

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

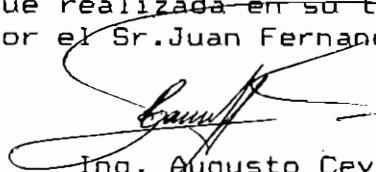
INSTALACIONES ELECTRICAS
EN AREAS CON ATMOSFERAS
EXPLOSIVAS

Juan Fernando Pazmiño Quinia

TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICO
ESPECIALIDAD: SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

Quito, marzo de 1992

Certifico que la presente Tesis,
fue realizada en su totalidad
por el Sr. Juan Fernando Pazmiño.



Ing. Augusto Cevallos
DIRECTOR DE TESIS

A mis seres queridos

Agradecimiento:

Al señor ingeniero Augusto Cevallos.
A PETROECUADOR y a todos quienes hicieron posible la realización del presente trabajo.

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
CAPITULO I	1
1.1 Premisa	1
1.2 Propósito	1
1.3 Alcance	2
1.4 Definiciones Fundamentales	3
1.5 Sustancias Inflamables	5
1.6 Grupos de Mezclas	6
1.7 Fuentes de Ignición	9
CAPITULO II	11
GUIA PARA LA SEGURIDAD EN AREAS CON PROCESOS PELIGROSOS O CON ATMOSFERAS EXPLOSIVAS.	
2.1 Factores que determinan el Grado de Peligrosidad.	11
2.2 Principios de Prevención de Explosiones e Incendios.	12
2.2.1 Uso de Dispositivos que no Chispean.	13
2.2.2 Equipo intrínsecamente seguro.	13
2.2.3 Sistemas a Presión	14
2.2.4 Blindajes a Prueba de Explosión.	15
2.2.5 Consideraciones Generales.	16
2.3 Evaluación de Técnicas de Seguridad Industrial.	19
2.3.1 Objetivos de la Seguridad Industrial.	19
2.3.2 Métodos Educativos y Adiestramiento de Seguridad.	20

	<u>Página</u>
2.3.3	Análisis de Riesgos en el Trabajo. 22
2.3.4	Normativo para Supervisores. 30
2.3.5	Disposiciones Generales de Seguridad para trabajar en Frío y en Caliente. 31
2.3.6	Señales de Seguridad. 34
2.3.7	Normas a seguirse en caso de Incendios y/o Explosiones. 35
2.4	Seguridad en las Instalaciones Eléctricas. 37
2.4.1	Riesgos de Electrocutación. 37
2.4.2	Normas de Seguridad para Trabajos con Ener- gía Eléctrica. 43
	CAPITULO III 53
	CLASIFICACION DE AREAS CON ATMOSFERAS EX- PLOSIVAS.
3.1	Según el tipo de Material Inflamable y Gra- do de Peligrosidad. 53
3.1.1	Areas de la Clase I. 53
3.1.2	Areas de la Clase II. 57
3.1.3	Areas de la Clase III. 59
3.2	Según Pruebas en Equipos e Instalaciones. 60
3.3	Procedimiento para Clasificación de Areas. 63
3.4	Extensión del Area Clasificada. 66
	CAPITULO IV 93
	CRITERIOS DE DISEÑO ELECTRICO.
4.1	Antecedentes y Estudio de la Demanda. 93
4.1.1	Antecedentes. 93

	<u>Página</u>
4.1.2 Estudio de la Demanda.	96
4.2 Sistema de Iluminación.	(97)
4.3 Sistema de Fuerza.	102
4.3.1 Circuitos de Tomacorrientes.	102
4.3.2 Salidas Especiales.	102
4.4 Alimentadores, Tableros y Subtableros de Distribución.	104
4.4.1 Alimentadores.	104
4.4.2 Subtableros y Tableros de Distribución	108
4.5 Centro de Transformación, Acometida en Alta Tensión y Sistema de Emergencia.	116
4.5.1 Centro de Transformación y Acometida en Al- ta Tensión.	116
4.5.2 Sistema de Emergencia.	119
4.6 Sistema de Puesta a Tierra y Protección contra Descargas Atmosféricas.	120
 CAPITULO V	 129
 INSTALACIONES ELECTRICAS EN AREAS CON AT- MOSFERAS EXPLOSIVAS.	
5.1 Precauciones y Selección del Equipo.	129
5.1.1 Precauciones.	129
5.1.2 Selección del Equipo.	133
5.2 Instalaciones Eléctricas en Areas Clase I.	137
5.2.1 Motores y Generadores.	137
5.2.2 Medidores, Instrumentos en general y Relés.	139
5.2.3 Interruptores, Disyuntores, Controladores	141

de Motor y Fusibles.	
5.2.4 Transformadores y Resistencias de Mando.	143
5.2.5 Aparatos de Alumbrado.	144
5.2.6 Métodos de Alambrado Eléctrico.	146
5.2.7 Cordones Flexibles, Aislamiento de Conduc- tores y Enchufes y Tomacorrientes.	148
5.2.8 Sellamiento y Drenaje.	149
5.2.9 Partes Vivas, Conexiones a Tierra y Contra Descargas Atmosféricas.	154
5.3 Instalaciones Eléctricas en Areas Clase II.	155
5.3.1 Motores y Generadores.	155
5.3.2 Interruptores, Disyuntores, Controladores de Motor y Fusibles.	156
5.3.3 Transformadores y Resistencias de Mando.	158
5.3.4 Aparatos de Alumbrado.	159
5.3.5 Métodos de Alambrado Eléctrico.	161
5.3.6 Cordones Flexibles y Enchufes y Tomaco- rrientes.	162
5.3.7 Sellamiento.	163
5.3.8 Tubería de Ventilación.	164
5.3.9 Partes Vivas, Conexiones a Tierra y Contra Descargas Atmosféricas.	165
5.4 Instalaciones Eléctricas en Areas Clase III.	165
5.4.1 Motores y Generadores.	166
5.4.2 Montacargas, Grúas y Equipo Eléctrico simi- lar.	166
5.4.3 Interruptores, Disyuntores, Controladores de Motor y Fusibles.	167

	<u>Página</u>
5.4.4 Resistencias y Transformadores de Mando.	168
5.4.5 Aparatos de Alumbrado.	168
5.4.6 Métodos de Alambrado Eléctrico.	169
5.4.7 Cordones Flexibles y Enchufes y Tomacorrientes.	169
5.4.8 Tubería de Ventilación.	170
5.4.9 Partes Vivas, Conexiones a Tierra y Contra Descargas Atmosféricas.	171
5.4.10 Baterías.	171
5.5 Disposiciones Generales.	171
 CAPITULO VI	 174
PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO	
6.1 Generalidades.	174
6.2 Requisitos para el Mantenimiento.	175
6.3 Circuitos Eléctricos.	178
6.4 Equipo Eléctrico y Accesorios.	179
6.4.1 Transformadores.	180
6.4.2 Motores y Generadores.	183
6.4.3 Dispositivos de Control y Protección.	186
6.4.4 Aparatos de Alumbrado.	192
 CAPITULO VII	 194
APLICACION PRACTICA A LA PLANTA DE GAS DE EL BEATERIO.	
7.1 Antecedentes.	194
7.1.1 Gas Licuado de Petróleo GLP.	194
7.1.2 Distribución de Areas.	195

	<u>Página</u>
7.2	Evaluación del Sistema Eléctrico Actual. 199
7.3	Clasificación de Areas. 236
7.4	Diagnóstico de las Actuales Condiciones de Operación. 253
7.5	Selección de Equipos y Accesorios del Sistema. 269
7.6	Seguridad del Sistema Eléctrico. 279
7.7	Mantenimiento del Sistema Eléctrico. 280
7.8	Recomendaciones al Sistema Eléctrico existente. 281
	CAPITULO VIII 283
8.1	Conclusiones y Recomendaciones. 283
8.2	Bibliografía. 285
8.3	Anexos. 289

C A P I T U L O I

1.1.- PREMISA .-

Este trabajo está hecho para proporcionar la información suficiente sobre la clasificación de áreas de acuerdo al grado de peligrosidad en lugares en los cuales existen ó pueden existir mezclas atmosféricas inflamables, muy común en las plantas de procesos industriales, con el fin de proporcionar la seguridad necesaria en las instalaciones eléctricas, para prevenir accidentes de esta índole y por tanto evitar pérdidas consecuentes. En tal razón, la naturaleza del mismo, es de carácter descriptivo.

Las disposiciones y normativos que se presentan, serán una herramienta fundamental para el ingeniero encargado de la planificación, construcción, seguridad y mantenimiento del sistema eléctrico de plantas industriales en las cuales se manejen sustancias inflamables.

1.2.- PROPOSITO .-

- Con el firme deseo de aportar positivamente al desarrollo tecnológico del país y en especial a un campo estratégico de la economía nacional, cual es el sector de la Industria Petrolera; se pone a consideración el siguiente trabajo, de tal manera que ayude a construir y mantener sistemas eléctricos de este tipo de instalaciones en las mejores condiciones de operación y garanticen un alto grado de seguridad y confiabilidad.

- Analizar las condiciones actuales de operación y estudiar las instalaciones eléctricas de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas de el Beaterio y a la vez presentar un diagnóstico de las mismas.
- Poner a disposición de docentes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y en general de quienes requieran esta información, un material de consulta sobre Instalaciones eléctricas en áreas con atmósferas explosivas.
- Permitir que la Facultad de Ingeniería Eléctrica colabore en la solución de los problemas nacionales.

1.3.- ALCANCE .-

Respondiendo a la imperiosa necesidad de la Industria Nacional y con la finalidad de aportar a la comprensión y solución de problemas concernientes al diseño, seguridad y mantenimiento del sistema eléctrico en áreas con atmósferas explosivas, que en el caso de explosión o incendio acarrearía impredecibles consecuencias, con pérdida de recursos humanos y económicos; razón por la cual se ha propuesto realizar la presente investigación, la que en el aspecto teórico presenta el análisis de los elementos que pueden producir explosión e incendio en las áreas antes mencionadas, por lo que se deduce la importancia del estudio de su clasificación, para tomar de esta manera los parámetros correspondientes para el diseño, la seguridad y el mantenimiento del sistema eléctrico de las mismas. Cabe anotar que la parte práctica

del presente trabajo se ha dirigido hacia el almacenamiento y distribución de gas, específicamente de el Beaterio, ya que este tipo de instalaciones representan un grado de peligrosidad significativo en el contexto de la Industria Petrolera. Tanto el diseño, seguridad y mantenimiento está basado en códigos y regulaciones internacionales y en experiencias en áreas con atmósferas explosivas.

1.4.- DEFINICIONES FUNDAMENTALES .-

- ACOMETIDA.- Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía eléctrica del sistema de suministro hacia la instalación eléctrica servida.
- AJUSTES.- Son aquellos accesorios, como contratueras, conectores, uniones, mangos y otras partes de la instalación eléctrica, cuyo propósito principal es realizar una función más bien de índole mecánico que eléctrico.
- APROBADO.- Aceptado para ser instalado en una área específica bajo el estricto cumplimiento de normas y códigos establecidos para este fin.
- ASKAREL.- Líquido sintético aislante no inflamable, que cuando se descompone con el arco eléctrico produce únicamente gases no explosivos.
- CIRCUITO PRINCIPAL.- Es la parte de la instalación eléctrica que alimenta a los centros de carga ó subtableros de distribución.

- CIRCUITO DERIVADO.- Es la parte de la instalación eléctrica que va del dispositivo protector a las cargas.
- DISYUNTOR.- Es un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos, y para abrir automáticamente el circuito bajo una corriente predeterminada.
- ELECTROCUCION.- Producción de lesiones en el cuerpo humano, debido a descargas eléctricas (quemaduras, calambres, fibrilación ventricular).
- EXPLOSION, A PRUEBA DE.- Construido de tal forma que resista la explosión que pueda producirse al interior por un gas ó vapor determinado ó cuando exista dicho vapor ó gas en el exterior, evitar su inflamación o explosión en su interior.
- FUSIBLE.- Aparato de maniobra que por la fusión de uno o más de sus componentes abren el circuito en el que están insertados e interrumpen la corriente cuando esta sobrepasa los valores de diseño en determinado tiempo. Esta protección es contra cortocircuitos.
- HUMEDAD, A PRUEBA DE.- Construido de tal forma que la humedad no ingrese en la caja que lo encierra.
- INTERRUPTOR.- Está destinado a ser utilizado como tal en la distribución general y circuitos derivados. Se clasifican por su capacidad en amperios, y pueden interrumpir circuitos con corriente y tensiones iguales a los fijados para su clase.

- POLVO, A PRUEBA DE.- Construido de tal forma que impida el ingreso de polvo que afecte el funcionamiento y protección de la instalación.

- SELLO.- es un accesorio, que tiene como función específica evitar el paso de vapores, gases o llama de un lugar peligroso a otro a través de la tubería de las instalaciones eléctricas.

- TEMPERATURA DE IGNICION.- Es la temperatura más baja de una sustancia (sólido, líquido, gas) que iniciará la combustión autosostenida de la misma.

- TIERRA, PUESTO A.- conectado a tierra ó algún otro cuerpo que sirve de tierra.

1.5.- SUSTANCIAS INFLAMABLES .-

En procesos en los cuales se manejan gases ó líquidos inflamables, el personal a cargo de los mismos generalmente desconoce cuán explosivo puede ser una relación baja de gas, vapor ó polvo con el aire y en que condiciones, cantidades relativamente pequeñas de estos pueden producir ambientes peligrosos. Además es difícil definir la cantidad de vapor, gas ó polvo que pueda producir condiciones peligrosas, dependiendo de factores como son la presión barométrica, temperatura, ventilación, humedad, etc.

Por lo tanto, para evaluar el grado de peligro de determinada sustancia inflamable, se deberá analizar los siguientes parámetros: Punto de inflamación, Temperatura de ignición, Límites explosivos y Densidad del vapor.

Para que se produzca una explosión de polvo, deben darse las siguientes condiciones: las partículas deben ser lo suficientemente pequeñas y livianas como para que puedan mantenerse suspendidas en el aire; las partículas deben ser combustibles; la distancia entre las partículas debe ser lo suficientemente pequeña como para que pueda transmitirse la reacción en cadena; debe haber una fuente de ignición lo suficientemente elevada como para iniciar la reacción.

Los factores relevantes relacionados con la explosividad de los polvos son: índice de explosión, sensibilidad a la ignición, gravedad de la explosión, presión máxima, temperatura de ignición, energía de ignición y concentración mínima.

1.6.- GRUPOS DE MEZCLAS .-

Puesto que los gases y vapores tienen diferentes temperaturas de ignición y características explosivas, estos se clasifican en grupos, el cuadro siguiente enumera los gases reconocidos por las NFPA (National Fire Protection Association), teniéndose los grupos A, B, C y D.

Cuadro # I.1: SUSTANCIAS QUIMICAS POR GRUPO.

Atmósfera Grupo A	Pto. Infl. °C	Temp. Ign. °C	Lím.exp. (% vol)		Dens. Vapor (aire=1)
			Bajo	Alto	
Acetileno	Gas	305	2.5	100	0.9
Atmósfera Grupo B					
Butadieno	Gas	420	2.0	12	1.9
Oxido de etileno	-18	429	3.6	100	1.5
Hidrógeno	Gas	400	4.0	75	0.1
Oxido de Propileno	-37	449	2.8	37	2.0
Atmósfera Grupo C					
Acetaldehido	-37	175	4.0	60	1.5
Ciclopropano	Gas	500	2.4	10.4	1.5
Eter de dietilo	-45	160	1.9	36	2.6
Etileno	Gas	490	2.7	36	1.0
Dimetilhidracina asimétr.(UDMH 1)	-15	249	2.0	95	2.0
Atmósfera Grupo D					
Acetona	-18	465	2.6	12.8	2.0
Acrilonitrilo	0	481	3.0	17	1.8
Amoníaco	Gas	651	16	25	0.6
Benceno	-11	560	1.3	7.1	2.8
Butano	Gas	405	1.9	8.5	2.0
Alcohol butílico	29	365	1.4	11.2	2.6
Alcoh.butíl.2rio	24	405	1.7	9.8	2.6
Acetato isobutílico	18	421	2.4	10.5	4.0
Etano	Gas	515	3.0	12.5	1.0
Etanol(alcoh.Etíl)	13	365	3.3	19	1.6
Acetato de etilo	-4	427	2.2	11	3.0
Dicloruro de etilen	13	413	6.2	16	3.4
Gasolina:56-60 octa	-43	280	1.4	7.6	3.4
Gasolina:100 octano	-38	456	1.4	7.4	3.4
Heptanos	4-0	280	1.05	6.7	3.5
Exanos	-22	225	1.1	6.7	3.5
Isopreno	-54	220	1.9	36	2.4
Metano(gas natural)	Gas	540	5.0	15	0.6
Metanol(alcoh.Metil)	11	385	6.7	36	1.1
Alcoh.Isoamílico	43	350	1.2	9	3.0
Cetona metiletilo	-6	516	1.8	10	2.5
Ceto.metilisobutilo	23	460	1.4	7.5	3.5
Alcoh.Isobutílico	28	427	1.2	10.9	2.6
Alcoh.butíl.terciar	11	480	2.4	8	2.6

Atmósfera Grupo D	Pto. Infl. °C	Temp. Ign. °C	Lím.exp. (% vol)		Dens. Vapor (aire=1)
			Bajo	Alto	
Napta de petróleo	-18	288	1.1	5.9	2.5
Octanos	13	220	1.0	6.5	3.9
Pentanos	-40	260	1.5	7.8	2.5
Alcoh.Amílico	33	300	1.2	10	3.0
Propano	Gas	450	2.2	9.5	1.6
Alcoh.Propílico	25	440	2.1	13.5	2.1
Alcoh.Isopropílico	12	399	2.0	12	2.1
Propileno	Gas	460	2.0	11.1	1.5
Estireno	32	490	1.1	6.1	3.6
Tolueno	4	480	1.2	7.1	3.1
Acetato de vinilo	-8	427	2.6	13.4	3.0
Cloruro de vinilo	Gas	472	3.6	33	2.2
Xilenos	27	530	1.1	7	3.7

(Ref:28)

El siguiente cuadro presenta la agrupación de los polvos combustibles, que se clasifican por sus temperaturas de ignición y grado de conductividad.

Cuadro # I.2: POLVOS COMBUSTIBLES

Atmósfera Grupo E	Polvo de metal, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Otros metales de características peligrosas semejantes.
Atmósfera Grupo F	Carbón negro Polvos de carbón vegetal Hulla o coque Todos estos que contengan más del 8% de un material volátil en total o atmósferas que contienen estos polvos, sensibilizados por medio de otros materiales de manera que presenten un peligro de explosión.
Atmósfera Grupo G	Harina Almidón Polvo de granos

(Ref:6)

A continuación se presenta también un cuadro comparativo de los factores relevantes relacionados con la explosividad de los polvos.

Cuadro # I.3:

FACTORES RELEVANTES RELACIONADOS CON LA EXPLOSIVIDAD DE LOS POLVOS							
Clases de polvos	Indice de explosión	Sensibilidad a la ignición	Gravedad de la explosión	Presión máxima (kg/cm ²)	Velocidad aumento de la presión (kg/cm ²)	Temperatura de ignición	Energía ignición (Julios)
Polvos agrícolas:							
Almidón de maíz	9,5	2,8/	3,4	7	527	400	0,04
Pcvo de arroz	0,3	0,5	0,5	3,3	49	510-450	0,010
Azúcar impalpable	9,6	4,0	2,4	7,4	351	370-400	0,03
Café instantáneo	0,1	0,1	0,1	2,7	35	410-350	—
Cacao	0,6	0,5	1,1	4,8	84	510-240	0,10
Celulosa	2,8	1,0	2,8	9,1	316	480-270	0,080
Harina de soja	0,7	0,6	1,1	6,6	56	550-340	0,10
Leche en polvo (desca)	1,4	1,6	0,9	6,6	161	460-210	0,08
Harina de maíz	6,9	2,3	3,0	8,0	421	400-250	0,04
Polvos carbonosos:							
Alquitrán	4,0	2,8	1,4	5,7	267	630	0,025
Carbón vegetal	1,3	1,4	0,9	5,8	91	530-180	0,020
Polvos químicos:							
Acido esteárico	10,0	21,3	1,9	6,1	442	460	0,045
Acetato de celulosa	10	8,0	1,6	5,9	253	420	0,015
Ftalimida	5,0	2,1	2,3	6,2	337	630	0,050

(Ref:4)

1.7.- FUENTES DE IGNICION .-

Una fuente de energía, es todo lo que se necesita para producir una explosión cuando existen gases inflamables o polvos combustibles en la proporción adecuada en el aire. Se tiene a la electricidad como principal fuente de energía, donde equipos como interruptores, arrancadores, controles de botones, enchufes y receptáculos pueden producir arcos o chispas, pudiéndose de esta manera causarse ignición.

Según el grado de peligrosidad, le siguen los dispositivos que producen calor, tales como lámparas incandescentes y

motores, en los cuales la temperatura de su superficie pueden exeder los límites de seguridad de ambientes con atmósferas inflamables, por lo que un foco flojo en el socket presenta un peligro doble ya que puede combinar un arco eléctrico con la producción de calor.

Por último, muchas partes del sistema eléctrico pueden convertirse en fuentes potenciales de ignición en caso de fallas de aislamientos, este grupo incluiría alambrados en especial empalmes, transformadores, bobinas, solenoides y otros dispositivos de baja temperatura que no tengan contactos de cerrar ó abrir.

Por otro lado el equipo eléctrico portátil para estas áreas, está hecho usualmente de aluminio u otro material que no produzca chispas si la herramienta se cae. Además, las flamas abiertas de sopletes, hornos de gas, descargadores estáticos, entre otros constituyen otras fuentes de ignición.

C A P I T U L O I I

GUIA PARA LA SEGURIDAD EN AREAS CON PROCESOS PELIGROSOS O CON ATMOSFERAS EXPLOSIVAS --

2.1.- FACTORES QUE DETERMINAN EL GRADO DE PELIGROSIDAD

Para que pueda ocurrir un incendio o explosión, es necesario se satisfaga tres condiciones básicas, es decir:

- Que esté presente en cantidad suficiente un líquido inflamable, un vapor o polvo combustibles.
- Lo anterior debe estar mezclado con aire u oxígeno en proporción adecuada para formar una mezcla explosiva, ya que las explosiones ocurren solo dentro de ciertos rangos de composición.
- A la mezcla explosiva debe aplicársele una fuente de energía.

Por lo que, al aplicar estos principios deben considerarse la cantidad de líquido inflamable o vapor que pudiera ser liberado y sus características físicas, así por ejemplo, gases más ligeros que el aire se difunden en la atmósfera con tal facilidad, que excepto en lugares cerrados, no pueden producir mezclas explosivas en las áreas cercanas a instalaciones eléctricas. Los vapores de líquidos inflamables tienen tendencia natural a dispersarse en la atmósfera y rápidamente se diluyen a concentraciones bajo el límite inferior del rango de ignición especialmente cuando el aire está en movimiento. Los líquidos inflamables varían en volatilidad y son los que tienen un

punto de flameo inferior a 93 °C y presión de vapor no mayor a 2.8 kg/cm².

La probabilidad de que la concentración de gas pueda estar por encima del límite superior del rango explosivo no proporciona ningún grado de seguridad.

2.2.- PRINCIPIOS DE PREVENCIÓN DE EXPLOSIONES E INCENDIOS.-

En las plantas de procesos químicos, de transporte y manejo de sustancias inflamables, cada área que sea considerada peligrosa, debe ser valorizada cuidadosamente para asegurar la selección del equipo eléctrico correcto. La mayoría de las atmósferas peligrosas en plantas de procesos químicos son clase I grupo D ó clase II grupo G, no obstante se tiene áreas abarcadas en otros grupos, en especial clase I grupo B y C.

La seguridad del personal y el equipo exige el uso de accesorios y blindajes aprobados para la peligrosidad específica de las mezclas presentes. Si no se dispone de dispositivos aprobados, debe considerarse la instalación a presión ó el aislamiento por distancia.

Cabe señalar que la Underwriters' Laboratories (U-L), organización no lucrativa patrocinada por el National Board of Fire Underwriters se encarga de determinar si los materiales y dispositivos que se le presentan son seguros y pueden ser usados en la categoría para la cual fueron diseñados.

2.2.1.- Uso de Dispositivos que no Chispean.- En lo que se refiere a la División 1 como a la División 2 de los locales de Clase I, los relevadores convencionales, los contactores y los interruptores que tengan contactos de metal a metal, deben quedar encerrados en blindajes a prueba de explosión no aplicándose para dispositivos de estado sólido como amplificadores magnéticos ó semiconductores ya que no provocan arcos o chispas. Los dispositivos estáticos de conexión y desconexión no tienen partes móviles, por tanto presentan menos problemas mecánicos de desgaste y corrosión que los convencionales, simplificando el mantenimiento.

La utilización de dispositivos de estado sólido deberá aumentar en la industria de procesos químicos, en especial en los locales Clase I División 2.

2.2.2.- Equipo Intrínsecamente Seguro.- Respecto a la cuantificación de la cantidad mínima de energía que inflamará una mezcla peligrosa de vapores, es complejo. Algunos de los factores que le afectan son el voltaje, tipo de energía, velocidad para abrir o cerrar contactos, materiales de los contactos, tipo específico de vapor y el porcentaje de la mezcla vapor-aire. Cabe anotar que no se tiene valores fijos mínimos de corriente y voltaje para uso general. Underwriters Laboratories tiene una lista con artículos y sus partes específicas bajo las diversas condiciones de operación, ya que no existe la certeza de que la corriente sea el único elemento que determine la

cantidad de energía necesaria para inflamar una mezcla explosiva.

2.2.3.- Sistemas a Presión.- Estos sistemas permiten la operación segura de equipo eléctrico en plantas de procesos químicos, bajo condiciones de peligrosidad extrema para los cuales no hay disponible comercialmente equipo adecuado, que en el caso de tableros de distribución y muchos motores grandes no pueden obtenerse en diseños aprobados para la Clase I, Grupos A y B. Cuando ambos equipos pueden obtenerse ya sea a presión o a prueba de explosión, convendrá seleccionar el que ofrezca mayor ventaja económica, por lo que, si una instalación tuviera muchos instrumentos electrónicos que pudieran ser encerrados en un solo blindaje de lámina de metal, la instalación se prestaría para sujetarla a presión; sin embargo, si los instrumentos debido a su naturaleza tuvieran que ser instalados en cajas separadas, entonces los blindajes a prueba de explosión resultarían seguramente más económicos.

Los blindajes a presión requieren: Una fuente de aire limpio, un compresor para mantener la presión necesaria en el sistema y válvulas de control para evitar que se aplique la energía antes de que los blindajes sean purgados y para quitar la energía del sistema si la presión cae bajo el mínimo establecido. Además se requieren interconexiones en las puertas para evitar el acceso al equipo mientras los circuitos tengan energía,

representando obviamente un rubro considerable en costos todos estos accesorios.

El peligro puede ser reducido o las áreas peligrosas ser limitadas por medio de ventilación adecuada con presión positiva de una fuente de aire limpio.

Los blindajes a presión se suele usar ya que el aire seco y limpio dentro de las cajas previene daños y corrosión.

2.2.4.- Blindajes a Prueba de Explosión.- Un blindaje a prueba de explosión debe evitar la inflamación de un gas ó vapor explosivo que pueda envolverlo, una explosión dentro del blindaje debe quedar confinado por este y evitar se exteriorice. Un requisito para tales blindajes es la resistencia mecánica adecuada, en la mayoría de diseños a prueba de explosión se usa un factor de seguridad de 4, o sea el artículo debe recibir una presión hidrostática de 4 veces la presión máxima que pudiera desarrollar la explosión de hidrocarburos dentro del blindaje, debe señalarse que bajo condiciones de cortocircuitos pueden desarrollarse presiones superiores a las comprendidas por este factor de seguridad. Además de ser fuerte, el blindaje debe ser a prueba de flama, que no implica que debe quedar herméticamente sellado sino que las juntas ó bridas se mantengan dentro de las tolerancias UL, estas juntas enfrían los gases calientes que produce una explosión interna, que cuando llegan a la atmósfera peligrosa externa, están demasiado fríos para inflamarla.

2.2.5.- Consideraciones Generales .-

- No fumar ni encender fósforos cerca de materiales inflamables.
- Establecer un programa de eliminación adecuado de todos los desechos y basuras combustibles.
- Disponer inspecciones periódicas del lugar donde se guardan desechos.
- Establecer un programa de orden y cuidado exterior que impida la acumulación de desechos, maleza o hierbas altas en torno a los edificios.
- Evítese el empleo de líquidos altamente inflamables sustituyéndoseles, siempre que sea posible, con algún líquido no tóxico, no inflamable o menos inflamable.
- Conservar los líquidos inflamables en recipientes metálicos cerrados o en botes de seguridad; jamás en envases de vidrio.
- Supresión o control de todas las fuentes de ignición, tales como: electricidad estática, fumar y flamas abiertas.
- Instalar la ventilación adecuada para todas las operaciones que impliquen uso o almacenamiento de líquidos inflamables.
- Proporcionar equipo probador libre de gases y equipo de protección personal para que puedan hacerse en forma segura las operaciones de limpieza y reparación de depósitos o tanques.

- Disponer la eliminación segura de los desechos de líquidos inflamables, jamás se los vierta en zanjas y alcantarillas.
- Evitar los derrames de líquidos inflamables y establecer medios para controlar y limitar los mismos, así como tener a mano materiales absorbentes adecuados para limpiar derrames.
- Usar y manipular siempre los líquidos inflamables con extrema cautela, por más que se esté habituado a su manejo.
- Impedir la presencia de aceites o grasas cerca de metales combustibles
- Proporcionar recipientes de acero, con tapa, limpios y secos, claramente rotulados, para que en ellos se depositen las partículas de metales combustibles que debar recuperarse y guardar estos recipientes en un patio aislado de almacenamiento o a distancia segura de todos los edificios.
- Impedir las acumulaciones de polvo combustible en miembros de la estructura, paredes y techos de los edificios, y suprimir tales acumulaciones.
- Instalar donde sea posible, sistemas aspiradores locales colectores de polvo. El equipo limpiador por aspiración debe ser a prueba de explosión.
- Eliminación o control de todas las fuentes de ignición en los lugares en que pueda haber una acumulación de cualquier polvo riesgoso.

- En los lugares en que pueda existir atmósferas inflamables se hace necesaria la ventilación adecuada o bien la ventilación forzada.
- Se utilizarán sustancias fumigadoras en los lugares en que se haya retirado todo el personal y todas las fuentes de ignición, tras haber marcado el lugar con señales indicadoras de los riesgos presentes en el lugar o edificio.
- La supervisión de todo el manejo, transporte, almacenamiento y usos de explosivos o materiales inflamables debe estar a cargo de personas competentes y con experiencia que deben observar los reglamentos y normas establecidos.
- Todos los lugares en que se guarden o usen materias explosivas o combustibles, deben estar debidamente señaladas como lugares peligrosos o con riesgo, utilizando para ello rótulos, luces de destellos u otros métodos.
- El almacenamiento de cilindros de gases inflamables comprimidos debe hacerse en un edificio aislado, de construcción resistente al fuego, de ser posible en dicho edificio debe instalarse un sistema de lluvia artificial.
- Es necesario proveer de ventilación adecuada tanto para gases más pesados que el aire como para gases más ligeros que el aire.
- Es necesario el aislamiento de los depósitos o tanques de almacenamiento y también que se disponga la descarga

adecuada de presión o se instalen dispositivos de desahogo.

- Los cilindros de gas comprimido, y el edificio deben estar debidamente rotulados, indicando su contenido.
- Es importante un programa de inspección periódica para comprobar todos los lugares de almacenamiento.
- La eliminación inmediata de todo el material explosivo y combustible, en caso de derrame.

2.3.- EVALUACION DE TECNICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL .-

La Seguridad Industrial, es una investigación sistemática profunda de una instalación con el fin de verificar el cumplimiento de prácticas seguras de diseño, construcción, operación y mantenimiento. Es el nivel de evaluación y aceptación de un riesgo, de forma tal que a mayores peligros respondan mayores medidas de protección y viceversa.

La seguridad industrial es una interdisciplina técnica de trascendental importancia para el desarrollo armónico y ordenado de una empresa, por consiguiente, es menester apoyarla a fin de que juegue un papel decisivo en la preservación principalmente de la vida y salud del trabajador, así como de las instalaciones.

