en gabinete, con capacidad hasta de 150 KVA.

Se permite el uso de transformadores tipo seco aislados en barniz impregnado hasta 45 KVA instalados dentro de Centro de Control de Motores.

Los transformadores tipo seco aislados en resina epoxy se deben utilizar a requerimiento específico de PEMEX y su uso es en exteriores con capacidad de 225 KVA a 12000. Deben ser diseñados para uso en intemperie en el clima y a la altitud del lugar de instalación.

Los transformadores de Potencia y Distribución tipo seco deben cumplir con los requerimientos de las normas, ANSI C57.12.01, ANSI C57.12.51, ANSI C57.12.52 ó equivalentes.

Para el caso de transformadores de distribución, tipo seco, con voltaje secundario de 220/127v. Con cargas no lineales y presencia de armónicas, se debe utilizar transformadores con factor de protección (k-13) .

La impedancia para transformadores tipo seco debe estar de acuerdo con la norma ANSI C57.12.51-1981 ó equivalente

Los transformadores tipo seco deben tener aislamiento clase 220°C, se pueden solicitar con elevación de temperatura de 80°C, 115°C, y 150°C cuando se opere a plena carga del valor nominal sobre una temperatura ambiente promedio de 30°C y una máxima de 40°C.

Con estas elevaciones de temperatura se obtiene capacidad de sobrecarga sin dañar los aislamientos de 30% adicional para 80°C, y de 15% adicional para 115°C. La capacidad adicional mínima que debe especificarse es de 15%, esta capacidad adicional debe considerarse como reserva, no disponer de ella desde etapa de proyecto.

Debe definirse desde la etapa de proyecto de acuerdo con PEMEX, si se requiere capacidad adicional con enfriamiento por aire forzado por ventiladores (FA), de 25% ó 33% arriba de la capacidad nominal. Los ventiladores de enfriamiento deben ser instalados en la parte inferior de cada bobina.

Los transformadores que se soliciten de origen sin aire forzado, deben tener de fabrica preparaciones para implementarlo a futuro, como son provisiones para ventiladores, sensores, equipo de control, así como capacidad de barras para 33% adicional.

Las pruebas de recepción para transformadores tipo seco aislados en barniz impregnado son Resistencia de aislamiento, Resistencia Ohmica y Relación de Transformación

### **8.8.6 Características de transformadores tipo seco en resina epoxy.**

Las bobinas de los transformadores deben estar herméticamente selladas en resina epóxica fabricadas en un proceso de moldeado y solidificación al vacío

Los transformadores deben estar provistos con 4 derivaciones de 2.5% cada una, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal, localizadas en la superficie del devanado de alta tensión. Para el cambio de derivaciones con la unidad desenergizada, se debe proveer de puertas embisagradas en el gabinete del transformador.

El transformador debe tener plantillas aislantes de vibración instaladas entre el ensamblaje de núcleo-bobina y las estructuras base del cerramiento para prevenir la transmisión de vibración.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 45 DE 85</b></p>
--	--	---

El transformador debe tener todos los instrumentos y accesorios estándar según su potencia y tensión de operación, de acuerdo a norma ANSI/IEEE C57.12.01 ó equivalente

Se debe suministrar el sistema de medición y control de temperatura en estado sólido, con los contactos de operación fijados de acuerdo a la temperatura de los devanados, con tres sensores térmicos de alta precisión, instalados directamente en los ductos de aire de cada bobina del transformador,

El primero actuara para el arranque de los ventiladores de enfriamiento, el segundo para alarma y el tercero para el disparo de emergencia e indicación remota en el Sistema de control.

El gabinete de los transformadores tipo seco en resina epoxy debe ser para servicio intemperie, NEMA 3R, construido con lámina de acero estructural de calibre 12 USG. Todas las aberturas de ventilación deben estar de acuerdo con las normas NEMA y NOM-001-SEDE-1999.

Los gabinetes deben suministrarse con dispositivos para levantamiento, ya sea soldados o atornillados a la estructura y deben tener apoyos para palanqueo diseñados para facilitar el movimiento e instalación del gabinete. La base debe ser construida con miembros de acero estructural que permitan su desplazamiento en cualquier dirección.

Todo el gabinete debe ser terminado utilizando un proceso continuo consistente de desengrasado, limpieza y fosfatizado, seguido por el ciclo de adherencia electrostática de un baño de polvo polímero poliéster horneado color verde PEMEX 628, para proveer revestimiento uniforme de todas las aristas y superficies del gabinete.

La base del transformador debe ser diseñada y fabricada para permitir que se manipule con: montacargas, rodillos o que resbale en cualquier dirección utilizando sistemas de desplazamiento adecuados.

El nivel de ruido debe ser garantizado por el fabricante y no debe exceder los valores indicados en la norma ANSI.

#### **8.8.7 Pruebas a transformadores tipo seco en resina epoxy.**

Antes de abandonar la fábrica, deben efectuarse a cada transformador todas las pruebas que se listan a continuación de acuerdo con la última edición de las normas ANSI/IEEE C57.12.01 y C57.12.91 ó equivalentes.

- Polaridad y relación de fase
- Relación de transformación en la conexión de tensión nominal y en las conexiones de todas las derivaciones (taps)
- Corriente de excitación
- Impedancia y pérdidas con carga a corriente nominal
- Resistencia de todos los arrollamientos en las conexiones de tensión nominal
- Pérdidas en vacío
- Tensión aplicada
- Tensión inducida
- Impulso (\*)
- Factor Potencia en el aislamiento
- Descargas Parciales (\*\*)
- Resistencia de aislamiento
- Temperatura (\*)

(\*) Se efectuará a un transformador de cada lote de iguales características.

(\*\*) Transformadores que operan en 4.16 KV y 13.8 KV.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 46 DE 85</b></p>
--	--	---

Cada unidad terminada debe estar libre de descargas parciales hasta 1.2 veces la tensión nominal de línea a neutro.

## **8.9 Tableros.**

### **8.9.1 Tableros de media tensión en 13.8 y 4.16 KV.**

Los requisitos mínimos generales que deben cumplir los tableros eléctricos de media tensión ensamblados en fábrica de frente muerto para uso interior que se utiliza en sistemas de generación, distribución y transmisión en las instalaciones de PEMEX deben ser los siguientes:

1. Los tableros deben ser tipo METAL CLAD de acuerdo a ANSI / IEEE C37.20.2-1993 ó equivalente, uso general NEMA-1A, totalmente cerrados; deben ser fabricados con perfiles de acero estructural para soportar los esfuerzos mecánicos y de corto circuito, y la estructura de los compartimientos o celdas deben ser cubiertas con láminas de acero rolado en frío debidamente soportadas; el espesor de las barreras entre unidades adyacentes de las partes fijas deben ser no menores del calibre 12 USG (2.78 MM). Todas las otras cubiertas y puertas no deben ser menores al calibre 14 USG (1.98 MM), y las bases de las secciones deben tener canales de acero que se unan a todo lo largo del tablero.
2. La construcción del conjunto integrado de tablero metálico totalmente cerrado que aloja dispositivos de interrupción de media tensión, equipo de medición, control, protección y regulación asociado a los mismos y a los elementos para la interconexión, debe estar de acuerdo a ANSI / IEEE C37.20.2.1993 ó equivalente

Los accesorios del tablero deben contar con certificado de origen. El tablero y sus componentes deben estar garantizados al menos por 3 años por el suministrador a PEMEX.

Todas las partes de acero, excepto las galvanizadas, deben limpiarse con un proceso que permita obtener metal blanco, y la pintura que se aplique sera de epoxico catalizado, con una capa de recubrimiento primario RP-6 de 0.5 mm (2 milésimas de pulgada) de espesor, y un recubrimiento de acabado RA-26 en dos capas que den 0.127 mm (5 milésimas de pulgada) de espesor, con color Verde Pemex 628.

Se acepta el tratamiento de fosfato de zinc previo a la pintura, que debe ser polvo de poliéster aplicado electrostáticamente. En cualquiera de los dos procesos, la película de pintura debe ser uniforme en color y sin burbujas; lisa, sin escamas o rayaduras.

El acabado de pintura para inhibir la formación de corrosión en materiales de metal ferroso, debe probarse y evaluarse de acuerdo a los párrafos 5.2.8.1-7 de ANSI C37.20.2-1987 ó equivalente. Las pruebas de resistencia al rocío de sal se efectuarán de acuerdo con ASTM #D-1654 y #B-117 ó equivalente, y se realizarán en probeta para prototipo para proporcionar el cumplimiento de 1500 horas como mínimo en cámara salina.

3. El tablero consistirá de compartimientos, secciones o celdas verticales tipo metal clad para alojar un solo interruptor del tipo removible, formando una estructura uniforme unida entre si para crear una estructura de acero rígido auto soportada, con barreras de acero entre compartimientos adyacentes y en el compartimiento del bus para prevenir transferencia de gases ionizados y deben ser adecuadas a las características del aislamiento del tablero para 15 y 5 KV, con relación a la altitud donde se instale, y una operación normal de 13.8 ó 4.16 KV, 3 Fases, 3 Hilos, 60 Hz. La construcción del tablero debe ser para uso general NEMA-1A, y debe estar diseñado para futuras expansiones por ambos extremos.
4. En el diseño de las secciones de conductores de acometida y de circuitos se deben contemplar los espacios suficientes para el arreglo de barras, posición de las zapatas de conexión de los

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 47 DE 85</b></p>
--	--	---

conductores de energía, radios de curvatura de los conductores, longitud de los conos de alivio de las terminales de los conductores, con la finalidad de tener facilidad para su instalación inspección y mantenimiento.

5. Los componentes del circuito primario como son interruptores, barras y transformadores de potencial y de corriente, deben estar separados por divisiones metálicas conectadas a tierra, sin aberturas entre compartimientos. Específicamente se debe incluir una barrera en el frente del dispositivo de interrupción (en todo el frente), para asegurar que ninguno de los componentes del circuito primario quede expuesto por la apertura de una puerta.
6. Todos los compartimientos deben tener compuertas y obturadores automáticos, accionados mecánicamente, cuando el dispositivo primario removible este en la posición de desconectado, de prueba o de removido.
7. El circuito primario o de potencia y el circuito de medición, control y protección, deben estar localizados en la misma celda vertical, pero separados por medio de barreras metálicas, con excepción de tramos cortos de conductor como los de los transformadores para instrumentos y microswitch de posición. En el diseño y construcción del tablero se debe considerar un sistema de ventilación y aberturas para alivio de presión de tal forma que los gases ó vapores de escape durante la operación normal no ponga en peligro al operador del tablero.
8. El frente de cada compartimiento debe tener una puerta con bisagra metálica con dispositivo de límite de giro para no dañar instrumentos u otros componentes al abrirla, y para permitir desmontar y agregar equipos sin restringir el uso normal. La puerta debe tener cerradura manual. Los instrumentos de protección y medición en los interruptores principales, deben ser digital multifunción (separados). La medición debe tener memoria de 64 KB RAM, expandible a 256 KB. Con análisis de forma de onda.
9. La parte posterior del tablero debe ser con cubiertas removibles, de lámina, aseguradas con tornillos que permitan el acceso a las barras colectoras y compartimiento de conexiones.
10. Cada sección del tablero METAL-CLAD debe estar provista de un calentador controlado por termostato, de manera que se mantenga dentro de la sección una temperatura arriba del punto de rocío, y debe estar diseñada para operar a una tensión de 220/127 volts de corriente alterna y estar conectados a través de un interruptor termomagnético e incluir una guarda de protección para evitar el contacto accidental del personal
11. Las barras colectoras y sus derivaciones deben ser de cobre electrolítico de alta conductividad y con las dimensiones adecuadas para llevar continuamente la corriente nominal sin exceder la temperatura especificada en la Norma ANSI-C37.20C ó equivalente.

Las barras principales deben estar totalmente barnizadas con barniz aislante transparente tipo "F", y cubiertas con protección de material contráctil aislante y retardante del fuego.

Las conexiones del bus, incluyendo derivaciones a los equipos deben ser plateadas y fijadas con tornillos de acero inoxidable, y tener resistencia térmica y mecánica para soportar corrientes de falla y corrientes momentáneas (RMS) de igual o mayor magnitud que la capacidad de las barras principales. La densidad de corriente de los buses debe ser de (800 amp/pulg<sup>2</sup>) 1.24 amperes por milímetro cuadrado.

Las barras de derivaciones del bus para los equipos deben ser por lo menos de igual capacidad nominal de corriente que la máxima nominal del interruptor respectivo.

El bus debe estar soportado por un material aislante de porcelana, resina epóxica o fibra de vidrio poliéster. Debe resistir los esfuerzos provocados por fallas de corto circuito.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 48 DE 85</b></p>
--	--	---

Las barras principales deben estar localizadas a lo largo de cada unidad, el arreglo de las fases de los buses debe ser 1, 2 y 3 desde el frente hacia atrás de arriba hacia abajo ó de izquierda a derecha viendo desde el frente de operación del tablero.

Se debe proveer un colector de tierra a lo largo del tablero, esta barra debe ser de cobre, la capacidad de la barra de tierra, debe ser de 300 amperes una misma densidad de 1.24 A/mm<sup>2</sup> (800 Amp/Pulg<sup>2</sup>).

- 12.El conjunto de tablero blindado (METAL-CLAD) debe estar equipado con interruptores de potencia del tipo removible, con medio de extinción del arco en vacío o SF6, 3 polos, para una tensión de 15 ó 5 Kv.
- 13.Cada unidad removible del circuito de potencia debe estar conectada a la barra de tierra, por medio de un conector auto alineable siempre que los equipos estén en la posición de "conectado" o "prueba".
- 14.Todos los interruptores deben cumplir con los requisitos indicados en las normas ANSI-C37.06 ó IEC-56-2 ó equivalente considerando como medio de extinción en vacío o hexafluoruro de azufre y deben ser de 3 polos, un tiro con mecanismo de operación de energía almacenada operado eléctricamente en forma local y remota.

Los mecanismos de operación de los interruptores se deben conectar a una fuente de 125 VCC, y deben ser capaces de abrir el interruptor a carga plena entre 70 y 140 VCC, y cerrarlo con una tensión de control entre 100 y 140 VCC.

Los interruptores deben ser integrados al tablero, de manera que en una emergencia puedan ser operados por medio de un mecanismo instalado en forma accesible al frente del tablero.

Los interruptores deben tener contador de operaciones.