2.3.1.- Objetivos de la Seguridad Industrial .-

- Mediante el aporte de personal multidisciplinario, identificar aspectos que requieren atención para operar en forma segura.

- Identificar aquellos sistemas que siendo poco usuales o estando en el límite de las prácticas y códigos establecidos, requieren análisis de riesgos para determinar su aceptabilidad.
- Recabar información valedera acerca del involucramiento del personal operacional en materia de protección integral.
- Minimizar pérdidas provenientes de accidentes, con el fin de:
 - Proteger la vida y salud de los trabajadores.
 - Evitar daños a equipos e instalaciones e interrupciones operacionales.

2.3.2.- Métodos educativos y Adiestramiento de Seguridad.

El adoctrinamiento sobre seguridad industrial, deberá realizarse con los requisitos necesarios y en debida forma, de tal manera que los resultados sean los esperados, por lo que se deberán utilizar los siguientes medios:

- 1.- Las películas son importantes para presentar la idea general de seguridad, para mostrar secuencias en el movimiento y relaciones. Su valor en cuanto a proporcionar una instrucción detallada o exacta es muy limitado.
- 2.- La cinta de diapositivas, no muestra los movimientos ni proporciona el ambiente tan bien como las películas; pero cada escena puede contener la cantidad de detalle deseada para instruir y comentar. La cinta puede ir acompañada de literatura, para ser leída simultáneamente.

El trabajo de seguridad para ser eficaz, debe ser mucho más que una campaña de anuncios. Los programas estimulantes, empleando medios como slogans, comedias, carteles, periódicos de fábrica, películas, reuniones de seguridad, competencias, etc., son parte vital de la seguridad, pero como acontece con toda clase de propaganda, este tipo de estímulo debe ser complementado por contacto individual intensivo, todo obrero debe ser estimulado y ayudado a combinar la seguridad con sus propias actividades diarias. Esto quiere decir que los peligros de todas las operaciones deben ser analizados.

El ADIESTRAMIENTO PARA LA SEGURIDAD puede definirse como una prolongación detallada del programa educativo de seguridad aplicada a ocupaciones, procesos, tareas y actividades específicas. Se han probado diversos métodos y muchos han logrado considerable éxito manifestado mediante la disminución del número de accidentes. A continuación se presentan los pasos a seguirse:

- 1.- El procedimiento seguro para llevar a cabo las operaciones o serie de operaciones de trabajo, será expuesto en forma sencilla pero efectiva.
- 2.- Los diversos riesgos son descritos con claridad, junto con la relación entre ellos.
- 3.- La enseñanza sea sistemática y detallada, que puede describirse en lo siguiente:
 - a.- Dígale
 - b.- Muéstrela

- c.- Indíquele que lo haga
- d.- Corríjale hasta que capte bien
- e.- Supervise para que siga actuando

4.- La razón para el uso de equipo protector especial como gafas, calzado de seguridad, guantes, etc., y cuidado apropiados que debe dar a estos.

5.- Las guardas específicas necesarias para la protección del trabajador deben ser descritas y detallada en forma de uso.

2.3.3.- Análisis de Riesgos en el Trabajo .-

Es fundamental anotar, que la ausencia de planes y programas de seguridad industrial o la ineficiencia de la aplicación de las mismas en la empresa, hacen que se produzcan los accidentes laborales. Por otro lado la carencia de planes y programas de higiene industrial o la ineficiencia en la aplicación de los mismos nos llevan a que en la empresa se den las enfermedades profesionales.

Para llevar adelante eficientemente un programa de seguridad en la industria, es importante analizar los factores que hacen necesaria su aplicación, esto es:

1.- Reconocer los riesgos vinculados con el trabajo y desarrollo de éste, así como también comprender sus efectos en el trabajador y en los equipos e instalaciones para lo que es necesario:

- El interés y la participación activa de todas las personas que conforman una empresa y en especial de

aquellas personas que tienen a cargo la supervisión de los trabajos.

- Familiarizarse con los procedimientos y procesos de trabajo existentes, con los trabajadores que laboran y con los equipos, maquinaria e instalaciones.

2.- Evaluar la magnitud o grado de los riesgos de trabajo, basándose en la experiencia y con la ayuda de técnicas de medición cuantitativas y cualitativas. Para esto se analizará en que forma se interrelacionan los trabajadores con el equipo, maquinaria e instalaciones y con el medio ambiente, ya que estos son los que determinan el grado de riesgo.

3.- Controlar los riesgos de trabajo, prescribiendo métodos para eliminar o al menos reducir tales riesgos. El control se realizará en base a los datos obtenidos en la evaluación, lo que permitirá prescribir medidas preventivo-correctivas, tales como aislamiento de un proceso, sustitución de un material, entrenamiento de personal y otras que se consideren necesarias.

Al analizar un determinado trabajo, especificar si es pesado o liviano, si se necesita buen olfato o buena vista, si requiere fuerza o habilidad, etc., también conoceremos los riesgos específicos de cada operación, lo que nos permitirá estudiarlos plenamente, darlos a conocer a los trabajadores y tomar las medidas preventivas más adecuadas.

ACCIDENTE.- es un hecho que no ha sido planeado, que no se desea y que tiene por resultado un herido, daño a la maquinaria o interrupción de la producción; también es accidente cuando presenta la probabilidad de un herido, daño a la maquinaria o interrupción de la producción; al suceder un accidente no siempre se tiene como resultado un daño corporal o material.

FUENTES DE LOS ACCIDENTES.- Con el propósito de visualizar las causas de los accidentes, es conveniente considerar los elementos principales que integran toda operación o proceso productivo, siendo estos: Mano de obra, Maquinaria, Materiales, Métodos y Medio ambiente.

Estos elementos deben relacionarse o interaccionar de manera apropiada, caso contrario darán como resultado los accidentes.

1.- Mano de Obra.- el trabajador es generalmente el elemento humano involucrado directamente en la mayoría de los accidentes, ya que lo que hacen o dejan de hacer, se considera como el factor causal inmediato.

2.- Maquinaria.- En este rubro están incluidos herramientas como prensas, tornos, grúas, montacargas, vehículos, automotores y otros. Este subsistema de las empresas industriales ha sido una de las fuentes principales de accidentes y uno de los blancos de las leyes relacionadas con resguardos mecánicos y entrenamiento de los trabajadores.

3.- Materiales.- la materia prima o el material con que la gente trabaja, emplea o fabrica, es otra de las fuentes principales de accidentes; los materiales pueden ser filosos, pesados, tóxicos, calientes, etc.

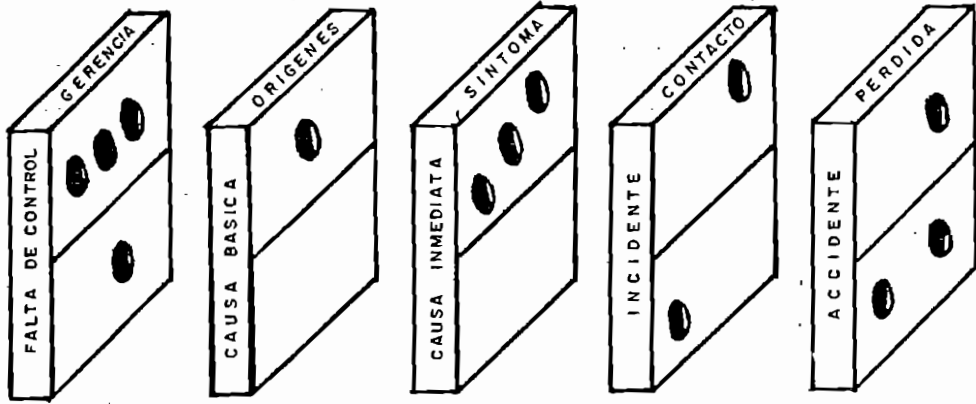
4.- Métodos.- los métodos de trabajo, la forma de hacer las cosas son los causantes de un alto porcentaje de accidentes, especialmente en aquellas empresas carentes de sistemas automáticos de control.

5.- Medio Ambiente.- el medio ambiente está formado por todo aquello que rodea al trabajador, el aire que respira, la máquina que opera, la temperatura, la luz, el ruido, el edificio que lo alberga, las condiciones atmosféricas, etc.

Todos estos factores individualmente o en combinación proveen las causas que contribuyen a que se produzca un accidente.

SECUENCIA DE LOS ACCIDENTES.- Para que ocurra un accidente deben ocurrir una serie de eventos, los cuales forman un proceso de ocurrencia y que está dado en la siguiente secuencia:

- 1.- Falta de control-Factores Sociales-Gerencia.
- 2.- Factores personales-Causas básicas-Orígenes.
- 3.- Actos y condiciones inseguras-Causas inmediatas-Síntomas.
- 4.- Incidente-Accidente-Contacto.
- 5.- Lesión a la persona y/o daño a la propiedad-Pérdidas.



La presencia del dominó de la figura nos ayuda a visualizar la relación directa de la Gerencia con las causas y efectos de todos los accidentes que llegan a deteriorar una operación industrial.

1.- Falta de control de Gerencia.-

La primera pieza del dominó representa la falta de control de la Gerencia referente a: Planificación, Organización, Dirección y Control y que puede llevar a un accidente. Todas estas funciones se relacionan con el trabajo de cualquier miembro de la empresa ya sea el supervisor o gerente, independientemente que su trabajo esté dirigido hacia la producción, mantenimiento, control de calidad, seguridad industrial ó costos.

2.- Causas Básicas - Orígenes.-

La falta de control administrativo permite la existencia de ciertas causas básicas de accidentes las cuales se clasifican en dos grupos:

a.- Factores Personales:

- Falta de conocimiento o capacidad
- Motivación incorrecta
- Problemas físicos ó mentales

b.- Factores del Trabajo:

- Normas inadecuadas de trabajo
- Diseño ó mantenimiento inadecuado
- Uso anormal
- Normas de compra inadecuadas
- Hábitos de trabajo incorrectos

3.- Causas Inmediatas - Síntomas.-

La existencia de causas básicas de accidentes que pueden deteriorar una actividad industrial brindan la oportunidad para que existan causas inmediatas como actos inseguros y condiciones inseguras.

Acto Inseguro.- es la violación de un procedimiento de seguridad aceptado, que permite que se produzca un accidente.

Condición Insegura.- circunstancia física peligrosa que puede permitir que se produzca un accidente.

Todo programa de prevención de accidentes debe estar orientado a la eliminación de los actos y/o condiciones inseguras.

Son actos inseguros:

- Operar sin autorización
- No haciéndolo seguro
- Operar a una velocidad insegura
- No dar el aviso ó las señales

- Poner fuera de servicio los dispositivos de seguridad
- Usar equipo defectuoso
- No usar el equipo de protección personal
- Adoptar posiciones inseguras
- Cargo o ubicación incorrecta
- Levantamiento incorrecto
- Realizar mantenimiento de un equipo cuando está en operación.
- Bromas
- Bebidas y drogas

Son condiciones inseguras:

- Resguardos y seguridad inadecuada
 - Sistemas de llamados de atención inadecuados
 - Peligros de incendios y explosiones
 - Movimientos peligrosos inesperados
 - Orden y limpieza malos
 - Peligros proyectados
 - Congestión; poco espacio
 - Condiciones atmosféricas peligrosas
 - Colocación o almacenaje peligroso
 - Defectos inseguros de los equipos
 - Iluminación y/o ventilación inadecuada
 - Ruido excesivo
 - Ropa personal peligrosa
- 4.- Incidente - Contacto.-

Siempre que existan actos inseguros y condiciones inseguros, existirá la probabilidad de que se produzcan incidentes que pueden transformarse en accidentes.

5.- Lesión - Pérdidas.-

Una vez que la secuencia completa ha tenido lugar y hay un accidente relacionado con el trabajador o la propiedad, los resultados son generalmente acontecimientos fortuitos. Las pérdidas relacionadas con todos los sectores de la actividad industrial pueden ser considerados como: Menores, Serios, Mayores o catastróficos.

Como resultado de los accidentes tenemos:

- Daños físicos - Aspectos humanos
- Daños a la propiedad - Aspectos económicos

- Daños Físicos:
- Lesión no visible
 - Lesión leve
 - Lesión seria
 - Lesión incapacitante

Daños a la Propiedad:

- Daño no visible
- Daño leve
- Daño serio
- Daño grave

Aspectos Humanos:

- El dolor asociado con la pérdida de padres, niños, familiares y amigos.

- Las privaciones e inconvenientes inesperadas y no deseadas, como consecuencia de la muerte, incapacidad y pérdidas de la propiedad.
- Las incomodidades y dolores físicos de las lesiones.
- Los problemas psicológicos que a la desfiguración o incapacidad permanente o pérdidas a la propiedad graves.

Aspectos Económicos:

- Costos asegurados: Médicos, Compensación.
- Costos sin asegurar: Daños a la propiedad, Daños a las herramientas y equipos, Demoras en la producción, Daños al producto y al material.
- Costos sin asegurar (misceláneos): Salarios pagados al lesionado, Costos de sobretiempo, Tiempo extra de supervisión, Disminución del rendimiento del trabajador lesionado al regresar, Costos misceláneos.

2.3.4.- Normativo para Supervisores.-

- Tener pleno y sincero convencimiento de que la seguridad es tan importante como cualquier otra función dentro de su sector de trabajo, destinándosele la misma atención que a las demás funciones.
- Conocer y aplicar personalmente los principios de prevención de accidentes.
- Instruir a los operarios sobre el uso de los dispositivos y resguardos de seguridad, tomando bajo su responsabilidad el control de su buen estado y exigir el

empleo y uso adecuado de los elementos de protección personal.

- Promover entre el personal a sus órdenes, especialmente entre los ingresantes, inquietud y responsabilidad, procurando en todos una permanente observancia de los principios prevencionistas.

- Verificar si todo nuevo operario se adecúa al trabajo a que ha sido destinado, informando sobre la eficiencia y seguridad con que se desempeña.

- Crear entre los operarios el interés necesario para que se denuncien los problemas de seguridad que se presenten en el trabajo cotidiano, informando de inmediato a su superior o a Seguridad e Higiene Industrial.

- Investigar riesgos materiales y condiciones inseguras en el trabajo, solicitando de inmediato su eliminación, notificando además a Seguridad e Higiene Industrial.

- Investigar minuciosamente todo accidente, con consecuencias graves o leves que ocurriera, para tomar las medidas correctoras que correspondan para evitar su repetición.

- Recordar su responsabilidad con respecto a todo accidente que ocurra en su sector.

2.3.5.- Disposiciones Generales de seguridad para trabajos en frío y en caliente.-

Trabajo en frío es el que se realiza sin llama o eventual formación de chispas.

Trabajo en caliente es el que se realiza con llama o a temperaturas elevadas capaces de producir incendio o explosión o que pueda ocasionar chispas.

Tipos de trabajo en caliente:

- Corte y soldadura oxi-acetilénica
- Corte y soldadura eléctrica
- Uso de martillo
- Limpieza con chorro abrasivo
- Uso de abrasivos
- Destrucción o corte de concreto seco
- Uso de equipos electromagnéticos
- Empleo de motores a explosión ó eléctricos sin blindaje
- Uso de explosivos
- Cualquier otra operación que pueda producir temperaturas elevadas o chispas

a.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN FRIO

- Todas las tuberías de un equipo que contiene o ha contenido productos tóxicos, deberán ser bloqueadas por juntas ciegas
- Siempre que se utilice agua, vapor o aire comprimido para limpiar un sistema que haya contenido líquidos o gases inflamables deberá ser colocado una válvula de retención de tal manera que se evite el retorno de estos productos.
- En unidades paradas por mantenimiento, debe hacerse el aislamiento previo de la unidad con juntas ciegas y la purga de los vapores y líquidos inflamables.

- Todo equipo en cuyo interior se ejecuten trabajos, deberá tener ventilación adecuada.
- Si la concentración de gases inflamables está comprendida entre el 10% y 40% del límite inferior de explosividad, los trabajadores deberán estar equipados con máscaras de aire fresco ó de aire comprimido y aparatos de iluminación a prueba de explosión.
- Siempre que para trabajar en un equipo se bloqueen directa o indirectamente las válvulas conectadas al mismo, deberán ser colocadas etiquetas con la leyenda: "PELIGRO, NO OPERAR".
- Siempre que se emita un permiso de trabajo para equipo accionado por otro (motor eléctrico, turbina etc.) la línea de alimentación del equipo deberá ser debidamente bloqueada o desconectada y colocada la leyenda "PELIGRO, NO OPERAR".

b.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN CALIENTE

- Todas las tuberías de un equipo deberán ser bloqueadas por juntas ciegas colocándolas lo más cerca posible del mismo.
- En unidades paradas para mantenimiento, deberá hacerse el aislamiento previo de la unidad por medio de juntas ciegas y la purga de los vapores y líquidos inflamables.
- Siempre que para trabajos en un equipo fueran bloqueadas las válvulas que directamente o indirectamente estén ligadas al mismo, deberán ser colocadas etiquetas con la leyenda "PELIGRO, NO OPERAR".

- Los equipos de áreas circunvecinas a la de trabajos en ejecución, deberán estar dentro del límite de seguridad e inspeccionadas para chispas o llamas provenientes del referido trabajo no provoquen incendios.

2.3.6.- Señales de seguridad.-

Un mensaje de seguridad debe tener atractivo visual, originalidad y un impacto suficientemente fuerte para transmitir su significado.

Un cartel bien planeado, un tablón de anuncios y un programa de exhibición, puede:

- Ayudar a desarrollar y mantener las actitudes correctas y los hábitos de seguridad en el trabajo.
- Enfocar la atención a causas específicas de accidentes.
- Apoyar la capacitación sobre la seguridad al recordar a los empleados las reglas de seguridad.

La función principal de los carteles es estimular y mantener la preocupación por la seguridad; son especialmente importantes porque pueden ser un método efectivo para comunicarse con la gente que no pueda estar particularmente consciente de la seguridad, son informativos y su mensaje es breve y fácil de leer.

Todos los carteles deben ser atractivos y estar desplegados apropiadamente; Los carteles humorísticos son más atractivos que los repulsivos; Las fotografías de las condiciones o acciones "seguras vs. inseguras" con mensajes apropiados, se usan frecuentemente, ya que muestran peligros específicos o apoyan una campaña

especial para fortalecer los esfuerzos de seguridad de toda la gerencia.

Los pizarrones que muestran los resultados del programa de prevención de accidentes o los despliegues de los concursos de seguridad pueden ser combinados con los pizarrones de los boletines regulares, o pueden ser desplegados en pizarrones por separado.

2.3.7.- Normas a seguirse en caso de incendios y/o explosiones.-

- Si descubre un incendio dar inmediatamente la alarma.
- Deben atacar el fuego personas capacitadas.
- Se debe utilizar sistemas de alarma adecuados.
- Al abrir una puerta se debe colocar a un lado de la misma, nunca al frente.
- Al ingresar a una habitación en la que existe humo, hacerlo de rodillas y en lo posible mantenerse cerca al suelo.
- Al combatir fuego de aceites minerales o solventes, estar alerta al retroceso de las llamas.
- No causar confusión, pánico, tumultos.
- Si el local inmediato tiene ascensores no hacer uso de ellos.
- El extinguidor debe dirigir su acción a la base de la llama.
- Al penetrar en un local incendiado, hágalo con ropa de seguridad.

- Al atacar un fuego nunca acercarse menos de un metro de distancia, ni hacerlo a distancias menores de las que da el alcance del extinguidor.
- Si se tiene que atacar fuegos en lugares elevados, no hacerlo desde abajo, sino por la parte superior, porque puede producirse derramamiento de materiales incinerados.
- Para fuegos de productos químicos, y que la combustión pueda producir gases tóxicos, usar máscara antigas.
- Si el fuego es producido por electricidad o no, antes de atacarlo cortar la fuente.
- Si el fuego no es muy extenso, utilice una manta, frazada o chaqueta humedecida, arena o cualquier material que tenga a mano.
- Cuando se inflaman las ropas de una persona, no permita que la persona corra, ya que el viento avivará el fuego.
- Si tiene a mano una frazada, preferentemente húmeda y que no sea de material sintético, cubra el cuerpo y haga que proteja el cuello y cara con las manos.
- Cuando intuya que existe un incendio, no abra las puertas de su habitación en forma violenta, toque la cara posterior de la puerta, si está caliente no la abra, si no lo está ábrala con precaución.
- Si se pierde en una sala o habitación por el humo o falta de iluminación, busque una pared y avance a lo largo de ella hasta llegar a una puerta o ventana.

- El punto más débil de una escalera, es su zona central, por ello al utilizarla, deberá mantenerse pegado a la pared donde los escalones poseen mayor resistencia.

- No permita usted que en edificios, escuelas, almacenes, colegios, iglesias, teatros, bares y demás sitios de aglomeración pública se cierre con candado o con llaves las puertas principales y peor aún las de emergencia.

2.4.- SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS .-

La ELECTRICIDAD es la forma de energía más versátil y útil si se la usa correctamente. Pero si no se toman las precauciones adecuadas al usarla, suelen crear toda clase de condiciones peligrosas, las cuales resultan en lesiones físicas o daño a la propiedad.

2.4.1.- Riesgos de Electrocuación.-

Cuando el hombre entra en contacto con partes vivas de un sistema eléctrico, por el cuerpo humano circulará una corriente que dependerá de los parámetros del circuito y de la forma de contacto, si el valor obtenido sobrepasa los límites admisibles, aparece el peligro de la electrocuación.

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA SOBRE EL CUERPO HUMANO.

Los efectos de la electricidad sobre el cuerpo humano dependen de la intensidad de la corriente que lo atravieza, de la duración del contacto y de la resistencia eléctrica del propio cuerpo. Dicha resistencia varía según las condiciones físicas y psíquicas del sujeto (se dan valores particularmente bajos en las mujeres embarazadas,

en presencia de alcohol en la sangre, en condiciones de estado depresivos o de preocupación en general) y el estado de la epidermis (seca o Húmeda).

La resistencia media del cuerpo humano se estima, convencionalmente en 3000 ohmios, siendo un dato extremadamente variable por lo anotado.

Cuadro # II.1: Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano.

Corriente que atraviesa el cuerpo humano (mA)	Efectos
hasta 1	imperceptible para el hombre
2 a 3	sensación de hormigueo
3 a 10	el sujeto consigue generalmente, después de la liberación del contacto (liberación). De todas formas, la corriente no es mortal.
10 a 50	la corriente no es mortal si se aplica durante intervalos decrecientes a medida que aumenta su intensidad (ver la curva de la página 11), de lo contrario los músculos de la respiración se ven afectados por calambres que pueden provocar la muerte por asfixia.
50 a 500	corriente decididamente peligrosa, en función creciente con la duración del contacto, que da lugar a la fibrilación cardíaca (funcionamiento irregular con contracciones muy frecuentes e ineficaces) Posible defunción instantánea
más de 500	decrece la posibilidad de fibrilación pero aumenta el riesgo de muerte por parálisis de los centros vitales o a causa de fenómenos secundarios

(Ref:44)

El paso de la corriente eléctrica a través de cualquier elemento conductor, tiene como consecuencia la disipación de energía calórica debido a su resistencia y se expresa por la ley de Joule de la siguiente manera:

$$Q = 0.24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \text{ (cal)}$$

donde: I es la corriente (en A)

R es la resistencia (en ohmios)

t es el tiempo (en seg)

Por lo que, siendo el cuerpo humano un buen conductor se pueden producir quemaduras en la piel al contacto con un cuerpo energizado.

Cuadro # II.2: Resistencia del cuerpo humano al paso de la corriente eléctrica.

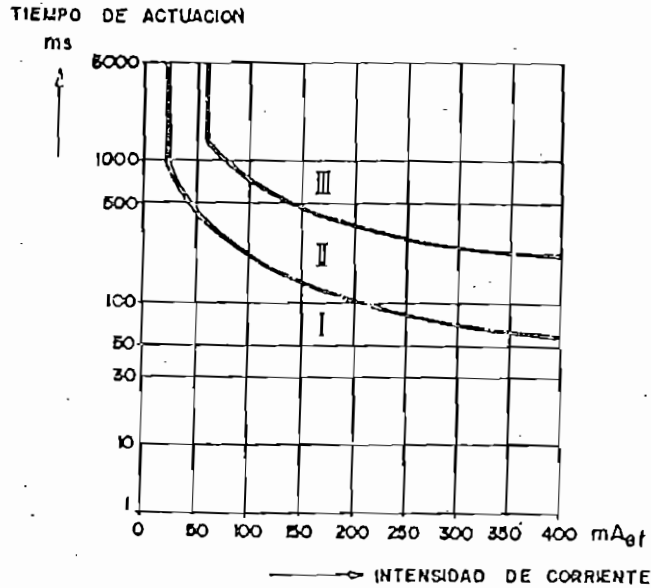
ZONA DEL CUERPO	RESISTENCIA (ohmio)
Piel seca	100000 - 600000
Piel húmeda	1000
Interior del cuerpo(mano-pie)	400 - 600
Oreja-oreja	100

(Ref: 21)

Las corrientes de baja frecuencia tienen valores de acción más bajos con respecto a las altas frecuencias, para producir los efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano.

Con respecto al tiempo de duración del contacto eléctrico, mientras mayor es el tiempo que circula la corriente a través del cuerpo humano, más grave resulta el accidente eléctrico.

Cuadro # II.3: Márgenes de intensidad de corriente en función del tiempo de actuación del contacto.



(Ref:21)

donde: el sector comprendido en el área I, no tiene influencia sobre el ritmo cardiaco y sistema nervioso; en el área II, las intensidades son aún soportables, se puede presentar pérdida del conocimiento a más de 50 mA. aproximadamente; en el área III, comprende pérdida del conocimiento, fibrilación ventricular y peligro de muerte. Es fundamental adoptar medidas de seguridad para evitar la aparición o permanencia de una tensión de contacto peligrosa V_c . Se considera peligrosa para las personas una tensión superior a los 65 V., ya que los efectos de la energía eléctrica dependen de la intensidad de corriente I_h que en caso de accidente, circula a través del cuerpo humano, teniendo por término medio y prescindiendo de

circunstancias especiales, una resistencia R_h del orden de 1300 a 3000 ohmios, por lo que a una tensión de contacto V_c de 65 V. tenemos:

$$I_h = V_c/R_h = 65 \text{ V.}/(1300 \leq R_h \leq 3000) \text{ ohmios}$$

por lo que I_h está entre: $20 \text{ mA} \leq I_h \leq 50 \text{ mA}$

donde estos valores no son peligrosos para la vida.

a.- PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.-

Como protección contra contactos directos, se entiende a la que debe impedir el contacto con los elementos que durante el funcionamiento de la instalación están bajo tensión (elementos activos).

Los trabajadores deben estar protegidos contra los contactos con las piezas habitualmente bajo tensión, haciendo inaccesibles a estas piezas.

El contacto directo se presenta cuando un punto del cuerpo humano se pone en contacto directo con un elemento activo (fases) de la instalación; por lo que se adoptará lo siguiente:

- Alejamiento de las piezas bajo tensión fuera del alcance de los trabajadores; en este caso, la distancia debe ser tal que las piezas bajo tensión deben quedar inaccesibles, no sólo por el contacto directo con los trabajadores, sino también con los objetos que manipulan y transportan habitualmente.

- Interposición de obstáculos, tales como cajas herméticas, cubiertas aislantes, etc; en este caso, la permanente eficacia de estos obstáculos debe estar

asegurada, por su naturaleza, extensión, disposición, estabilidad, solidez y aislamiento.

- Aislamiento de las piezas bajo tensión; en este caso, los materiales aislantes deben estar adaptados a la tensión de la instalación y deben conservar las propiedades dieléctricas, mecánicas y térmicas.

b.- PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.-

Existe peligro cuando la tensión sobrepasa, 24 V. en ambiente conductor y 50 V. en los demás casos.

Los peligros de electrocución se presentan cuando:

1.- La masa no está puesta a tierra.-

2.- Masas no Equipotenciales.- El individuo está sometido a una tensión que puede ser próxima al valor de la tensión compuesta, cuando toca simultáneamente dos masas con defecto sobre fases diferentes.

3.- Masa Metálica.- Por ejemplo pasamuros, en la proximidad de un conductor aislado pero que puede estar en contacto accidental con este conductor. Un individuo que se encuentre cerca, puede quedar sometido a una tensión peligrosa.

4.- Similar a (3), pero en el que la masa con defecto es una tubería enterrada que puede llevar lejos un potencial peligroso.

5.- Masa alejada, separada del potencial cero por su resistencia natural de puesta a tierra. En caso de defecto, la tensión que aparece en los bornes de dicha resistencia puede resultar peligrosa.

Estos peligros pueden evitarse, según la **LABO** del mismo, con una de las siguientes soluciones:

- Puestas a tierra de las masas.
- Enlaces equipotenciales.
- Medida de la corriente de defecto.
- Doble aislamiento.
- Medida de la tensión de las masas.

Los enlaces equipotenciales constituyen el medio más seguro para la protección de personas.

La puesta a tierra de los enlaces equipotenciales al facilitar el paso de la corriente de defecto, exponen a la instalación al riesgo de incendio ó explosión por calentamiento exagerado de los conductores. Para eliminar dicho riesgo, se recurre a la instalación de disyuntores ó de fusibles y a control permanente de la tensión.

2.4.2.- Normas de Seguridad para trabajos con Energía Eléctrica .-

- Todos los trabajos en equipos eléctricos podrán ser ejecutados solamente por personal autorizado.
- Ningún trabajo de mantenimiento o reparación podrá ser ejecutado en equipos energizados con tensiones superiores a 500 voltios, salvo en pruebas de voltaje con equipos específicos debidamente aislados.
- La desconexión de interruptores de cubiertas, solamente será hecha por el personal autorizado.
- El personal encargado de accionar interruptores, lo hará solamente a través de interruptores de cubiertas, debiendo

usar candados o etiquetas con la leyenda: "PELIGRO, NO OPERAR", los mismos que sirven para prevenir el accionamiento por terceros, durante los trabajos.

- La ejecución de trabajos en equipos energizados, serán permitidos solamente con el uso de herramientas con aislamiento apropiado.

- Será obligatorio el uso de guantes y casco de alta resistencia eléctrica para trabajos en equipos eléctricos energizados.

- Al operar interruptores o cualquier equipo de interrupción de circuito, cuyos contactos estén eventualmente al descubierto, deberán ser utilizados guantes de caucho y protección facial.

- No se debe realizar, sin previa autorización, maniobras u operaciones como abrir o cerrar seccionadores de alta o baja tensión, desconectar conductores de puesta a tierra, quitar señalizaciones y bloqueos.

- Debe ponerse adecuadamente a tierra todas las estructuras metálicas de las instalaciones, redes, equipos y más aparatos eléctricos.

- Si no es posible quitar la tensión, entonces el trabajo debe realizarse observando:

a.- Trabajar con zapatos de planta aislante o pisar sobre un objeto aislante: taburete, alfombra aislante, etc. y usar guantes y herramientas aislantes de acuerdo al nivel de tensión presente.

- b.- La existencia o ausencia de tensión debe comprobarse con el aparato apropiado.
- Los interruptores, las palancas de operación de los seccionadores, deben operarse con guantes aislantes para la tensión correspondiente.
 - No se tocarán los cables caídos, en tanto que la energía no esté desconectada y debidamente comprobado.
 - Al trabajar con excavadoras, auto grúas, etc. se ha de mantener entre el pescante y el cable la respectiva distancia de seguridad.
 - Todos los empalmes y conexiones flojos tienen que apretarse, así como los conductores rotos y cables deteriorados tienen que cambiarse inmediatamente.
 - Todo equipo eléctrico ha de revisarse a fondo a intervalos regulares.
 - Cualquier fuente de escape de corriente tiene que investigarse con todo cuidado, puesto que puede convertirse en un peligro.

INSTALACIONES DE ALTA TENSION.-

- Todo trabajo que se realice en una instalación de alta tensión se efectuará en presencia y bajo la dirección de un técnico designado por la empresa responsable.
- Las brigadas que realicen trabajos de instalaciones eléctricas de alta tensión dispondrán de un medio que asegure la eficaz comunicación con el centro de maniobras.

- Se colocarán barreras protectoras o cualquier otro medio de señalización idónea que delimite en forma clara y perfectamente visible la zona de trabajo.
- Antes de iniciar el trabajo se procederá a identificar la instalación y a comprobar la existencia o no de tensión.
- Durante toda la ejecución del trabajo se dispondrá de esquemas de la instalación en los que se indiquen claramente los puntos de corte de suministro de energía.
- Queda prohibido retirar los resguardos de protección de las celdas de una instalación de alta tensión, antes de dejar sin tensión los conductores y equipos situados en ella así como dar tensión a dichos aparatos conductores antes de cerrar debidamente la celda con sus correspondientes resguardos.
- No se realizarán trabajos en instalaciones eléctricas a la intemperie cuando exista riesgo de tormenta.
- Antes de realizar trabajos sin tensión, se adoptarán las siguientes precauciones:
 - a.- En el origen de la instalación:
 - Abrir con corte visible o efectivo todas las posibles fuentes de tensión.
 - Enclavamiento ó bloqueo de los aparatos de corte, de ser posible, señalizando en cualquier caso el mando, con prohibición de accionar.
 - Comprobar la efectiva ausencia de tensión.

- Puesta a tierra y en cortocircuito en todas las posibles fuentes de tensión.
- b.- En el lugar de trabajo:
- Verificar la ausencia de tensión con los equipos respectivos.
 - Delimitación de la zona de trabajo.
- Cuando se trabaja sin tensión y para el restablecimiento de servicio se procederá de la siguiente forma:
- a.- En el lugar de trabajo:
- Reagrupación de todo el personal que ha intervenido en el trabajo.
 - Retirada de las puestas a tierra, cortocircuitos, dispositivos de protección y señalización y del material de obra utilizado.
- b.- En el origen de la instalación:
- Retirada de la puesta a tierra y cortocircuito.
 - Desenclavamiento de los aparatos de corte y retirada de la señalización de los mandos.
- Los trabajos en tensión se realizarán de la siguiente forma:
- Cumpliendo estrictamente un programa diseñado por un técnico competente, autorizado por la empresa para la ejecución de este tipo de trabajos.
 - El personal que ejecute estas labores, estará debidamente formado y autorizado por la empresa.
 - Se utilizarán equipos de trabajo y herramientas adecuadas, para cada trabajo, tales como: banqueta

aislante, pértiga de accionamiento para la tensión nominal de la instalación, así como también el equipo de protección personal necesario como: guantes aislantes, casco para alta tensión, calzado aislante y manta ignífuga.

- Todo recinto exterior de una instalación de alta tensión debe estar protegido desde el suelo por un cerramiento con una altura mínima de 2.5 m. provisto de señales de advertencia al peligro de alta tensión y dotación de sistemas de cierre que impida el acceso a personas no autorizadas.

- Los lugares de paso deben tener un trazado y dimensiones que permitan el tránsito cómodo y seguro, libre de objetos que dificulten la salida en caso de emergencia.

INSTALACIONES EN BAJA TENSION.-

Protección de las instalaciones:

- Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas motivadas por sobrecargas ó cortocircuitos mediante la utilización de fusibles calibrados ó interruptores termomagnéticos.

- En el origen de toda instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma se colocará un cuadro de distribución con un interruptor general, así como los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro. El material del mismo no será inflamable.

- Los fusibles no estarán al descubierto para evitar formación de arcos y se instalarán de tal forma que ningún elemento en tensión pueda tocarse inadvertidamente.
- Los interruptores serán del tipo completamente cerrados, que posibiliten en cualquier caso, el contacto fortuito de personas ó cosas.
- Se prohíbe el uso de interruptores denominados de palanca ó cuchillas indebidamente protegidos, incluso durante su accionamiento.
- Cuando exista el peligro de sobreintensidades de origen atmosférico de las instalaciones, deberán protegerse mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquellas.
- Los conductores eléctricos se aislarán debidamente respecto a tierra.
- Se propenderá a evitar el empleo de conductores desnudos, prohibiéndose su uso en lo siguiente:
 - En locales de trabajo en que existen materiales muy combustibles ó ambientes de gases, polvos ó productos inflamables ó explosivos.
 - Donde pueda depositarse polvo en los mismos, como en locales donde se manipulen cemento, harina, etc.
- La tensión de alimentación en las herramientas eléctricas portátiles de cualquier tipo no podrá exeder de 220 V. con relación a tierra.

- Los aparatos y herramientas de aislamiento reforzado no llevarán dispositivo alguno que permita la unión de sus partes metálicas accesibles con un conductor.
- Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles en emplazamientos muy conductores, estarán alimentados por una tensión no superior a 24 V.
- Los interruptores de las herramientas eléctricas portátiles estarán concebidos en forma tal que, se imposibilite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva.
- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia mecánica.
- Cuando se disponga de baterías de ácidos, se tendrá presente lo siguiente:
 - Se prohíbe fumar y utilizar cualquier elemento incandescente dentro del cuarto de baterías.
 - Antes de ingresar al mismo se procederá ventilar el cuarto en forma completa natural o forzada.
 - Todas las manipulaciones con electrolitos deben realizarse con prendas de protección de seguridad antiácido.
 - Cuando se prepare el electrolito para baterías debe vertirse siempre el ácido sobre el agua lentamente y nunca al revés para evitar salpicaduras.

Trabajos en baja tensión:

- Antes de iniciar cualquier trabajo en baja tensión se procederá a identificar el conductor ó instalación en donde se tiene que efectuar el mismo, toda instalación se considerará con tensión mientras no se compruebe lo contrario con equipo especial para el efecto. Además se adoptarán las siguientes medidas:

- Se aislará la zona de trabajo de todas las posibles fuentes de alimentación, mediante la apertura de los dispositivos de corte apropiado.
- Se bloquearán si es posible, los mandos de estos dispositivos en posición de apertura colocándose señales con prohibición de maniobra.
- Se comprobarán en todas y cada una de las partes electricamente separadas de la instalación la ausencia de tensión.
- Cuando exista la posibilidad de contactos fortuitos con otras instalaciones eléctricas con tensión, se eliminará mediante pantallas adecuadas o se cortocircuitarán todos los conductores de instalación en la que se trabaja, de lo contrario se procederá como si la instalación estuviese con tensión.
- Para el restablecimiento del servicio se seguirá lo siguiente:
 - Comunicación al personal de que se restablece el servicio y comprobación de que no queda nadie trabajando en la instalación y que se ha retirado todo el material de obra utilizado.

- Se retirará los sistemas de protección en la zona de trabajo. Desenclavamiento en su caso de los sistemas de apertura, retiro de señalización y restablecimiento de servicio.
- En caso de sustitución de fusibles, se retirará siempre que sea posible la tensión a ambos lados del fusible, de lo contrario el operario se aislará y protegerá convenientemente. De ser posible se desconectarán los aparatos receptores antes de cambiar los fusibles.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA.-

Los líquidos inflamables que se manejan en la industria tienen generalmente baja conductividad y por tanto acumulan con facilidad cargas electrostáticas.

Un líquido en reposo se encuentra en equilibrio, mientras que al fluir el líquido por la tubería se generan cargas electrostáticas, debidas al constante contacto y separación entre la multitud de partículas en movimiento que forma el líquido. Generalmente las cargas negativas son absorbidas por la pared del tubo y las positivas son arrastradas por la corriente del producto, por lo que teóricamente el producto irá acumulando cargas a medida que viaja, sin embargo esto no ocurre en todos los líquidos, ya que depende de la conductividad de estos. Algunos productos como los crudos, residuos, productos solubles en el agua como los alcoholes, no acumulan cargas electrostáticas debido a su alta conductividad, en cambio, casi todos los derivados del petróleo tienen alta

resistividad permitiendo la acumulación de carga electrostática.

Las medidas de seguridad que se aplican en las instalaciones, están encaminadas a tratar de evitar o reducir al mínimo el riesgo de ignición electrostática y consisten esencialmente en:

- Reducir al máximo la generación de electricidad estática
- Evitar la acumulación de cargas electrostáticas y favorecer la disipación de las mismas.
- Evitar hasta donde sea posible la formación de mezclas inflamables.
- En los sitios en los que no se pueda evitar la presencia de mezclas inflamables, evitar por todos los medios de que ocurra una chispa.

La interconexión de los diferentes elementos y su unión a un sistema de tierra constituye la solución de la mayoría de los problemas de estática, pudiéndose utilizar otros medios, como son:

- En sitios en que el exeso de humedad no afecta a los procesos o materiales, el control de las cargas de electricidad estática se controlan elevando la humedad relativa del ambiente por encima del 60%.
- Peines o barras metálicas de oropel pueden ser efectivos para eliminar las cargas electrostáticas.
- El recubrimiento ó impregnación de ciertos materiales, particularmente bandas, es un medio efectivo para el control de la electricidad estática.

C A P I T U L O I I I

CLASIFICACION DE AREAS CON ATMOSFERAS EXPLOSIVAS .-

Con el propósito de determinar el tipo de equipo e instalaciones eléctricas que deben usarse es necesario estudiar cuidadosamente la clasificación de áreas, de tal manera que se garantice instalaciones seguras y permitir así mismo, el uso de equipo eléctrico más económico.

El criterio de clasificación de áreas a seguirse es, según el tipo de material inflamable y el grado de peligrosidad del área.

3.1.- SEGUN EL TIPO DE MATERIAL INFLAMABLE Y GRADO DE PELIGROSIDAD .-

Las áreas peligrosas según el tipo de material inflamable y grado de peligrosidad se divide en tres grandes clases, y que a su vez cada una de estas presentan sus división, y estas son:

CLASE I	-	DIVISION 1
	-	DIVISION 2
CLASE II	-	DIVISION 1
	-	DIVISION 2
CLASE III	-	DIVISION 1
	-	DIVISION 2

3.1.1.- Areas de la CLASE I .- Las áreas o lugares de la Clase I, son aquellas en los que están o pueden estar

presentes GASES o VAPORES INFLAMABLES en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.

a.- CLASE I, DIVISION 1 .- Comprende las áreas en donde:

- Exista continua, intermitente o periódicamente, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables en condiciones normales de funcionamiento.
- Las concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables puedan existir frecuentemente debido a operaciones de reparación o mantenimiento o debido a pérdidas.
- Las chispas disruptivas o los fallos en el funcionamiento del equipo o procesos que puedan liberar concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, puedan también ocasionar el fallo simultáneo del equipo eléctrico.

Estas áreas contienen usualmente trasvases de un recipiente a otro de líquidos volátiles inflamables, o gases inflamables licuados; los interiores de las casetas de rociado y áreas en la vecindad de operaciones de pintado y rociado al usarse solventes volátiles inflamables, áreas que contengan tanques abiertos o tinas de líquidos volátiles inflamables; secadores o compartimientos para la evaporación de disolventes inflamables; áreas que contengan aparatos para la extracción de grasas y aceites y que empleen disolventes volátiles inflamables; partes de las salas de limpieza y tintorería en las que se empleen líquidos peligrosos;

salas de generadores de gas, y otras partes de las plantas de fabricación en las que puedan haber escape de gas; salas de bombas inadecuadamente ventiladas para gases inflamables o para líquidos volátiles inflamables y todas las demás áreas en las cuales puedan existir concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables durante el funcionamiento normal del equipo.

b.- CLASE I, DIVISION 2 .- Comprende las áreas en donde:

- Se manejen, traten o empleen líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables que se encuentran normalmente contenidos en recipientes cerrados, de los cuales puedan escapar solo en caso de ruptura accidental o explosión de dichos recipientes o sistemas o en caso de funcionamiento anormal del equipo.

- Se evitan normalmente las concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de ventilación mecánica de tipo extracción, que puede llegar a ser peligroso por fallo u operación anormal del sistema de ventilación.

- Estén adyacentes a las áreas de la Clase I, División 1, y a los cuales puedan comunicarse ocasionalmente concentraciones peligrosas de gases y vapores, a menos que se evite por medio de un sistema de ventilación de presión positiva por inyección de aire limpio y una efectiva protección contra una falla del sistema de ventilación.

Estas áreas comprenden usualmente el empleo de líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables, pero que ha juicio de la autoridad competente de la supervisión

de este tipo de sistemas, solamente sean peligrosos en caso de accidente o de alguna condición anormal de funcionamiento. Los factores que habrá que tener en consideración al determinar la clasificación y extensión de cada área peligrosa son: La cantidad de material peligroso que pueda escapar en caso de accidente; lo adecuado del sistema de ventilación; el área total considerada y los antecedentes de la industria acerca de explosiones o incendios.

Las tuberías sin válvulas, amortiguadores, medidores y dispositivos similares, no se considerará de ordinario que introduzcan condiciones de peligro aún cuando se empleen para gases o líquidos peligrosos. Las áreas utilizadas para almacenar gases licuados o comprimidos, y líquidos peligrosos contenidos en recipientes herméticamente cerrados, no se considerarán normalmente peligrosos, a menos que se encuentren sometidos a otras condiciones de peligro.

3.1.2.- Areas de la CLASE II .- Las áreas o lugares de la Clase II, son aquellas que son peligrosas debido a la presencia de polvo combustible.

a.- CLASE II, DIVISION 1 .- Comprende áreas donde:

- Exista o pueda existir continua, intermitente o periódicamente en suspensión en el aire y en condiciones normales de funcionamiento, polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables o explosivas.

- Un fallo mecánico o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipo pudiera producir mezclas inflamables o explosivas y al mismo tiempo proporcionar una fuente de ignición por fallo del equipo eléctrico y funcionamiento de los equipos de protección.

- Puedan estar presentes polvos de naturaleza conductora de la electricidad.

Los polvos combustibles que no son electricamente conductivos incluidos los polvos producidos en la manipulación y procesamiento del grano y de los productos del grano, pulverización del azúcar y cacao, secado de huevos, leche en polvo, especias pulverizadas, pastas y almidones, harina de patata, aceite de habichuelas y de semillas, secado del heno, y otros materiales orgánicos que pueden producir polvos combustibles al ser tratados y manipulados. Los polvos no metálicos, conductores de la electricidad, comprenden los polvos producidos en la pulverización del carbón, coque y carbón vegetal. Los polvos metálicos de magnesio, aluminio y bronce de aluminio son particularmente peligrosos, y habrá que tomar todas las precauciones para evitar su ignición y explosión. Los polvos electricamente combustibles tienen una resistencia menor que 100000 ohm.cm. (Ref:25).

Estas áreas, corresponden a sitios en los cuales se efectúe tratamiento y procesamiento de los materiales anteriormente citados.

b.- CLASE II, DIVISION 2 .- Comprende áreas donde:

- El polvo combustible no está normalmente en el aire o no sea puesto en suspensión durante el funcionamiento normal del equipo o aparato, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables, pero en los cuales:

- Los depósitos o acumulaciones de polvo sean suficientes para perturbar la disipación normal del calor del equipo o aparato eléctrico.

- Dichos depósitos o acumulaciones de polvo sean tales que puedan ser inflamados por arcos, chispas o superficies ardiente de dicho equipo.

Estas áreas comprenderían, sitios en los cuales es probable la presencia de concentraciones de polvo en suspensión, pero que pueden producirse en su acumulación de polvo sobre el equipo eléctrico interior y en su proximidad, esto es, salas de máquinas y contenedores acarreadoras y aventadoras cerrados, canales cerrados y otros similares.

3.1.3.- Areas de la CLASE III .- Las áreas de la Clase III, son aquellos que son peligrosos por la presencia de fibras y volátiles inflamables en las cuales no es probable que dichas fibras o volátiles hallen en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

a.- CLASE III, DIVISION 1 .- comprende las áreas

- Se manipulen, fabriquen o usen fibras fácilmente inflamables, o materiales que produzcan volátiles combustibles.

Dichas áreas usualmente comprenden algunas partes de plantas de manufacturación y procesamiento de rayón, algodón y otras fábricas textiles y de fibras combustibles; plantas para el tratado de lino, de carpintería y establecimientos e industrias que involucren similares procesos o condiciones de peligro.

Las fibras y volátiles fácilmente inflamables comprenden el rayón, algodón (incluyendo las hiladuras y el desecho de algodón), cáñamo, istle, estopa, fibra de cacao, balas de desecho, miraguano, musgo español, viruta y otros materiales de similar naturaleza.

b.- CLASE III, DIVISION 2 .- Comprende las áreas donde, se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables.

Exepción: En procesos de fabricación.

3.2.- SEGUN PRUEBAS EN EQUIPOS E INSTALACIONES .-

Esta clasificación se la realiza con el fin de proporcionar una forma de construcción de equipo y de instalación, que asegure la realización de los sistemas de seguridad en las condiciones de uso y mantenimiento adecuados. El equipo será aprobado no solo para la clase de local, sino también para el gas, vapor o polvo específicos que se halle presente, ya que las características de las distintas mezclas atmosféricas de estos, dependen del material peligroso involucrado, por lo

que para fines de comprobación y aprobación, se han agrupado las mezclas atmosféricas según su peligro, y estos son:

- CLASE I : GRUPOS A, B, C, D
- CLASE II : GRUPOS E, F, G

Tabla # III.1:

ATMOSFERAS EXPLOSIVAS TÍPICAS Y SUS CARACTERÍSTICAS.

CLASE	DIVISION	GRUPO	ATMOSFERA TÍPICA
I	1	A	- Acetileno
		B	- Butadieno - Oxido de Etileno - Hidrógeno - Gases sintéticos que contienen más de 30% de H. (en volumen) - Oxido de Propileno
		C	- Acetaldehído - Ciclopropano - Eter de Dietilo - Etileno - Dimetilhidracina Asimétrica (UDMH - Dimetilhidracina)
		D	- Acetona - Acrilonitrilo - Amoníaco - Benceno - Butano - 1-Butanol (alcohol butílico)

CLASE	DIVISION	GRUPO	ATMOSFERA TIPICA.
I	1	D	<ul style="list-style-type: none"> - 2-Butanol(alcoh.Bitil.2rio) - Acetato de Isobutilo. - Etano. - Etanol (Alcohol Etílico) - Acetato de Etilo. - Dicloruro de Etileno. - Gasolina: 56-60 Octanos. - Gasolina: 100 octanos - Heptanos - Hexanos - Isopreno - Metano (gas natural) - Metanol (alcoh.metílico) - Alcohol Isoamílico - Cetona de Metilisobutilo - Alcohol Isobutílico - Alcoh.de Butilo 3rio. - Nafta de Petróleo - Octanos - Pentanos - Alcohol Amílico - Propano - Alcohol Propílico - Alcohol Isopropílico - Propileno

CLASE	DIVISION	GRUPO	ATMOSFERA TIPICA
I	1	D	- Estireno - Tolueno - Acetato de Vinilo - Cloruro de Vinilo - Xilenos
	2	A,B,C,D	Idem.a DIVISION 1
II	1	E	- Polvo metálico, incluye a- luminio, magnesio y sus a- leaciones comerciales y - otros metales de similares características.
		F	- Atmósferas que contienen negro de humo, polvo de carbón o coque.
		G	- Atmósf.que contienen hari- na, almidón, polvos granos
	2	G	Idem.a DIVISION 1

(Ref:28)

3.3.- PROCEDIMIENTO PARA CLASIFICACION DE AREAS .-

El siguiente procedimiento requiere respuestas a una serie de preguntas, la respuesta afirmativa a cualquier pregunta, verifica la existencia de una área clasificada. Cada cuarto, sección o área será considerado individualmente en la determinación de esta clasificación.

Paso 1.- NECESIDAD DE CLASIFICACION .-

El área podrá ser clasificada, si la respuesta a cualquiera de las siguientes preguntas es afirmativa:

- a.- Es probable la presencia de gases, líquidos, polvos o fibras inflamables?
- b.- Es probable el manejo, procesado o almacenado de líquidos combustibles a temperaturas superiores a su punto de inflamación?

De esta manera se podrá determinar la clasificación del área peligrosa en mención, esto es, CLASE I, CLASE II o CLASE III según el material inflamable presente.

Paso 2.- ASIGNACION DE DIVISION .-

Asumiendo como afirmativa la respuesta al paso 1, las siguientes preguntas serán contestadas para determinar la correcta clasificación con respecto a la DIVISION que le corresponde.

AREAS DIVISION 1 .- Las áreas asignadas como División 1, corresponden a las respuestas afirmativas a cualquiera de las siguientes preguntas:

- a.- Es probable la existencia de mezclas atmosféricas inflamables bajo condiciones normales de operación?
- b.- Es probable la existencia frecuente de una mezcla atmosférica inflamable debido a mantenimiento, reparaciones o escape?
- c.- Podría una falla en el proceso, sistema de almacenamiento o en algún equipo ser la probable causa de una falla en el sistema eléctrico creando una

fuelle de ignición simultaneamente con la liberación de un líquido o gas inflamable?

- d.- El gas o líquido inflamable se maneja en un sistema de transporte con válvulas, manómetros, etc., mal mantenidos y en una localización inadecuadamente ventilada?
- e.- Está el área bajo el nivel del piso o de cualquier elevación adyacente, que pueda acumular dentro a líquidos o vapores inflamables?

AREAS DIVISION 2 .- Las áreas asignadas como División 2, corresponden a las respuestas afirmativas a cualquiera de las siguientes preguntas:

- a.- Está el sistema de transporte de gas, vapor o líquido inflamable en una área inadecuadamente ventilada y el sistema conteniendo válvulas, manómetros, conexiones, etc, está bien mantenido?
- b.- En un sistema que contiene gases, vapores o líquidos inflamables en una área adecuadamente ventilada, y puede el gas, vapor o líquido escapar del sistema solamente en condiciones anormales por una falla accidental de un empaque o sello o por la ruptura de una tubería?
- c.- El área está ubicada en una zona adyacente a una área clasificada como división 1 o puede el gas o vapor ser conducido hasta ella a través de canaletas, tuberías o ductos?

d.- En una área donde se use ventilación mecánica, puede una falla u operación anormal del equipo de ventilación, permitir la formación de una mezcla atmosférica inflamable?

Paso 3.- EXTENSION DEL AREA CLASIFICADA .-

La extensión del área clasificada puede ser determinada aplicando, con sano criterio de ingeniería, las distancias recomendadas en los diagramas contenidos en 3.4.

Paso 4.- GRUPOS DE MEZCLAS ATMOSFERICAS .-

El equipo debe ser seleccionado, probado y aprobado para el material inflamable específico, ya que las máximas presiones explosivas y temperaturas de operación segura varían ampliamente con la composición del material inflamable.

La clasificación por grupos de las diferentes sustancias, se encuentra en las secciones 1.6 y en 3.2, en caso de que determinada sustancia no se encuentre en esta clasificación, se le asignará el grupo correspondiente de acuerdo a propiedades y características similares.

3.4.- EXTENSION DEL AREA CLASIFICADA .-

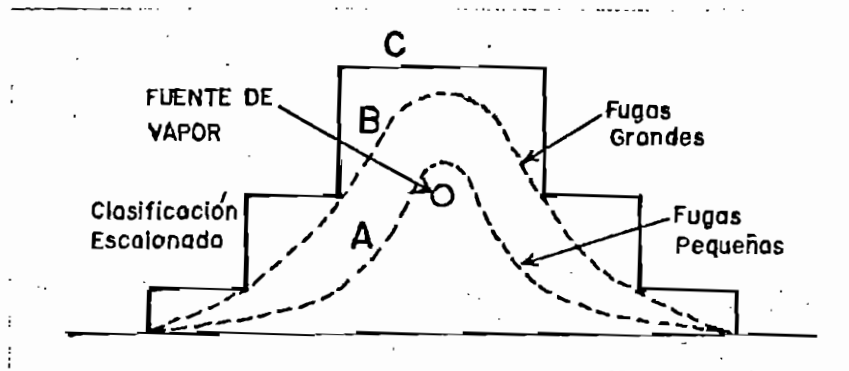
La extensión de una área clasificada como División 1 ó 2, requiere una cuidadosa evaluación de los siguientes factores: material inflamable o combustible, densidad del vapor del material, temperatura del material, presión de proceso o almacenamiento, ventilación y tamaño de la fuga o fuente de peligro.

Es importante identificar los materiales manejados y la densidad de sus vapores. Los vapores y gases hidrocarburos son generalmente mas pesados que el aire, así como el hidrógeno y metano son mas livianos que el aire.

La siguiente guía es aplicable en estos casos:

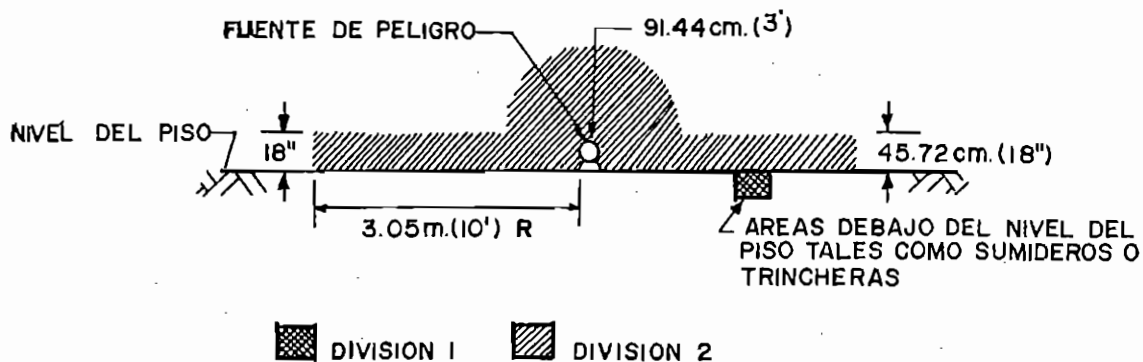
- En ausencia de paredes, cubiertas u otras barreras y en ausencia de corrientes de aire o fuerzas perturbadoras similares, el gas o vapor se dispersará.
- Los vapores mas pesados que el aire viajarán primeramente hacia abajo y se expandirán a nivel del piso si el aire se encuentra sin movimiento y forma una mezcla explosiva dentro del espacio aproximadamente delineado por la curva A de la figura # III.4.0, donde las características de la curva dependerá de la cantidad y densidad del vapor. El viento, brisa e incluso una corriente de aire hacia arriba puede reducir la concentración de la mezcla vapor-aire por debajo del límite explosivo más bajo, la curva B indica el límite dentro del cual la mezcla podría estar en estado explosivo, pero esta curva no nos dice nada acerca de la extensión del área peligrosa, por lo que la curva C se utiliza para definir la extensión de estas.

FIG.III.4.0: DIAGRAMA DE FUENTES DE VAPOR/GAS PARA GASES MAS PESADOS QUE EL AIRE.



(Ref:45)

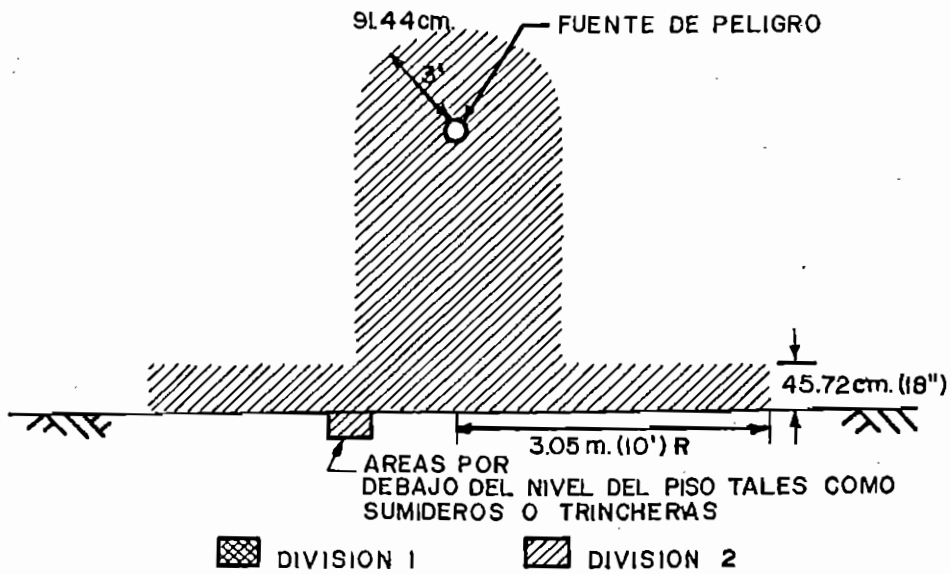
A continuación se presentan los diagramas de extensión de las diferentes áreas clasificadas.