- 15.Todos los interruptores deben estar provistos de un mecanismo manual, con ubicación accesible, que permita su operación en caso de falla de energía de control. Debe ser de disparo libre, tanto eléctrica como mecánicamente. El interruptor debe incluir un sistema antibombeo, y las bobinas deben ser para uso continuo.

El sistema de control del interruptor debe permitir el uso de estaciones de botones tanto para contacto sostenido como para contacto momentáneo.

Cuando se cuente con un tablero con transferencia automática, el control de la transferencia automática entre interruptores principales debe tener un interruptor de control por cada interruptor principal.

- 16.Cada interruptor debe ser equipado con no menos de 10 contactos auxiliares de un polo para control y enlace, cada uno de los cuales debe arreglarse para abrir o cerrar circuitos.

Estos contactos auxiliares ("a" y "b"), deben ser operados por el mecanismo del interruptor y las superficies de estos contactos deben ser plateadas.

17. La celda de cada interruptor deben tener marcadas 3 posiciones "CONECTADO", "PRUEBA" y "DESCONECTADO".

**CONECTADO** Listo para operación.

**PRUEBA** Todos los contactos principales separados del bus a una distancia segura para abrir y cerrar sin peligro con los contactos de control conectados

**DESCONECTADO** Con los contactos principales y de control separados.

- 18.El tablero debe estar provisto de un bloqueo mecánico para cada interruptor para prevenir que el interruptor sea movido a la posición de "conectado" cuando el interruptor esté en la posición de



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 49 DE 85**

"cerrado", y cierre el interruptor a menos que el equipo esté a pleno contacto ó separado por una distancia segura.

- 19.El interruptor debe ser removido ó introducido mediante manivela o palanca y estar provisto de una posición de "prueba" en la que pueda ser operado eléctrica o mecánicamente desde el mismo tablero y debe contar con un bloqueo mecánico que impida deslizar el interruptor de la posición de prueba a la de conectado. Cuando se requiera una separación en la posición de desconectado con la puerta cerrada, el elemento removible debe ser debidamente retenido en esta posición. Se deben suministrar todos los accesorios requeridos para su remoción y transporte del interruptor.

La fabricación del tablero debe hacerse para que en la instalación el canal soporte del tablero quede embebido en el piso y dar las facilidades para la extracción e inserción de los interruptores sin uso de rampa.

- 20.El circuito de control de corriente alterna para cada interruptor debe ser protegido con Interruptores Termomagnéticos. Tratándose de circuitos de control de corriente continua, deberán contar con un dispositivo de seccionamiento y protección mediante fusibles.

Los instrumentos de medición deben ser independientes de los de protección, y deben ser del tipo digital multifunción, (puede requerirse algún tipo especial de relevador) con puertos de entrada, incluye el Software para obtener información a través de una computadora personal, para localizarse semi embutidos en la parte frontal del compartimiento de control del tablero para cada interruptor.

Para cada instrumento del tablero se debe suministrar una placa de datos de identificación con letras grabadas en bajo relieve en material plástico.

Todas las tablillas para conexión de relevadores, lámparas de señalización y todos los dispositivos de control deben ser montados en los compartimientos adecuados y ser identificados correctamente. Las lámparas de señalización deben ser de tipo LED de alta luminosidad.

Sobre la superficie frontal del tablero se debe dibujar el diagrama mímico del tablero correspondiente a cada sección, con las siguientes características: Capacidad interruptiva, voltaje de operación, numero de fases, corriente nominal, TC's y TP's con sus relaciones de transformación, y equipo al cual alimenta. El diagrama mímico debe representar la posición física de la acometida a los interruptores principales.

- 21.Se debe contar con un sistema de Supervisión y Control para la administración de la energía eléctrica, cuyo alcance y arquitectura debe ser definido en las bases técnicas de licitación; debe contar con dispositivos que realicen funciones de protección, medición y registro de parámetros eléctricos instantáneos, demanda de energía, análisis de forma de onda, oscilografía, registro de históricos y gráficas de tendencia, disparo y estado de interruptores principales, desde los dispositivos e interruptores hasta cuarto de control de operadores eléctricos, este sistema debe ser independiente del sistema de control digital de la planta ó instalación, con software especializado y hardware compatible con el sistema de control digital de la planta, para que se puedan ejecutar las funciones que sean requeridas. El Sistema debe incluir suministro, instalación, configuración, pruebas y puesta en servicio del sistema, como se defina en bases técnicas de licitación.

- 22.Los transformadores de corriente de los tableros deben ser construidos para soportar los esfuerzos térmicos, magnéticos y mecánicos resultantes de las corrientes de falla.

- 23.Las alarmas, disparos y posición de abierto o cerrado de los interruptores principales y de enlace, deben ser incluidos en el sistema de control digital de la planta o instalación.

24. El prestador de servicios debe solicitar al fabricante de los equipos 10 juegos de planos certificados del mismo, manuales de operación y mantenimiento, así como relación de las partes de repuesto en idioma español.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 50 DE 85</b></p>
--	--	---

25. Deben proporcionarse con el tablero los accesorios de instalación y operación normales del fabricante, así como una relación de las partes de repuesto recomendadas.

26. Pruebas e inspección:

Las siguientes pruebas e inspección deben ser solicitadas desde la etapa de ingeniería para la recepción del equipo:

- Inspección visual para el embarque.
- Prueba de relevadores.
- Pruebas de operación.
- Medición de la resistencia de aislamiento.
- Prueba del esfuerzo dieléctrico.
- Pruebas de Transferencia automática (en caso de contar con ella).
- Todas las pruebas en campo requeridas por PEMEX. Ver Anexo "D"

27. La alimentación de fuerza y control de los equipos debe realizarse con zapatas mecánicas o tipo compresión, de acuerdo a las bases de licitación. Debe definirse desde fase de ingeniería la cantidad, tipo y calibre de zapatas a utilizar.

28. La capacidad nominal de los interruptores y en general de todos los equipos instalados en el tablero, debe ser sin la ayuda de ventilación forzada.

La potencia de corto circuito de los tableros se debe confirmar con la elaboración del estudio de cortocircuito durante el desarrollo de la ingeniería. Las potencias de cortocircuito comerciales estandarizadas no deben ser menores a 1000 MVA y 750 MVA para 13.8 KV; de 350 y 250 MVA para 4.16 KV; para baja tensión, las corrientes de corto circuito (Icc) no deben ser mayores a 25 KA para 480V y 10 KA para 220V los cables de energía que alimentan los tableros y todos los componentes del sistema eléctrico deben cumplir con estos valores de corto circuito.

### **8.9.2 Centro de control de motores para media tensión en 4.16 kv.**

1. La construcción del centro de control de motores debe ser METAL-CLAD igual en sus características que los tableros descritos en 8.9.1, tipo en vacío o en SF<sub>6</sub> de 4.16 Kv. Se acepta solo una unidad de interruptor o arrancador por cada sección vertical del CCM.
2. Todos los interruptores deben ser de tres polos, tipo en vacío o en SF<sub>6</sub> para operación en 4.16 KV, clase 5 Kv. La capacidad del interruptor debe cubrir los requerimientos de cortocircuito del sistema.
3. Las combinaciones de arrancador formados por fusibles de potencia y contactores magnéticos para motores deben ser del tipo vacío o en SF<sub>6</sub>. Los fusibles deben ser del tipo limitadores de corriente y de capacidad interruptiva igual o mayor a la del tablero. Los fusibles deben ser de fibra de vidrio, no de porcelana.
4. Todos los dispositivos de protección y medición deben ser del tipo digital y multifunción:

Los arrancadores e interruptores deben contar con un dispositivo que permita bloqueo con candado tanto al retirarlos de su celda como en posición de desconectado.

Los dispositivos de protección medición e instrumentos deben instalarse en el compartimiento de control. Se deben incluir en el panel frontal los siguientes dispositivos de señalización y operación.

- Selector manual fuera automático.
- Botón de arranque (verde) y paro (rojo).

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 51 DE 85</b></p>
--	--	---

- Lámparas piloto (verde-rojo) del tipo LED de alta luminosidad. Lámpara roja equivale a equipo operando, la verde a equipo fuera.

5. Pruebas e inspección:

Las siguientes pruebas e inspección deben ser solicitadas desde la etapa de ingeniería para la recepción del equipo:

- Inspección visual.
- Prueba de relevadores.
- Prueba de operación.
- Medición de resistencia de aislamiento.
- Prueba de esfuerzo dieléctrico.
- Prueba de la transferencia automática (si aplica).
- Todas las pruebas de campo requeridas por PEMEX.

6. El tablero en caso de tener dos alimentadores y enlace deben tener transferencia automática por ausencia de tensión de acuerdo al Anexo "C".

Los interruptores del primario de transformadores deben disparar por ausencia de tensión, y tener un dispositivo de recierre automático programable de 0 a 10 segundos:

7. El diseño y construcción del tablero debe cumplir con lo indicado en este capítulo así como lo requerido en la especificación particular del equipo correspondiente. Se debe considerar un arrancador adicional disponible completo.
8. La capacidad de la barra colectora de tierras debe ser de 300 amperes, a una densidad de 1.24 A/mm<sup>2</sup> (800 Amp/Pulg<sup>2</sup>).

**8.9.3 Centros de control de motores en baja tensión, 480 volts.**

1. Los centros de control de motores deben cumplir con la norma NEMA PB-2, ICS-1, ICS-2, ICS-3, ANSI/NEMA 250 ó equivalentes, NMX-J-353-ANCE-1999.
2. Los centros de control de motores en baja tensión deben ser agrupados para tipo interior con un solo frente. Los arreglos de doble frente solo se pueden utilizar bajo requerimiento en bases técnicas de licitación.
3. Los centros de control de motores deben ser auto soportados, ensamblados, completamente cerrados, unidos para formar unidades rígidas de construcción modular con barras comunes. El tratamiento metálico del gabinete debe ser igual al mencionado para los tableros de media tensión.

4. Los interruptores de acometida deben ser del tipo electromagnético en aire, con tres funciones de disparo ajustable por sobre corriente continua de tiempo largo, tiempo corto y protección instantánea, las cuales deben ser de estado sólido, y protección de falla a tierra para Sistemas sólidamente aterrizados.
5. La corriente de cortocircuito no debe ser mayor de 25 KA simétricos RMS en 480 volts. No se aceptan limitadores de corriente de corto circuito. Los cables de energía que alimentan los tableros deben cumplir con estos valores de corto circuito.
6. Las barras verticales deben extenderse hacia abajo a cada una de las secciones.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 52 DE 85</b></p>
--	--	---

7. El centro de control de motores debe suministrarse con barras verticales y horizontales, y una barra común de tierras para todos los compartimientos o secciones. Excepto para arreglos de doble alimentador y enlace en cuyo caso se debe suministrar barra de tierras seccionada por cada bus.
8. Las barras principales deben ser totalmente barnizadas con barniz aislante transparente tipo "F", y cubiertas con protección de material aislante y contráctil retardante del fuego. Las conexiones del bus, incluyendo derivaciones a los equipos, deben ser plateadas y fijadas con tornillos de acero inoxidable, y tener resistencia térmica y mecánica para soportar corrientes de falla y corrientes momentáneas (RMS) de igual o mayor magnitud que la capacidad de las barras principales.
9. La densidad de corriente para las barras principales debe ser de 1.24 amperes/mm<sup>2</sup> (800 amperes/pulg<sup>2</sup>).
10. Se debe proveer un colector de tierra a lo largo del tablero, esta barra debe ser de cobre, la capacidad de la barra de tierra, debe ser al menos del **33%** de la capacidad de la barra principal, y no menor a **300 amperes** a la misma densidad de 1.24 A/mm<sup>2</sup> (800 Amp/Pulg<sup>2</sup>).
11. Los compartimientos y las barreras principales deben estar completamente aislados uno del otro por medio de barreras de acero para minimizar la transferencia de gases ionizados y para localizar las fallas de los equipos.

En las alimentaciones a los CCM se deben colocar barreras que aislen las barras de servicio y sus terminales de los demás elementos del CCM. Las barras principales y conductores deben cumplir con la sección 430-97 de la NOM-001-SEDE-1999.

12. El cableado de fuerza y control de cada compartimiento debe estar terminado sobre las tablillas terminales del tablero localizado en el compartimiento como lo define la NOM-001-SEDE-1999 para cableado clase 1 tipo B. Cada tablilla terminal del tablero debe tener claramente marcadas todas las terminales.
13. Se debe proporcionar el espacio suficiente para el cableado (normalmente por la parte inferior de la estructura) de acuerdo a lo indicado en el artículo 373 de la NOM-001-SEDE-1999.
14. Los arrancadores de los motores deben ser tipo combinado tamaños NEMA, de operación magnética (integrados por interruptor termo magnético de caja moldeada, contactor magnético y elemento de sobrecarga trifásico de estado sólido con rangos de ajuste). Se aceptan arrancadores de estado sólido de arranque suave y variadores de velocidad (modulación por ancho de pulso), cuando sea solicitado en bases técnicas de licitación.
15. Los interruptores termomagnéticos de caja moldeada deben ser suministrados con protección por cortocircuito. La capacidad interruptiva debe cubrir los requerimientos de cortocircuito del sistema.
16. Los arrancadores tamaño Nema 1 al 4 de los motores deben ser del tipo extraíble, los arrancadores de tamaño NEMA 5 ó mayores deben ser del tipo fijo,
17. Las puertas de acceso deben tener un bloqueo para que no puedan ser abiertas cuando el interruptor esté cerrado, pero debe tener una opción para que personal especializado pueda operarlo con seguridad mientras esté cerrado.
18. El tablero para los interruptores principales debe suministrarse con los siguientes instrumentos y dispositivos de protección:
  - Relevador de ausencia de voltaje.
  - Instrumentos de medición del tipo digital multifunción.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 53 DE 85</b></p>
--	--	---

- Transformadores de corriente.
- Transformadores de potencial.
- Transferencia automática por ausencia de tensión (en caso de contar con ella). de acuerdo al Anexo "C".

Cuando se cuente con un tablero con transferencia automática, el control de la transferencia automática entre interruptores principales debe tener un interruptor de control por cada interruptor principal.

En la parte posterior del tablero, en cada sección que aloje un interruptor electromagnético, el fabricante debe diseñar una ventana corrediza (horizontalmente y con seguro), que permita efectuar el programa de medición termométrica de los puntos calientes en las áreas de contacto de las mordazas.

Los arrancadores e interruptores deben contar en la puerta frontal con un dispositivo de portacandado que permita la instalación de hasta 3 candados de fabricación comercial.