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

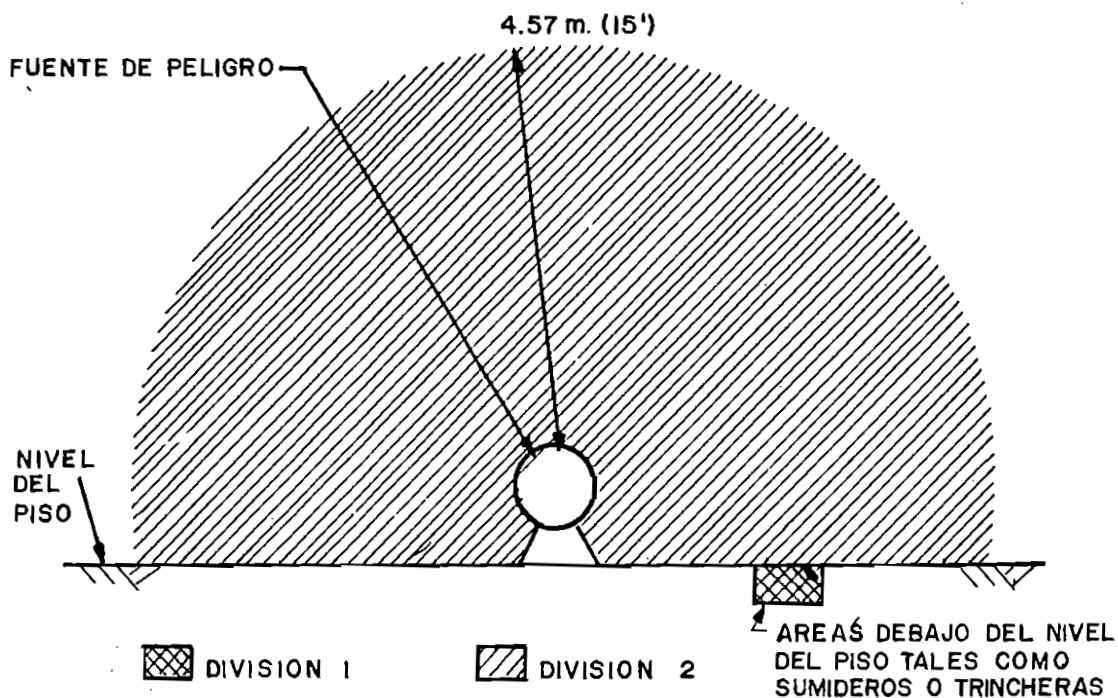
FIG. III.4.1 -- FUENTE DE PELIGRO LOCALIZADA AL AIRE LIBRE, A NIVEL DEL PISO. (AREAS DE BOMBAS)



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

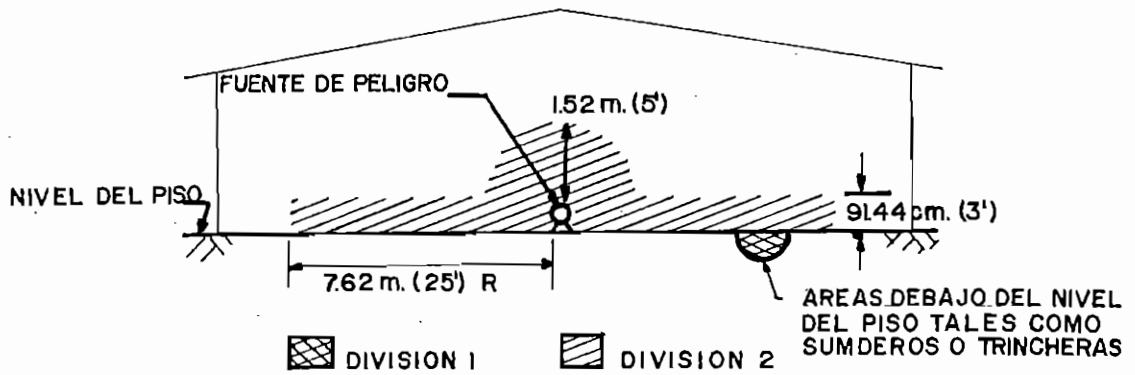
FIG. III.4.2.- FUENTE DE PELIGRO LOCALIZADA
AL AIRE LIBRE Y POR ENCIMA DEL
NIVEL DEL PISO



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE, GAS LICUADO INFLAMABLE
GAS COMPRIMIDO INFLAMABLE Y LIQUIDO CRIOGENICO

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO / ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION		✓	✓
CAUDAL	✓	✓	

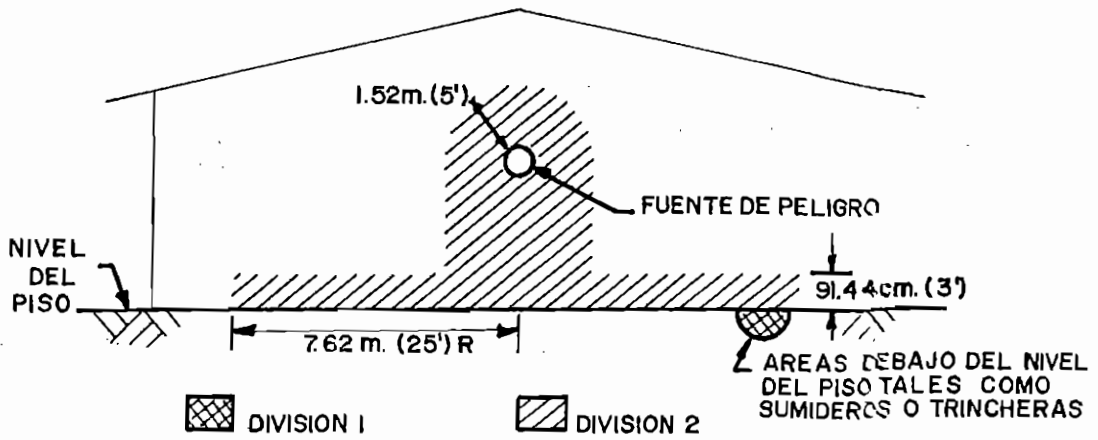
FIG. III.4.3- FUENTE DE PELIGRO LOCALIZADA
AL AIRE LIBRE, A NIVEL DEL PISO



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

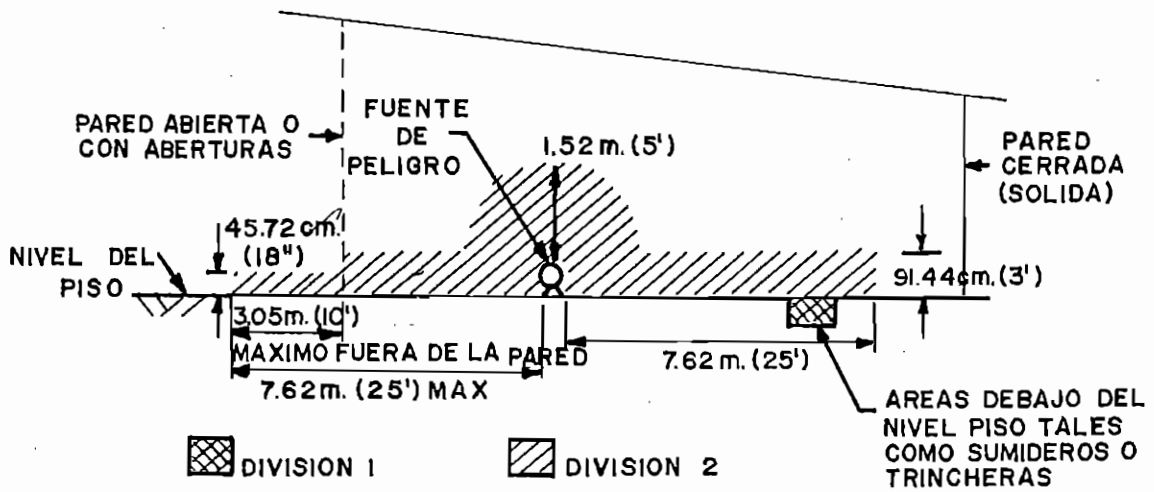
FIG. III. 4.4.- FUENTE DE PELIGRO AL INTERIOR DE UN LOCAL, A NIVEL DEL PISO Y PROVISTO DE ADECUADA VENTILACION



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

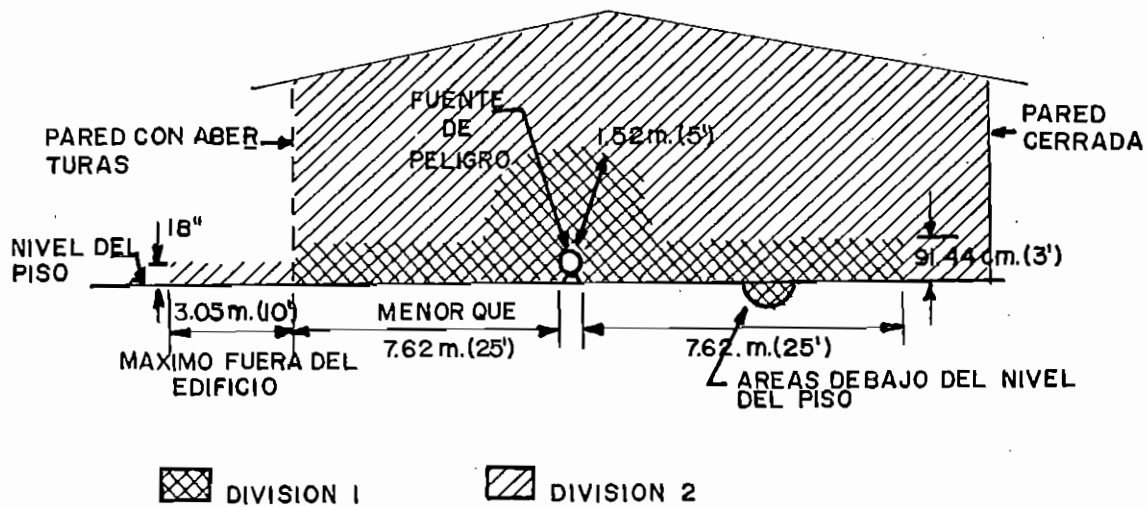
FIG.III. 4.5.- FUENTE DE PELIGRO AL INTERIOR DE UN LOCAL, A NIVEL DEL PISO Y PROVISTO DE ADECUADA VENTILACION



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

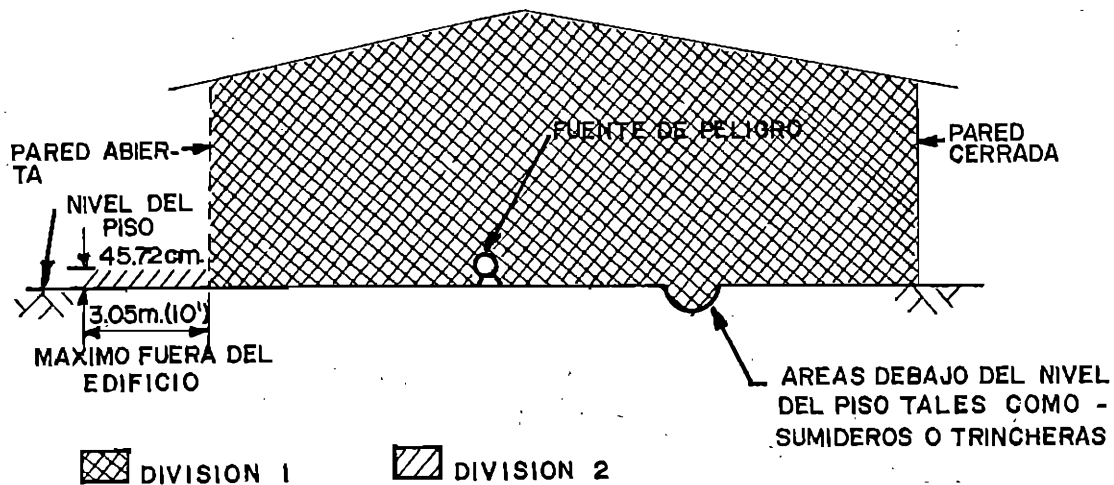
FIG. III. 4.6.- FUENTE DE PELIGRO AL INTERIOR DE UN LOCAL, A NIVEL DEL PISO Y CONTIGUA A UNA PARED ABIERTA AL EXTERIOR Y ADECUADA VENTILACION



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

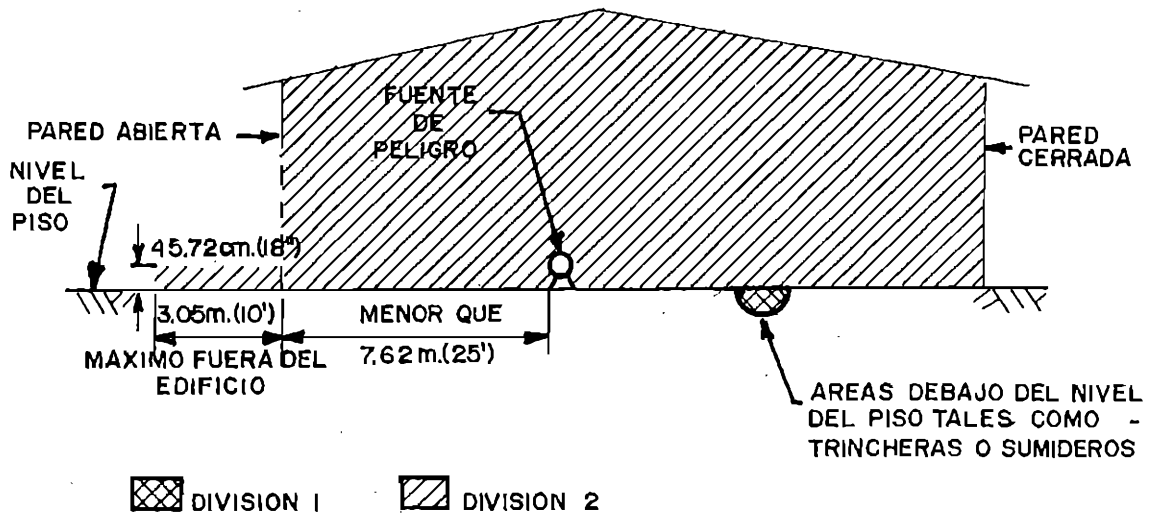
FIG: III. 4.7.-FUENTE DE PELIGRO AL INTERIOR DEL LOCAL, A NIVEL DEL PISO CONTIGUO A UNA PARED ABIERTA AL EXTERIOR Y NO PROVISTA DE ADECUADA VENTILACION.



MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO		✓	✓
PRESION			✓
CAUDAL		✓	✓

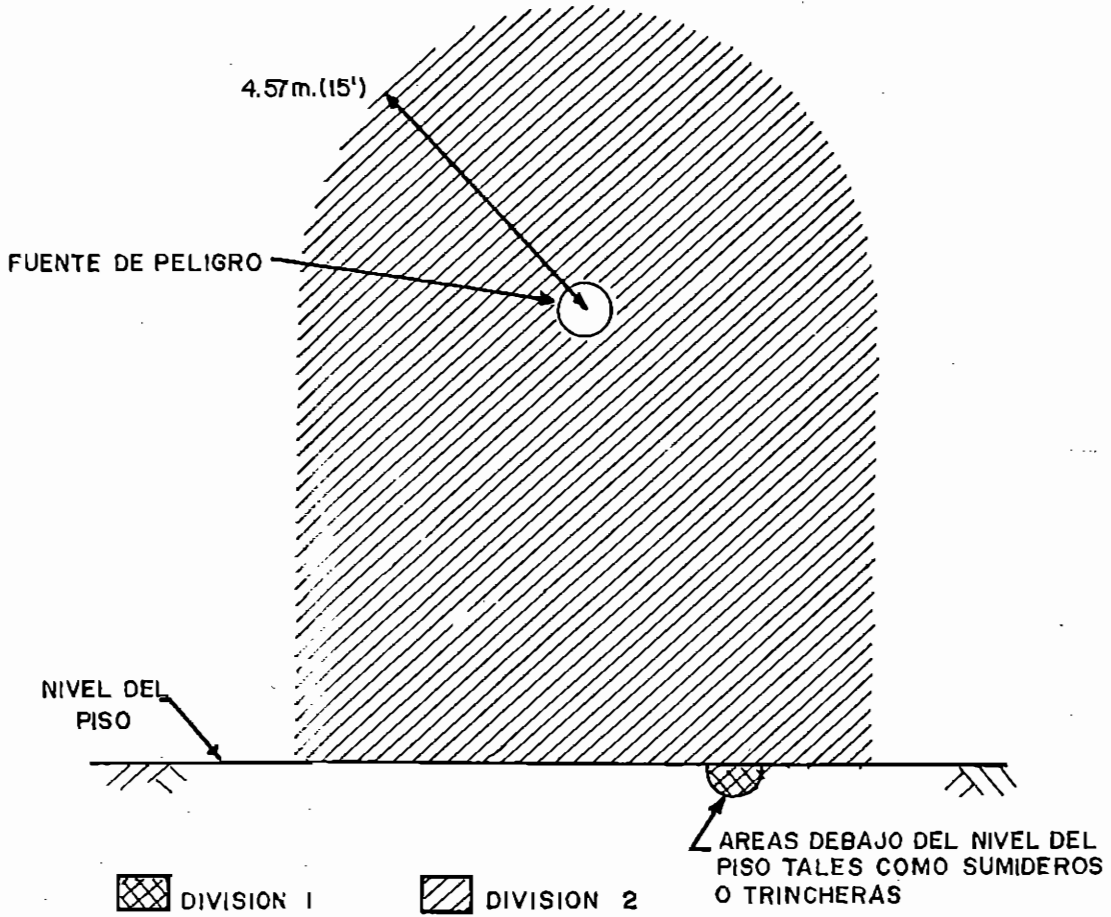
FIG. III. 4.8.- FUENTE DE PELIGRO AL INTERIOR DE UN LOCAL, CONTIGUO A UNA PARED ABIERTA EN EL EXTERIOR Y NO PROVISTA DE ADECUADA VENTILACION



MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO		✓	✓
PRESION			✓
CAUDAL		✓	✓

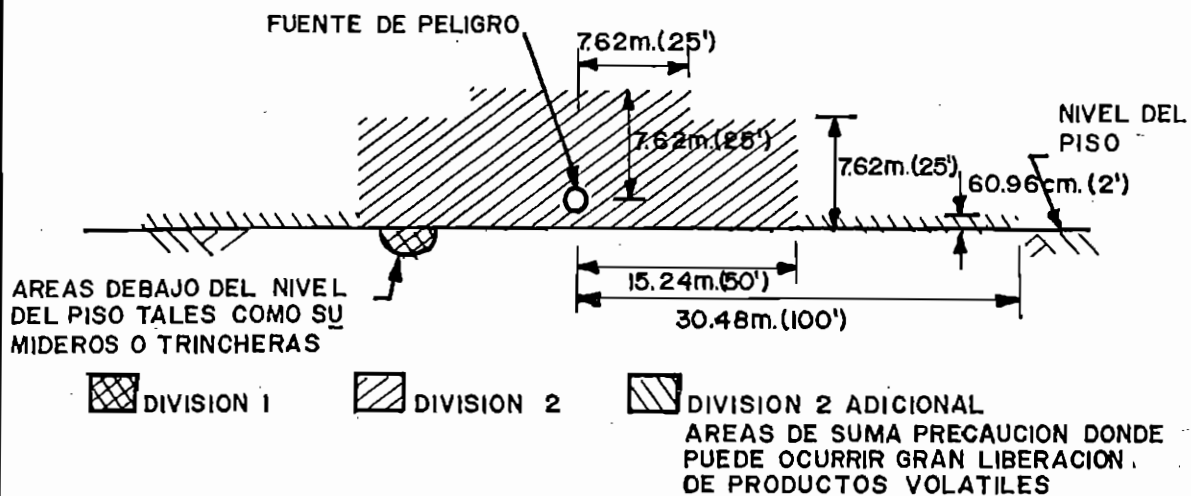
FIG.III.4.9.- FUENTE DE PELIGRO AL INTERIOR DE UN LOCAL CONTIGUO A UN PARED Y PRO VISTA DE ADECUADA VENTILACION



**MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE, GAS LICUADO INFLAMABLE
GAS COMPRIMIDO INFLAMAB Y LIQUIDO CROGENICO**

	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION		✓	✓
CAUDAL	✓	✓	

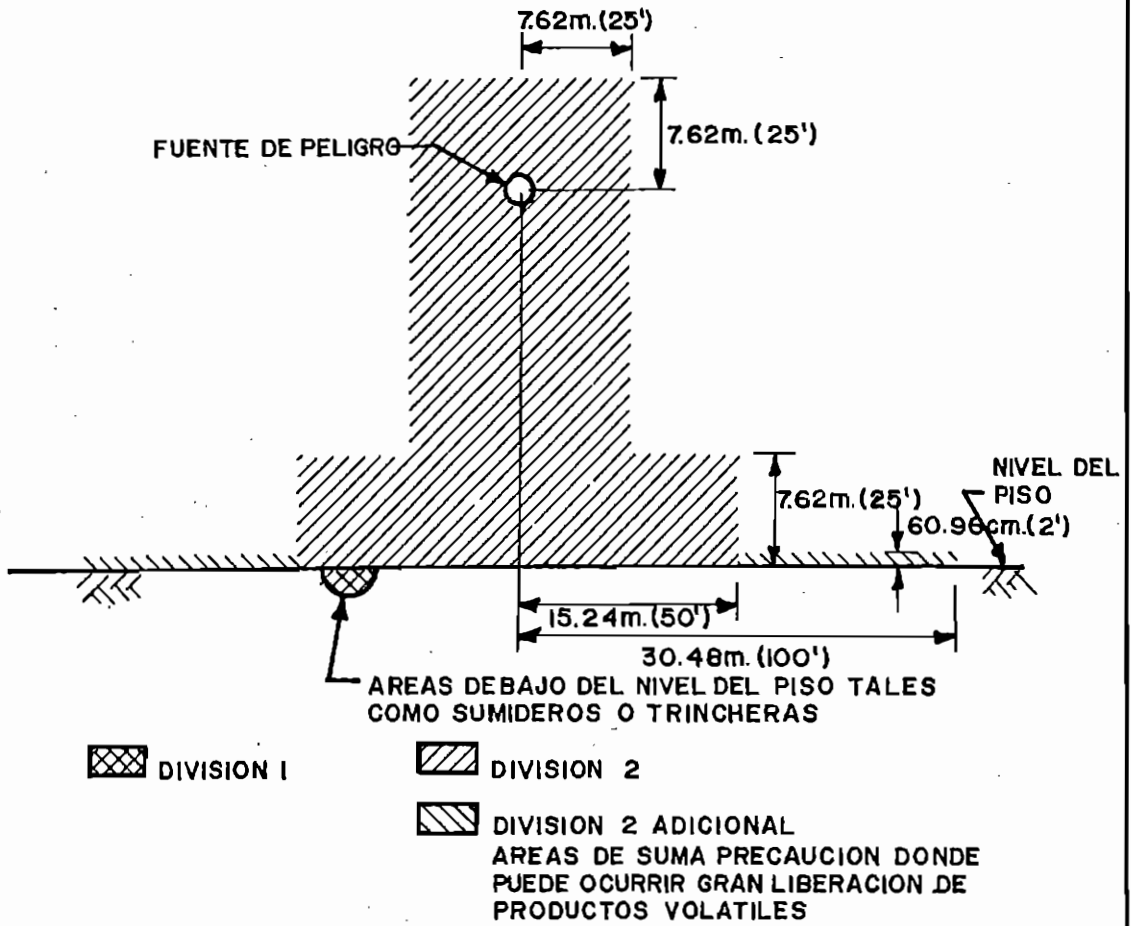
**FIG.III. 4.10.- FUENTE DE PELIGRO LOCALIZADA AL
AIRE LIBRE, POR ENCIMA DEL NIVEL
DEL PISO**



MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE

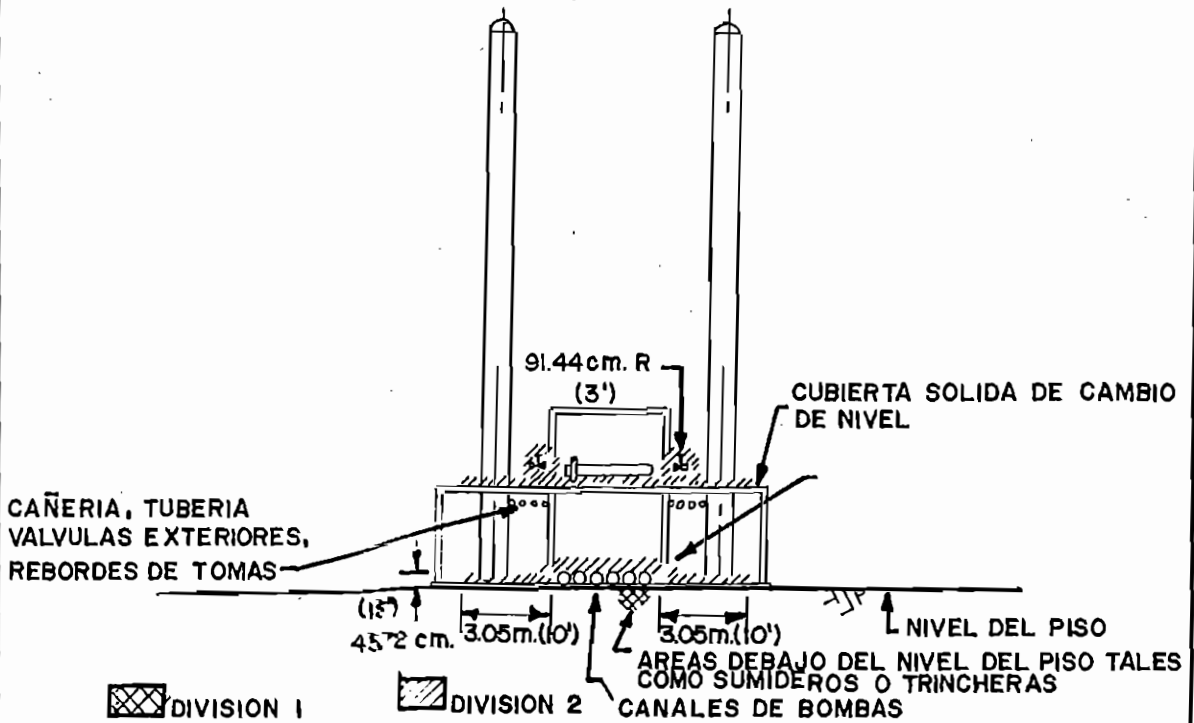
	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO			✓
PRESION		✓	✓
CAUDAL			✓

FIG. III. 4.II- FUENTE DE PELIGRO LOCALIZADA AL AIRE LIBRE, A NIVEL DEL PISO (AREA DE PROCESO VENTILADA ADECUADAMENTE)



	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO			✓
PRESION		✓	✓
CAUDAL			✓

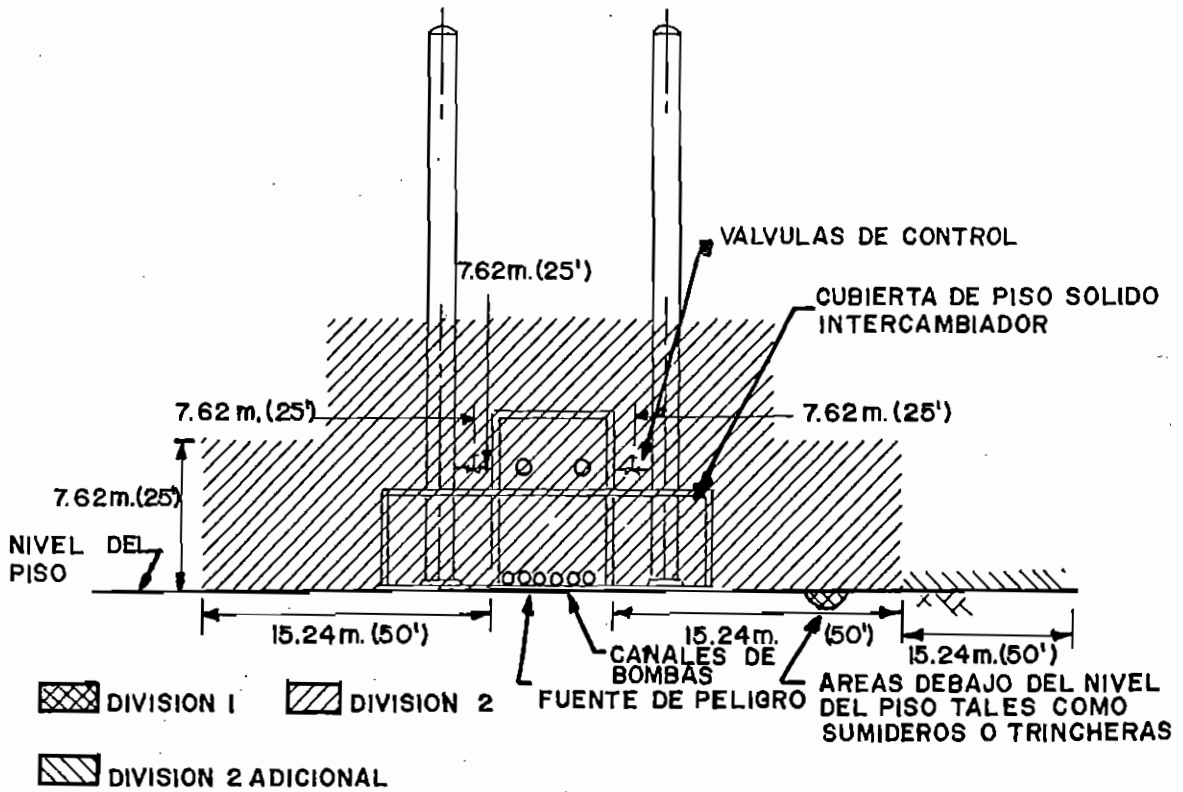
FIG. III. 4.12.- FUENTE PELIGRO LOCALIZADA AL AIRE LIBRE, POR ENCIMA DEL PISO (AREA DE PROCESO VENTILADA ADECUADAMENTE)



MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESSION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

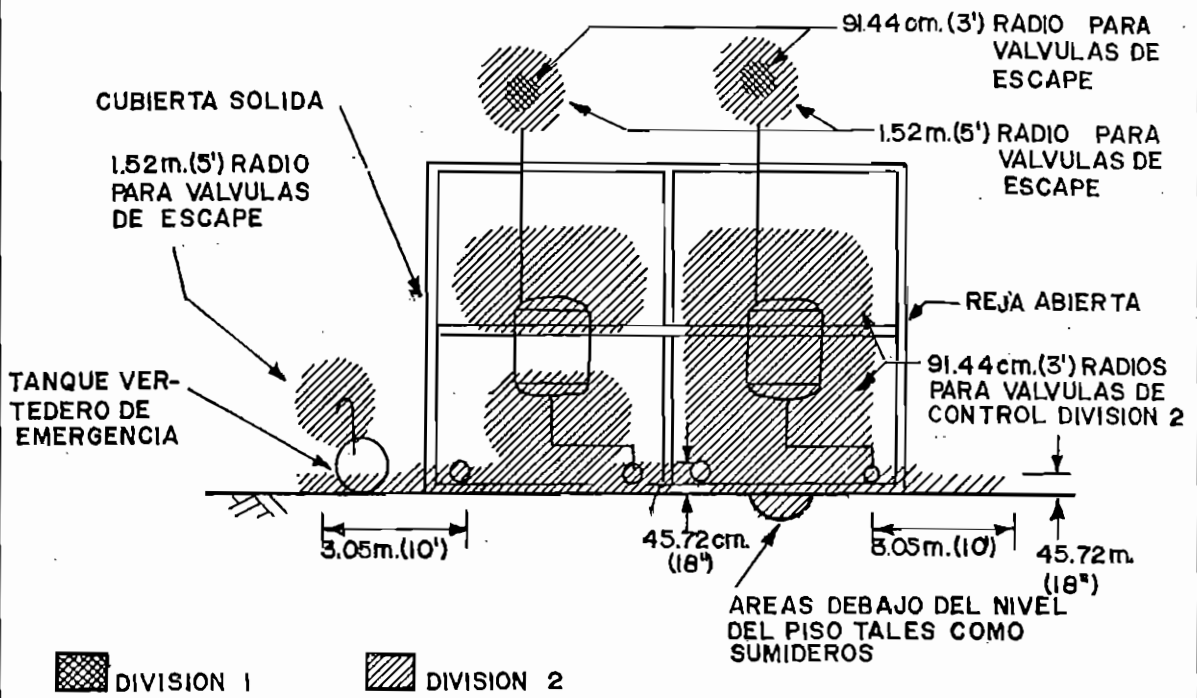
FIG. 11-4.13- FUENTES DE PELIGRO MULTIPLE, POR ENCIMA DEL NIVEL DEL PISO EN AREAS DE PROCESOS AL AJRE LIBRE



MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO / ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO		✓	✓
PRESION		✓	✓
CAUDAL		✓	✓

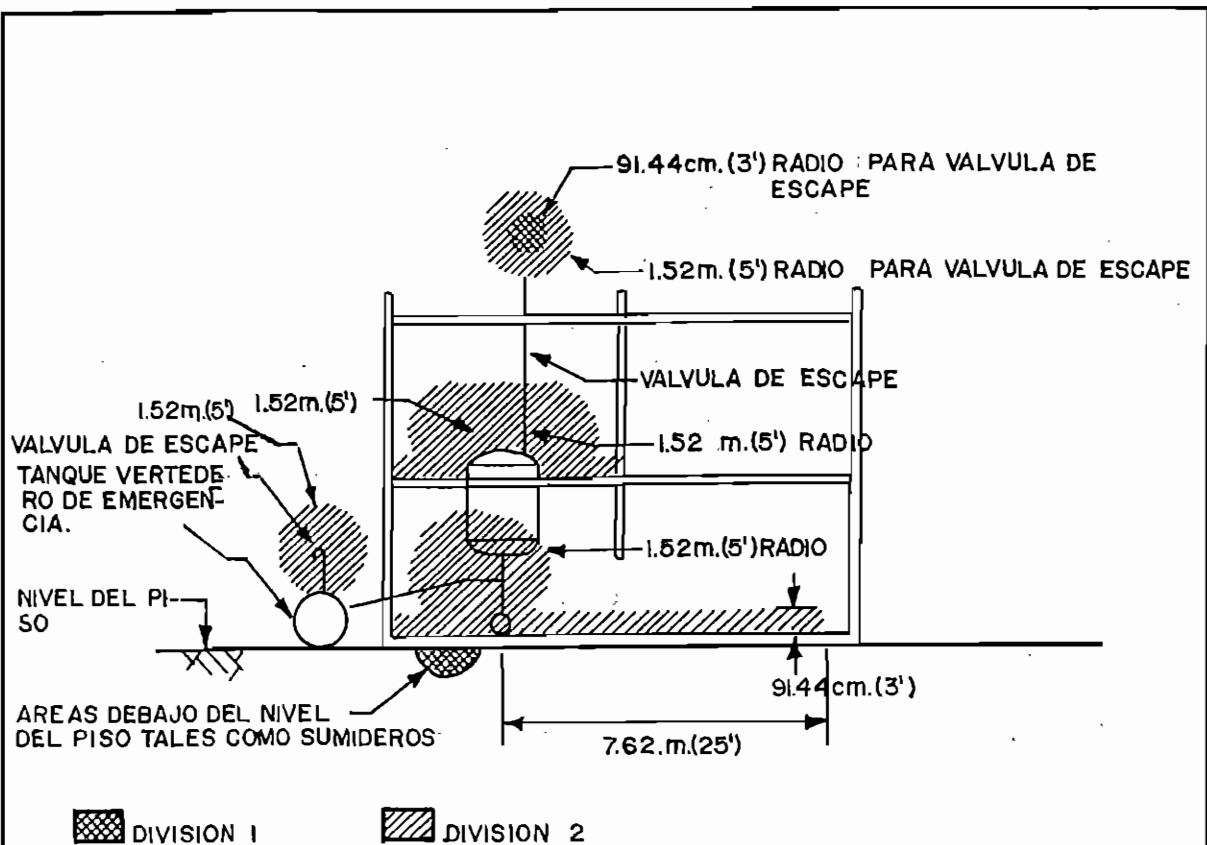
FIG.III. 4.14.- MULTIPLES FUENTES DE PELIGRO, EN Y POR ENCIMA DEL NIVEL DEL PISO, EN AREAS DE PROCESO AL AIRE LIBRE



MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO/ BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