19. Los arrancadores deben suministrarse normalmente con los siguientes dispositivos:

- Interruptor (del tipo termo magnético).
- Contactor magnético trifásico.
- Protección térmica por sobrecarga del motor en cada una de sus fases de estado sólido de rango ajustable.
- Acometida para los calentadores de espacio del motor, (únicamente para
- Motores de 75 CP y mayores).

La resistencia calefactora del motor debe alimentarse desde una fuente independiente del controlador y a través de contactos auxiliares normalmente cerrados.

Cada combinación interruptor-arrancador debe ser equipado con los siguientes dispositivos:

- Manija de operación del interruptor termomagnético.
- Lámparas piloto (verde – rojo ), del tipo LED de alta luminosidad. La lámpara roja equivale a equipo operando, la verde a equipo fuera de operación.
- Botón de arranque-paro
- Selector manual -fuera-automático.
- Botón de restablecimiento de la protección de sobrecarga.

20. Al menos el 10% del total de las unidades de los arrancadores deben considerarse como disponibles.

Deben suministrarse como disponibles dos arrancadores del mayor tamaño (uno por bus). Se deben prever espacios futuros del 20% del total de combinaciones.

Se entiende como disponible a la combinación interruptor termomagnético - contactor y como futuro el espacio en gabinete.

21. La placa de datos debe incluir la clave del motor y su servicio, y debe ser proporcionada para cada unidad.

22. Cada motor de relevo debe estar conectado al bus de un transformador diferente de donde está conectado el motor normal.

23. Pruebas e inspección.

Las siguientes pruebas e inspección deben ser solicitadas desde la etapa de ingeniería para la recepción del equipo:

- Inspección visual de embarque.
- Prueba de operación.
- Prueba de relevadores.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 54 DE 85</b></p>
--	--	---

- Medición de resistencia de aislamiento.
- Tensión aplicada.
- Pruebas de protocolo.
- Prueba de la transferencia automática (en caso de contar con ella).

Todas las pruebas de campo requeridas por PEMEX- (Ver Anexo "D")

24. Para el caso de refinerías, debido a que el sistema en 480 volts es flotante, cada bus debe tener un sistema de medición analógica de los voltajes de línea con respecto a tierra, el rango debe ser de 0-500 volts.

También debe incluirse un sistema de lámparas piloto tipo gas neón conectadas en estrella a cada fase, para identificar fallas a tierra y botón normalmente cerrado para prueba.

25. Los transformadores de control deben cumplir con los siguientes requerimientos:

Los transformadores de control de 480/120 volts deben ser proporcionados de la capacidad adecuada en volt-amperes, para cada combinación de interruptor-arrancador.

Cada transformador de control debe tener tanto en el primario como en el secundario fusibles de protección, con una terminal del secundario a tierra.

Las terminales del primario del transformador de control deben estar traslapadas entre las fases A, B y C, con el objeto de balancear las cargas monofásicas en cada Centro de Control de Motores.

26. Los interruptores deben operar a través de un mecanismo externo (manija), incluyendo portacandado para poner hasta tres candados.

27. Cada sección del Centro de Control de Motores debe alojar como máximo 6 combinaciones de interruptor arrancador tamaño Nema 1 o equivalente (el Tamaño Nema 1 es el mínimo a utilizar).

28. El diseño y construcción del tablero debe cumplir con lo indicado en este capítulo así como lo requerido en la especificación particular del equipo correspondiente.

#### **8.9.4 Centro de control de motores en baja tensión, 220 volts.**

1. El centro de control de motores en 220 V.C.A. debe suministrarse para los interruptores principales con instrumentos de medición digitales tipo multifunción y debe ser de acuerdo con todos los artículos precedentes (para CCM's en 480 VCA). Exceptuando que La corriente de cortocircuito no debe ser mayor de 22 KA simétricos RMS en 220 volts. En los interruptores principales se debe contar además con la protección de falla a tierra. Los cables de energía que alimentan los tableros deben cumplir con estos valores de corto circuito
2. Cuando menos el 10% de las unidades de los arrancadores deben suministrarse como disponible sobre la base del número total de las unidades de tamaño promedio. Deben incluirse dos arrancadores de mayor tamaño (uno por bus) y el resto en base al tamaño promedio.

Se entiende como disponible a la combinación interruptor termomagnético - contactor y como futuro el espacio en gabinete.

3. Todos los motores incluyendo los fraccionarios deben tener su arrancador magnético combinado localizado en el CCM. No se aceptan arrancadores manuales.
4. Pruebas de inspección.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 55 DE 85</b></p>
--	--	---

Las siguientes pruebas e inspección deben ser solicitadas desde la etapa de ingeniería para la recepción del equipo:

- Inspección visual de embarque.
- Prueba de operación.
- Prueba de relevadores.
- Medición de resistencia de aislamiento.
- Tensión aplicada.
- Pruebas de protocolo.
- Prueba de la transferencia automática, cuando aplique.
- Todas las pruebas de campo requeridas por PEMEX- (Ver Anexo "D").

El diseño y construcción del tablero debe cumplir con lo indicado en este capítulo así como lo requerido en la especificación particular del equipo correspondiente.

5. Se debe proveer colector de tierra con iguales características a la de los tableros de 480 volts.

## **8.10 Motores.**

### **8.10.1 Generalidades.**

En lo referente a motores, circuitos derivados para motores, alimentadores, sus protecciones de sobrecarga, circuitos de control, equipos de control y protección y centros de control de motores se debe cumplir con lo dispuesto en el artículo 430 de la NOM-001-SEDE-1999.

Todos los motores de inducción jaula de ardilla y síncronos, debe cumplir con las normas NEMA MG-1, API-RP-540, API-541, API-546, ó equivalentes así como con lo indicado en este artículo.

El voltaje de los motores utilizados en PEMEX debe ser seleccionado de acuerdo con la siguiente tabla:

POTENCIA DEL MOTOR KW (CP)	TENSION DISEÑO MOTOR (VOLTS)	TENSION DEL SISTEMA (VOLTS)	FRECUENCIA (HERTZ)	FASES
MENOR DE 0,746 (1.0)*	115, 220	120, 220	60	1 o 3
ACTUADORES DE VALVULAS ( todas las potencia)	220, 460	220, 480	60	3
DE 0,746 (1.0) HASTA 130,55 (175)	460	480	60	3
DE 149.2 (200) HASTA 1492 (2000)	4000	4160	60	3
MAYORES DE 1492 (2000)	13200	13800	60	3

\* En áreas de proceso o en otras instalaciones pueden requerirse motores a un nivel de 460 Volts. Todos los motores deben ser de energía eficiente, satisfaciendo como mínimo los valores de eficiencia indicados en las normas NOM-014-ENER-1997, NOM-016-ENER-1997 y en la tabla 12.10 de la norma NEMA MG 1 ó equivalentes.

El factor de servicio para motores hasta 373 Kw (500 CP) debe ser de acuerdo a la tabla del Anexo "E".

Para definir el tipo de arranque de los motores, el cual puede ser a tensión plena o a tensión reducida, depende de la capacidad del sistema eléctrico (la capacidad de corto circuito mínima disponible, relación X/R), la longitud del circuito alimentador del motor, así como la inercia de la carga a vencer. No obstante en la industria petrolera la mayoría de los motores que se utilizan como son bombas centrífugas y rotatorias, ventiladores, compresores centrífugos que no imponen requerimientos de torque excesivos. Para verificar la

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 56 DE 85</b></p>
--	--	---

capacidad del sistema debe realizarse un estudio de caídas de voltaje al arranque del motor mayor (estabilidad del sistema eléctrico).

Con una caída menor al 10% del voltaje nominal del sistema se considera que el motor puede arrancarse a tensión plena, si este valor es mayor debe seleccionarse un tipo de arranque a tensión reducida.

También como buenas prácticas de ingeniería se considera que con un motor con potencia del 20% o menor con respecto a la capacidad del transformador puede arrancarse a tensión plena.

Los arrancadores a tensión reducida deben ser del tipo autotransformador con transición cerrada, y de estado sólido con arranque suave. Para uso de variadores de frecuencia, su selección debe ser confirmada en las bases técnicas de licitación.

Para arrancadores de estado sólido con arranque suave y variadores de frecuencia, se debe seleccionar el que proporcione menor cantidad de armónicas al sistema eléctrico.

El aislamiento de los motores debe ser clase F para las tensiones de suministro en 127, 220, 480, 4160 y 13800 Volts.

La instalación de motores en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser adecuados para operar en dicha clasificación y contar con certificación UL.

#### **8.10.2 Motores de inducción:**

- Clase 1, Div. 2, puede ser totalmente cerrados tipo TEFC hasta 746 Kw (1000 CP), mayores de esta potencia, pueden ser tipo TEWAC, TEAAC.
- Motores monofásicos que produzcan arco, deben ser a prueba de explosión.

#### **8.10.3 Motores síncronos:**

- Clase 1, Div. 1.- Deben ser a prueba de explosión XP o totalmente cerrados, tipo TEWAC o TEAAC.
- Clase 1, Div. 2.- Deben ser totalmente cerrados tipo TEWAC o TEAAC

La aplicación de motores síncronos debe ser de acuerdo a bases de licitación.

Motores para instalarse en áreas no peligrosas deben cumplir con lo siguiente:

Todos los motores deben ser del tipo totalmente cerrado, en ningún caso se aceptan motores abiertos del tipo ODP, WPI ó WP II.

Los motores que estén dentro de un equipo tipo paquete (por ejemplo: compresores de aire de instrumentos), instalados dentro o fuera de las plantas de proceso, deben ser del tipo cerrado, y estar de acuerdo con la clasificación del área. No se aceptan motores tipo abierto.

Todos los motores deben ser lubricados de acuerdo a NEMA MG-1 ó equivalentes, excepto los motores que formen parte de un equipo de proceso con sistema de lubricación por niebla, los cuales deben tener sellos mecánicos para evitar la entrada de aceite al interior de los devanados y a la caja de conexión del motor. Se exceptúan los motores verticales y los motores a prueba de explosión, en cuyos casos el fabricante no recomienda sistema de lubricación por niebla.

El nivel de ruido debe estar dentro de los valores indicados por NEMA MG 1 ó equivalente.

Todos los motores deben tener tratamiento tropicalizado.

Los ventiladores deben ser antichispa. En ningún caso se aceptan ventiladores de plástico o fibra de vidrio.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 57 DE 85</b></p>
--	--	---

Las cajas de conexiones deben ser aprobadas y certificadas para cumplir con la clasificación de áreas peligrosas.

Todos los motores de 55.95 Kw (75 CP) y mayores, deben tener calentadores de espacio, los cuales deben estar energizados cuando el motor esté fuera de operación. El calentador debe ser operado de acuerdo a las siguientes tensiones:

Menos de 1500 Watts                    127 Volts, 1 fase, 60 Hz.  
Más de 1500 Watts                    220 Volts, 3 fases, 60 Hz.

El calentador de espacio en motores instalados en áreas clasificadas deben cumplir con la norma NOM-001-SEDE-1999, Art. 501-8(b).

Todos los motores de 4.16 y 13.8 KV, deben ser equipados con RTD'S en los rodamientos y a partir de 261.1 Kw (350 CP) y mayores, deben ser equipados con 6 RTD'S en devanados (Dos por fase), de platino 0-100 ohms. Los RTD'S, deben cumplir con ANSI C50.41 ó equivalentes.

La señal de alarma por alta temperatura debe enviarse al Sistema de Control Digital.

Todos los motores de 1492 Kw (2000 CP) y mayores, deben ser equipados con alarma de protección por vibración, sistema de paro y monitoreo por computadora, con alarma al Sistema de Control Digital.

Todos los motores deben tener una placa firmemente sujeta al motor, conteniendo los siguientes datos:

- Marca
- Potencia nominal en KW ó CP
- Tensión nominal en volts.
- Corriente nominal en Amperes.
- Frecuencia en Hertz
- Número de fases
- Velocidad a plena carga en RPM
- Diagrama de conexiones
- Modelo y designación de armazón
- Tipo de carcaza
- Factor de Servicio
- Servicio (continuo o intermitente)
- Clase de aislamiento
- Máxima temperatura ambiente
- Incremento de temperatura ambiente sobre 40° C.
- Letra de código.
- Designación de rodamientos
- Tipo de lubricante
- Potencia de calefactores en Watts
- Tensión de alimentación de calefactores en volts
- En su caso: Aprobación UL para áreas peligrosas (clasificadas), indicando clase, grupo y división.
- Eficiencia ENERGIA EFICIENTE (para tamaños NEMA) al 100% de carga.
- Eficiencia ENERGIA EFICIENTE ( para motores en media tensión) al 100% de carga.

#### **8.10.4 Inspección, pruebas y embarque.**

Se debe cumplir con la Norma NEMA MG 1 ó equivalente y Recomendaciones del API ó equivalente, para motores tamaños NEMA.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 58 DE 85</b></p>
--	--	---

Las pruebas para la determinación de la eficiencia, deben ser de acuerdo a la Norma CSA C390 ó equivalente.

Para motores de uso general mayores de NEMA se debe cumplir con la Sección 4 del API 541 (Parte I), artículos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 ó equivalente.

Para motores de uso especial se debe cumplir con la Sección 4 del API 541 (Parte II), artículos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, incluyendo el art. 4.3.3.3 de pruebas completas ó equivalente.

Para los motores síncronos se debe cumplir con la Sección 4 del API 546 ó equivalente.

#### **8.10.5 Estación local de control (estación de botones al pie del motor).**

- Las Estaciones Locales de Control deben suministrarse con contactos momentáneos de arranque y paro, los pulsadores deben ser de color verde y rojo respectivamente y con placas de leyenda: Arranque y Paro.
- Para uso en áreas de proceso, deben ser cerradas, y ser de aluminio fundido libre de cobre, con recubrimiento de una pintura resistente al ambiente salino y la corrosión o estar fabricada de una aleación resistente a la corrosión.
- La Estación Local de Control debe ser instalada en un lugar sin obstrucciones, accesible al operador, a la vista y cerca del motor.
- Todas las Estaciones Locales de Control deben suministrarse con seguro de protección, en el botón de paro para evitar arranques no deseados.
- Todas las Estaciones Locales de Control instaladas dentro de áreas peligrosas (clasificadas), deben ser a prueba de explosión y suministrarse con etiquetas donde se especifique Clase, Grupo, División y tener aprobación UL.
- La caja metálica de la Estación Local de Control debe ser puesta a tierra.
- Todas las estaciones locales de control, deben ser instalada en un canal de acero al carbón de 101 mm con recubrimiento anticorrosivo.
- En el caso de los motores para enfriadores y ventiladores de las torres de enfriamiento, la estación local de control de arranque y paro se debe localizar a la vista y cerca del motor, adicionalmente se debe instalar una estación local de control con botón de paro de emergencia, localizado al nivel de piso terminado, está última debe tener señalización luminosa de condición de operación.

#### **8.11 Sistema de tierras y pararrayos.**

##### **8.11.1 Sistema de Tierras.**

Todas las instalaciones de PEMEX deben contar con un Sistema de Tierras para la seguridad del personal y de las instalaciones.

El diseño de la red de tierras del sistema eléctrico llamado "Sistema general de tierras" debe estar de acuerdo y ser calculado con El Estándar IEEE 80-2000, IEEE Std 142-1991 ó equivalentes, con el artículo 250 de la Norma NOM-001-SEDE-1999 y requisitos incluidos en esta norma de referencia.

El prestador de servicios debe efectuar el estudio de la resistividad del terreno donde se ubicarán las nuevas instalaciones.

El sistema general de tierras incluye la conexión a tierra del neutro del sistema eléctrico, la conexión a tierra de gabinetes de equipo eléctrico, conexión a tierra de estructuras y partes metálicas no portadoras de corriente.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 59 DE 85</b></p>
--	--	---

En este artículo se mencionan requerimientos para el aterrizaje de sistemas electrónicos (sistema de control digital, telecomunicaciones) así como protección por descargas atmosféricas (pararrayos).  
El neutro de los sistemas eléctricos en PEMEX es de acuerdo a lo siguiente:

220/127 VCA	Sólidamente aterrizado
480 VCA	Sólidamente aterrizado
480 VCA	Neutro Flotante(para refinerías y Centros Procesadores de Gas)
4160 VCA	Resistencia de puesta a tierra
13800 VCA	Aterrizado sólidamente o mediante alta impedancia.

Para el caso de conexión de neutros a tierra, esta conexión debe ser realizada con conductores aislados que tengan el mismo nivel de aislamiento que el voltaje de fases del sistema a aterrizar.

El valor de la resistencia del sistema general de tierras no debe ser mayor de 10 ohms para edificios, plantas de proceso y subestaciones. En instalaciones con resistividad de terreno de 1000 a 3000 ohm/m se acepta que el valor de resistencia de la red sea hasta de 25 ohms, y para instalaciones con resistividad de terreno mayor a 3000 ohm/m el valor de resistencia de la red sea hasta de 50 ohms. Este valor debe lograrse con el calibre y longitud del conductor principal y derivado así como la cantidad y tipo de electrodos de puesta a tierra, sin adición de compuestos químicos en los registros de tierras. En el diseño de la red debe cuidarse de no exceder las tensiones de paso y de contacto permisibles por el cuerpo humano.

Para los sistemas electrónicos se debe diseñar una red de tierras independiente del sistema general de tierras y el valor máximo de la resistencia a tierra debe ser de 1 ohm, sin embargo las dos redes de tierras deben interconectarse entre ellas en un punto de la red con conductor aislado de un calibre menor al de la red, calibre 6 AWG como mínimo, para evitar diferencias de potenciales entre ellas. Tal interconexión debe considerarse desde etapa de proyecto y permanecer interconectadas a menos que exista un requerimiento específico y por escrito del suministrador del sistema electrónico, de no garantizar su correcta operación.

La puesta a tierra de sistemas y circuitos eléctricos de 600 volts y mayores debe estar de acuerdo a las secciones 250-151 al 250-153 de la NOM-001-SEDE-1999.

El sistema de tierras debe tener los siguientes elementos: malla a base de conductor de cobre desnudo semiduro, electrodos de puesta a tierra preferentemente de varilla copperweld de 3 mts de longitud, conectores de compresión o soldables, y registros de tierras para poder efectuar mediciones.

La malla principal en las subestaciones debe formarse con conductor de cobre desnudo, temple semiduro, con un calibre de acuerdo al cálculo y no menor de 4/0 AWG.

La malla principal en edificios y/o plantas de proceso, debe formarse con conductor de cobre desnudo temple semiduro con calibre de acuerdo al cálculo y no menor de 2/0 AWG.

En las subestaciones los conductores paralelos de la malla de tierra, no deben tener una separación mayor a 7 metros y en las áreas de plantas de proceso, no mayor de 15 metros.

La malla de tierras debe ser enterrada a una profundidad de 0.6 m del nivel de piso terminado.

Todo equipo o dispositivo eléctrico, debe ser conectado al sistema general de tierras con conductor de cobre desnudo semiduro, el calibre del conductor debe ser el indicado de acuerdo a la capacidad del dispositivo de protección (ver tabla 250.95 de la norma NOM-001-SEDE-1999), sin embargo el calibre mínimo aceptado es de 2 AWG.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 60 DE 85</b></p>
--	--	---

Además deben ser conectadas al sistema general de tierras los siguientes tipos de instalaciones con conductor de cobre desnudo semiduro calibre 2 AWG:

- Partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos.
- Estructuras de acero.
- Equipos de Proceso.
- Equipos dinámicos accionados por motor eléctrico.
- Tuberías de proceso y servicios auxiliares.
- Tanques de almacenamiento y recipientes.

La conexión a tierra de este tipo de instalaciones debe ser al sistema general de tierras. Si el equipo es sólidamente montado en estructuras metálicas o bastidor, no requiere ser individualmente conectado a tierra.

Para recipientes metálicos, tanques de almacenamiento y equipos industriales o de proceso que no tengan preparación para conexión a tierra, se debe usar una placa soldada de 3/8" (9.5 mm) como mínimo para la instalación de un conector de cobre, que será tipo mecánico para equipos móviles y soldables o de compresión para equipos fijos.

Para la puesta a tierra de los equipos se debe usar conector mecánico de cobre, y la conexión al sistema general de tierras se debe usar conector tipo de compresión del mismo material o soldable.

Todos los tanques de almacenamiento con capacidad hasta de 200 MB, se deben conectar a tierra cuando menos en cuatro puntos opuestos del tanque) y los tanques de 500 MB, se deben conectar a tierra al menos en 8 puntos.

Los tanques esféricos de almacenamiento a presión de 10, 15, y 20 MB deben conectarse a tierra en al menos dos puntos.

Las estaciones de botones para arranque y paro de los motores deben ser conectadas a tierra con conductor de cobre calibre 2 AWG.

En las charolas para conductores de la subestación, se debe instalar en toda su trayectoria un conductor de cobre desnudo calibre 2 AWG, debidamente sujeto en la charola y conectado en sus extremos a la red de tierras.

Para protección mecánica del conductor de conexión a tierra que sale de la red subterránea hacia los equipos, dispositivos o estructuras, debe ser alojado en un tramo de tubo conduit, incluyendo su monitor. La salida del conductor de conexión a tierra no debe obstruir la circulación ni áreas de trabajo.

Las estructuras de subestaciones tipo exterior así como los equipos instalados, deben conectarse a tierra. Las cercas metálicas y los postes de las esquinas, deben conectarse a tierra.

Las pantallas electrostáticas de los conductores en media tensión, deben conectarse a tierra con conductor de cobre calibre 2 AWG En el extremo del alimentador a la llegada de la subestación, y donde cuente con transformador de corriente tipo dona para protección por falla a tierra, las pantallas se deben retornar a través de la dona para anular las corrientes generadas por inducción externa.

Las tensiones inducidas en las pantallas en condiciones normales de operación no deben ser mayores de 55 volts, de acuerdo con sección 923-3 inciso (d) de NOM-001-SEDE-1999. EN racks de tuberías y trayectorias paralelas en plantas de proceso, se deben conectar a tierra a la entrada de la planta de proceso y a intervalos no mayores de 50 metros.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 61 DE 85</b></p>
--	--	---

Se debe efectuar puentado de tuberías cuando las bridas de las tuberías de proceso, sean eléctricamente aisladas, excepto cuando las tuberías de llegada tengan junta aislante monoblock y cuenten con protección catódica.

El sistema de canalizaciones eléctricas debe tener continuidad eléctrica por lo que el puentado no es necesario.

En los casos de las llenaderas, agitadores, auto tanques y carros tanque, y otros equipos y dispositivos, se debe cumplir con la Norma API RP 2003 ó equivalente.

### **8.11.2 Sistema de pararrayos (Sistema de protección contra descargas atmosféricas).**

El sistema de protección contra descargas atmosféricas se debe aplicar en PEMEX a todos los edificios mayores de 7.5 metros de altura y estructuras de 15 metros de altura o mayor, o en los edificios o estructuras de mayor altura, en espacios abiertos. En general este sistema debe estar de diseñado de acuerdo a la norma NFPA-780 ó equivalente, analizando desde la etapa de proyecto los edificios adyacentes a los de mayor altura que son protegidos por la zona de protección de estos.

Zona de protección es el espacio adyacente al sistema de protección contra descargas atmosféricas que es substancialmente inmune a las descargas directas de rayos.

La zona de protección para PEMEX es como se indica en el artículo 3.10 de la NFPA-780 ó equivalente, considerando el concepto de esfera rodante para edificios como se define en el artículo 3.10.3 de la NFPA-780 ó equivalente.

Este sistema debe proveer trayectorias de baja impedancia a tierra de una descarga atmosférica y consiste de tres partes básicas que son:

1. Terminales de aire ó puntas pararrayos distribuidas adecuadamente en el techo ó cubiertas elevadas de edificios y estructuras que son factibles de recibir una descarga atmosférica directa. Deben estar ubicadas a suficiente altura arriba de las estructuras para evitar el peligro de fuego por arco.
2. Terminales de tierra (varillas o placas de tierras) que aseguren una conexión a tierra adecuada y provean amplio contacto con la tierra para permitir la disipación sin peligro de la energía liberada por la descarga atmosférica.
3. Conductores y conexiones que unen las terminales de aire y las terminales de tierra propiamente localizadas e instaladas, y que aseguren al menos dos trayectorias directas de bajada a tierra de las descargas atmosféricas.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas descrito en este artículo no considera la protección con sistemas de emisión de flujo ó sistemas disipadores, los cuales solo se aplicarán en caso de ser solicitados por PEMEX en las bases técnicas de licitación.

Las terminales de aire deben colocarse a las orillas de los edificios, alrededor del perímetro de ellos, a no más de 6 metros de distancia entre puntas cuando su altura sea de 25 centímetros, y a no más de 7.5 metros para puntas de 60 centímetros de altura. Se deben colocar hileras de puntas pararrayos a no más de 15 metros entre ellas cuando el ancho del techo del edificio sea mayor de 15 metros.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas debe ser independiente de la red general de tierras. Sin embargo las dos redes de tierras deben interconectarse entre ellas en un punto de la red con conductor aislado de un calibre menor al de la red, no menor a 6 AWG, para evitar diferencias de potenciales entre ellas. Tal interconexión debe considerarse desde etapa de proyecto y permanecer interconectadas a menos que exista un requerimiento específico en contra.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 62 DE 85</b></p>
--	--	---

Los materiales con los que este construido el sistema de protección contra descargas atmosféricas deben ser fabricados específicamente para este servicio, ser robustos, resistentes a la corrosión y deben ser instalados firmemente. Las puntas pararrayos deben ser sólidas de al menos 12.7mm (1/2") de diámetro y de 25 centímetros de longitud ó mayores, no se aceptan puntas tubulares. Los conductores deben ser de cobre, de fabricación especial para sistema de pararrayos, con área transversal equivalente al menos de calibre 2/0 AWG y 558 gramos/metro.

Para todos los edificios o estructuras que tengan protección contra descargas atmosféricas debe suministrarse conductores de bajada a tierra independientemente del espesor que tenga la placa metálica con la que esta construida.

Los conectores a utilizarse en el sistema de protección contra descargas atmosféricas deben ser mecánicos ó de compresión para conexiones visibles, y para conexiones enterradas de compresión o soldables.

Los tanques de almacenamiento horizontales ó verticales con espesor de pared y de techo de 4,6 milímetros (3/16"), ó mayores, se consideran autoprotegidos contra descargas atmosféricas y no se requiere incluir el sistema contra descargas atmosféricas como se describe en este artículo y en concordancia con la NFPA-780 Capítulo 6 ó equivalente.

En Líneas eléctricas aéreas de 34.5 KV y mayores se debe considerar hilo de guarda para la protección contra descargas atmosféricas.

En Subestaciones eléctricas abiertas se deben emplear hilos de guarda y puntas pararrayos para protección contra descargas atmosféricas, asegurando que todos los elementos que la integran queden protegidos.

## **8.12 Sistemas de alumbrado.**

### **8.12.1 Generalidades.**

**8.12.1.1 Alumbrado general.** Se refiere al sistema de iluminación en el cual las luminarias, su altura de montaje y su distribución están dispuestas para que se obtenga una iluminación uniforme sobre toda la zona a iluminar.

**8.12.1.2 Alumbrado general localizado.** Consiste en colocar las luminarias de forma tal que además de proporcionar una iluminación general uniforme, permita aumentar el nivel de iluminación de las zonas que lo requieran, según el trabajo a realizar.

**8.12.1.3 Alumbrado localizado.** Consiste en producir un nivel de iluminación moderado colocando un alumbrado directo para disponer de niveles adecuados de iluminación en aquellos puestos específicos de trabajo que así lo requieran.

**8.12.1.4 Alumbrado de exteriores.** El alumbrado de exteriores comprende el de espacios descubiertos en exterior como es:

- Alumbrado de calles, calzadas, jardines, estacionamientos y puentes.
- Alumbrado de fachadas de edificios.
- Alumbrado industrial, de patios de maniobra, áreas de almacenamiento de materiales, muelles de carga, obras en construcción, plantas industriales, accesos.
- Alumbrado deportivo.

Para el diseño del sistema de alumbrado, se debe considerar la clasificación del área en donde se instalará, de acuerdo con los Artículos 500 a 510 de la NOM-001-SEDE-1999.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 63 DE 85</b></p>
--	--	---

Las luminarias que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en los artículos 500 a 517 de la NOM-001-SEDE-1999.

Las luminarias que se utilicen en áreas diferentes a las clasificadas y presenten características específicas como humedad y corrosión, deben apegarse a lo dispuesto en el Artículo 410 de la NOM-001-SEDE-1999.

**8.12.1.5 Plataformas marinas.** Se debe emplear el estándar API-RP-14F-1999, capítulo 9 ó equivalente, para seleccionar los niveles de iluminación y componentes del sistema de alumbrado en instalaciones costa afuera (offshore).