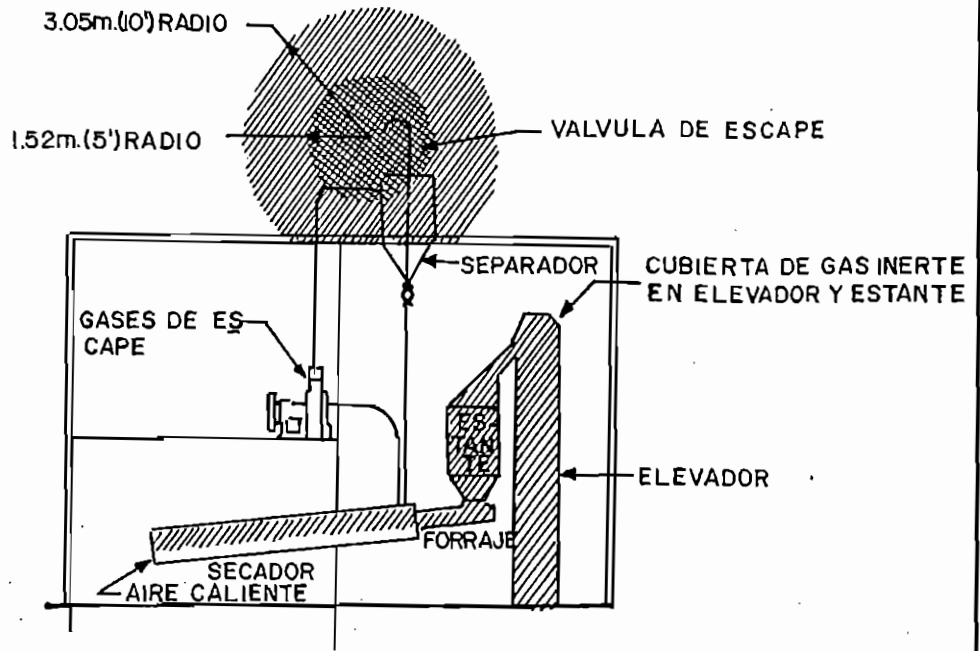
FIG.III. 4.15- FUENTES DE PELIGRO MULTIPLE, EN O SOBRE EL NIVEL DEL PISO, EN UNA AREA DE PROCESO AL AIRE LIBRE



MATERIAL : LIQUIDO INFLAMABLE

	PEQUEÑO BAJO	MODERADO	LARGO/ ALTO
EQUIPAMIENTO DEL PROCESO	✓	✓	
PRESION	✓	✓	
CAUDAL	✓	✓	

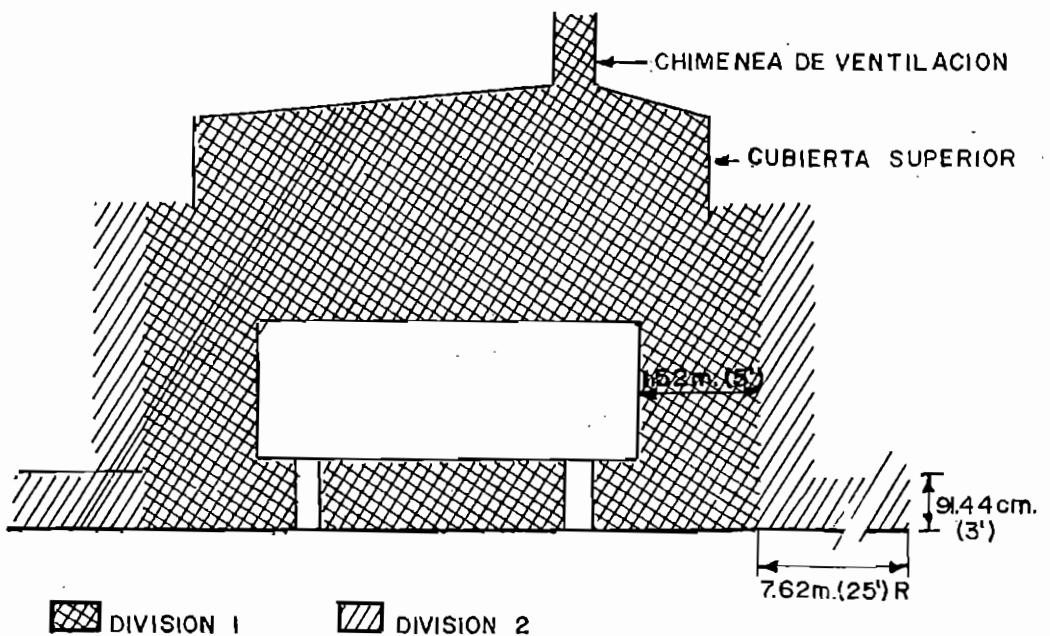
FIG.III. 4.16.- FUENTES DE PELIGRO MULTIPLE, EN Y SOBRE EL NIVEL DEL PISO, PROVIS-TO DE VENTILACION ADECUADA



DIVISION 1
 DIVISION 2

MATERIAL: SOLIDOS HUMEDOS CON LIQUIDO INFLAMABLE

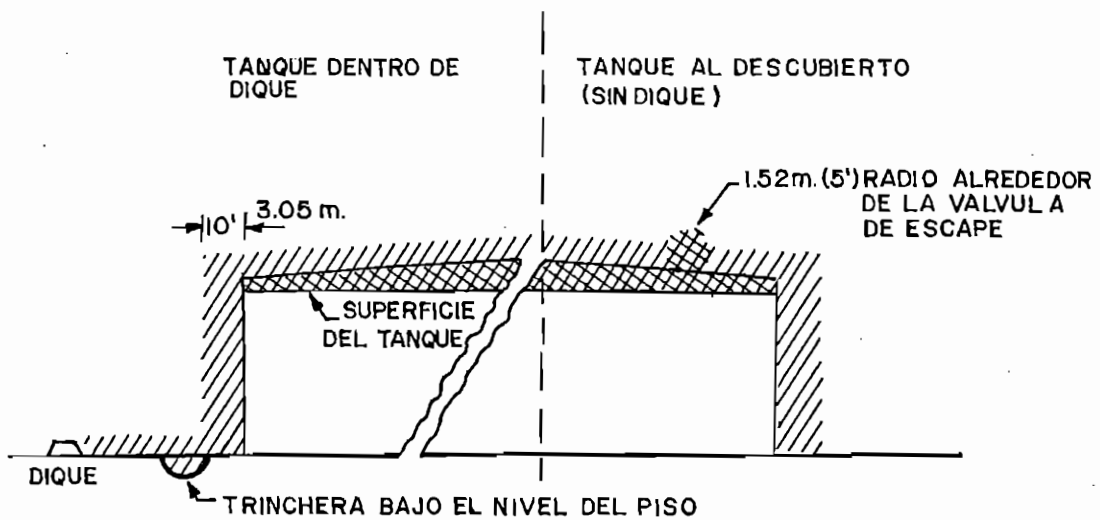
FIG. III.4.17.- SECADOR DE PRODUCTOS TOTALMENTE ENCERRADO LOCALIZADO EN UN EDIFICIO ADECUADAMENTE VENTILADO



DIVISION 1
 DIVISION 2

MATERIAL: SOLIDO HUMEDO CON LIQUIDO INFLAMABLE

FIG. III.4.18.- PLACA Y ARMADURA DE FILTROS DE PRESION PROVISTOS CON ADECUADA VENTILACION

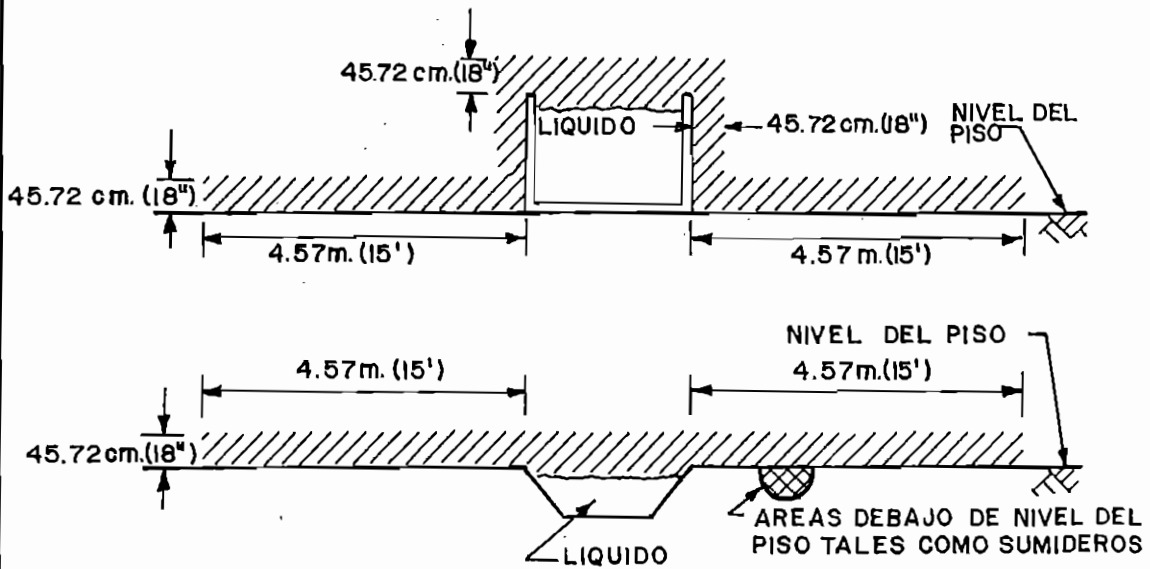


▨ DIVISION 1

▨ DIVISION 2

MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

FIG.III.4.19.- TANQUES DE ALMACENAMIENTO, A NIVEL DEL PISO AL AIRE LIBRE

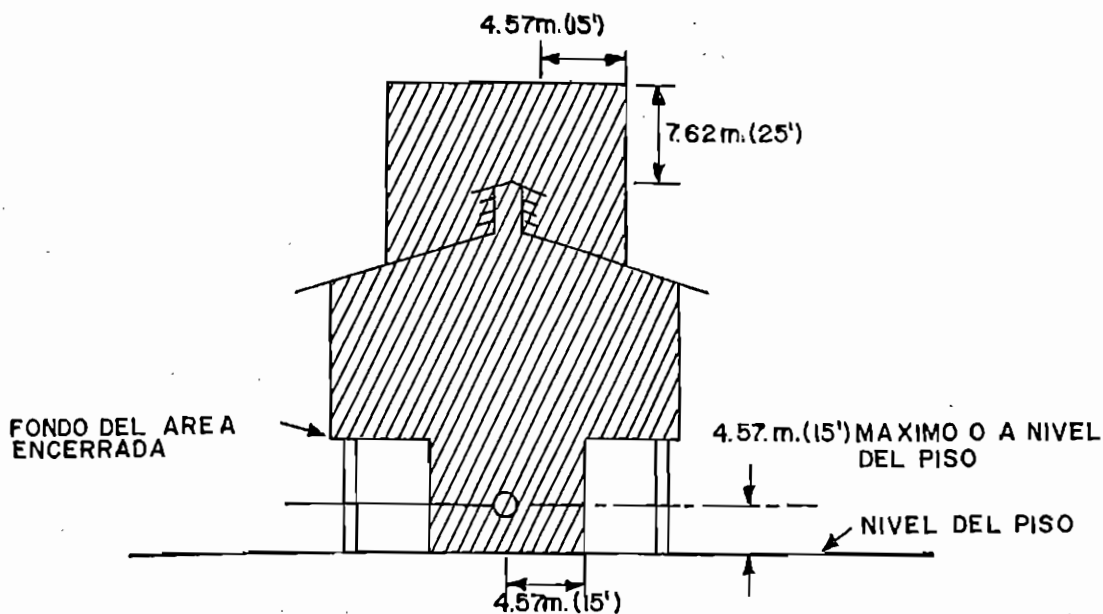


▨ DIVISION 1

▨ DIVISION 2

MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

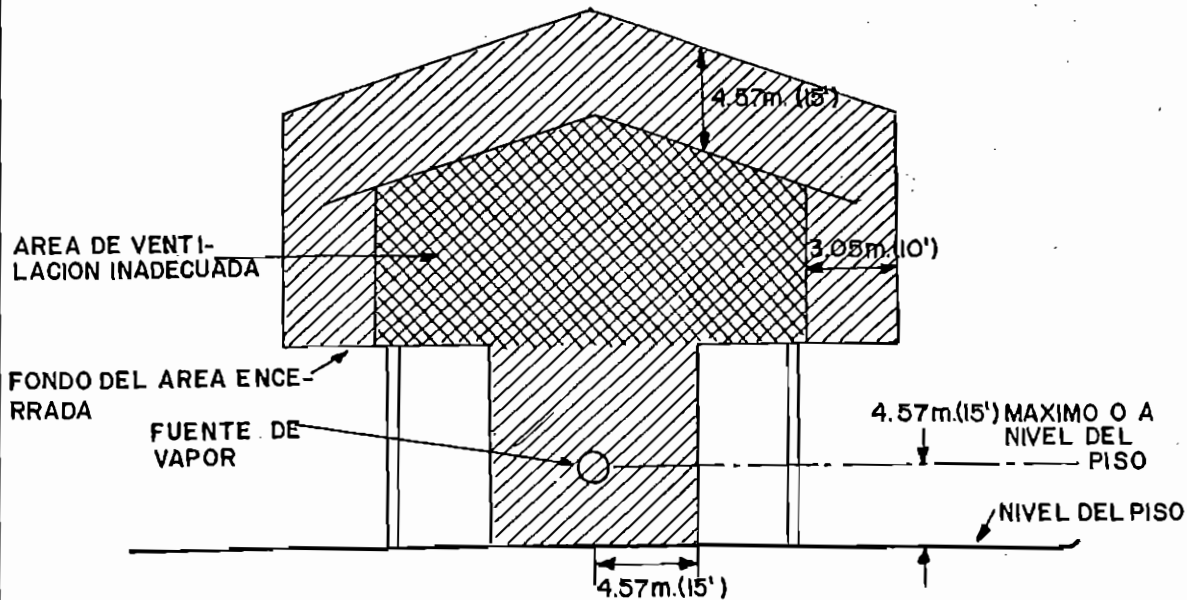
FIG.III.4.20.- SEPARADOR DE AGUA-ACEITE DE EMERGENCIA Y ZONA DE DRENAJE TEMPORAL O DE EMERGENCIA



▨ DIVISION 2

MATERIAL: GAS MAS LIVIANO QUE EL AIRE

FIG. III. 4.21.- CUARTO DE COMPRESOR ADECUADAMENTE VENTILADO PARA UN VAPOR MAS LIVIANO QUE EL AIRE



▨ DIVISION 1 ▨ DIVISION 2

MATERIAL: GAS MAS LIVIANO QUE EL AIRE

FIG. III. 4.22.- CUARTO DE COMPRESOR INADECUADAMENTE VENTILADO PARA UN VAPOR MAS LIVIANO QUE EL AIRE

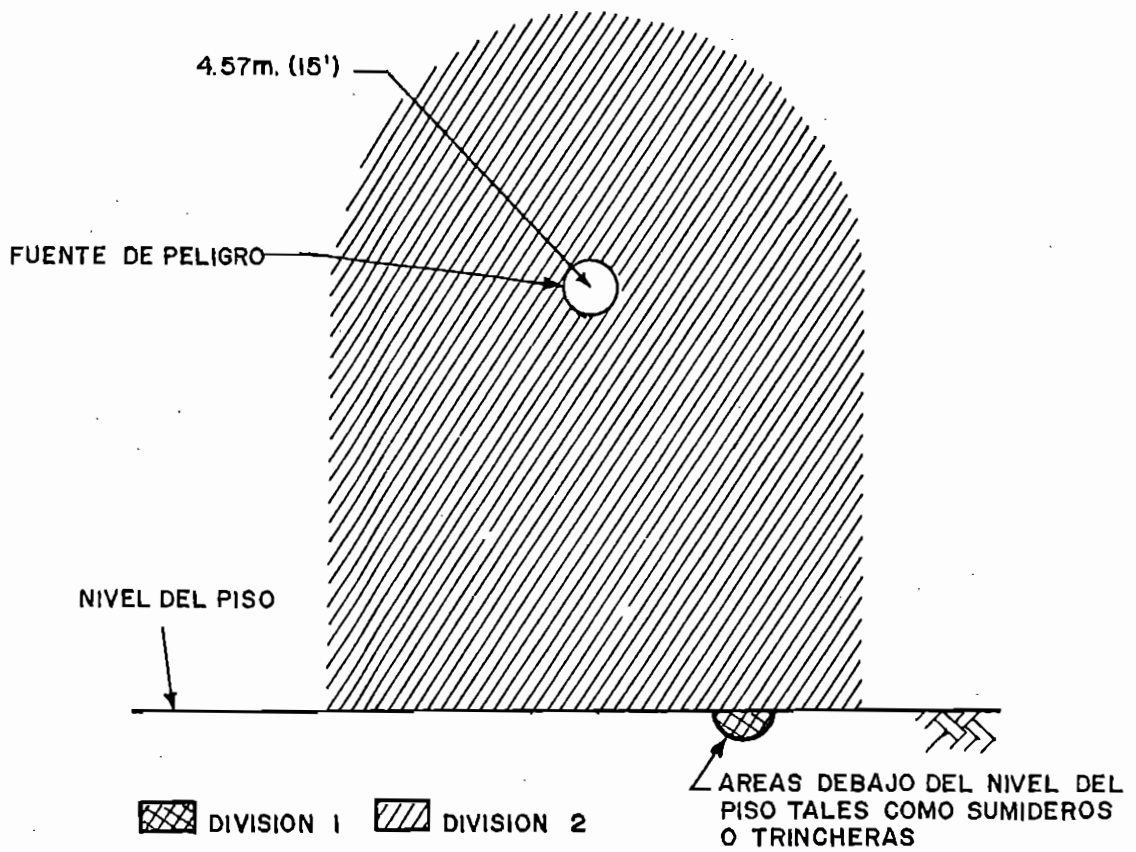


FIG. III. 4.23.- FUENTES DE PELIGRO QUE MANEJA GAS LICUADO NATURAL LOCALIZADO EN O SOBRE EL NIVEL DEL PISO

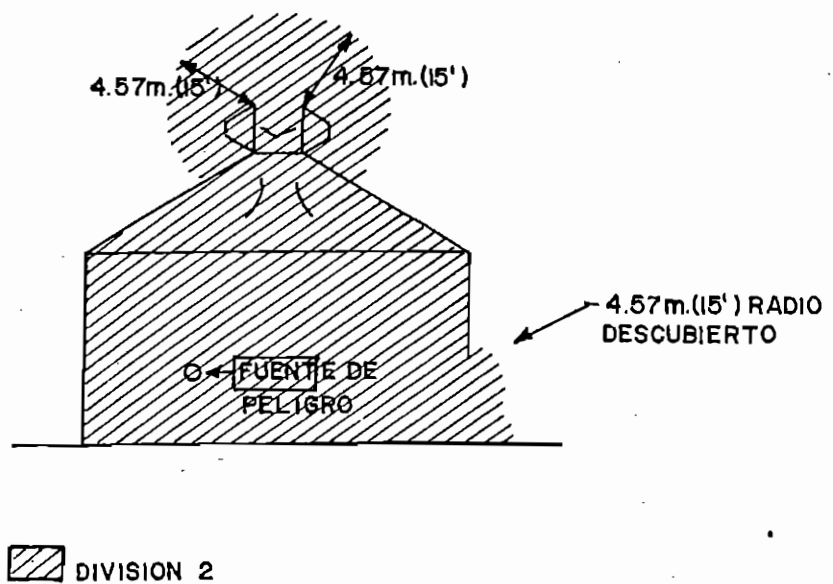
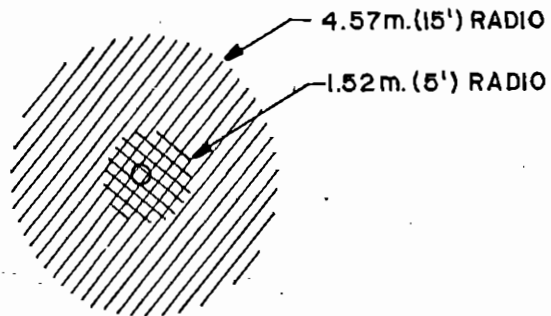
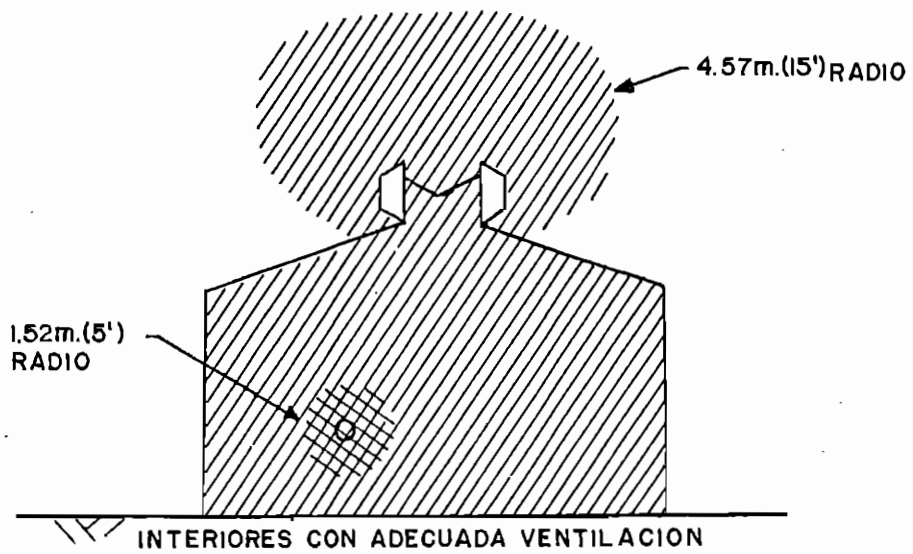


FIG. III. 4.24.- FUENTE DE PELIGRO DE EQUIPO QUE MANEJA GAS LICUADO NATURAL EN UN EDIFICIO CON VENTILACION ADECUADA



AL AIRE LIBRE EN O SOBRE EL NIVEL DEL PISO

 DIVISION 1

 DIVISION 2

FIG.III.4.25.- OPERACION DE SANGRADO, GOTEO, ESCAPES EN EQUIPO DE GAS LICUADO NATURAL

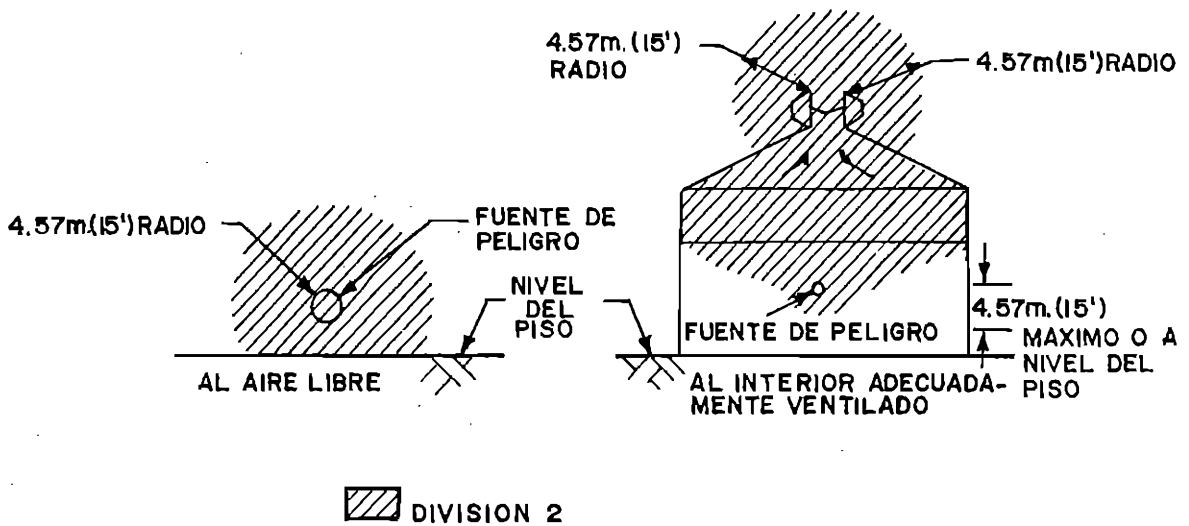


FIG.III. 4.26-- SISTEMA DE ALMACENAJE DE GAS DE HIDROGENO, LOCALIZADO AL AIRE LIBRE O AL INTERIOR DE UN EDIFICIO ADECUADAMENTE VENTILADO

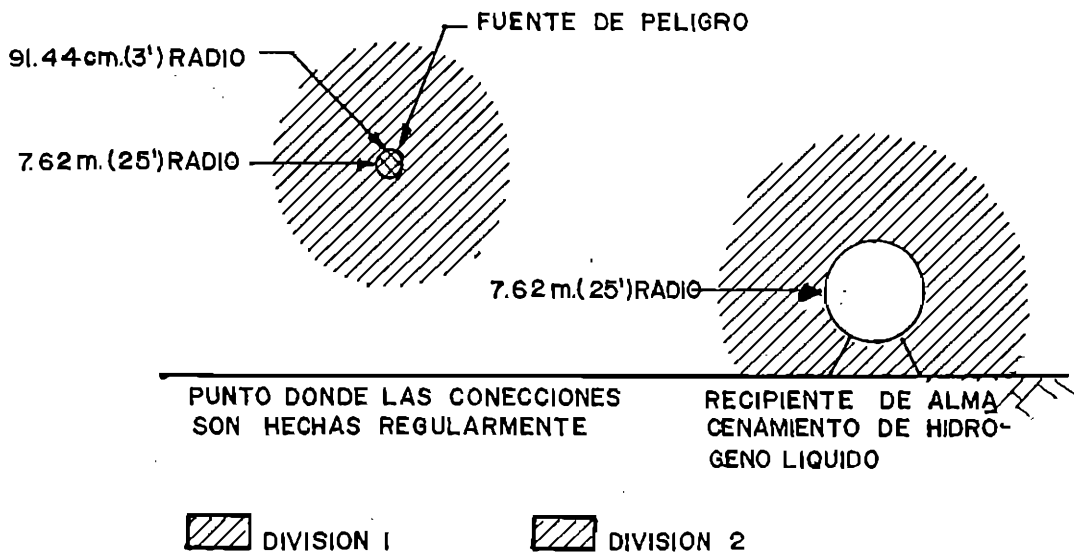


FIG.III.4.27-- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO LIQUIDO LOCALIZADO AL AIRE LIBRE O EN EDIFICIOS CON ADECUADA VENTILACION

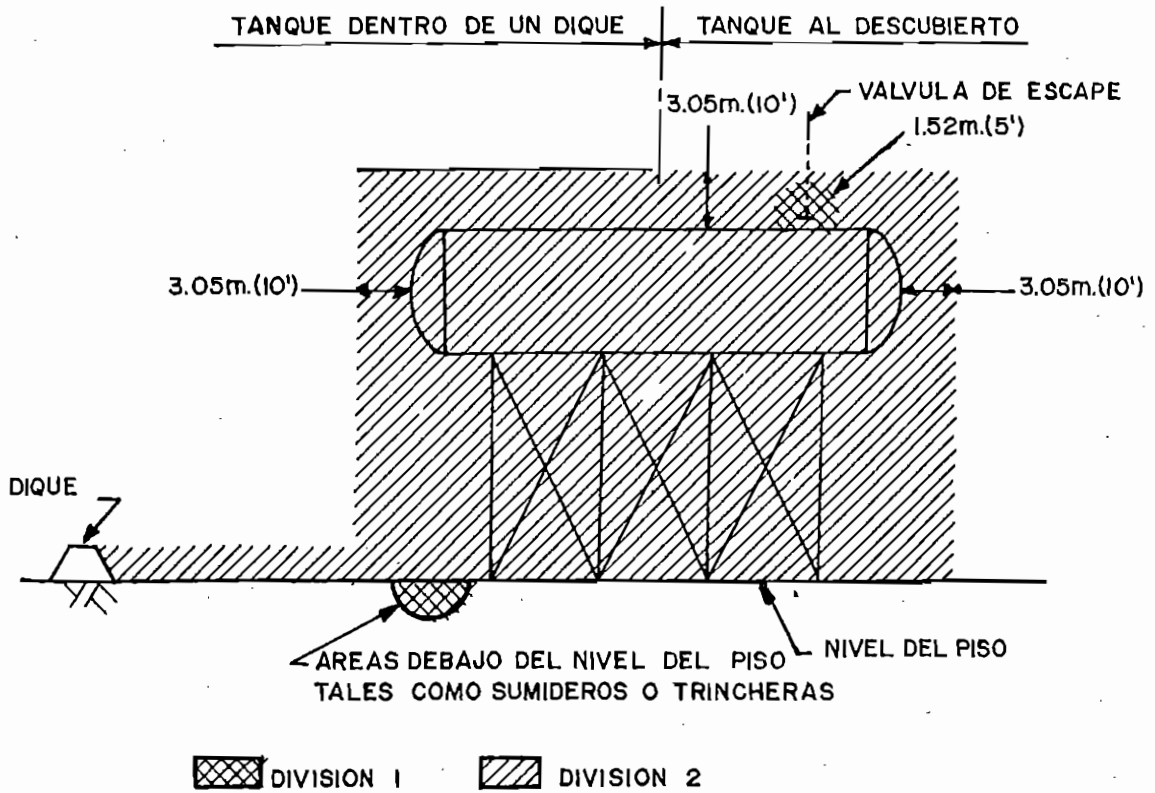
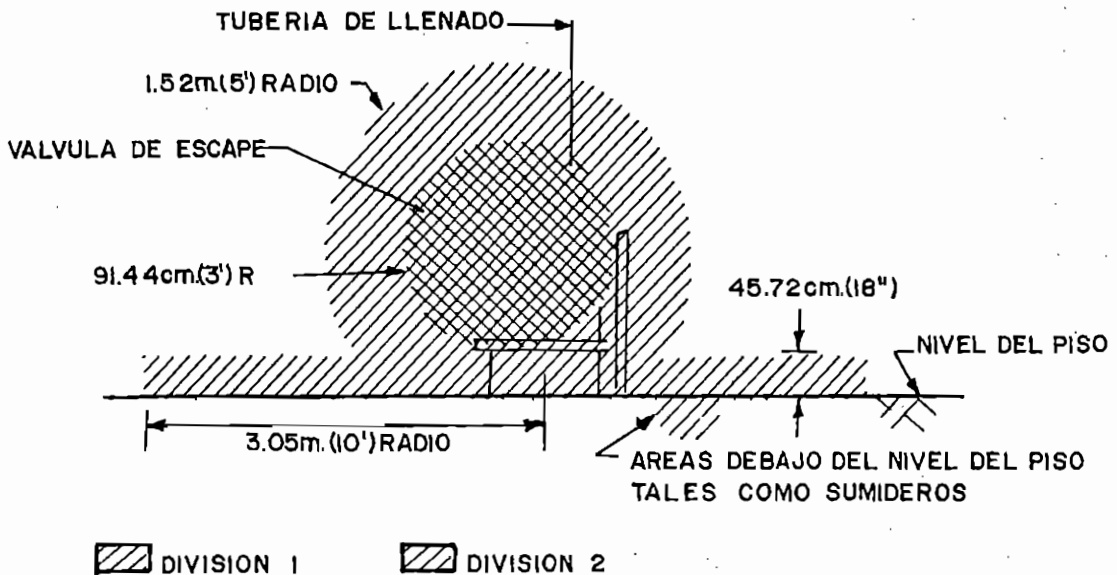
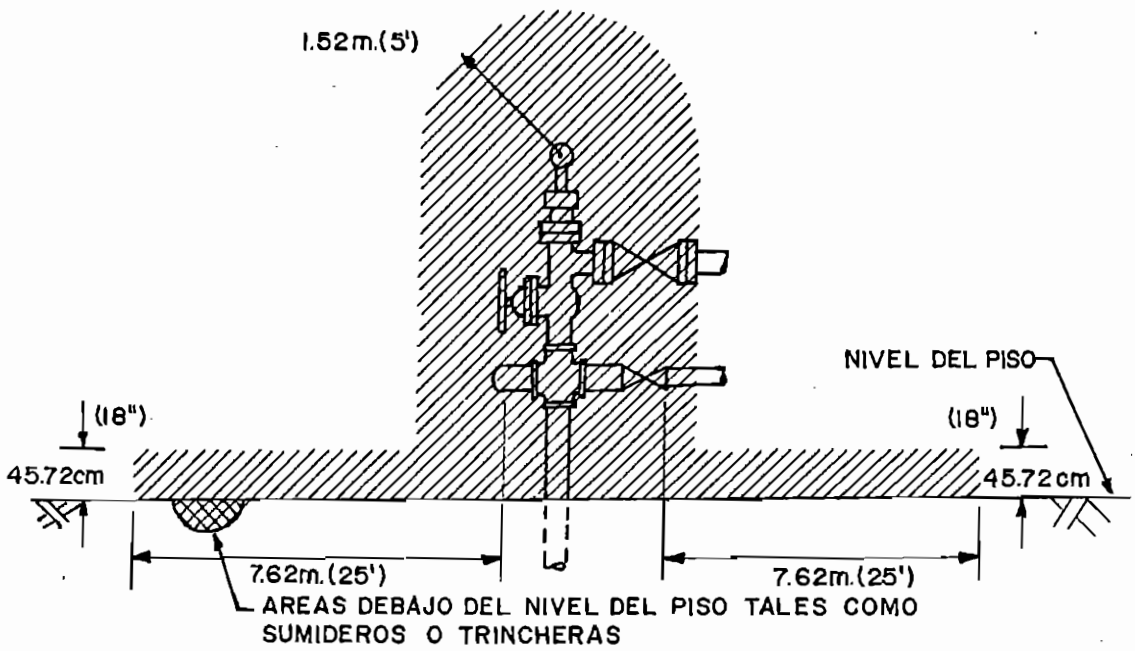


FIG. III. 4. 28.- TANQUES DE ALMACENAMIENTO ELEVADOS



MATERIAL: LIQUIDO INFLAMABLE

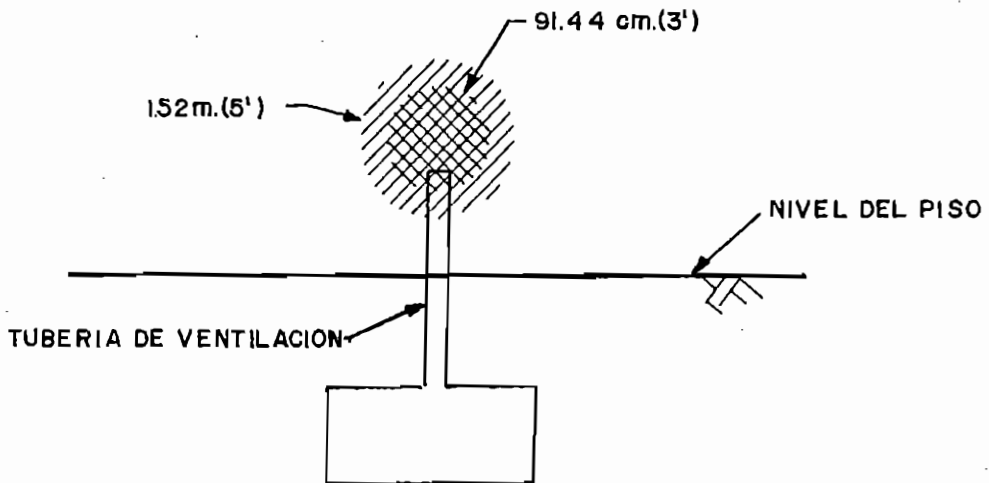
FIG. III. 4. 29.- ESTACION GASOLINERA, AL AIRE LIBRE O AL INTERIOR PERO CON ADECUADA VENTILACION



 DIVISION 1
  DIVISION 2

NOTA: 7.62m.(25') DESDE EL PUNTO DE LA FUENTE DE PELIGRO

FIG.III.4.30.- CAVERNA DE ALMACENAJE DE LIQUIDOS




 DIVISION 1
  DIVISION 2

FIG.III.4.31.- TANQUE SUBTERRANEO

C A P I T U L O I V

CRITERIOS DE DISEÑO ELECTRICO .-

4.1.- ANTECEDENTES Y ESTUDIO DE LA DEMANDA .-

4.1.1.- Antecedentes.-

El presente capítulo pretende ser, una guía básica para el diseño de sistemas eléctricos, y que mediante la utilización del material de referencia que consta en la bibliografía de este trabajo, complementará la información técnica para el desarrollo del mismo.