Además, en el caso de helipuertos en instalaciones marinas costa afuera (offshore), se debe satisfacer lo dispuesto en la Norma API-RP-2L-1996, capítulo 5, Artículo 10 ó equivalente.

**8.12.1.6 Helipuertos en instalaciones terrestres.** Para helipuertos autorizados para operación nocturna, se debe proporcionar, además de la iluminación indirecta de plataforma, señales luminosas que delimiten el área de aterrizaje y/o la zona de toma de contacto; asimismo, el cono de viento debe contar con iluminación y todos los puntos cercanos a los planos de aproximación, con luces de obstrucción.

Los niveles de iluminación a emplear deben ser los mismos a los establecidos para helipuertos en instalaciones marinas costa afuera (offshore), cumplir y aplicarse con recomendaciones de la Aviación Federal Norteamericana (FAA)

### **8.12.2 Cálculo de alumbrado.**

**8.12.2.1 Alumbrado en interiores.** Se debe emplear el método lúmen o el de punto por punto para determinar la cantidad, disposición y tipos de lámparas y luminarias a emplear en el sistema de alumbrado.

**8.12.2.2 Alumbrado en exteriores.** Se debe emplear el método de cálculo de punto por punto ó isolux para determinar la cantidad, disposición y tipos de lámparas y luminarias a emplear en el sistema de alumbrado.

### **8.12.3 Niveles de iluminación.**

El nivel de iluminación en los centros de trabajo debe asegurar una operación y mantenimiento eficiente de las plantas e instalaciones y no ser un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

Se debe tener un nivel de iluminación adecuado en el plano de trabajo para el tipo de actividad a desarrollar, así como evitar deslumbramiento que ocasione fatiga visual.

El nivel de iluminación requerido en las instalaciones de PEMEX se muestra en la tabla siguiente, las áreas no incluidas deben cumplir con los requerimientos de la norma NOM-025-STPS-1999.



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 64 DE 85**

<b>NIVELES DE ILUMINACION PARA PLANTAS INDUSTRIALES PETROLERAS, QUIMICAS, PETROQUIMICAS Y REFINERIAS</b>				
AREA O ACTIVIDAD	ILUMINACION HORIZONTAL MANTENIDA		ELEVACION	
	LUX	CANDELAS-PIE	LOCALIZACION	MILIMETROS
<b>AREAS DE PROCESO</b>				
<b>UNIDADES DE PROCESO</b>				
Bombas, válvulas, arreglos de tuberías.	50	5	En tierra.	
Intercambiadores de calor	30	3	En tierra.	
Plataformas de mantenimiento.	20	2	A Nivel de piso	
Plataformas de operación.	50	5	A Nivel de piso	
Torres de enfriamiento (áreas de equipo).	50	5	En tierra.	
Hornos.	30	3	En tierra.	
Escaleras (inactiva)	20	2	A Nivel de piso	
Escaleras (activa)	50	5	A Nivel de piso	
Mirillas de medición	50 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	A nivel del ojo	
Instrumentos(En unidades de proceso)	50 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	A nivel del ojo	
Casa de compresores.	200	20	A nivel de piso	
Separadores	50	5	Superior de la bahía	
Area general	20	2	En tierra.	
<b>CUARTOS DE CONTROL</b>				
Cuarto de control ordinario.	300	30	A nivel de piso	
Panel de instrumentos.	300 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>		1700
Consolas.	300 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>		760
Parte posterior del panel.	100 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>		760
Cuarto de control central	500	50	A nivel de piso	
Panel de instrumentos.	500 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>		1700
Consolas.	500 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>		760
Parte posterior del panel.	100 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>		900
<b>CUARTO DE CONTROL ELECTRICO</b>				
Tableros eléctricos (frente)	300	30	A nivel de piso	
Tableros eléctricos (posterior)	200	20	A nivel de piso	
<b>UNIDADES ESPECIALES DE PROCESO</b>				
Cuarto de baterías.	50	5	A nivel de piso	
Hornos eléctricos.	50	5	A nivel de piso	
Transportadores	30	3	A nivel de superficie	
Puntos de transferencia de transportadores.	50	5	A nivel de superficie	
Hornos de secado (área operativa)	50	5	A nivel de piso	
Exprimidor y mezcladores.	200	20	A nivel de piso	



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 65 DE 85**

<b>NIVELES DE ILUMINACION PARA PLANTAS INDUSTRIALES PETROLERAS, QUIMICAS, PETROQUIMICAS Y REFINERIAS (Continuación)</b>				
AREA O ACTIVIDAD	ILUMINACION HORIZONTAL MANTENIDA		ELEVACION	
	LUX	CANDELAS-PIE	LOCALIZACION	MILIMETROS
<b>AREAS DE NO PROCESO</b>				
<b>Casas de bombas, carga, descarga y agua de enfriamiento.</b>				
Casa de Bombas (interior)	200	20	A nivel de piso	
Area de bombas. (exterior)	50	5	En tierra.	
Area general de control.	150	15	A nivel de piso	
Panel de control.	200 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>		1100
<b>Calderas y Compresores de aire de plantas.</b>				
Equipo interior.	200	20	A nivel de piso	
Equipo exterior.	50	5	En tierra.	
<b>Area de tanques.</b>				
Escaleras.	20	2	A nivel de piso.	
Area de medición.	50	5	En tierra.	
Area de arreglos de tubería.	20	2	A nivel de piso.	
<b>Racks de carga.</b>				
Area general.	50	5	En tierra.	
Carros-tanque.	100	10	En un punto.	
Autos-tanque, punto de carga.	100	10	En un punto.	
<b>Subestaciones eléctricas y patios de desconectores.</b>				
Patio exterior de desconectores.	20	2	En tierra.	
Subestación general (exterior)	20	2	En tierra.	
Pasillos de operación, Subestación.	150	15	A nivel de piso.	
Racks de desconectores.	50 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>		1200
<b>Calles de plantas.</b>				
Uso frecuente.	20	2	En tierra.	
Uso infrecuente.	10	1	En tierra.	
Areas de estacionamiento en plantas.	5	0.5	En tierra.	
<b>EDIFICIOS.</b>				
<b>Oficinas y edificios administrativos.</b>				
Actividades prolongadas(Dibujo y diseño)	600	60		760
Trabajo normal de oficina (lectura, archivo, correspondencia)	500	50		760
Areas de recepción, escaleras de salida, cuartos de lavado.	200	20	A nivel de piso.	
Pasillos.	200	20	A nivel de piso.	
Cuartos de equipo y servicios.	150	15	A nivel de piso.	
<b>Laboratorios.</b>				
Pruebas físicas, cuantitativas y cualitativas.	500	50		900
Investigación experimental.	500	50		900
Planta piloto, proceso y especialidad.	300	30	A nivel de piso.	
Equipos de prueba de golpe ASTM.	300	30	A nivel de piso.	
Cuartos de lavado, almacén de vidrio.	300	30		900
Campana de ventilación.	300	30		900
Cuartos de almacén.	150	15	A nivel de piso.	



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 66 DE 85**

<b>NIVELES DE ILUMINACION PARA PLANTAS INDUSTRIALES PETROLERAS, QUIMICAS, PETROQUIMICAS Y REFINERIAS (Continuación)</b>				
AREA O ACTIVIDAD	ILUMINACION HORIZONTAL MANTENIDA		ELEVACION	
	LUX	CANDELAS-PIE	LOCALIZACION	MILIMETROS
<b>Bodegas y almacenes.</b>				
Almacenamiento a granel en interior.	50	5	A nivel de piso.	
Almacenamiento a granel en exterior.	20	2	En tierra.	
Almacenamiento tolva grande.	50	5		760
Almacenamiento tolva pequeña.	100 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>		760
Almacenamiento de partes pequeñas.	200 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>		760
Mostradores (almacenaje en cajoneras)	300	30		1200
<b>Taller de reparaciones.</b>				
Fabricación mayor.	200	20	A nivel de piso.	
Maquinaria de trabajo y de excavación.	500	50		760
Carrilera de grúas, pasillos.	150	15	A nivel de piso.	
Maquinaria pequeña	300	30		760
Hojas metálicas.	200	20		760
Eléctrico.	200	20		760
Instrumentos.	300	30		760
<b>Casas de cambio.</b>				
Casilleros, regaderas.	100	10	A nivel de piso.	
Lavabo.	100	10	A nivel de piso.	
<b>Checador y entradas.</b>				
Tarjeteros y área de reloj checador.	100	10	A nivel de piso.	
Puerta de acceso inspección.	150	15	A nivel de piso.	
General.	50	5	A nivel de piso.	
<b>Cafetería.</b>				
Comedor.	300	30		760
Area de servicio.	300	30		900
Preparación de alimentos.	300	30		900
General	100	10	A nivel de piso.	
<b>Cochera y puesto de bomberos .</b>				
Reparaciones menores y almacenamiento.	100	10	A nivel de piso.	
Cuarto de primeros auxilios.	700	70		760

Nota: <sup>a</sup> Indica iluminación vertical.

En general todas las luminarias, lámparas, balastos y accesorios deben tener alto rendimiento en lúmenes por watt, alta eficiencia de la luminaria, alto factor de potencia todo ello con el propósito de ahorro de energía.

Las luminarias para el alumbrado de las plantas de proceso, deben ser tipo vapor de sodio alta presión en 220Volts, con balastro integral de alto factor de potencia, y tener reflector, globo y guarda.

Las luminarias de alumbrado interior en áreas de trabajo de edificios deben ser del tipo fluorescente en 127V, lámparas ahorradoras de energía, con balastro electrónico.

En forma general se debe utilizar lámparas fluorescentes del tipo compacto de al menos 1300 lúmenes en lugar de lamparas incandescentes.

Las luminarias para el alumbrado de calles de plantas industriales deben ser del tipo de vapor de sodio alta presión de 250 ó 400 Watts, 220 Volts.

Las luminarias para el alumbrado de las torres de enfriamiento y unidades desmineralizadoras de agua, deben ser tipo vapor de sodio alta presión a 220 volts y con recubrimiento de PVC, para protección contra la corrosión y deban cumplir con lo indicado en la norma NEMA-RNI ó equivalente.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 67 DE 85</b></p>
--	--	---

La potencia de las lámparas en luminarias para áreas clasificadas debe seleccionarse para no rebasar el 80% de la temperatura mínima de auto ignición de las sustancias presentes en el medio ambiente. No deben emplearse lamparas mayores de 250 watts. Todas las luminarias para áreas clasificadas deben tener en su placa de identificación marcado su "numero de Identificación" de acuerdo a la tabla 500-3(d) de la NOM-001-SEDE-1999, que es la temperatura máxima de operación basada en la temperatura ambiente de 40°C, deben ser aprobadas y certificadas.

El alumbrado de emergencia debe ser de evacuación, de señalización o de reemplazamiento.

Se debe considerar alumbrado de emergencia con fuente de alimentación por medio de baterías, grupo generador ó fuente de energía ininterrumpible, como defina PEMEX en las bases técnicas de licitación.

El alumbrado de emergencia debe estar disponible como máximo a 5 segundos de la falla del suministro normal. Se debe cumplir con lo establecido en el artículo 700 parte B, C, D, E de la NOM-001-SEDE-1999. Los circuitos de alumbrado de emergencia deben ir por canalización independiente del alumbrado normal.

La alimentación a luces de obstrucción es considerada como servicio crítico y debe ser alimentado por unidad de energía ininterrumpible y controladas por fotocelda. Las luces de obstrucción deben ser dobles de al menos 1300 lúmenes, operadas por un relevador de transferencia.

Las luminarias deben tener envolventes apropiados para su área de instalación, localización (propósitos generales, a prueba de polvo, a prueba de intemperie, resistentes a la corrosión, a prueba de vapor o a prueba de explosión) en apego a la clasificación de areas indicada en la NOM-001-SEDE-1999 y deben estar localizadas para dar una distribución uniforme de alumbrado, eficiente iluminación y accesibilidad para un mantenimiento seguro y cumplir con las normas aplicables.

Todos las luminarias para áreas clasificadas deben estar protegidas contra daños físicos por una guarda apropiada.

En general los circuitos de alumbrado en áreas de oficina, en plantas de proceso y alumbrado exterior de calles deben ser alimentados desde tableros de alumbrado ubicados en los cuartos de control eléctrico.

El alumbrado de plantas de procesos y exterior de calles debe controlarse por medio de contactor, con selector manual-fuera-automático y fotocelda.

El alumbrado interior en áreas específicas cerradas debe controlarse por medio de apagadores o atenuadores(dimers). El alumbrado interior de pasillos, y sanitarios generales debe controlarse por medio de sensores de presencia.

Deben considerarse tableros de alumbrado inteligentes con monitoreo, puertos de comunicación y control remoto, para que puedan integrarse a un sistema de control digital.

El sistema de alimentación para los tableros de distribución de alumbrado debe ser 3 fases, 4 hilos 220/127 Volts, 60 Hertz, con barras de tierra y neutro independientes.

Las luces de obstrucción deben ser instaladas en los equipos o edificios más altos de la planta.

Los circuitos derivados deben cumplir con los requerimientos de la sección 220-3 de la NOM-001-SEDE-1999.

Los alimentadores e interruptor general para tableros de alumbrado deben ser calculados para suministrar energía a todas las cargas conectadas sin aplicar factores de demanda, mas un 20% adicional para carga futura.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 68 DE 85</b></p>
--	--	---

Los postes de alumbrado de calles deben ser metálicos o de concreto. En caso de solicitarse metálicos deben ser de lamina de fierro de 4.76mm (3/16") mínimo de espesor, galvanizados por inmersión en caliente, con una capa de mordentador, una capa de primario epóxico de 0.05 mm (2 milésimas de pulgada) y acabado epóxico color verde PEMEX de 0.20mm (8 milésimas de pulgada.)

#### **8.12.4 Receptáculos.**

**8.12.4.1 Receptáculos para equipos portátiles dentro de las áreas de proceso.** Los receptáculos para equipos portátiles de alumbrado, herramientas para mantenimiento al equipo de proceso principal y otros servicios, deben instalarse en lugares donde su uso facilite el mantenimiento.

Se deben localizar de manera tal, que cualquier punto de la Planta de proceso, se pueda alcanzar con una extensión de uso rudo o industrial no mayor de 20 metros.

En los equipos de proceso como calentadores, tanques, entre otros, incluyendo las torres de enfriamiento, se deben instalar receptáculos localizados cerca de las entradas hombre, para servicio de mantenimiento.

Los receptáculos deben estar alojados en envoltentes apropiados para el lugar en donde sean instalados.

Los receptáculos instalados en áreas peligrosas (clasificadas), Clase I y II, con sus respectivas divisiones 1 y 2, deben ser a prueba de explosión y tener placa que indique clase, grupo y división con aprobación y certificación.

Todos los receptáculos, deben ser polarizados con puesta a tierra, tensión de operación a 127 Volts y capacidad de 20 amperes.

Los receptáculos deben estar en circuitos independientes, cada uno para un máximo de 8 salidas. Cada circuito debe protegerse con un interruptor automático.

Los receptáculos a prueba de explosión deben tener un dispositivo de desconexión. El conjunto receptáculo - clavija debe tener un seguro que impida que la clavija pueda ser removida cuando el dispositivo de desconexión esté cerrado.

Se deben suministrar cuando menos tres clavijas para los receptáculos instalados en cada planta de proceso.

**8.12.4.2 Receptáculos para soldadoras dentro de las áreas de proceso.** Los receptáculos deben ser localizados estratégicamente dentro de la planta de proceso, y a una distancia entre ellos no mayor de 20 m. El número de receptáculos no debe ser menor de dos. Los receptáculos deben estar alojados en envoltentes apropiadas para el lugar donde sean instalados.

Los receptáculos instalados en áreas peligrosas (clasificadas), Clase I y II, con sus respectivas divisiones 1 y 2, deben ser a prueba de explosión, con tapa embisagrada y tener placa que indique clase, grupo y división con aprobación y certificación.

Todos los receptáculos deben ser de 60A, 480V, trifásicos, polarizados y con puesta a tierra, con interruptor automático integrado.

Deben conectarse tres receptáculos por cada circuito trifásico de 480 Volts, protegidos por un interruptor termomagnético de 225 A, localizado en el CCM.

Por cada planta de proceso, se deben suministrar tres clavijas adecuadas a los receptáculos instalados.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 69 DE 85</b></p>
--	--	---

En cada planta de proceso, se debe considerar el suministro de una salida especial en 480 VCA, para 150 HP, localizada para mantenimiento al equipo principal de proceso.

**8.12.4.3 Receptáculos para el interior de edificios.** Todos los receptáculos monofásicos en interior de edificios deben ser de 127 Volts, 15 Amperes dúplex, polarizados con conexión a tierra y placa no metálica. Su altura de montaje debe ser a 0.3 metros sobre NPT, como mínimo.

Los circuitos deben ser independientes de otros servicios y no deben exceder de 20 amperes.

### **8.13 Sistemas de emergencia.**

#### **8.13.1 Generalidades**

En PEMEX se consideran sistemas de emergencia a aquellos destinados a proveer la energía necesaria para alumbrado, fuerza, control y protección donde la interrupción de la energía eléctrica a las actividades y procesos industriales de la empresa podría producir serios riesgos a la integridad de la vida humana y de la línea de negocios.

La fuente de alimentación para los sistemas eléctricos de emergencia deben ser

- Baterías.
- Grupo generador.
- Fuente de alimentación ininterrumpible.
- Acometida separada.
- Equipo unitario de alumbrado.

Para estos sistemas se debe satisfacer los requerimientos del artículo 700 de la NOM-001-SEDE-1999

La selección del tipo de sistema y los servicios que requieren energía eléctrica de emergencia los debe definir PEMEX en las bases técnicas de licitación, sin embargo la aplicación típica de cada uno de ellos se menciona a continuación.

**8.13.1.1 Sistema de Baterías.** Se emplean para sistemas de alumbrado, tableros y equipos eléctricos en media y alta tensión, mecanismos de cierre y disparo de interruptores, y toda la protección por relevadores del sistema eléctrico.

**8.13.1.2 Grupo generador.** Se utilizan en PEMEX como energía de respaldo para aquellas instalaciones alimentadas por la compañía suministradora y que no cuentan con generación propia, su empleo es para respaldo por ausencia de horas de la fuente de alimentación normal, se aplica para sistemas de alumbrado y sistemas como, sistema de control digital, circuito cerrado de televisión, protección perimetral y detección de intrusos, alarmas sectoriales, detección de humo y fuego, válvulas motorizadas, sistemas de telecomunicaciones, equipos de computo principales.

**8.13.1.3 Fuente de energía ininterrumpible.** Se deben utilizar en PEMEX como fuente principal de energía eléctrica en caso de ausencia de la fuente de alimentación normal o del grupo generador si este existe, para los sistemas prioritarios que en caso de ausencia de la fuente de alimentación normal requieren de energía eléctrica instantánea y en forma ininterrumpida, como son los sistemas de control digital, circuito cerrado de televisión, protección perimetral y detección de intrusos, alarmas sectoriales, detección de humo y fuego, sistemas de telecomunicaciones, equipos de computo principales.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 70 DE 85</b></p>
--	--	---

El tiempo de respaldo típico es de 30 minutos, otros tiempos deben ser requeridos en bases técnicas de licitación.

**8.13.1.4 Acometida separada:** El respaldo mediante una fuente externa adicional puede ser por parte de la compañía suministradora de energía eléctrica, ó de otro organismo de PEMEX, los casos en los que se requiere fuente externa de alimentación son normalmente los siguientes:

- Cuando se tiene generación propia y se requiere respaldo en caso de falla, salida para mantenimiento de la fuente primaria de suministro de energía eléctrica normal, ó para el arranque de una planta ó motor mayor debido a su demanda de carga ó corriente de arranque.
- Cuando se tiene una acometida de la compañía suministradora y se requiere acometida independiente para bombas contra incendio.
- Cuando se tiene una acometida y se requiere otra u otras debido a los casos de excepción contemplados en sección 230-2(a) de la NOM-001-SEDE-1999

**8.13.1.5 Equipo unitario de alumbrado:** Como se define en sección 700-12(f) de la NOM-001-SEDE-1999.

### **8.13.2 Características del Grupo Generador (Plantas de emergencia).**

La planta de emergencia debe ser totalmente automática para entrar en operación por ausencia de tensión de la fuente de energía eléctrica normal, por medio de un tablero de transferencia y que entregue plena carga como máximo en 5 segundos.

La capacidad de la planta de emergencia en operación continua debe determinarse en base al total de la carga en operación conectada mas un 20% de carga futura, la capacidad adicional en emergencia de 10% de que disponen las plantas de emergencia a 2 horas de operación, debe quedar disponible.

Para determinar la capacidad de la planta de emergencia se debe también tener en cuenta la caída de voltaje al arranque del motor mayor conectado, la cual no debe ser mayor a 10%

La capacidad de la planta de emergencia debe ser efectiva a 30° C. de temperatura ambiente promedio y máxima de 40° C., a la altura de instalación en metros sobre nivel del mar, en conjunto así como sus componentes, como motor, radiador generador, y demás, lo cual debe ser demostrado con información técnica y cálculos.

La energía eléctrica para resistencias calefactores de espacio, calentador de agua y cargador automático de baterías será suministrada en forma independiente por PEMEX, y debe ser de las mismas características para estos servicios, 220 volts, 2 fases, 60 HZ.

La ubicación del tablero de transferencia y control debe estar en un cuarto de tableros adyacente.

El área destinada para instalar un equipo de emergencia debe ser un local con suficiente ventilación y con puertas amplias, abatibles hacia el exterior, y con espacio que permita remover el equipo sin interferencia.

La planta de emergencia debe ubicarse en área no clasificada.

Debe instalarse silenciador tipo hospital para desalojar los gases de escape del motor de combustión interna hacia el exterior.

El nivel de ruido no debe ser mayor a 60 decibeles medidos en un radio de 3 metros.

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 71 DE 85</b></p>
--	--	---

#### 8.13.2.1 Características generales del Grupo Generador:

- Ser adecuado para operación en clima tropical húmedo salino, acabado anticorrosivo, para uso en interior nema 2 a prueba de goteo, pintado en color verde PEMEX, aplicación y acabado de acuerdo a normas PEMEX.
- Generador trifásico, 4 hilos, neutro accesible, 60 Hertz, Voltaje de operación 480/277 Volts o 220/127 Volts, según requiera el proyecto.
- Sistema de aislamiento integral de vibración.
- Motor con precalentador de aceite para arranque inmediato.
- Resistencia calefactora de espacio para generador y tablero de transferencia
- Controlador digital del motor ubicado en el conjunto motor generador.
- Controlador digital de la transferencia automática así como medición digital de todos los parámetros eléctricos, ubicados en el tablero de transferencia.
- Puertos de comunicación para permitir el control y medición local y remoto. Se debe proveer el software necesario y las características técnicas de los requerimientos de cableado y PC.
- Interruptor termo magnético principal del generador ubicado en el conjunto motor generador.

#### 8.13.2.2 Características específicas de los componentes principales del Grupo Generador:

##### Motor de combustión interna para generación eléctrica:

- Velocidad angular: 1800 rpm
- Tipo de acoplamiento: Directo con disco flexible
- Tipo de combustible: Diesel (preferentemente)
- Arranque: 24VCD (preferentemente) incluyendo alternador para carga de baterías
- Motor: De 4 tiempos, turbocargado y postenfriado
- HP: mínimos a 1800 rpm: Los necesarios para la capacidad del generador.
- Gobernador: Control de inyección electrónica de combustible controlado por modulo electrónico.

##### Sistema de combustible:

- Bomba de inyección: Tipo rotatoria.
- Filtros: De cartucho tipo reemplazables.
- Protección por sobrevelocidad: Programable y controlada por modulo electrónico.
- Tanque de combustible con capacidad para 8 horas de operación continua en emergencia, integrado a la base de la planta, listado UL, de doble pared, tipo reforzado, lamina cal. 14 mínimo, con acabado anticorrosivo, con válvulas de venteo, purga, indicador de nivel con señal al sistema digital. Se debe solicitar información del consumo de combustible de la planta como conjunto, y la capacidad en litros del tanque propuesto, para efectos de evaluación.

##### Sistema de enfriamiento:

- Radiador Industrial para servicio pesado, diseño para temperatura ambiente 50° C.
- Bomba centrífuga.
- Ventilador.
- Termostato  
Protección por alta temperatura de refrigerante, programable y controlado por modulo electrónico.
- Protección por bajo nivel de refrigerante, programable y controlado por modulo electrónico.
- Cubierta protectora para radiador y ventilador.
- Precalentador eléctrico para arranque automático, alimentación 220vca. 2f, 60 Hz.



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 72 DE 85**

**Sistema de lubricación:**

- Bomba de engranes.
- Enfriador de lubricante enfriado por agua.
- Filtros reemplazables.
- Protección por baja presión de aceite, programable y controlado por modulo electrónico.

**Sistema de aire de admisión:**

- Múltiple de admisión.
- Filtro de aire tipo seco elemento reemplazable, para exteriores (medium duty).

**Sistema de gases de escape.**

- Múltiple de escape
- Silenciador tipo hospital con bridas, y soportes para fijación en techo.
- Tubo flexible de acero sin costura con bridas.
- Tramos rectos de tubo de 3 metros de longitud con bridas y un codo a 90 gr. radio largo con bridas, mínimo para servicio 150 Libras, mismo diámetro del silenciador y tubo flexible.
- Matachispas.
- Empaques y tornillería

**Sistema de arranque y carga.**

- Baterías para trabajo industrial tipo pesado, bajo mantenimiento, con base de acero estructural, incluyendo conductores de conexión cal 2/0 AWG. Mínimo.
- Alternador con regulador automático para carga de baterías, 24V CC 40 Amp. mínimo
- Carga de baterías con planta fuera de operación: por cargador automático de baterías 10 Amp. de salida como mínimo, para mantener en flotación las baterías, alimentación 220V. 2f, 60 Hz. (integrado al tablero de transferencia).
- Motor de arranque de 24 Volts CC.

**Controlador digital del motor:** con señalización audiovisual, (en gabinete nema 2 montado sobre el conjunto motor generador) con al menos las siguientes funciones.

- Desplegado de todas las fallas y mensajes de estado.
- Funciones de la máquina.- voltaje de batería, temperatura de refrigerante, velocidad de la maquina, presión de aceite.
- Datos del generador.- corrientes en cada fase, frecuencia, voltaje del generador, voltaje del generador (línea a línea y línea a neutro en 3 fases), KWH, % rango KW, factor de potencia, KW totales.
- Investigación de datos.- estado operacional.- fecha de arranque inicial del generador, generador operando con carga o sin carga, duración del generador operando, historial de los últimos 4 eventos de pérdida de energía eléctrica, ultima fecha de arranque, numero de días operando, numero de arranques, tiempo operando con carga o sin carga.
- Información del sistema.- voltaje de baterías, rango de KWH del generador, descripción de carga, lugar, número de modelo, secuencia y número de fases, numero de serie, frecuencia del sistema, voltaje del sistema funciones del programa.
- Arranque y operación de maquina.- ajustes de retardo de tiempo, ajustes de disparo.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 73 DE 85

#### Sistema generador.

Generador tipo	Síncrono de CA
Operación	Continua
Velocidad angular	1800rpm.
Tipo de construcción	Sin escobillas
Construcción	NEMA 2 a prueba de goteo /acabado anticorrosivo,
Autoventilado.	
Conexión	Estrella neutro accesible.
Clase de aislamiento	Tipo H, con barniz tropicalizado.
Incremento de temperatura	105 °C continuo / 130 °C en emergencia
Capacidad en servicio continuo	KW / KVA
Capacidad en servicio emergencia	KW / KVA.
Voltaje de generación	480 /277, ó 220/127 Volts.
Regulación de voltaje	2 % máximo de vacío a 100 % de carga
Capacidad de sobrecarga	10%, en 120 minutos
Eficiencia	92.5% mínimo a plena carga
Factor de potencia	0.8
Frecuencia	60 Hz
Regulación de frecuencia	± 1.5 %
Resistencias calefactoras	Alimentación 220 VCA. 2f, 60 Hz.
Tiempo de respuesta	5 segundos para entregar plena carga, ajustable de 1-30 seg.
Interruptor principal	Termomagnético, 3 polos, capacidad en amperes y Corto circuito de acuerdo a la capacidad de la planta de emergencia.
Protección térmica por sobrecarga	Si.
Capacidad de arranque de motores eléctricos	de 200% en KVA.