Para el diseño de sistemas eléctricos en locales en los cuales exista o pueda existir atmósferas explosivas, deberá tenerse en cuenta dos aspectos fundamentales, esto es, el tipo de instalación a realizarse dado por la clasificación y extensión del área comprometida, y por otro lado el diseño propiamente dicho.

En cuanto se refiere al primer aspecto, el proyectista deberá tener presente las disposiciones y lineamientos prescritos en los capítulos III y V del presente trabajo, basados fundamentalmente en las normas y recomendaciones del NFPA (National Fire Protection Association) y los resultados de pruebas realizados por los Underwriters Laboratories Inc.

PLANEAMIENTO DEL SISTEMA.-

El sistema deberá planearse considerándose como un todo, ya que el sistema operará como una unidad integrada.

Todo diseño eléctrico deberá tener presente las siguientes consideraciones básicas:

- **SEGURIDAD:** Toda planta industrial o local que involucre áreas con atmósferas peligrosas, deberá garantizar en sus instalaciones eléctricas suficientes medidas de protección con el fin de prevenir se produzcan incidentes que pueden desencadenar en un accidente, como se puede observar en el capítulo II.

- **CAPACIDAD:** Cualquier sistema eléctrico debe tener la suficiente capacidad para conducir la corriente necesaria a las cargas de diseño previstas, más una capacidad adicional de reserva para cubrir los aumentos de carga futuros.

- **FLEXIBILIDAD:** la planeación debe dejar margen a la posibilidad de cambios en la situación de los aparatos de alumbrado, motores o cualquier otro tipo de elementos de carga.

- **ACCESIBILIDAD:** Cualquier sistema eléctrico debe tener facilidades de acceso para las necesidades de aseo, mantenimiento y reparaciones, así como para algunas posibilidades de extensión o modificaciones en el sistema.

- **CONFIABILIDAD:** Es de suma importancia en una planta industrial, la continuidad del servicio de energía eléctrica y una seguridad absoluta de suministro en cualquier punto del sistema.

- **FACTOR ECONOMICO:** De acuerdo a los recursos económicos disponibles, se determinará la calidad de material a

utilizarse en la construcción. Al tratarse de áreas con atmósferas explosivas, primará el criterio técnico.

En Plantas de gran magnitud, en las que sea necesario utilizar varias unidades de generación y presenten en especial un gran número de motores sincrónicos, se tendrá que recurrir a un estudio de estabilidad del sistema.

Es importante anotar que la utilización de los servicios de energía eléctrica de la Empresa respectiva a utilizar generación propia, proporciona una gran ventaja en cuanto a costos se refiere, por lo que ésta última alternativa se tomará de ser posible solo en caso de ausencia de la primera, es decir como sistema de emergencia.

ESTUDIO DEL VOLTAJE.-

La selección de los niveles de voltaje de una planta industrial es fundamental en el diseño y que depende principalmente de los costos de inversión del equipo, instalaciones, operación, mantenimiento y seguridad industrial. Por otro lado es importante el nivel de voltaje de servicio de que dispone la Empresa Eléctrica del sector en que se encuentra instalada la planta.

Para garantizar el normal funcionamiento y la vida útil del equipo, se tratará de mantener el voltaje dentro de los límites de operación del equipo, por lo que habrá que controlar las caídas de voltaje en el sistema dentro de los límites permisibles, entendiéndose por caída de voltaje a la diferencia entre el voltaje de la fuente o

punto considerado y el voltaje en los terminales de aplicación

Las caídas de voltaje se deben al paso de la corriente a través de las impedancias de transformadores, alimentadores y cables, especialmente si estos últimos tienen longitudes considerables.

En caso de condiciones críticas de voltaje, para su mejoramiento se utilizará: el intercambiador de taps del transformador ó reguladores de voltaje ó mejoramiento del factor de potencia por medio de condensadores ó motores síncronos.

En los anexos IV.1.1 y IV.1.2 se presentan las clases de voltaje AC y los rangos permisibles de variaciones de voltaje para bajo voltaje y medio voltaje que son los más utilizados en la industria (Ref:42).

4.1.2.- Estudio de la Demanda.-

Para la determinación de la demanda máxima, es necesario se conozca el trabajo que va a realizar la planta, y en especial el equipo eléctrico a utilizarse.

FACTOR DE DEMANDA:

Es la relación de la demanda máxima de un sistema, o parte de un sistema, a la carga total conectada en el mismo o parte de este, según el caso. Este factor siempre es menor que la unidad.

La carga total, es la carga instalada en el sistema.

$$Fd = Dx / Ci$$

donde: Fd es el factor de demanda

Dx es la Demanda máxima del sistema (KW)

Ci es la carga instalada en el sistema (KW)

Valores típicos del factor de demanda de equipo eléctrico más relevante se presentan en las tablas correspondientes del anexo IV.1.3 (Ref:20)

FACTOR DE DIVERSIDAD:

Es la relación de la suma de las demandas individuales máximas de las diversas subdivisiones de un sistema, o parte de un sistema, a la demanda máxima de todo el sistema, o parte de este, que se considere. Generalmente éste varía entre 1.00 y 2.00.

$$Fv = \sum Dxi / Dx$$

donde: Fv es el factor de diversidad

Dxi es la demanda máxima individual (KW)

Dx es la demanda máxima del sistema (KW)

La selección del factor de diversidad, se debe basar en el estudio de las características de la carga y los ciclos de operación.

Los factores típicos de diversidad para las líneas principales de alimentación son:

- Líneas de alimentación para alumbrado: de 1.1 a 1.5
- Líneas de alimentación de fuerza y alumbrado: de 1.5 a 2.0 (ó mas alto).(Ref:20).

4.2.- SISTEMA DE ILUMINACION .-

El diseño de sistemas de iluminación, tendrá presente el tipo de actividad a servirse y las limitaciones arquitectónicas que se presentaren.

Para los cálculos del diseño de iluminación, se utilizará el método de los lúmenes que se indica a continuación:

1.- NIVEL DE ILUMINACION.- Para que determinada actividad se desarrolle con eficiencia, es imprescindible se disponga de un nivel de iluminación bueno, por lo que los requerimientos varían con las condiciones del medio ambiente y el contraste de colores y brillo. En el anexo IV.2.1 se encuentran los cuadros de niveles de iluminación (Ref:18).

2.- SELECCION DE LUMINARIAS Y SISTEMA DE ILUMINACION.- Deberá realizarse de acuerdo a las necesidades del medio ambiente (iluminación:directa, indirecta, semidirecta,etc.), condiciones de trabajo (en áreas con atmósferas explosivas, presencia de polvo,etc.) y presupuesto disponible para este rubro.

3.-COEFICIENTE DE UTILIZACION (Cu) .- Se entiende como la relación que existe entre los lúmenes iniciales que inciden y el total de lúmenes generados por la lámpara, siendo función del índice del local e índices de reflexión del techo y paredes del local a iluminarse.

El índice del local está en función de la relación del local.

La relación del local para alumbrados directos y semidirectos viene dado por la siguiente expresión:

$$Rl = l.a / h.(1+a)$$

mientras que para alumbrados semidirectos e indirectos tenemos la siguiente expresión:

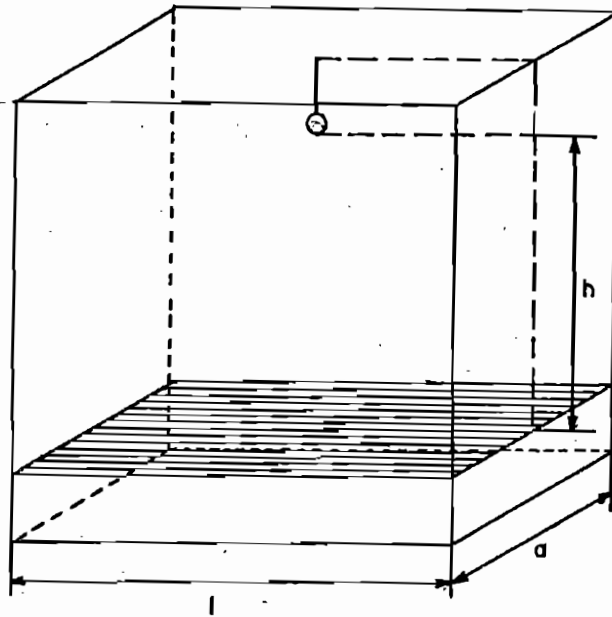
$$Rl = 3.1.a / 2.h.(1+a)$$

donde: l es el largo del local

a es el ancho del local

h es la altura desde el plano de trabajo a la fuente luminosa.

Como se puede observar en la siguiente figura:



Con estos valores, obtenemos el índice del local en el cuadro respectivo en el anexo IV.2.2, mientras que en el anexo IV.2.3 se presentan los coeficientes de reflexión de techos y paredes (Ref:18).

Mediante los cuadros presentados en los anexos IV.2.2 y IV.2.3, podrá conocerse el coeficiente de utilización en función del tipo de luminaria, índice del local y coeficiente de reflexión de techos y paredes, anexo IV.2.4 (Ref:18). Si no se tienen datos sobre el color del techo y

paredes se asumirá para paredes el 30% y para techos el 50% como coeficiente de reflexión de los mismos.

4.- COEFICIENTE DE DEPRECIACION (Cd) .- Las características luminosas del alumbrado con el tiempo se deterioran debido fundamentalmente a:

- Pérdida del flujo luminoso de las lámparas tanto por envejecimiento natural como por el polvo y la suciedad.
- Pérdida de reflexión del reflector o de transmisión del difusor o refractor.

Generalmente los valores utilizados oscilan entre 0.5 y 0.8, correspondiendo el valor más elevado a instalaciones situadas en locales limpios, efectuados con luminarias cerradas y provistas de lámparas de baja depreciación, en las cuales se efectúan limpiezas frecuentes y reposiciones de lámparas en bloque, mientras que el valor más bajo corresponde a locales de ambiente polvoroso o sucio, en los que las limpiezas son poco frecuentes y el mantenimiento de la instalación difícil.

5.- CALCULO DEL FLUJO LUMINOSO (F) .- Este viene dado por la siguiente expresión:

$$F = E_m \cdot S / C_u \cdot C_d$$

donde: F es el flujo luminoso total, necesario para obtener el nivel medio de iluminación

E_m es el nivel medio de iluminación previsto
(lux)

C_u es el coeficiente de utilización

C_d es el coeficiente de depreciación

S es la superficie a iluminarse (m^2)

6.- CALCULO DEL NUMERO Y DISTRIBUCION DE PUNTOS DE LUZ .-

El número de puntos de luz o luminarias (N), está expresado por:

$$N = Ft / Fp$$

donde: Ft es el flujo luminoso total necesario

Fp es el flujo nominal de las lámparas
contenidas en una luminaria

Es aconsejable que la separación entre puntos de luz extremos y las paredes sea la mitad de la separación existente entre puntos de luz contiguos, tanto para luminarias simétricas como asimétricas. En instalaciones industriales, en ciertos casos la distribución de los puntos de luz será de acuerdo a la ubicación del objeto a iluminarse.

En el caso de iluminación exterior, se utilizará lámparas de vapor de sodio o de mercurio y se determinarán de acuerdo a las curvas isolux que vienen en los respectivos catálogos, en muchos casos se utilizan lámparas fluorescentes. El calibre de los conductores se dimensionará, de forma que no se tenga problemas con caídas de voltaje.

Para circuitos de iluminación interior, se utilizará un calibre de conductor # 14 AWG y para mayor seguridad el # 12 AWG con una carga máxima de 1500 W. por circuito; en cuanto se refiere al aislamiento, se usará generalmente el tipo TW (termoplástico, resistente a la humedad con

temperaturas de hasta 60°C). La elección del diámetro de la tubería se encuentra tabulado en el cuadro respectivo en el anexo IV.2.5 (ref:22).

4.3.- SISTEMA DE FUERZA .-

Se considerará como sistema de fuerza a los circuitos de tomacorrientes y a las salidas especiales.

4.3.1.- Circuitos de Tomacorrientes.-

Para el diseño de circuitos de tomacorrientes para servicios generales se tendrá una carga máxima de 2000 W., esto es 10 puntos de 200 W., donde cada punto corresponde a un tomacorriente doble.

El calibre del conductor que se utiliza como mínimo es el # 12 AWG, pudiendo utilizarse para mayor seguridad el # 10 AWG. El aislamiento del conductor será del tipo TW.

El conductor de tierra será el # 12 AWG Y el # 10 AWG de cobre, según la calibración del dispositivo de protección del circuito 20 A. ó 30 A. respectivamente (Ref:25):

Los tomacorrientes para uso general serán del tipo polarizado y se instalarán a una altura de 0.45 m. y para ambientes con mesón a 1.20 m. sobre el nivel del piso.

El diámetro de la tubería depende del número de cables a llevar y se encuentra tabulado en el cuadro respectivo del anexo IV.2.5.

4.3.1.- Salidas Especiales.-

Estos circuitos están destinados a la conexión de aparatos particulares ya sea por su función o porque su potencia de consumo es considerable como motores, calefactores y demás

equipos que así lo requieran. La alimentación a estos es directamente del subtablero de distribución, para lo cual se prevee de salidas individuales de acuerdo a la ubicación de los mismos, pudiendo ser éstas monofásicas, bifásicas ó trifásicas.

El calibre del conductor depende de la potencia del aparato, que viene dado como dato de placa, siendo en potencia activa (en W) ó en potencia aparente (en VA).

La corriente de carga viene dada por la siguiente expresión:

$$I = P / k.V.f_p = S / k.V$$

donde: P es la potencia activa del equipo (en W)

S es la potencia aparente del equipo (en VA)

V es el voltaje fase-neutro para cargas monofásicas y V será el voltaje fase-fase en el caso de cargas bifásicas o trifásicas

f_p es el factor de potencia de la carga

$k=1$ para circuitos de dos hilos con corriente continua o alterna monofásica

$k=1.73$ para corriente alterna trifásica (3 hilos)

$k=2$ para corriente continua o corriente alterna monofásica (3 hilos)

$k=3$ para circuitos de 4 hilos de corriente alterna trifásica

Este valor de corriente (I), será el valor nominal, que de no existir problema con caídas de voltaje en el circuito

ramal y de no tratarse de motores por su corriente de arranque, se procederá a dimensionar el calibre del conductor, cuyos valores se encuentran tabulados en el cuadro respectivo en el anexo IV.3.1, y el aislamiento del mismo en el anexo IV.3.2 (Ref:22).

En estos circuitos ramales es permitido hasta un 2% de caída de voltaje. El análisis de caída de voltaje está en la siguiente sección.

Los conductores para una línea de derivación destinada a la alimentación de un motor, deben tener una capacidad de conducción por lo menos igual a 125% de la corriente del motor a plena carga, cuyos valores nominales vienen dados en el cuadro respectivo en el anexo IV.3.3 (Ref:22).

Los conductores que alimentan dos o más motores, tendrán una capacidad de transporte no menor del 125% de la intensidad a plena carga del motor más potente del grupo mas la suma de las intensidades a plena carga de los restantes motores del grupo.

4.4.- ALIMENTADORES, TABLEROS Y SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION .-

4.4.1.- Alimentadores.-

En un sistema eléctrico se tiene la alimentación en alta tensión que se analiza en el artículo 4.5.1, luego la acometida en baja tensión que comprende desde el secundario del transformador de distribución hasta el tablero principal y por último el alimentador que va desde el tablero principal hacia cada uno de los subtableros.

DIAGRAMA DE BLOQUES.

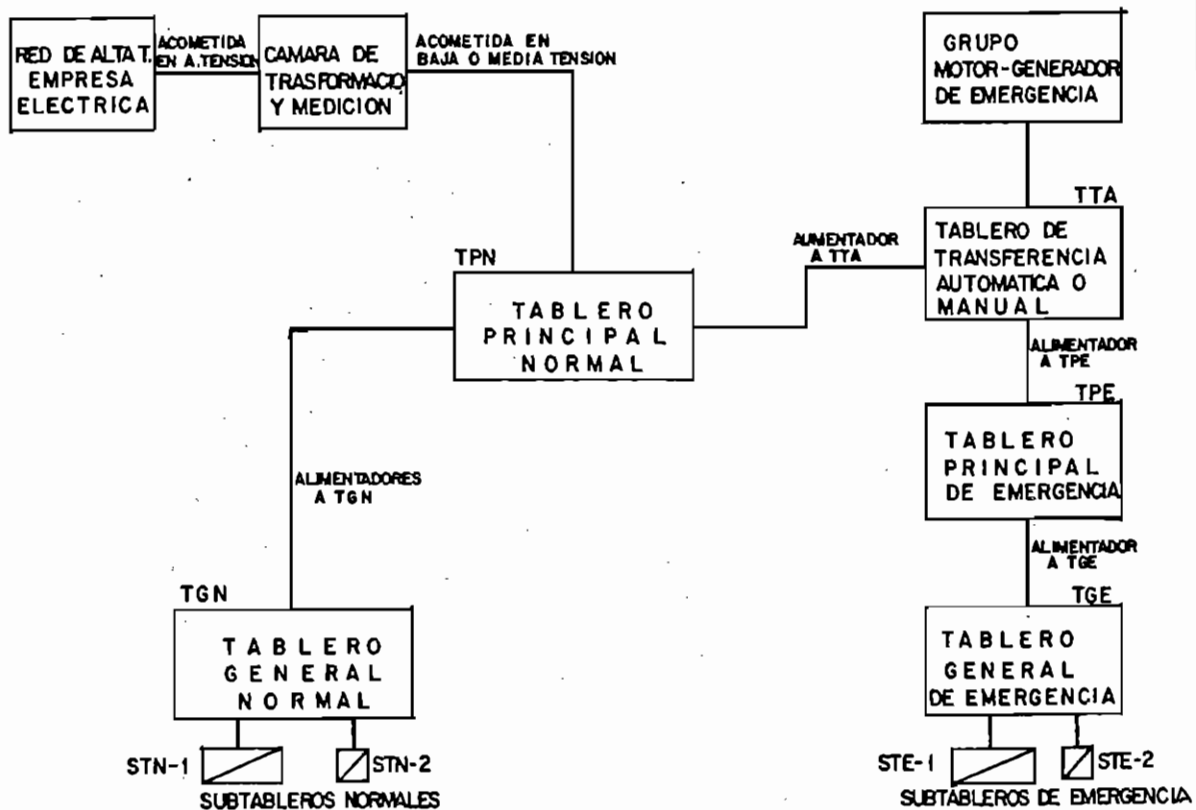
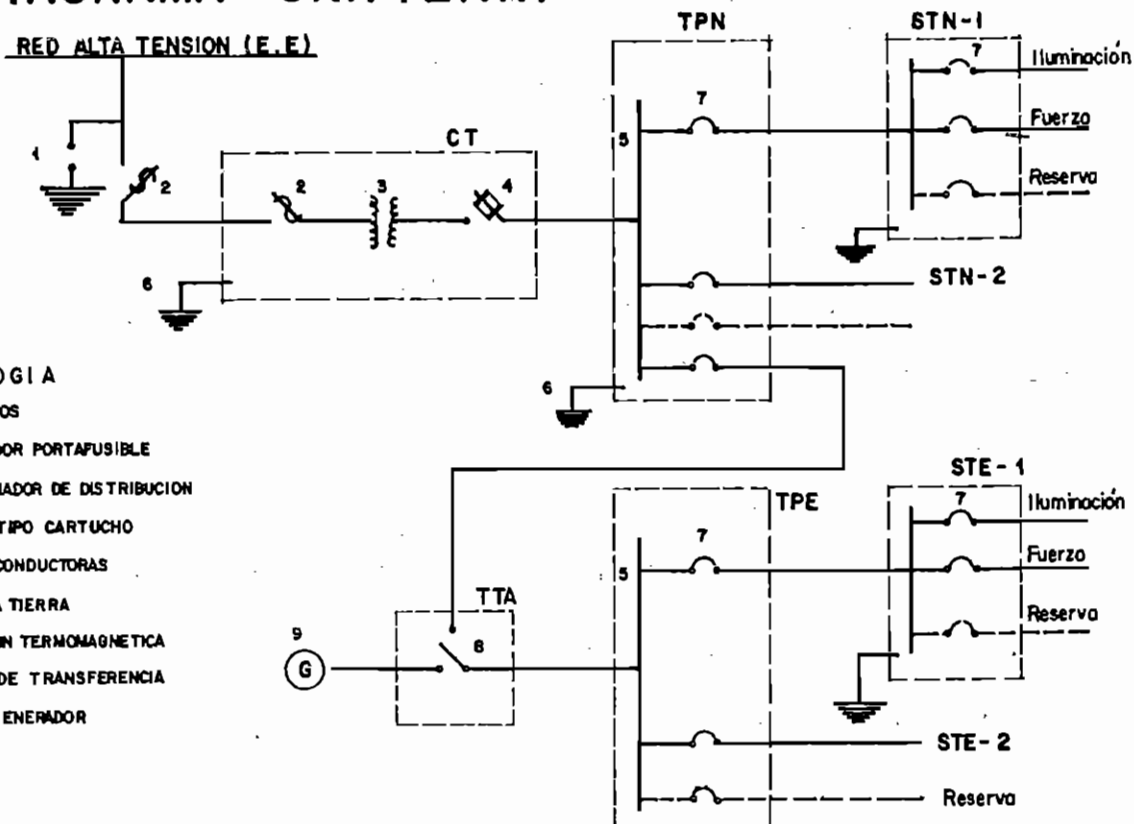


DIAGRAMA UNIFILAR.



SIMBOLOGIA

- 1 PARARRAYOS
- 2 SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
- 3 TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- 4 FUSIBLE TIPO CARTUCHO
- 5 BARRAS CONDUCTORAS
- 6 PUESTAS A TIERRA
- 7 PROTECCION TERMOMAGNETICA
- 8 SWICHT DE TRANSFERENCIA
- 9 GRUPO GENERADOR

Las líneas de alimentación se calculan para conducir una corriente estimada de carga que no es menor que la suma de todas las corrientes de carga de los circuitos ramales alimentados por cada línea.

De acuerdo con la experiencia, la práctica moderna de diseño dicta el cálculo del tamaño de las líneas de alimentación para permitir un aumento del 25% a 50% en la carga de una línea de alimentación (Ref:20). El análisis de la capacidad de reserva para las líneas de alimentación y acometida en baja tensión, dependen del porcentaje de reserva considerado en los subtableros y tableros de distribución.

La capacidad del alimentador principal está dado por el valor de la demanda máxima total (D_t), con lo que se obtiene el valor de la intensidad de corriente que transportará, con este valor se acude a las tablas respectivas en el anexo IV.3.1 para la elección del calibre de los conductores del alimentador.

La capacidad de conducción del alimentador neutro debe ser el desequilibrio máximo de la carga, siendo la potencia máxima conectada entre el neutro y cualquier conductor activo a excepción de sistemas bifásicos en el que la carga obtenida debe multiplicarse por el 140%. Para sistemas de tres hilos de corriente continua y monofásico de corriente alterna, sistemas trifásicos de 4 hilos y sistemas bifásicos de 5 hilos se pueden aplicar un factor

del 70% a aquella porción de carga que exeda a 200 A. (Ref:25).

DETERMINACION DE CAIDAS DE VOLTAJE:

Con respecto a los rangos tolerables de caída de voltaje en sistemas eléctricos, de acuerdo a los códigos NEC se considera los siguientes porcentajes:

- Desde la cámara de transformación al tablero principal, es decir en la acometida en baja tensión un 1%.
- Del tablero principal a los subtableros de distribución, es decir en el alimentador primario un 2%.
- De cada subtablero de distribución al punto más alejado del circuito ramal un 2% y en caso extremo un 3%.

Para determinar la caída de voltaje se puede proceder de la siguiente manera (despreciando la inductancia):

- Circuitos monofásicos de dos hilos.-

$$v = 2.k.L.I / d^2$$

donde: v es la caída de voltaje en el circuito (V)

I es la corriente en el conductor (A)

- Circuitos monofásicos de tres hilos.-

$$v = 2.k.L.I / d^2$$

donde: v es la caída de voltaje (V)

I es la corriente en el conductor más cargado

(A).

- Circuitos trifásicos de 3 hilos.-

$$v = (2.k.L.I / d^2).0.866$$

donde: v es la caída de voltaje del circuito trifásico

(V)

- Circuitos trifásicos balanceados de 4 hilos.-

Para cargas de alumbrado: La caída de voltaje entre un conductor extremo y el neutro equivale a la mitad de la caída de voltaje, calculada en la fórmula para circuitos de dos hilos.

Para carga consistente en motores, la caída de voltaje entre un par de conductores extremos equivale a la caída determinada por la fórmula del circuito de dos hilos, multiplicado por 0.866 (Ref:20).

En las fórmulas anteriores, se tienen que:

L la longitud del circuito en un sentido (m)

d área de la sección transversal de un conductor (circular mil=CM)

k resistividad del metal del conductor en ohm.CM/m. (para el cobre: 39.37 y para el aluminio: 59.06).

4.4.2.- Subtableros y Tableros de distribución.-

Un tablero debe tener en sus barras una capacidad en amperios no menor que la capacidad mínima de conducción de la línea de alimentación que se necesita para la carga total.

La función principal de los tableros y subtableros eléctricos es alojar los dispositivos de protección y control del sistema eléctrico, estos últimos por lo general en gabinetes especiales.

El criterio de ubicación de los tableros de distribución, es el localizar el centro de carga del área a ser servida

por éste, con el fin de evitar problemas con caídas de voltaje en los circuitos.

El material eléctrico en las instalaciones industriales está por lo general sometido a condiciones muy duras de trabajo, por lo que es necesaria su protección para evitar averías o fallos en su funcionamiento. Los circuitos y equipo eléctrico se protegerán fundamentalmente contra sobrecargas, cortocircuitos y ausencia de una fase en aplicaciones trifásicas.

Elementos de Protección contra sobrecorrientes:

Fusibles.- su función principal es proteger contra sobrecorrientes, siendo un dispositivo de maniobra que por fusión del elemento desconecta automáticamente un circuito eléctrico al sobrepasar determinado valor de corriente. De acuerdo a las normas DIN-VDE los fusibles son clasificados de acuerdo a su categoría de operación, utilización y construcción, en el anexo IV.4.1 se presenta una tabla al respecto (Ref:19).

Disyuntores.- su función principal es la protección contra cortocircuitos y sobrecargas, estos vienen provistos de unidades de disparo instantáneo (tipo n, magnéticas) para la protección de cortocircuitos y en la mayoría de los casos con unidades de disparo tipo térmicas, con tiempos de disparo dependientes del valor de corriente, para protección de sobrecargas.

Los breakers ó interruptores termomagnéticos tienen incorporados los dos tipos de protección y que en la

actualidad son los más utilizados. Las características de operación de los mismos se presentan en el anexo IV.4.2 (Ref:19) y en el anexo IV.4.3 se encuentran valores nominales de termomagnéticos en caja moldeada de algunos fabricantes. Los termomagnéticos son capaces de soportar sobrecargas de hasta 8 veces su corriente nominal durante un tiempo aproximado de 2 seg., para valores mayores de corriente la apertura es instantánea.

Relé Térmico.- su función principal es proteger contra sobrecargas, se construyen del tipo estándar es decir que se limitan a desempeñar su función específica mientras que los de tipo diferencial a más de proteger contra sobrecargas se encarga de detectar la falta de una de las fases.

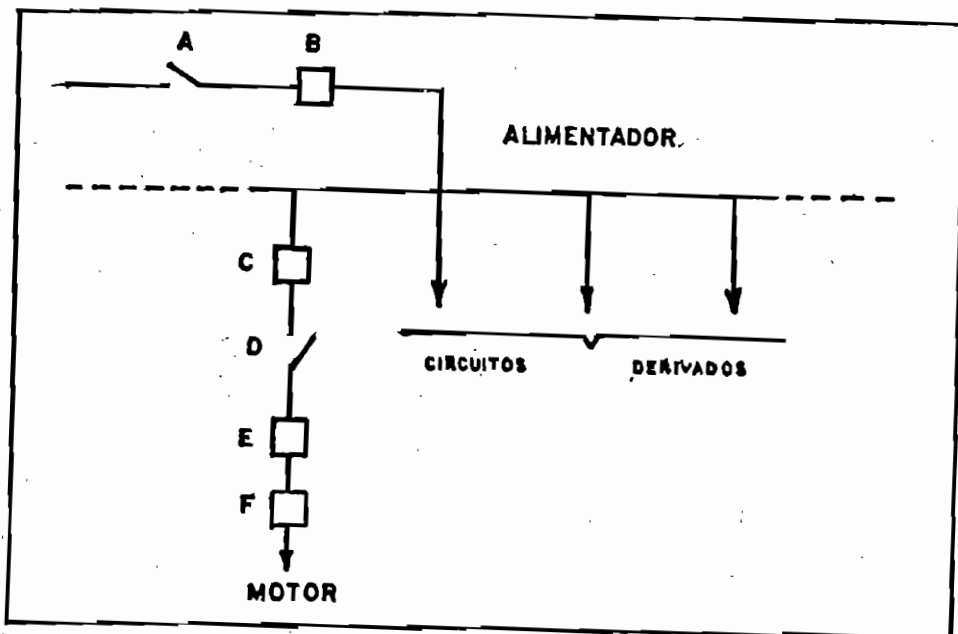
Termistor.- su función es proteger contra sobrecargas al monitorear continuamente la temperatura de los devanados y en forma directa, actúan sobre la unidad de disparo (disyuntor ó contactor).