#### Sistema de transferencia automático.

Gabinete	NEMA 2, a prueba de goteo, acabado anticorrosivo.
Tipo de montaje	Autosoportado (preferentemente).
Tipo de transferencia	Automática y manual.
Voltaje de operación	480 ó 220 VCA, 3 fases
Capacidad	Amperes nominales y densidad de corriente de 800 amp / pulg <sup>2</sup>
Operado por	Interruptores de 3 polos, Amperes, KA de Corto Circuito. Simétricos, en ausencia total y/o variaciones abajo del 70% del voltaje nominal, en cualquier fase
Ajustes de tiempo	De acuerdo a la norma NFPA-110 ó equivalente.
Voltaje de control	24 VCC.
Calibre de lámina	12 en estructuras y 14 en cubiertas, como mínimo.
Modulo de medición	Electrónico con medición de todos los parámetros eléctricos, e indicación de demandas máximas.
Resistencias calefactoras	alimentación 220 VCA. 2f, 60 hz.
el tablero de transferencia e interruptores deben tener una capacidad mínima de corto circuito de acuerdo a la capacidad de la planta de emergencia.	

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 74 DE 85</b></p>
--	--	---

- **Controlador digital de transferencia** (en gabinete NEMA 2 montado en el tablero de transferencia) con al menos las siguientes funciones:
- Desplegados.- accesorios activos, frecuencia (fuentes normal y emergencia), secuencia de fases, modo de programación, disponibilidad de fuentes, posición del interruptor, fallas del sistema, operación de retardos de tiempo, estado del transfer, voltaje (fuentes normal y emergencia)
- Estado operacional.- fecha de arranque del sistema, días de operación, historial de las ultimas 4 transferencia, horas en posición normal y en emergencia, fecha del ultimo arranque, transferencia de interruptor.
- Información del sistema( normal y emergencia).- rangos de operación del interruptor de transferencia, descripción de carga, localización, número de fases y polos, número de serie, frecuencia y voltaje del sistema.

**8.13.3 Características de los componentes principales de Sistemas de energía ininterrumpible.**  
De acuerdo a las bases técnicas de licitación.

**9. RESPONSABILIDADES.**

**9.1 Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales.**

Vigilar que se apliquen los requisitos y recomendaciones de esta NRF, en las actividades de diseño de instalaciones eléctricas en las áreas industriales, sometidas en su mayoría a ambientes peligrosos, húmedos y corrosivos en sus sistemas de fuerza, control, protección, medición, alumbrado y tierras.

**9.2 Subcomité Técnico de Normalización de PEMEX Exploración.**

Establecer comunicación con las áreas usuarias de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales, así como fabricantes y proveedores de materiales y equipos electromecánicos y de servicios, para mantener su contenido y requerimientos actualizados, con el fin de asegurar que el diseño de instalaciones eléctricas en las áreas industriales cumplan con las especificaciones y características requeridas.

**9.3 Fabricantes, Proveedores y Prestadores de Servicio.**

Deben cumplir como mínimo los requerimientos especificados en esta NRF.

**10.- BIBLIOGRAFIA.**

Esta NRF se fundamenta y complementa con las normas ó estándares técnicos que se indican a continuación, todas ellas en su ultima edición.

**LEYES**

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento.

Ley Federal sobre Metrología y Normalización.



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 75 DE 85**

**NORMAS**

<b>API</b>		
RP-2L-1996	Practica recomendada para la planeación, diseño, y construcción de Helipuertos en plataformas fijas costa afuera.	Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Heliports for fixed Offshore Platforms.
RP-14F-1999	Práctica recomendada para el diseño e instalación de sistemas eléctricos para instalaciones petroleras costa afuera fijas y flotantes para áreas no Clasificadas y áreas Clase 1, División 1 y División 2.	Recommended Practice for Desing and Installation of Electric Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class 1, Division 1 and Division 2 Locations.
RP-540-ENGL-1999	Instalaciones eléctricas en plantas de procesamiento de petróleo.	Electrical Installations in Petroleum Processing Plants.
RP-2003		Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents Sixth Edition
<b>ANSI</b>		
C37-46-1981	Especificaciones para fusibles de potencia e interruptores desconectadores de fusibles.	Specifications for power fuses and fuse disconnecting swichtes.
C37-60-1981	Requerimientos estándar para restauradores automáticos aéreos, montados en patines, bóvedas y sumergibles e interruptores para sistemas de CA.	Standard Requirements for Overhead, Pad Mounted, Dry Vault, and Submersible Automatic Circuit Reclosers and Interrupters for AC Systems.
C37-61-1973	Guía para la aplicación, operación y mantenimiento de restauradores de circuitos automáticos.	Guide for the application, operation, and maintenance of automatic circuit reclosers
C37-71-1984	Interruptores trifásicos operados con carga operados manualmente para sistemas de corriente alterna.	Three-phase, manually operated subsurface load-interrupting switches for alternating-current systems.
C50-10-1990	Maquinas sincronas para maquinaria eléctrica rotatoria	For Rotating Electrical Machinery Synchronous Machines.
C50-12-1992	Requerimientos para generadores síncronos de polos salientes y motor-generator para aplicaciones de turbinas hidráulicas.	Requeriments for Salient-pole synchronous generators and generator/motors for hudraulic turbine applications.
C50-13-1989	Generadores síncronos de rotor cilíndrico.	Cylindrical-Rotor Synchronous Generators.
C50-14-1997	Requerimientos para generadores síncronos de rotor cilíndrico accionados por turbinas de combustión de gas.	Requeriments for Combustion Gas Turbine Driven Cylindrical Rotor Synchronous Generators.
C57.12.10-1997	Requerimientos de seguridad para transformadores de 230 KV. E inferiores de 833/958 A 8333/10417 KVA, monofásicos, y 750/862 a 60000/80000/100000 KVA, trifásico sin cambiador de taps bajo carga; y 3750/4687 a 60000/80000/100000 KVA con cambiado de taps bajo carga.	For Transformers 230 KV and Below 833/958 through 8333/10417 Kva, Single-Phase, and 750/862 through 60000/80000/100000 Kva, Three-Phase Without Load Tap Changing; and 3750/4687 through 60000/80000/100000 Kva With Load Tap Changing Safety Requirements.
C57.12.51-1981	Requerimientos para transformadores de potencia tipo seco ventilados, de 501 KVA y mayores, trifásicos de 601 a 34500 Volts en el lado de alta y de 208/120 a	Requirements for ventilated dry-type power transformes, 501 Kva and larger, three-phase, with



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 76 DE 85**

	4160 Volts en baja.	high-voltage 601 to 34500 volts, low-voltage 208Y/120 to 4160 volts.
C37-121-1989	Requerimientos para interruptores de Subestaciones unitarias.	For Switchgear Unit Substation Requirements.
<b>ASTM</b>		
A.53		
B 152/B 152M-00	Especificación estándar para hojas, cintas, placas y barras roladas de cobre.	Standard Specification for Copper Sheet, Strip, Plate, and Rolled Bar.
B3-95	Especificación estándar para conductores de cobre suave o destemplado.	Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire.
B8-99	Especificación estándar para conductores de cobre duros, dureza media y suaves de capa trenzada concéntrica.	Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft.
B496	Especificación estándar para conductores de cobre compacto redondo de capa trenzada concéntrica.	Standard Specification for Compact Round Concentry-Lay-Stranded Copper Conductors.
<b>IEEE Std.</b>		
C2-1997	Código Nacional de Seguridad Eléctrica.	National Electrical Safety Code
C37.20.2-1993		Standard for Metal-Clad and Station-Type Cubicle Switchgear.
C37.60-1981	Requerimientos estándar para Interruptores y restauradores de fallas en sistemas de CA, automáticos, sumergible, montados en patín, aéreos y en bóvedas secas.	Standard Requirements for Overhead, Pad Mounted, Dry Vault, and Submersible Automatic Circuit Reclosers and Fault Interrupters for AC Systems.
C37.96-2000	Guía para la protección de motores de CA.	Guide for AC Motor Protection.
C37.99-2000	Guía para la protección de bancos de capacitores en paralelo	Guide for the Protection of Shunt Capacitor Banks.
C37.101-1993	Guía para la protección a tierra de generadores.	Guide for Generator Ground Protection.
C37.102-1995	Guía para la protección de generadores de CA.	Guide for AC Generator Protection.
C37.110-1996	Guía para la aplicación de transformadores de corriente utilizados para propósito de protección por relevadores.	Guide for the Application of Current Transformers Used for Protective Relaying Purposes.
C37.113-1999	Guía para la aplicación de relevadores de protección a Líneas de Transmisión.	Guide for Protective Relay Applicatios to Transmission Lines.
C57.13-1993	Requerimientos estándar para Transformadores de instrumentos	Standard Requirements for Instrument Transformers.
C57.91-1995	Guía para el cargado de Transformadores inmerso en aceite mineral	Guide for Loading Mineral-Oil-Immersed Transformres.
C57-110-1998	Práctica recomendada para establecer la capacidad de transformadores cuando alimentan corriente de carga no sinusoidal.	Recommended Practice for Establishing Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents.
C-62-11-1999	Estándar para apartarrayos de oxido metálico para circuitos de potencia de AC, (> 1KV.)	Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits (>1 kv)



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 77 DE 85**

C62.22-1997	Guía para la aplicación de apartarrayos de oxido metálico para sistemas de corriente alterna.	Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems.
C62-22-1-1996	Guía para la conexión de apartarrayos para protección de aislamiento de sistemas de conductores de potencia eléctrica con pantalla.	Guide for the connection of Surge Arresters to protect Insulated, Shielded Electric Power Cable Systems.
C62-92-2-1989	Guía para la aplicación del aterrizamiento del neutro en instalaciones eléctricas parte II Aterrizamiento de sistemas de generadores síncronos.	Guide for the Application of Neutral Grounding in Electric Utility Systems Part II-Grounding of Synchronous Generator Systems.
18-1992	Estándar para capacitores de potencia en paralelo.	Standard for Shunt Power Capacitors.
80-2000	Guía de seguridad en el aterrizamiento de Subestaciones de CA.	Guide of Safety in AC Substation Grounding.
81-1983	Guía para la medición de la resistividad del terreno. Impedancia de tierra y potenciales de superficie de tierra de un sistema de tierra.	Guide for Measuring Earth Resistivity. Ground Impedance, and, Earth Surface Potentials of a Ground System.
115-1995	Guía para el procedimiento de pruebas de máquinas síncronas.	Guide: Test Procedures for Synchronous Machines.
141-1993	Práctica recomendada para distribución eléctrica de potencia en plantas industriales.	Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants.
142-1991	Práctica recomendada para aterrizamiento de sistemas de potencia industriales y comerciales.	Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
242-1986	Práctica recomendada para protección y coordinación de sistemas de potencia industriales y comerciales.	Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems.
446-1995	Sistemas de fuerza de emergencia y reserva para aplicaciones industriales y comerciales.	Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications.
519-1992	Requerimientos y Practicas recomendadas para el control de armónicas en sistemas eléctricos de potencia.	Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems.
739-1995	Administración de la energía en instalaciones industriales y comerciales.	Energy Management in Industrial and Commercial Facilities.
824-1994	Estándar para capacitores serie en sistemas de potencia.	Standard for Series Capacitors in Power Systems.
979-1994	Guía para la protección contra-incendio de subestaciones.	Guide for Substations Fire Protection.
980-1994	Guía para la contención y el control de derrames de aceite en subestaciones.	Guide for Containment and Control of Oil Spills un Substations.
998-1996	Guía para el blindaje de Subestaciones contra el impacto directo de rayos.	Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations.
1036-1992	Guía para la aplicación de capacitores de potencia en paralelo.	Guide for Application of Shunt Power Capacitors
1127-1998	Guía para el diseño, construcción y operación de Subestaciones eléctricas de potencia para aceptación de la comunidad y compatibilidad con el medio ambiente.	Guide for Desing, Construction, and Operation of Electric Power Substation for Community Acceptance and Environmental Compatibility
1243-1997	Guía para mejorar el comportamiento contra descargas atmosféricas de líneas de Transmisión.	Guide for Improving the Lightning Performance of



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 78 DE 85**

		Transmission Lines
1402-2000	Guía para la seguridad física y electrónica para Subestaciones eléctricas de potencia.	Guide for Electric Power Substation Physical and Electronic Security.
1410-1997	Guía para mejorar el comportamiento de líneas eléctricas aéreas de distribución por descargas atmosféricas.	Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines.
<b>NEMA</b>		
CP-1-2000	Capacitores en paralelo.	Shunt Capacitors
ICS-1-2000	Control industrial y requerimientos generales del sistema.	Industrial Control and Systems General Requirements
ICS-2-2000	Control industrial y controladores de sistemas, contactores, y relevadores de sobrecarga para 600 volts.	Industrial Control and Systems Controllers, Contactors, and Overload Relays Rated 600 Volts
ICS-3-1993	Control industrial y sistemas incorporados ensamblados en fábrica.	Industrial Control and Systems Factory Built Assemblies R(2000)
PB-2-1995	Tableros de distribución de frente muerto	Deadfront Distribution Switchboards
FG-1-1993		Fiberglass Cable Tray Systems Revision No.1 - November 1994
MG-1-1998	Motores y Generadores.	Motors and Generators.
ANSI/NEMA 250	Gabinetes para equipo eléctrico (1000 volts máximo)	Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
WC-7-1991 (ICEA-S-66-524)	Conductor y alambre aislados con polietileno termoajustado de cadena cruzada y conductor para transmisión y distribución de energía eléctrica.	Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy
WC-8-1991 (ICEA-S-68-516)	Conductor y alambre aislado con caucho de etileno - polietileno para la transmisión y distribución de energía eléctrica.	Ethylene-Polyethylene-Rubber-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy
<b>NFPA</b>		
FPH SECCION 3-4-ENGL	Fuentes de energía de emergencia y reserva.	Emergency and Standby Power Supplies.
70E-ENGL-2000	Requerimientos estándar para seguridad eléctrica para lugares de trabajo.	Standard for Electric Safety Requirements for Employee Workplaces.
101-ENGL-2000	Código de seguridad de la vida.	Life Safety Code
110-ENGL-1999	Estándar para sistemas de fuerza de emergencia y reserva.	Standard for Emergency and Standby Power Systems
780-1997	Estándar para la instalación de sistemas de protección contra descargas atmosféricas.	Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

**LABORATORIO CERTIFICADO**

UL Underwriter Laboratories

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b>	<b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b>  <b>Rev.: 0</b>  <b>PÁGINA 79 DE 85</b>
--	---	--

**11.- CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.**

Esta NRF concuerda parcialmente con la norma internacional IEC-34-1 en el capítulo que se refiere a selección de motores eléctricos y generadores **sincronos**.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 80 DE 85