En los subtableros se instalarán las respectivas protecciones a los circuitos ramales; se utilizan los llamados breakers ó protecciones termomagnéticas ya que proporcionan protección contra sobrecarga y a la vez contra cortocircuitos.

La protección para circuitos de iluminación corresponde a un valor de 15 amperios como mínimo o de acuerdo a la carga y conductor del circuito ramal, mientras que para

circuitos de tomacorrientes se utilizará una protección de 20 amperios como mínimo.

En el caso de motores, a continuación se presenta un diagrama básico de protección:



donde: A,D Seccionador.

B Protección del Alimentador.

C Protección del Circuito Derivado.

E Protección del Motor.

F Mando del Motor.

El Desconectador o seccionador de cuchillas se utiliza para desconectar el circuito, con propósitos fundamentalmente de mantenimiento, por lo que este interruptor de desconexión debe tener capacidad para conducir por lo menos el 115% de la clasificación de la

corriente de placa del motor ó la corriente a plena carga. (Ref:25).

La protección (B) del alimentador, es contra sobrecargas, donde la clasificación ó el ajuste máximo del dispositivo de protección no debe ser mayor que la clasificación o ajuste más grande del dispositivo de protección del circuito derivado para uno de los motores del grupo mas la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores. La protección (C) del circuito derivado, es contra sobrecorrientes producto de cortocircuitos, cuya capacidad ó calibración máxima admisible se encuentra tabulada en el anexo IV.4.4 (Ref:25).

La protección (E) del motor, es contra sobrecargas operativas, para evitar que el motor se sobrecaliente, el dimensionamiento de este dispositivo se encuentra tabulado en el anexo IV.4.4, columnas 2 y 3, debiéndose este valor reducir en 8% para todos los motores que no sean del tipo abierto y que estén marcados para un aumento de temperatura de 40°C, para motores mayores de 1500 CV se dispondrá de un elemento protector que contenga detectores de temperatura que abran el circuito del motor al sobrepasar el valor de temperatura de placa.

Para el anexo IV.4.4 (5), los motores síncronos de bajo par y baja velocidad (inferior o igual a 450 RPM) tales como los que se usan para accionar compresores alternativos, bombas y que arrancan en vacío, no requieren

fusibles o disyuntores ajustados por encima del 200% de la corriente a plena carga.

El mando (F) del motor, sirve para arrancar, controlar o parar la operación del motor. Este mando depende del tipo de motor, pudiendo ser desde un simple seccionador de cuchillas hasta un sistema manual ó automático de control del motor. Entre los controles de arranque de motor más utilizados están los siguientes: Directo o a Pleno Voltaje, Estrella-Triángulo y Con Autotransformador, los cuales se dimensionan de acuerdo a los datos de placa del motor y cuyos valores vienen tabulados en los catálogos del fabricante.

Para especificar la capacidad de ruptura de los dispositivos de protección principales, se tiene un método simplificado de cálculo de corriente de cortocircuito (Ref:13) y es el siguiente:

1) Determinar el valor mas alto de la corriente simétrica RMS.

$$I_{cc} = E/x_1$$

donde: I_{cc} corriente de cortocircuito (A)

E voltaje fase-neutro (V)

x_1 reactancia de sec(+), vista desde el punto de falla incluyendo la reactancia transiente o subtransiente de las máquinas (ohm.)

2) Este valor se multiplica por un valor propio de la tabla del anexo IV.4.5, el resultado es la corriente momentánea de interrupción.

En los motores bifásicos y trifásicos, los termomagnéticos deberán ser bifásicos y trifásicos respectivamente y se conectarán a las fases.

Cada subtablero de distribución deberá considerar un 10% ó 20% de reserva para una ampliación futura, según la actividad que se desarrolle en el área.

Los subtableros de distribución y protecciones a los circuitos ramales alojados en estos y que se encuentren en áreas con atmósferas explosivas, deberán cumplir con todo lo que se estipula en el capítulo V sobre este tipo de instalaciones.

Para conocer la carga demandada de los circuitos ramales e identificar las protecciones a cada uno de ellos en un subtablero se desarrollará los respectivos cuadros de carga, un patrón encontramos en el anexo IV.4.6.

Para el presente estudio, se considera como tableros de distribución, a los tableros principales, generales y tableros de transferencia manual ó automática, según las necesidades del sistema eléctrico.

Los tableros generales alojarán las protecciones a los circuitos alimentadores de los subtableros de distribución. Cuando el tablero principal se encuentra en o cerca al centro de carga del sistema, el tablero general no es necesario.

El tablero principal alojará las protecciones al circuito alimentador del tablero general e instrumentos de medición

de voltaje, corriente, potencia activa y reactiva, según como el caso lo requiera.

El tablero general alojará las protecciones a barras, alimentadores a subtableros y cargas especiales.

El tablero de transferencia aloja en su interior un switch manual o de accionamiento automático para transferir el suministro de energía de la Empresa Eléctrica a la de un generador de emergencia. Este tablero se lo ubicará junto a los tableros principales normal y de emergencia.

Es importante se deje una capacidad de reserva, considerando ampliaciones futuras, que puede ser del 20% pudiendo variar dependiendo del proyecto.

La capacidad de las barras colectoras para estos tableros es la de la acometida, que para el dimensionamiento de las mismas encontramos un cuadro al respecto en el anexo IV.4.7 (Ref:40).

Estos tableros serán metálicos con paredes de tol de 1/16" (1.6 mm) de espesor y completamente pintado a prueba de corrosión y con dos puertas batientes con las respectivas seguridades, serán ubicados de ser posible en áreas no peligrosas y de ser este el caso se deberá cumplir con lo dispuesto en el capítulo V al respecto.

En el caso de tenerse un factor de potencia muy bajo, habrá la necesidad de mejorar el mismo, ya que esto proporciona mayor capacidad de transporte de potencia activa en el circuito existente y además se logra reducir las caídas de voltaje y se evita la penalización por parte

de la Empresa Eléctrica por bajo factor de potencia. La corrección del factor de potencia se lo hace por medio de la instalación de capacitores ó de motores síncronos sobreexcitados (condensadores síncronicos), para dimensionar los KVARs requeridos para mejorar el factor de potencia de un valor a otro para una carga dada en KW, se utiliza la tabla del anexo IV.4.8 (Ref:42).

4.5.- CENTRO DE TRANSFORMACION, ACOMETIDA EN ALTA TENSION Y SISTEMA DE EMERGENCIA.-

4.5.1.- Centro de Transformación y Acometida en Alta Tensión.-

Los transformadores se colocarán en una torre de transformación ó en un cuarto denominado cámara de transformación de acuerdo a la capacidad de los mismos y a lo que determinen las normas de la Empresa Eléctrica del recinto donde esté ubicado el proyecto.

Para calcular la potencia nominal se toma como base el consumo máximo de potencia activa, determinado durante la proyección ó por medición y generalmente una reserva de potencia para el incremento anual esperado.

Los transformadores en baño de aceite son los más utilizados. Los transformadores en baño de askarel se utilizan en aquellas instalaciones expuestas a peligros de incendio, edificios públicos, etc.

Los transformadores secos se emplean cuando sean necesarios para ahorrar espacio.

Los transformadores en baño de aceite ó de askarel están provistos generalmente de aisladores pasantes de porcelana de la clase de protección P00 según las normas DIN para la conexión de las barras colectoras ó los cables de entrada y salida.

Los transformadores refrigerados por líquidos son adecuados para colocación a la interperie, si se han provisto los aisladores pasantes apropiados.

La máxima carga permitida en los transformadores se presenta en la tabla que se expone a continuación (Ref:14).

MAXIMA CARGA PERMITIDA

EN LOS TRANSFORMADORES

Periodo de Incremento de Carga (Horas)	PROMEDIO DE CARGA INICIAL (p.u)		
	0.9	0.7	0.5
0.5	1.59	1.77	1.89
1.0	1.40	1.54	1.60
2.0	1.24	1.33	1.37
4.0	1.12	1.17	1.19
8.0	1.06	1.08	1.08

Los datos necesarios para la especificación de un transformador son: La capacidad de KVA, voltajes en alta como en baja tensión, si es monofásico ó trifásico, la altura sobre el nivel del mar, grupo de conexión, nivel de aislamiento y frecuencia.

Las capacidades de los transformadores y sus protecciones se dan en el cuadro respectivo en el anexo IV.5.1 (Ref:8).

Los transformadores se protejen en el lado de alta tensión

por medio de seccionadores fusibles generalmente tipo K, que cuentan con valores nominales de: 6, 10, 15, 25, 40, 65, 100, 140, 200 (A) y para voltajes bajo los 6 (A) los tipo H, cuyos valores nominales son: 1, 2, 3, 5 (A). (Ref:34), además se protegerán contra descargas atmosféricas mediante pararrayos de valores nominales dependiendo del voltaje del sistema.

En el lado de baja, los transformadores se protegen contra fallas de cortocircuitos por medio de fusibles, los más usados son los tipo NH.

La acometida en alta tensión para una planta industrial, se tomará del primario de alta tensión más cercano previa la consulta de disponibilidad de servicio por parte de la Empresa Eléctrica correspondiente.

El cálculo de los conductores se realizará en función de la capacidad del transformador, niveles de voltaje de alta tensión, posible incremento de la cámara de transformación y caídas de voltaje.

La acometida en alta tensión se realiza por medio de líneas aéreas o subterráneas o en forma mixta, según el caso.

Sí la acometida es aérea se tomará en cuenta fundamentalmente el tipo de conductor y aisladores. El conductor generalmente utilizado es el ACSR (de aluminio con alma de acero). Los aisladores pueden ser de porcelana o vidrio pero que cumplan con las características de

resistencia mecánica y capacidad de aislamiento de acuerdo al nivel de voltaje que se tenga.

Si la acometida es subterránea, se utilizará y dimensionará conductores aislados para el nivel de voltaje de servicio y pueden ser del tipo unipolar ó tripolares formados por tres cables unipolares apantallados y como accesorios se emplearán terminales tipo para cable unipolar o tripolar respectivamente.

4.5.2.- Sistema de Emergencia.-

El paro en el proceso de producción de una planta o la ausencia de energía eléctrica en un hospital traen consecuencias graves, por lo que es de suma importancia se tenga una fuente de energía de emergencia.

Como fuentes alternativas de energía se utilizan: bancos de baterías, unidades de energía ininterrumpible (UPS) y los grupos electrógenos.

Los más utilizados son los grupos electrógenos estacionarios y que para potencias superiores a 5 KVA se equipan en la mayoría de los casos con un motor diesel, que resulta muy económico. Los grupos móviles pequeños tienen motores a gasolina.

Se pueden suministrar grupos electrógenos para todas las clases normales de corriente y para voltajes y frecuencias usuales.

Si se trata de grandes potencias, se emplean grupos provistos de generadores de alta tensión.

Como potencia nominal de un grupo electrógeno, se considera la potencia eléctrica aparente (en KVA) entregada por el generador, se refiere al servicio permanente según VDE, a una temperatura del medio refrigerante de 40°C, la potencia nominal del motor se expresa en KW.

Los motores se diseñan para una potencia permanente A ó B, como se aprecia en los siguientes cuadros.

APLICACION EN CASO DE SERVICIO PERMANENTE	
Potencia permanente A	Potencia de sobrecarga
Potencia Util permanente 100%	1 hora al 10% ó como máximo 6 h. ininterrumpidamente.

APLICACION EN CASO DE SERVICIO DE EMERGENCIA	
Potencia permanente B	
Potencia útil permanente 100%	Potencia de sobrecarga imposible.

(Ref:40)

La refrigeración se la puede hacer por aire o por agua. El arranque de los motores de hasta 1000 KW. se efectúa mediante un motor (arrancador) alimentado por un banco de baterías (arranque eléctrico). Por costos se utiliza en

motores de 1000 KW. a 1500 KW. el arranque por aire comprimido en motores de seis cilindros como mínimo.

4.6.- Sistema de Puesta a Tierra y Protección Contra Descargas Atmosféricas.-

La conexión correcta a tierra en el sistema de distribución eléctrica en una planta industrial, es un factor de gran importancia para la seguridad del personal y del equipo eléctrico de la planta.

CALCULO DE LA MALLA DE TIERRA.- Para el cálculo, se procederá de la siguiente manera:

- 1.- Conocer la resistividad del Terreno.
- 2.- Máxima Corriente de Falla a Tierra.-

$$I_{cc} = E/x_1 \quad (\text{sección 4.4.2})$$

Esta corriente se multiplicará por un factor de decremento (D_c) que se encuentran en el anexo IV.6.1 (Ref:2), ya que al ocurrir una falla, origina una corriente transitoria decreciente que se tomará en cuenta en su aspecto más desfavorable, y tenemos:

$$I = D_c \cdot I_{cc}$$

Para el diseño, se tomará en cuenta las proyecciones futuras.

3.- Diseño Preliminar.- El diseño preliminar de la rejilla de tierra se realiza en base a las siguientes condiciones:

- a.- Un cable continuo rodeará totalmente la rejilla para abarcar la mayor área posible, debiéndose evitar puntos de cable sin conectar.

b.- En el interior de la rejilla, los cables se colocarán paralelos, lo más simétricos posible. En las uniones se deberá asegurar una perfecta conexión eléctrica.

c.-
$$L = K_m \cdot K_i \cdot r_o \cdot (t)^{1/2} \cdot I / (116 + 0.17 \cdot r_s)$$

donde: L es la longitud total del conductor

enterrado, incluyendo las varillas (m)

K_i es el factor de corrección por

irregularidad de distribución del flujo

de corrientes a tierra. Dependiendo de

la geometría de la varilla, varía de 1.2

a 2.0 ó más. Su fórmula empírica es:

$$K_i = 0.65 + 0.172 \cdot n$$
 (n número de conductores paralelos de la rejilla)

r_o es la resistividad promedio del terreno

(ohm.m).

r_s es la resistividad del terreno en la

superficie (ohm.m)

I es la corriente eficaz máxima que fluirá de la rejilla en conjunto hacia tierra.

t es la duración máxima de la falla (seg)

K_m coeficiente que toma en cuenta los conductores de la malla (número, calibre y disposición)

$$K_m = (1/2 \cdot \pi) \ln(D^2/16 \cdot h \cdot d) + (1/\pi) \ln(3/4)(5/6)(7/8) \dots$$

D es la separación entre conductores de la malla (m)

d el diámetro de conductores que forman la malla (m)

El número de factores encerrados con paréntesis será $(n-2)$; n es el número de conductores paralelos de la rejilla en una dirección)

El calibre de los conductores se halla aplicando:

$$A = I / (\log((T_m - T_a)/(234 + T_a) + 1) / 33.S)^{1/2}$$

donde: A es el área del conductor (CM)

I es la corriente máxima (A)

T_m Temperatura máxima permisible °C (uniones:
roscadas 450°C, soldadas 250°C)

T_a Temperatura ambiente °C (40°C)

S tiempo de aplicación de I ($S=3$ seg.razonzble)

En el anexo IV.6.2 se encuentra valores del calibre mínimo de conductores de cobre para evitar fusión por sobrecalentamiento.

Si la malla es uniformemente espaciada, puede hacerse la determinación empírica de K_m y K_i . En las esquinas de la malla se encuentran los valores más desfavorables de $K_m \times K_i$, por lo que se cierran estas celdas en las esquinas y a menor distanciamiento

Con estos valores se procede al diseño básico de la red de tierras.

4.- Cálculo de la resistencia a tierra.- A la malla se la puede aproximar a una superficie conductora circular de igual área, el radio del círculo es:

$$r = (A/\pi)^{1/2}$$

donde: A es el área encerrada por la rejilla (m²).

La resistencia a tierra de la lámina conductora circular (valor aproximado de la red de tierras) es:

$$R = \rho/4.r + \rho/L' \text{ (ohm)}$$

donde: ρ resistividad del terreno (ohm.m)

r radio del círculo con área igual a la de la rejilla diseñada (m)

L' longitud total del conductor enterrado, incluido las varillas (m)

En caso que la red esté prolongada en forma subterránea se puede aproximar a una semiesfera conductora:

$$r = (A/2.\pi)^{1/2} \text{ (m)}$$

$$R = \rho/2.\pi.r + \rho/L' \text{ (ohm.)}$$

donde a diferencia de las expresiones anteriores, r es el radio de la semiesfera equivalente, A el área total exterior de la red (m^2) y R la resistencia a tierra de la semiesfera.

5.- Máximo aumento de potencial de la red.- Es el potencial máximo al que llega la rejilla respecto a tierra, viene dado por:

$$U = R.I \text{ (V)}$$

donde: R es la resistencia aproximada de la malla a tierra calculada en (4)

I es la máxima corriente eficaz de falla que circulará de la rejilla a tierra (A)

Si este valor no excede a la tensión máxima E_d (Potencial de Toque) que puede soportar una persona sin sufrir daño, el diseño de la red está correcto.

$$E_d = (116 + 0.17 \cdot \rho_s) / \sqrt{t} \quad (V)$$

donde: ρ_s es la resistividad del terreno en la superficie inmediatamente bajo los pies (ohm.m)
 t es la máxima duración de la descarga (seg)

El valor típico de E_d es 150 V., si no se cumple que $U \leq E_d$, se procede con (6) y (7).

6.- Voltaje de Paso en el exterior inmediato a la red.- se expresa como:

$$U_s = K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot I / L$$

donde K_s es un coeficiente que toma en cuenta n, D y h ya definidos: $K_s = (1/\pi)(1/2 \cdot h + 1/D+h + 1/2 \cdot D + 1/D + + 1/3 \cdot D + 1/4 \cdot D + \dots)$, el número de sumandos del paréntesis es n (K_i, ρ, I y L ya se definieron), K_i es el valor máximo encontrado, o sea en las esquinas.

U_s no debe superar el valor de E_s (Potencial máximo de paso), donde:

$$E_s = (116 + 0.7 \rho_s) / \sqrt{t} \quad (V)$$

(ρ_s, t ya definidos).

7.- Potenciales de Transferencia.- durante la falla el potencial del sistema de tierras aumenta considerablemente respecto al potencial de la tierra remota que se supone nulo, por lo que se debe tener muy en cuenta para aislarlos convenientemente (tubos de agua, teléfonos, etc.)

Si en los incisos (6) y (7) aparece algún punto peligroso, deberá aumentarse la longitud del conductor y colocando

mas varillas para llevar la tensión originada por la falla por debajo del límite máximo permisible.

En la construcción, se asegurará la máxima conductividad en todas sus partes, cumplido esto se procederá a medir la resistencia a tierra, conocido este valor se revisará los pasos (5), (6) y (7), para luego realizar las modificaciones pertinentes de ser el caso. Se tendrá cuidado de que el cable no sea dañado ó raspado, el conductor deberá estar libre de grasa y polvo en el punto de conexión de conectores.

En el anexo IV.6.3 se presentan los calibres de conductores para los electrodos de puesta a tierra y para puestas a tierra de canalizaciones y equipos, tomados de las tablas técnicas de Square D. Company.

PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS.- La protección contra descargas atmosféricas a las diferentes edificaciones, las normas británicas al respecto consideran un método de evaluación del riesgo, basado en siete tablas (anexo IV.6.5), donde sumando las cifras índice A a G, se obtiene el índice de riesgo. A mayor índice de riesgo corresponde una mayor necesidad de protección y viceversa, tomándose como nivel de referencia el valor de 40 (Ref:32).

El método debe entenderse en el sentido de facilitar una guía, si la cifra resultante es mucho menor que 40, entonces en ausencia de otras consideraciones

anteponibles, la protección no será necesaria y si es 40 ó mayor será necesaria.

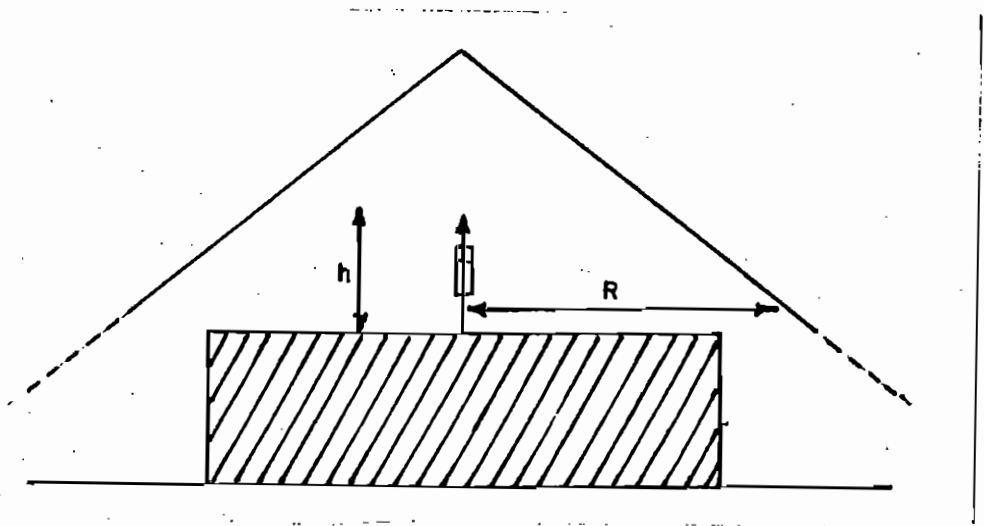
$$\text{Índice de riesgo} = A + B + C + D + E + F + G$$

En caso de chimeneas de altura libre o que sobresalgan 4.5 m. por encima de las estructuras adyacentes requieren protección, cualquiera sea el índice de riesgo resultante. Igualmente se excluyen de este método, las edificaciones que contengan explosivos o sustancias inflamables, puesto que la protección es absolutamente necesaria.

Para la protección contra descargas atmosféricas, en el mercado se tienen por lo general los pararrayos ionizantes, contruidos a base de paneles fotovoltaicos que alimentan corriente a un generador de alto voltaje que emite iones, son disipados al ambiente a partir de los electrodos creando una semiesfera altamente ionizada de un radio de acción determinado por la altura del mástil de soporte con su centro generatriz hacia arriba del Pararrayo, creando un espacio de alta conductividad. Esta atmósfera ionizada al entrar en contacto con las nubes saturadas de potencial se producen descargas ténues, sin que se produzca la descarga violenta, ni la onda acústica ó el golpe eléctrico de alto potencial y por lo mismo no haya efectos de voltajes inducidos.

En la figura que se presenta a continuación, se ilustra el diagrama de protección en función de la altura del mástil y el radio de protección en metros, de los pararrayos ionizantes de la Duval-Messien (Francia) aprobados por

Electricite de Francia, estos no producen emisión radioactiva ni contaminante.



donde: h es la altura del mástil (m)

R es el radio de protección (m)

C A P I T U L O V

INSTALACIONES ELECTRICAS EN AREAS CON ATMOSFERAS EXPLOSIVAS .-

Las reglas que se aplicarán a las instalaciones y equipo eléctricos en áreas clasificadas como peligrosas y que se presentan en este capítulo, se basan fundamentalmente en lo que estipula el capítulo III.

5.1.- PRECAUCIONES Y SELECCION DE EQUIPO

5.1.1.- Precauciones.-

- Los circuitos eléctricos intrínsecamente seguros serán separados físicamente de todos los otros circuitos que no lo son.
- A través de la experiencia en instalaciones eléctricas en áreas peligrosas es posible frecuentemente localizar gran parte del equipo en áreas de menor o nulo peligro, disminuyendo así la cantidad de equipo requerido.
- El equipo que ha sido aprobado para División 1, será permitido en la División 2 de la misma clase y grupo.
- El equipo de uso general o equipo encapsulado de uso general será permitido instalarse en áreas de División 2 si dicho equipo no constituye una fuente de ignición bajo condiciones de operación normal.
- Cuando gases inflamables o polvos combustibles están o pueden estar presentes al mismo tiempo, la presencia

simultánea de ambos puede considerarse cuando se determine la temperatura de operación segura del equipo eléctrico.

- La construcción e instalación del equipo requiere se asegure la realización bajo condiciones apropiadas de uso y mantenimiento.
- Es importante que los inspectores y usuarios pongan mayor atención y un cuidado especial a este tipo de instalaciones
- Es necesario que el equipo e instalación sea aprobado no solamente para la clase de área sino también para el gas, vapor o polvo específico que se halle presente.
- Ciertas atmósferas químicas y polvos metálicos pueden tener características que requieran protección adicional a lo exigido por sustancias semejantes.
- Para el equipo Clase I, la temperatura de operación de la superficie del equipo no excederá a la temperatura de ignición del gas o vapor específico; para el equipo Clase II similarmente la temperatura externa no deberá ser mayor que la especificada en su clasificación; semejante para el equipo Clase III.
- El equipo APROBADO deberá ser "marcado" para indicar la clase y grupo del área peligrosa que le corresponde y la temperatura de operación o rango de temperatura referida a una temperatura ambiente de 40° C, temperatura que se constituye como parte de los datos de placa, esta se indicará con números de identificación de acuerdo a la tabla # V.1 que se indica a continuación.

Tabla # V.1: Números de Identificación para las temperaturas máximas de operación.

Temperatura Máxima		Número de Identificación
° C	° F	
450	842	T1
300	572	T2
280	536	T2A
260	500	T2B
230	446	T2C
215	419	T2D
200	392	T3
180	356	T3A
165	329	T3B
160	320	T3C
135	275	T4
120	248	T4A
100	212	T5
85	185	T6

(Ref:25)

- La temperatura de ignición para el cual el equipo Clase I fue aprobado, se presentan a continuación.

Tabla # V.2: Máximas Temperaturas Superficiales, Clase I

GRUPO A.....280° C (536° F)
 GRUPO B.....280° C (536° F)
 GRUPO C.....180° C (356° F)
 GRUPO D.....280° C (536° F)

(Ref:25)

- Las máximas temperaturas superficiales para las cuales el equipo Clase II fueron aprobados, para dichos requerimientos se presentan en la Tabla # V.3.

Tabla # V.3: Máximas Temperaturas Superficiales, Clase II

Equipo que no está sujeto a sobrecarga			Equipo que puede ser sobrecargado (como motores o transformadores de potencia)			
			Operac.normal		Operac.anormal	
CLASE II	° C	° F	° C	° F	° C	° F
Grupo E	200	392	200	392	200	392
Grupo F	200	392	150	302	200	392
Grupo G	265	320	120	248	165	392

(Ref:25)

Por lo tanto para el equipo aprobado para Clase I y Clase II se deberá marcar en los datos de placa con la máxima temperatura de operación.

EXEPCIONES:

- 1) Para equipo que no produce calor, como cajas de conexión y/o paso, tubería y accesorios y equipo que produce calor teniendo como máxima temperatura 100° C (212° F) no requerirá el que se marque la temperatura máxima o rango de temperatura de operación.
- 2) Para aparatos de iluminación fijos utilizados en áreas Clase I y II, División 2, no requiere se marque el grupo al que pertenece.
- 3) El equipo fijo de uso general en áreas Clase I y otros aparatos de iluminación fijos, aceptados para áreas Clase I, División 2 no requerirá se marque la clase, división, grupo o temperatura de operación.
- 4) El equipo fijo a prueba de polvo y otros aparatos de iluminación aceptados para áreas Clase II, División 2 y

Clase III no requerirán se marque la clase, división, grupo o temperatura de operación.

5) Para equipo sujeto a sobrecargas, la temperatura de operación normal no excederá los 150° C (302° F) y tampoco excederá la temperatura de ignición especificada para polvos combustibles o los 200° C (392° F) cuando están instalados en áreas que están clasificadas convenientemente para polvos carbonosos.

5.1.2.- Selección de Equipo.- El equipo eléctrico debe ser seleccionado, probado y aprobado de acuerdo con la clasificación dada al área en la cual va a ser instalado, esto es, clase, división y grupo.

En áreas Clase I, los dispositivos que forman arcos eléctricos, tales como arrancadores e interruptores de circuito y otros, utilizan la construcción a prueba de explosión para las áreas de las Divisiones 1 y 2, sin embargo las luminarias en un área de la División 2, son normalmente unidades selladas y provistas de empaques. Muchos de los dispositivos que forman arco eléctrico para la Clase I son también aprobados para la Clase II. Una consideración cuidadosa del catálogo del fabricante identificará los productos que son apropiados para la clase y grupo involucrados.

- El alumbrado de plantas de procesos industriales se localiza principalmente en donde se necesita, sin importar la simetría de la instalación .

Aún cuando el alumbrado incandescente es todavía ampliamente favorecido en las industrias de procesos químicos, muchas compañías están cambiando a vapor de mercurio debido a su mayor eficiencia. La aceptación general de luminarias fluorescentes y de mercurio representa mayor costo de adquisición, pero que se compensa por el menor costo de operación y mayor período de vida útil. Las luminarias fluorescentes normales se usan generalmente para el alumbrado de cuartos de control y para el alumbrado general.

Muchas áreas de proceso y otras requieren alumbrado localizado, si estas áreas son Clase I, División 1 generalmente se usan candiles a prueba de explosión, en áreas División 2, el candil generalmente aceptado es el a prueba de vapor, llamados candiles industriales con empaque, en estos las temperaturas de operación son fundamentales.

- En la mayoría de los dispositivos a prueba de explosión todas las partes conductoras de corriente quedan dentro del blindaje; sin embargo, en ENCHUFES Y TOMACORRIENTES, algunas de dichas partes deben sobresalir a través de las paredes del blindaje de tal manera que pueda hacerse el contacto eléctrico. El problema es hacer que tales dispositivos sean seguros para usarse en atmósferas explosivas. Se puede usar los dos siguientes métodos:

1.- Interconexión.- Los contactos del tomacorriente están interconectados con un switch que queda dentro de la

cubierta a prueba de explosión de tal manera que siempre estén muertos cuando el enchufe se inserte o se saque.

2.- Acción retardada.- El enchufe y el tomacorriente se construyen de tal manera que los arcos que pudieran ocurrir en los contactos quedan confinados dentro de las cámaras a prueba de explosión. Este diseño también evita que se pueda sacar el enchufe y el tomacorriente demasiado rápidamente, con lo que se da oportunidad de enfriarse a todas las partes calientes de metal, antes de que se pongan en contacto con la atmósfera explosiva que los rodea.

- El diseño de unidades portátiles para usarse en áreas peligrosas, debe permitir la sustitución expedita del cable conductor flexible cuando este se dañe por el uso, en muchas plantas químicas se procura evitar en lo posible el uso de equipos portátiles; cuando tiene que usarse es indispensable que sea construido a prueba de explosión.

- Como se necesitan motores eléctricos para mover bombas, compresores, ventiladores, sopladores, transportadores y herramientas su presencia en atmósferas peligrosas es frecuentemente inevitable. La selección del tipo adecuado de motor es muy importante ya que ésta tiene una influencia considerable en el costo inicial. El tipo de atmósfera peligrosa y las condiciones corrosivas son factores principales en esta selección ya que dictan el grado de protección necesaria para evitar costos excesivos de mantenimiento y de interrupción. Las condiciones de peligrosidad y de corrosión varían en las distintas áreas

de las plantas de beneficio; consecuentemente, ningún tipo único de construcción de motores es adecuado para todas las aplicaciones. Los tipos de que dispone varían desde el "a prueba de humedad" al "a prueba de explosión" que es totalmente cerrado y enfriado por ventilador.

- Aunque los fabricantes no ofrecen cubiertas y tableros completos adecuados para usarse en áreas peligrosas, los componentes individuales de estos, si pueden obtenerse sin dificultad en diseños a prueba de explosión. En la práctica, las instalaciones de distribución (interruptores principales, transformadores y disyuntores primarios) se localizan frecuentemente junto a las áreas peligrosas que dentro de ellas. Cuando lo anterior es imposible, el equipo en cajas para usos generales puede usarse a veces si el local es purgado o ventilado por medio de aire tomado de afuera del área peligrosa.

El costo del equipo usando componentes exteriores a prueba de explosión debe compararse contra el costo y las ventajas de construir un blindaje de tal manera que pueda usarse equipo para instalación interior.