12. ANEXOS

## ANEXO "A"

### ESPACIAMIENTO ENTRE TUBERÍAS CONDUIT AÉREAS.

Diámetro de tubo conduit en mm									
$\phi$	13	19	25	32	38	51	64	76	102
13	40	62	65	72	77	82	95	104	116
19	62	65	68	75	80	84	98	106	118
25	65	68	70	78	82	90	100	108	122
32	72	75	78	82	86	94	104	112	126
38	77	80	82	86	90	98	110	116	130
51	82	84	90	94	98	102	115	122	135
64	95	98	100	104	110	115	128	134	148
76	104	106	108	112	116	122	134	142	156
102	116	118	122	126	130	135	148	156	180

## ANEXO "B"

### ESPACIAMIENTO ENTRE TUBERÍAS CONDUIT SUBTERRÁNEOS EN BANCO DE DUCTOS.

CONDUIT DIAM. mm	Distancia entre centro de los 2 tubos conduits de diámetros mayores adyacentes en hileras o columnas (CENTRO A CENTRO EN mm.)						Distancia entre el centro del tubo conduit de diámetro mayor y el borde del banco de ductos.
	25	38	51	76	102	152	Mm
25	100	100	100	120	120	160	100
38	100	100	100	120	1550	160	100
51	100	100	120	120	150	160	100
76	120	120	120	150	160	200	120
102	120	150	150	160	160	200	150
152	160	160	160	200	200	250	150

 <p><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b></p>	<p><b>DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES</b></p>	<p><b>No. DE DOCUMENTO NRF-048-PEMEX-2003</b></p> <p><b>Rev.: 0</b></p> <p><b>PÁGINA 81 DE 85</b></p>
--	--	---

## **ANEXO "C"**

### **SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA EN TABLEROS Y CCM'S**

**FILOSOFÍA DE OPERACIÓN PARA "SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA" EN CCM'S, (4.16 KV, 480 Y 220 V, SE INCLUYE A TABLEROS EN 13.8 KV CON INTERRUPTOR DE ENLACE).**

#### **ESPECIFICACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE CCM'S.**

- 1.- La operación del sistema de transferencia podrá hacerse en forma manual o automática.
- 2.- Estando los dos alimentadores energizados normalmente, el interruptor de enlace debe permanecer abierto y los dos interruptores principales cerrados.
- 3.- Con el selector de operación del "Sistema de Transferencia Automática" en posición "AUTO":
  - a).- Se debe cumplir con lo indicado en el punto N° 2.
  - b).- Al ocurrir una falla ó existir ausencia de tensión en uno de los alimentadores y después de transcurrido un tiempo determinado, debe abrir el interruptor principal y cerrar el interruptor de enlace.
  - c).- El interruptor de enlace no debe cerrar si el disparo del interruptor principal fue por sobrecorriente o corto circuito.
  - d).- El sistema no se debe restablecer en forma automática al energizarse nuevamente el alimentador fallado.
  - e).- Estando el interruptor de enlace cerrado y un solo interruptor principal cerrado, no debe operar la protección por ausencia de voltaje sobre este interruptor principal; aunque si debe abrirse por la operación de protección por sobrecorriente o corto circuito.
- 4.- Con el selector de operación del "Sistema de Transferencia Automática" en posición "MANUAL"
  - a).- Al restablecerse la energía en el alimentador fallado, solo podrá normalizarse el sistema cambiando el selector a posición "Manual" y cerrar primeramente el interruptor principal del alimentador fallado y posteriormente abrir el interruptor de enlace.
  - b).- A fin de poder efectuar libranza para revisión y mantenimiento en cualquiera de los interruptores principales, debe cumplirse la siguiente secuencia:
    - 1°.- Cerrar el interruptor de enlace sin que se dispare ningún interruptor principal.
    - 2°.- Abrir cualquiera de los interruptores principales. La protección por sobrecorriente y corto circuito queda activa.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES

No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003

Rev.: 0

PÁGINA 82 DE 85

## Anexo "D"

### Pruebas de Campo

#### VALORES DE ACEPTACIÓN DE PRUEBAS EN CAMPO

PRUEBA	EQUIPO	ELEMENTO A PROBAR	POSICIÓN	TENSIÓN DE OPERACIÓN	TIEMPO DE PRUEBA	TENSIÓN DE PRUEBA (V.C.D.)	VALORES ACEPTABLES
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	ROTATORIO	AISLAMIENTO DE DEVANADOS		HASTA 600	10 min	1000	I.A. $\geq$ 1.4 I.P. $\geq$ 3.0
	601 – 5000			2500			
> 5000	5000						
	TRANSFORMADORES	AISLAMIENTO DE DEVANADOS		HASTA 600	1 A 10 min	1000	$RA = \frac{CV}{\sqrt{kVA}}$
	601 – 5000			2500			
	> 5000			5000			
<p><b>RA:</b> Valor mínimo recomendado para la resistencia de aislamiento durante un minuto  <b>C:</b> Constante  <b>V:</b> Tensión de fase a fase para devanados conectados en delta y tensión de fase a neutro para devanados conectados en estrella.  <b>KVA:</b> Rango del transformador en KVA            Valores de C @ 20° para transformadores a 60 Hz:            En aceite C = 1.5            Tipo Seco C = 30</p>							
INTERRUPTORES DE POTENCIA	AISLAMIENTO	CERRADO ABIERTO		HASTA 600	1 min	1000	250 MEGAOHMS/Kv 300 MEGAOHMS / Kv
				601 – 5000		2500	
				> 5000		5000	
TRANSFORMADORES DE MEDICIÓN Y CONTROL	AISLAMIENTO DE DEVANADOS			HASTA 600	1 min	1000	30 MEGAOHMS / Kv A 20° C
				601 – 5000		2500	
				> 5000		5000	
APARTARRAYOS	AISLAMIENTO			TODOS	1 min	5000	40 MEGAOHMS / Kv
CONDUCTORES DE ENERGÍA (M.T.)	AISLAMIENTO	DESCONECTADO		TODOS	10 min	5000	40 MEGAOHMS / Kv
CONDUCTORES EN BAJA TENSIÓN	AISLAMIENTO	DESCONECTADO		HASTA 600	1 min	1000	24 MEGAOHMS / Kv
BUSES	AISLAMIENTO			HASTA 600	1 min	1000	40 MEGAOHMS / Kv
				601 – 5000		2500	
				> 5000		5000	
CAPACITORES	AISLAMIENTO			TODOS	1 min	5000	40 MEGAOHMS / Kv
CUCHILLAS SECCIONADORAS	AISLAMIENTO			TODOS	1 min	5000	40 MEGAOHMS / Kv



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 83 DE 85**

**VALORES DE ACEPTACIÓN DE PRUEBAS EN CAMPO**

PRUEBA	EQUIPO	ELEMENTO A PROBAR	TENSIÓN DE OPERACIÓN	MÉTODO DE PRUEBA	TENSIÓN DE PRUEBA	VALORES ACEPTABLES
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN	TRANSFORMADORES DE POTENCIA, DISTRIBUCIÓN Y ALUMBRADO	DEVANADOS	TODOS	COMPARACIÓN	8 VCA	0.5 % DE DIFERENCIA MÁXIMA AL TEÓRICO
RESISTENCIA ÓHMICA	TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCIÓN	DEVANADOS	TODOS			MISMO VALOR QUE EL OBTENIDO EN FÁBRICA
	RED DE TIERRAS	ELECTRODOS Y MALLA				RED ELÉCTRICA 5 OHM S.S.C.D.(LA ESPECIFICADA POR EL FABRICANTE)
	EQUIPO ROTATORIO	DEVANADOS	TODOS			MISMO VALOR QUE EL OBTENIDO EN FÁBRICA
	INTERRUPTORES DE POTENCIA	CONTACTOS CERRADOS	TODOS			SE DEBERÁ OBTENER UN VALOR IGUAL O MENOR QUE EL RESULTADO DE LA SIGUIENTE FÓRMULA:  $\frac{180000}{I_1(\% \text{ DEL INTERRUPTOR})} = \text{MICROOHMS}$

**VALORES DE ACEPTACIÓN DE PRUEBAS EN CAMPO**

PRUEBA	EQUIPO	ELEMENTO A PROBAR	POSICIÓN	TENSIÓN DE OPERACIÓN	TIEMPO DE PRUEBA	TENSIÓN DE PRUEBA	VALORES ACEPTABLES
FACTOR DE POTENCIA	ROTATORIO	AISLAMIENTO DE DEVANADOS		4.16 Y 13.8 kV		TENSIÓN DE LÍNEA A TIERRA	≤ 6 %
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	AISLAMIENTO DE DEVANADOS		≥ 4.16 kV		≥ 2500 VCA	≤ 0.5 %
	APARTARRAYOS	AISLAMIENTO		TODOS		≥ 2500 VCA	SIMILARES ENTRE EQUIPO SIMILAR
	BOQUILLAS	AISLAMIENTO	MONTADAS O SOLAS	115 kV 230 kV	COLLAR CALIENTE	≥ 2500 VCA	SIMILARES ENTRE EQUIPO SIMILAR
	ACEITES AISLANTES	MUESTRA		TODOS		≥ 2500 VCA	≤ 0.5 % 20° C



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 84 DE 85**

**VALORES DE ACEPTACIÓN DE PRUEBAS EN CAMPO**

PRUEBA	EQUIPO / MATERIAL	ELEMENTO	POSICIÓN	TENSIÓN DE OPERACIÓN	OBSERVACIÓN
DETECCIÓN DE PUNTOS CALIENTES (POSTERIOR A LA PUESTA EN SERVICIO)	TABLEROS EN GENERAL	TODA CONEXIÓN	CON CARGA	TODOS	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (ENTRE FASES NO MAYOR AL 10%)
	CONDUCTORES DE ENERGÍA	EMPALMES	CON CARGA	TODOS	

PRUEBA	EQUIPO	ELEMENTO	TIPO	VALORES ACEPTABLES	TEMPERATURA
DENSIDAD	BANCO DE BATERÍAS	CELDA	NÍQUEL-CADMIO	DE ACUERDO A FABRICANTE	AMBIENTE
VOLTAJE					
IGUALACIÓN	CARGADOR	CONJUNTO	NÍQUEL-CADMIO	1.55 V/CELDA	
FLOTACIÓN			NÍQUEL-CADMIO	1.41 V/CELDA	
DESCARGA	BANCO DE BATERÍAS	BANCO DE BATERÍAS	NÍQUEL-CADMIO	CUMPLIR CON LA CURVA DEL FABRICANTE	

**VALORES DE ACEPTACIÓN DE PRUEBAS EN CAMPO**

PRUEBA	EQUIPO / MATERIAL	ELEMENTO	POSICIÓN	TENSIÓN DE OPERACIÓN	MÉTODO DE PRUEBA	TENSIÓN DE PRUEBA	VALORES ACEPTABLES	TEMPERATURA
SIMULTANEIDAD (SINCRONISMO DE POLOS)	INTERRUPTOR	CONJUNTO DE CONTACTOS	CIERRE APERTURA	≥ 13.8 KV	COMPARACIÓN		½ CICLO DE DIFERENCIA	
HUMEDAD				TODOS			10 PPM	
RIGIDEZ DIELECTRICA				HASTA 69 KV 115 KV Y MAYOR	ASTM-D877	3 KV / segundo	35 KV (Promedio de cinco pruebas a la misma muestra) 40 KV	20° C
COLOR		MUESTRA DE ACEITE		TODOS	ASTM-D1500		≤ 1.00	
NEUTRALIZACIÓN O ACIDEZ				TODOS	ASTM-D974		≤ 0.025 mg – KOH / gm	
TENSIÓN INTERFACIAL				TODOS	ASTM-D971		≥ 35 DINA / CM	



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN  
DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN PLANTAS  
INDUSTRIALES**

**No. DE DOCUMENTO  
NRF-048-PEMEX-2003**

**Rev.: 0**

**PÁGINA 85 DE 85**

**VALORES DE ACEPTACIÓN DE PRUEBAS EN CAMPO**

PRUEBA	EQUIPO / MATERIAL	ELEMENTO A PROBAR	TENSIÓN DE OPERACIÓN	TENSIÓN DE PRUEBA (V.C.D)	TIEMPO DE PRUEBA	VALORES ACEPTABLES
DESCARGAS PARCIALES	ROTATORIO	DEVANADOS	13.8 kV	TENSIÓN NOMINAL		≤ 10 000 p C
POTENCIAL APLICADO	TABLEROS E INTERRUPTORES	AISLAMIENTO	4.16 kV	20.2 kV	1 min	CORRIENTE DE FUGA ESTABLE O TENDIENDO A DECRECER
			13.8 kV	37.5 kV	1 min	
	CONDUCTORES DE ENERGÍA (M.T.)	AISLAMIENTO **	4.16 kV	25 kV	10 min *	
			13.8 kV	65 kV	10 min *	
VIBRACIÓN	ROTATORIO	MOTORES Y GENERADORES	TODOS			Rpm
						3000 y mayor: 25 μ m (0.001") (PICO A PICO)
						1500-2999: 50 μ m (0.002") (PICO A PICO)
						1000-1499: 62.5 μ m (0.0025") (PICO A PICO)
						999 Y MENORES: 75 μ m (0.003") (PICO A PICO)

\* 5 minutos para llegar a la tensión de prueba del cable (V.C.D.)

\* 5 minutos sostenidos en la tensión de prueba del cable (V.C.D.)

\*\* Considerar cables con 133% de nivel de aislamiento

# ANEXO "E"

## Factor de Servicio Para Motores

### Factor de Servicio

Hp	Velocidad Síncrona , RPM							
	3600	1800	1200	900	720	600	514	
1/20	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...	...	Motores Pequeños
1/12	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...	...	
1/8	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...	...	
1/6	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...	...	
1/4	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...	...	
1/3	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...	...	Motores Medianos
1/2	1.25	1.25	1.25	1.15*	...	...	...	
3/4	1.25	1.25	1.15*	1.15*	...	...	...	
1	1.25	1.15*	1.15*	1.15*	...	...	...	
1-1/2-125	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	
150	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	...	
200	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	...	...	
250	1.0	1.15*	1.15*	1.15*	...	...	...	
300	1.0	1.15*	1.15*	...	...	...	...	
350	1.0	1.15*	1.15*	...	...	...	...	
400	1.0	1.15*	...	...	...	...	...	
450	1.0	1.15*	...	...	...	...	...	
500	1.0	1.15*	...	...	...	...	...	

\*En el caso de motores polifásicos jaula de ardilla, estos factores de servicio sólo se aplican a Motores con Diseño NEMA A, B, C y E.