Hay una gran variedad de equipo eléctrico de control a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvos, para áreas Clase I y II; en estas se usan muchos arrancadores, interruptores y estaciones de botones a prueba de explosión. Sin embargo todos estos se trata de instalar en lo posible fuera del área peligrosa.

En equipo industrial de control los Underwriters Laboratories han incluido y aprobado aparatos especiales sumergidos en aceite, para usarse en áreas Clase I. En áreas expuestas, pero no peligrosas, los controles industriales normalmente se instalan en blindajes de metal fundido, seleccionados para protección máxima contra corrosión y la interperie.

5.2.- INSTALACIONES ELECTRICAS EN ÁREAS CLASE I .-

5.2.1.- Motores y Generadores .-

a.- En áreas CLASE I, DIVISION 1, los motores, generadores y demás maquinaria eléctrica rotatoria deberán ser:

a.1.- Aprobados para áreas Clase I, División 1, a prueba de explosión.

a.2.- Del tipo totalmente cerrado, provistos de ventilación a presión positiva de una fuente de aire limpio con descarga a una área segura, dispuesto de manera que se evite la alimentación de energía a la máquina hasta que se haya establecido la ventilación y el local haya sido purgado por lo menos con diez volúmenes de aire y dispuesto también para que cese automáticamente el suministro de energía al equipo cuando falle la alimentación de aire, o del tipo totalmente cerrado y lleno con gas inerte, provisto con una fuente adecuada de gas inerte, con aditamentos que aseguren una presión positiva en la cubierta y dispuestos de manera que automáticamente cese el suministro de energía al equipo cuando falle la alimentación de gas.

a.3.- Diseñados para ser sumergidos en un líquido, el cual es inflamable solamente cuando se vaporice y se mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y que se inflama unicamente cuando se mezcla con el aire y la maquinaria se dispone de tal manera que se evite la alimentación de energía hasta que ha sido purgado por el gas o líquido para excluir el aire y dispuesto también para que cese automáticamente la alimentación de energía al equipo cuando falle el suministro del líquido, gas o vapor o la presión es menor que la atmosférica.

a.4.- Los motores totalmente cerrados del tipo descrito en a.2, no tendrán en su superficie exterior temperaturas de operación que exceda el 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrados, esta en ° C.

Se dispondrá de aparatos apropiados para detectar y automáticamente cortar el suministro de energía al motor disponiéndose de un sistema adecuado de alarma si se presenta cualquier incremento de temperatura en el motor mas allá de los límites de diseño.

El equipo auxiliar será de un tipo aprobado para las áreas en las cuales se los instale.

b.- En áreas CLASE I, DIVISION 2, los motores, generadores y demás maquinaria eléctrica rotatoria en la que se empleen contactos deslizantes, centrífugos u otros tipos de mecanismos de conmutación incluyendo dispositivos contra sobrecarga del motor, sobrecarga y sobretemperatura

de aparatos asociados, o dispositivos de resistencias solidarios ya sean para el arranque o para accionar en marcha deberán ser aprobados para estas áreas, a prueba de explosión, a menos que estos dispositivos estén dotados de cubiertas aprobados para dichas áreas de acuerdo con 5.2.2 -b.

Cuando operan a cierto rango de voltaje, para la superficie expuesta se usa calentadores para prevenir la condensación de la humedad, en periodos de apagado, no excederá el 80% de la temperatura de ignición en ° C del gas o vapor involucrado.

5.2.2.- Medidores, Instrumentos en General y Relés .-

a.- En áreas CLASE I, DIVISION 1, los medidores, instrumentos en general y relés, incluyendo a contadores de energía, transformadores, resistores, rectificadores y válvulas termoiónicas, estarán provistos de cubiertas aprobadas para estas áreas, siendo cubiertas a prueba de explosión y presurizadas.

b.- En áreas CLASE I, DIVISION 2, cumplirán con lo siguiente:

b.1.- CONTACTOS: Los interruptores, disyuntores, contactos de apertura y cierre en base a pulsadores, relés, timbres de alarmas y bocinas tendrán cubiertas aprobadas para estas áreas en concordancia con (a)

Excepción: Se permitirá el uso de cubiertas para propósitos generales, si los contactos de interrupción

son: Sumergidos en aceite, ó encerrados en una cámara hermética cerrada a la entrada de gases y vapores.

b.2.- RESISTENCIAS Y EQUIPO SEMEJANTE .- las resistencias, aparatos resistivos, válvulas termoiónicas, rectificadores y equipo semejante que se utilicen en medidores, instrumentos generales y relés cumplirán con (a).

b.3.- CONTACTOS EXTERIORES DE APERTURA Y CIERRE .- los devanados de transformador, bobinas de impedancia, solenoides y otros devanados que no tengan contactos deslizantes o de apertura y cierre se dotarán de cubiertas que pueden ser del tipo para uso general.

b.4.- MONTAJES DE PROPOSITO GENERAL .- cuando un montaje esta hecho de componentes para los cuales se aceptan cubiertas de uso general, se proporcionarán de acuerdo a (b.1-b.2-b.3), donde cualquier montaje incluye cualquier equipo descrito en (b.2). En el exterior de la cubierta se indicará en forma clara y permanente, la máxima temperatura de superficie a tenerse. Alternativamente al equipo aprobado se marcará el rango de temperatura adecuado usando la identificación presentada en la Tabla # V.1.

b.5.- FUSIBLES .- donde se permiten cubiertas de uso general y se suministran para (b.1-b.2-b.3-b.4), los fusibles para protección contra sobrecarga de instrumentos no sujetos a sobrecarga en operación normal, se permitirá su montaje en cubiertas de uso general si el fusible esta precedido por un interruptor que cumpla con (b.1).

b.6.- CONEXIONES .- se permitirá la conexión a través de cordón flexible, enchufes de atadura y receptáculos para facilitar la instalación de repuestos e instrumentos de control, proporcionándose:

- Un interruptor que cumpla con b.1.
- La corriente eléctrica no excederá los 3 amperios para 120 V.
- El cordón de alimentación eléctrica no excederá los 91.4 cm (3') y para uso extraduro y protegido para esta área, y es provisto a través de un enchufe de atadura y un receptáculo de cierre y puesta a tierra aprobados.
- Se tendrá únicamente los receptáculos necesarios.
- Los receptáculos llevan un seguro contra desconexión del enchufe bajo carga.

5.2.3.- Interruptores, Disyuntores, Controladores de Motor y Fusibles .-

a.- En áreas CLASE I, DIVISION 1, los interruptores, disyuntores, controladores de motor y fusibles incluyendo botones pulsadores, relés y dispositivos similares, estarán provistos de cubiertas y estas junto al dispositivo que contienen estarán aprobados para áreas Clase I.

b.- En áreas CLASE I, DIVISION 2, estos dispositivos cumplirán con lo siguiente:

b.1.- TIPO REQUERIDO .- los dispositivos que deban interrumpir la corriente en el desempeño normal de la función para la cual están instalados, estarán provistos

de cubiertas aprobadas para Clase I, a menos que se coloquen cubiertas para uso general y que:

- La interrupción de la corriente se produzca en el interior de una cámara herméticamente cerrada a la entrada de gases y vapores, o

- Los contactos de apertura y cierre de la corriente estén sumergidos en aceite y los de uso general tengan unos 5 cm (2") mínimo de inmersión para circuitos de fuerza y 2.54 cm (1") para control.

b.2.- SECCIONADORES .- para seccionadores con o sin fusible que no estén destinados a interrumpir la corriente en el cumplimiento normal de su función, pudiendo ser instalados en cubiertas de uso general, para uso de respaldo únicamente.

b.3.- FUSIBLES .- para protección de motores, apliques y lámparas y otros que se especifiquen en (b.4); se puede instalar fusibles standard enchufables o tipo cartucho, pero si estos se colocan en el interior de cubiertas aprobados para el área respectiva. Los fusibles se podrán ubicar en el interior de cubiertas de propósito general, si es que son de tipo en el que el elemento actuante esta sumergido en aceite u otro líquido aprobado, o el elemento actuante están encerrados en una cámara herméticamente sellada a la entrada de gases y vapores.

b.4.- FUSIBLES O DISYUNTORES PARA PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS.- Cuando no hayan mas de diez grupos de fusibles encapsulados y aprobados, o no hayan mas de diez

disyuntores aprobados no destinados a interrumpir la corriente instalada para protección del alimentador o de una derivación en una sala, área o sección clasificada como Clase I, División 2, las cubiertas de estos fusibles o disyuntores pueden ser del tipo de uso general, si estos se utilizan para protección de circuitos o alimentadores solamente de lámparas en posiciones fijas. Un grupo de fusibles tiene tantos fusibles como se requieran para proteger todos los conductores no puestos a tierra.

b.5.- FUSIBLES INTERNOS EN APARATOS FIJOS DE ALUMBRADO .- los fusibles de cartucho aprobados se permiten como protección suplementaria en el interior de estos aparatos.

5.2.4.- Transformadores y Resistencias de Mando .- los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizados como equipo de mando o asociados a él, para motores, generadores y aparatos, cumplirán con lo siguiente:

a.- En áreas CLASE I, DIVISION 1, junto con cualquier mecanismo de commutación asociado a ellos, estarán dotados de cubiertas aprobadas para estas áreas y cumplirán con 5.2.2-a.

b.- En áreas CLASE I, DIVISION 2, las resistencias y transformadores de mando cumplirán con lo siguiente:

b.1.- MECANISMOS DE COMMUTACION .- los mecanismos de commutación asociados a transformadores, bobinas de impedancia y resistencias cumplirán con 5.2.2-b.

b.2.- BOBINAS Y DEVANADOS .- las cubiertas para devanados de transformadores, solenoides o bobinas de impedancia aprobados pueden ser del tipo para propósitos generales.

b.3.- RESISTENCIAS .- serán provistas de cubiertas y el conjunto será aprobado para Clase I a menos que la resistencia no sea variable y que la temperatura máxima de operación no supere el 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor en cuestión o ha sido probado como incapaz de incendiar el gas o vapor.

5.2.5.- Aparatos de Alumbrado .-

a.- En áreas CLASE I, DIVISION 1, los aparatos de alumbrado cumplirán con lo siguiente:

a.1.- Cada aparato de alumbrado será aprobado en conjunto y llevarán una marcación clara indicando la potencia máxima en vatios, de las lámparas para las que está aprobado. Los aparatos de alumbrado de uso portátil serán aprobados en conjunto para dicho uso.

a.2.- Todo aparato de alumbrado se protegerá contra las averías físicas mediante una protección conveniente o por su situación.

a.3.- Los aparatos de alumbrado colgantes estarán suspendidos de barras con rosca que harán las veces de conducto rígido a través del cual se mande los conductores de energía eléctrica a la lámpara y las uniones estarán roscadas y llevarán tornillos de presión o cualquier otro medio eficaz para evitar que se afloje. Las barras de más de 12" (30.5 cm) estarán dotadas de amarras permanentes y

eficaces y eviten el desplazamiento lateral, se utilizará un conector flexible de ajuste aprobado para estas áreas.

a.4.- Las cajas, conjuntos de cajas, o accesorios utilizados para soportar aparatos de alumbrado, serán aprobados para áreas Clase I.

b.- En áreas CLASE I, DIVISION 2, los aparatos de alumbrado cumplirán con lo siguiente:

b.1.- El equipo de alumbrado portátil cumplirá con (a.1).

Exepción: donde existe equipo de alumbrado portátil montado en soportes movibles y estén conectados por cordón flexible se permitirán cuando el montaje esté provisto conforme a lo que se estipula en (b.2).

b.2.- Los aparatos de alumbrado fijo estarán protegidos contra averías físicas. Cuando haya peligro de que las chispas o metal caliente pueda caer de las lámparas o de aparatos de alumbrado, pudiendo inflamar concentraciones localizadas de vapores o gases inflamables, se colocarán cubiertas convenientes u otros medios protectores eficaces. Si las lámparas son de tal tamaño o tipo que puedan en condiciones normales de funcionamiento, alcanzar temperaturas superficiales que exedan el 80% de la temperatura de ignición en ° C del gas o vapor presente, deberán cumplir con (a.1) o ser del tipo aprobado e incapaz de producir incendio del gas o vapor si la temperatura no es exedida.

b.3.- Los aparatos de alumbrado colgantes penderán de barras que serán conductos rígidos roscados o de otros

medios aprobados. Para barras rígidas de longitud superior a 12" (30.5 cm) se colocarán amarras que impidan el desplazamiento lateral de la barra y se utilizará conector flexible de ajuste aprobado para su función en estas áreas.

b.4.- Los interruptores que formen parte de un portalámparas individual o de un aparato de alumbrado montado cumplirá con 5.2.2-b.

b.5.- El equipo de mando y encendido para lámparas de descarga eléctrica cumplirá con 5.2.3-b.

Exepción: Para estas áreas, se permitirán protectores térmicos dentro del ballasto de las lámparas fluorescentes si el aparato de alumbrado es aprobado.

b.6.- CALENTADORES.- Para áreas CLASE I, DIVISION 1, los calentadores deberán ser aprobados para estas áreas.

Para áreas CLASE I, DIVISION 2, el equipo que utiliza calentadores eléctricos deberá cumplir con lo siguiente:

El calentador no deberá exeder el 80% de la temperatura de ignición en °C del gas o vapor involucrado en cualquier superficie que puede estar expuesta a estos. durante operación continua del equipo. Si no está provisto de un sensor de temperatura, estas condiciones se aplicarán cuando el calentador opere máximo para 120% del voltaje nominal.

Exepción: para calentadores de motores anti-condensación se realizará de acuerdo a 5.2.1-b.

5.2.6.- Métodos de Alambrado Eléctrico.-

a.- En áreas CLASE I, DIVISION 1, el método de alambrado que se empleará será por medio de conduit metálico rígido roscado o de acero o con cable tipo MI con terminales adecuados y aprobados para estas áreas. Todas las cajas, accesorios y juntas serán roscados para conexión a los terminales de la tubería o cable y serán a prueba de explosión. El cable tipo MI se instalará y soportará esfuerzos de tensión en los accesorios terminales. Cuando se necesite el empleo de conexiones flexibles como para terminales de motor, se utilizará accesorios metálicos flexibles aprobados para estas áreas.

b.- En áreas CLASE I, DIVISION 2, el método de alambrado que se empleará será por medio de tubería metálica flexible o acero roscadas o cable tipo PLTC, MI, MC, MV, TC o SNM con sus respectivos accesorios terminales aprobados, este tipo de cables serán instalados en bandejas y de manera que se evite fuerzas excesivas de tensión mecánica a los accesorios terminales. Las cajas de conexión y/o derivación, accesorios y juntas no requerirán ser a prueba de explosión excepto para lo requerido en 5.2.2-b.1 y 5.2.3-b.1.

Cuando se deba tener flexibilidad limitada como es el caso de terminales de motor, accesorios metálicos flexibles se usará tubería metálica flexible con accesorios aprobados, tubería metálica flexible a prueba de líquido con accesorios aprobados, o cordón flexible aprobados para uso extra duro y provisto de accesorios revestidos. Se

incluira un conductor adicional para conexi3n a tierra en el cord3n, a menos que se cuente con otro medio aceptable de conexi3n a tierra.

Exepci3n : - El alambrado que bajo condiciones normales no es capaz de liberar suficiente cantidad de energa para incendiar determinada mezcla atmosf3rica peligrosa, por operaci3n, apertura, cierre, cortocircuito, puesta o falla a tierra se utilizar3 cualquiera de los m3todos adecuados de alambrado en 3reas ordinarias.

5.2.7.- Cordones Flexibles, Aislamiento de Conductores y Enchufes y Tomacorrientes .-

a.- Cordones Flexibles, CLASE I, DIVISION 1 Y 2 .- El cord3n flexible se podr3 emplear solamente como conexi3n entre una l3mpara o aparato port3til y la parte fija de su circuito de alimentaci3n, y cuando se utilice deber3:

- Ser de un tipo aprobado para trato muy violento.
- Adem3s de los conductores del circuito, llevar3 un conductor para conexi3n a tierra, que tendr3 una marca continua que lo distinga y se lo identifique facilmente de acuerdo a la secci3n 400-13 del NEC.
- Ser3 conectado a los terminales o a los conductores de alimentaci3n debidamente aprobados.
- Estar soportado por ganchos o por medios convenientes de manera que no haya tensi3n mec3nica alguna en las conexiones terminales.

- Disponga de sellos convenientes cuando el cordón flexible penetre en cajas, ajustes o cubiertas del tipo a prueba de explosión.

Excepción: Lo descrito en 5.2.2-b.6 y 5.2.6-b.

b.- Aislamiento de Conductores, CLASE I, DIVISIONES 1 Y 2

.- Cuando sobre el aislamiento de los conductores puedan depositarse líquidos o vapores condensados o cuando entren en contacto con él, dicho aislante deberá ser de un tipo aprobado para ser utilizado en tales condiciones, o deberá protegerse con una capa de plomo o con cualquier otro medio aprobado para estos fines.

c.- Enchufes y Tomacorrientes, CLASE I, DIVISIONES 1 Y 2

.- Estos serán del tipo polarizado, teniendo una conexión para el conductor a tierra y aprobados para áreas Clase I.

Excepción: Lo descrito en 5.2.2-b.6.

5.2.8.- Sellamiento y Drenaje .-

Los sellos o cierres herméticos en conexión de tubería y cables cumplirá con las disposiciones que en la continuación se detallan:

Los sellos compuestos deberán ser aprobados según las condiciones y uso, se emplearán en los terminados para accesorios en cable tipo MI, para excluir la humedad y otros fluidos del aislamiento del cable.

En sistemas de tuberías y cableado eléctrico se emplea sellos para minimizar el paso de gases, vapores y llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del conducto. Esta comunicación, está inherentemente

excluida en el caso del cable tipo MI, por su propia construcción, a no ser que esté designado y probado para este propósito.

a.- **Sellos en Tubería** .- En áreas CLASE I, DIVISION 1, Los sellos para tubería se colocarán de la forma siguiente:

- En cada tubería que pase a través de una cubierta para interruptores, disyuntores, fusibles, relés, resistencias u otros aparatos los cuales puedan producir arcos, chispas o temperaturas elevadas, los sellos se colocarán lo mas cerca posible y en ningún caso a mas de 18" (45.7 cm) de dichas cubiertas. Las uniones, acoples, codos, brazos y tubería en forma de L, T y cruz del tipo antiexplosivo, se usarán entre el sello y la cubierta, esta tubería no será mas larga que la de los conductos.

Exepción: La tubería de 1/2 " o menos de diámetro que pase a través de una cubierta a prueba de explosión para interruptores, disyuntores, fusibles, relés u otros aparatos que puedan producir arcos o chispas no requerirá sellado si los contactos de interrupción son encapsulados o herméticamente sellados contra la entrada de gases o vapores, o si están sumergidos en aceite como material aislante.

- En tubería de tamaño no inferior a 2" (5.08 cm) que penetre en la cubierta, terminales alojados en accesorios, empalmes o tomas y a menos de 18" (45.72 cm) de dicha cubierta o ajuste.

- Cuando dos o más cubiertas, las cuales requieren sellos de acuerdo a lo anterior y son conectadas mediante boquillas o tuberías no mas largas de 36" (91.4 cm) bastará con un sello en cada conexión de boquilla o tramo de tubería si se coloca a no mas de 18" de cada cubierta.

- En cada tubería que salga del área Clase I, División 1, el ajuste hermético puede situarse a uno u otro lado de el límite de cada área, pero se diseñará e instalará para minimizar la cantidad de gases o vapores que puedan penetrar en el sistema de tuberías dentro del área división 1, no penetren ni sean comunicados al conducto mas allá del sello. Entre el sello y el punto en el cual el conducto abandona el área división 1 no habrá ninguna unión, acople o ajuste.

Exepción: La tubería metálica que no contenga uniones, acoplamientos, cajas o ajustes que pasen completamente a travéz de una área Clase I, División 1, y no tenga ajustes a menos de 12" (30.5 cm) del límite de esta área, no necesita ser sellada si el punto terminal de la tubería esta en una área no clasificada.

En áreas CLASE I, DIVISION 2, los sellos en la tubería se colocarán como sigue:

- Para conexiones en cubiertas a prueba de explosión aprobadas para áreas Clase I, se colocarán los sellos de acuerdo a lo anterior, todas las partes del entubado o boquilla roscada entre el sello y dicha cubierta cumplirán con 5.2.6-a.

- En cada tubería que pase del área Clase I, División 2 a otra no clasificada, el sellamiento podrá colocarse a uno u otro lado del límite de dicha área peligrosa, pero se diseñara e instalará de forma que los gases o vapores que puedan penetrar en el sistema de conductos del área División 2, no penetrarán ni podrán ser comunicados al conducto mas allá del sello. La tubería metálica rígida o de acero roscadas, se utilizará entre el sello y el punto en que el conducto sale del área peligrosa y en el ajuste hermético se empleará una conexión a rosca. Entre el punto del conducto en donde se practique el sellamiento y el punto en que el conducto abandone el área peligrosa no habrá ninguna unión, acoplamiento, caja o ajuste.

Además, donde se requiera sellos en áreas CLASE I, DIVISION 1 Y 2, se cumplirá con lo siguiente:

- 1) AJUSTES.- en las cubiertas para conexiones o equipo se colocarán sellos aprobados para Clase I o medios aprobados para este fin.
- 2) COMPUESTOS.- El compuesto de sellamiento que se emplee para el sello, será aprobado para dicho propósito, no deberá ser afectado por la atmósfera o líquidos que lo rodeen y su punto de fusión no será inferior a 93°C (200 °F).
- 3) ESPESOR DEL COMPUESTO.- En un sello terminado, el mínimo espesor del compuesto no será inferior al tamaño comercial del conducto.

4) EMPALMES Y TOMAS.- No se harán empalmes ni tomas en los ajustes destinados a ser cerrados con compuesto, ni se llenarán con compuesto otros ajustes en los que se hayan hecho empalmes o tomas.

5) MONTAJES.- En un montaje donde el equipo puede producir arcos, chispas o temperaturas elevadas, se colocará un compartimiento separado del que contiene empalmes o tomas, colocándose el sello donde los conductores pasan de un compartimiento a otro, el montaje completo será aprobado para Clase I. Los sellos en conexiones de tubería a los compartimientos que contienen empalmes y tomas serán Clase I, División 1 y que cumplan con la segunda disposición de (a).

El NEC no restringe el uso de uniones adyacentes al blindaje; puesto que estos accesorios están aceptados por UL sin restricción y son probados dentro de las peores condiciones posibles de presión y propagación de fuego, no hay ninguna necesidad de evitar el uso de uniones entre el sello y el dispositivo que produce arco eléctrico o alta temperatura. Es obvio que los accesorios de unión deben instalarse apropiadamente, independiente de su localización dentro del sistema. Las tuberías deben alinearse cuidadosamente de tal manera que no queden abiertas las juntas a prueba de explosión.

Los cambios alternados de temperatura y de presión causan una "respiración" o sea la entrada y circulación de aire por la tubería. Como las juntas en el sistema y sus

componentes rara vez son herméticas para evitar esta respiración la humedad del aire se condensa en la base de los tubos verticales y en los blindajes de equipos, esto puede causar corto-circuitos o fallas a tierra, para evitar esto deben instalarse accesorios de inspección equipados con purgas a prueba de explosión que automaticamente eliminen el agua.

b.- Sellos para cables.- En áreas CLASE I, DIVISION 1, todo cable multiconductor en tubería puede considerarse como un solo conductor, si este es incapaz de transmitir gases o vapores a travéz del núcleo del cable, estos se sellaran de acuerdo a (a).

c.- Drenajes.- En el caso en que en los alojamientos o en cualquier otro punto del sistema de conductos se acumule agua o cualquier otro vapor condensado, se colocarán medios aprobados para evitar la acumulación o para permitir la extracción periódica de estos.

5.2.9.- Partes Vivas y Conexiones a Tierra y Contra Descargas Atmosféricas .-

Por ningún concepto, en áreas CLASE I, DIVISIONES 1 y 2, deben haber partes activas descubiertas.

Las partes metálicas descubiertas que no transporten corriente, como armaduras o exteriores metálicos de los motores, cubiertas y tableros metálicos, aparatos o lámparas fijas o portátiles, aparatos de alumbrado, armarios, y receptáculos u otro equipo de utilización se conectarán a tierra.

Donde sean frecuentes las descargas atmosféricas, los sistemas de cableado en los lugares de la clase I; si están alimentados por líneas aéreas, estarán protegidos adecuadamente contra las descargas de alta tensión, por medio de dispositivos pararrayos adecuados y la interconexión de todas las tierras.

5.3.- Instalaciones Eléctricas en Areas Clase II .-

Los equipos instalados en estas áreas podrán funcionar a plena carga sin desarrollar temperaturas superficiales lo suficientemente elevadas como para ocasionar la deshidratación excesiva o la carbonización gradual de cualquier depósito constituido por polvo orgánico que pudiera producirse, el polvo carbonizado o excesivamente seco es altamente susceptible de ignición espontánea. El equipo y alambrado será aceptado a menos que sea aprobado para áreas Clase II. Cuando se tengan polvos peligrosos que pertenezcan a los grupos E y F y clasificados para áreas Clase II y en grandes cantidades y tengan una resistencia menor a 100000 ohm.cm(Ref:25), estos estarán clasificados unicamente en la División 1.

5.3.1.- Motores y Generadores.-

a.- En áreas CLASE II, DIVISION 1, los motores y generadores y demás maquinaria eléctrica rotatoria serán:

- Aprobados para áreas Clase II, División 1.
- Totalmente encerrados y ventilados por tubería, y que se encuentran dentro de los límites de temperatura de acuerdo la Tabla V.1.

b.- En áreas CLASE II, DIVISION 2, los motores, generadores y demás equipo eléctrico rotatorio, estarán totalmente encerrados y ventilados por tubería, totalmente encerrados y refrigerados por ventilador o a prueba de ignición de polvo para los cuales la máxima temperatura externa de sobrecarga esté de acuerdo a las temperaturas para áreas clase II y al Tabla V.3 para operación normal cuando opere al aire libre (no cubierto de polvo) y no tendrá abertura al exterior.

Exepciones: Si a juicio de la autoridad encargada de fiscalizar este tipo de instalaciones, considera que acumulaciones moderadas de polvo no conductor y no abrasivo, y donde el equipo sea facilmente accesible para la limpieza rutinaria y mantenimiento, se aceptará la instalación del siguiente equipo:

1.- Las máquinas tipo abierto standard, sin contactos deslizantes, mecanismos de commutación de tipo centrífugo o de otro tipo (incluyendo los dispositivos de sobrecarga y sobretemperatura del motor) o resistencias solidarias.

2.- Las máquinas tipo abierto standard, con contactos semejantes, mecanismos de commutación, o dispositivos de resistencias encerrados en alojamientos metálicos a prueba de polvo, sin ventilación ni otras aberturas.

3.- Motores textiles de tipo rotor en jaula de ardilla que se limpian automaticamente.

5.3.2.- Interruptores, disyuntores, controles de motor y fusibles .-

a.- En áreas CLASE II, DIVISION 1, interruptores, disyuntores, controles de motor, fusibles incluyendo botoneras, relés y dispositivos similares, que deban interrumpir la corriente en el desempeño normal de la función para la cual se ha instalado o que estén instalados donde pueda haber presente polvo de naturaleza electricamente conductora, estarán provistos de cubiertas a prueba de ignición de polvo, los cuales conjuntamente con el equipo encapsulado en cada caso, serán aprobados en conjunto para áreas Clase II.

a.1.- Los SECCIONADORES que no contienen fusibles y que no deben interrumpir la corriente, los cuales no estén instalados donde pueda haber polvo conductivo, estarán provistos de cubiertas metálicas bien cerradas que se diseñaran para reducir al mínimo la entrada de polvo y los cuales:

- Estarán equipadas con tapas telescópicas o ajuste preciso, o con otro medio eficaz para evitar el escape de chispas.

- No tendrán aberturas (tales como agujeros para tornillos) a través de las cuales, después de instaladas, puedan salir chispas a través de las cuales puedan inflamarse acumulaciones de polvo o de material combustible adyacentes.

a.2.- En áreas donde pueda haber presente POLVO METALICO, procedente de la producción de magnesio, aluminio y

bronce, los dispositivos tendrán cubiertas especialmente aprobadas para dichas áreas.

b.- En áreas CLASE II, DIVISION 2, las cubiertas para estos dispositivos incluido botoneras, relés y aparatos similares serán a prueba de polvo.

5.3.3.- Transformadores y Resistencias de mando .-

a.- En áreas CLASE II, DIVISION 1, los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias de mando, y todo dispositivo contra sobrecargas o mecanismo de commutación asociado a ellos, tendrán cubiertas a prueba de ignición de polvo aprobadas para áreas Clase II. No se instalará ningún transformador, bobina de impedancia o resistencia de mando en un lugar en que pueda haber polvo procedente de la fabricación de magnesio, aluminio o bronce, u otros metales de características igualmente peligrosas a menos que estén dotados de una cubierta específicamente aprobada para dichas áreas.

b.- En áreas CLASE II, DIVISION 2, los mecanismos de commutación (incluyendo los dispositivos contra sobrecargas) asociados a transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias de mando estarán dotados de cubiertas a prueba de polvo.

Cuando los mecanismos de commutación, transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia no estén localizados en la misma cubierta, estarán dotados de alojamientos herméticos y ventilados por la parte exterior.

Las resistencias y dispositivos de resistencias tendrán cubiertas a prueba de ignición de polvo aprobados para áreas Clase II.

Exepción: Cuando las resistencias no ajustables, para las cuales la temperatura máxima de operación normal no exeda los 120 °C (248°F), como parte de arranques secuenciales automáticos, se dotará de cubiertas ventiladas por la parte exterior y cerradas herméticamente.

5.3.4.- Aparatos de Alumbrado .- Los dispositivos que produzcan calor y que se usen en áreas Clase II, aún cuando estén cubiertos al polvo, no deberán tener temperaturas mayores que las temperaturas máximas de seguridad establecidas por Underwriter's Laboratories para los tres grupos de polvos Clase II, de acuerdo al Tabla V.3.

Cada aparato de alumbrado será aprobado para áreas Clase II y será claramente marcado indicando la potencia máxima de la lámpara para la cual está aprobado.

Todo aparato de alumbrado estará protegido contra averías mecánicas, mediante una protección conveniente para estas áreas.

a.- En áreas **CLASE II, DIVISION 1**, y donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio o bronce u otros metales de características igualmente peligrosas, los aparatos de alumbrado para luces fijas o portátiles y todo el equipo auxiliar, serán aprobados para dichas áreas específicas.

Los aparatos de alumbrado colgantes, estarán suspendidos por ramas de tubería metálica rígida o de acero roscadas o cadenas con ajustes aprobados o por otros medios aprobados. Las ramas rígidas de mas de 12" (30.5 cm) de longitud llevarán brazos contra el desplazamiento lateral, se colocarán uniones a rosca con tornillos de presión u otro medio eficaz para impedir el aflojamiento. Cuando entre un ajuste o caja de derivación y el aparato de alumbrado colgante hayan hilos conductores no contenidos en un conducto, se empleará cordón flexible aprobado para condiciones duras de trabajo y se colocarán sellos convenientes en el punto en que el cordón penetre en el aparato de alumbrado y en el ajuste o caja de derivación. Las cajas, conjunto de cajas o ajustes empleados para soportar los aparatos de alumbrado, serán aprobados para su función y para áreas Clase II.

b.- En áreas CLASE II, DIVISION 2, el equipo de alumbrado portátil, estará aprobado para áreas Clase II.

Los aparatos de alumbrado fijo, si no son de un tipo aprobado para Clase II, tendrán cubiertas para lámparas y portalámparas que se diseñarán para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre las lámparas y evitar el escape de chispas o metal caliente.

Los aparatos de alumbrado colgantes, estarán suspendidos mediante ramas de tubería rígida o de acero roscadas o cadenas con ajustes aprobados o por otros medios aprobados para estas áreas. Las ramas de mas de 12" de longitud

llevarán brazos contra el desplazamiento lateral. Cuando entre un ajuste o caja de derivación y el aparato de alumbrado colgante hayan hilos conductores no contenidos en tubería, se empleará cordón flexible aprobado para condiciones duras de trabajo, pero no servirá de soportante del aparato de alumbrado.

En lámparas de descarga eléctrica, el equipo de mando y encendido cumplirán con lo requerido en 5.3.3-b.

5.3.5.- Métodos de Alambrado Eléctrico .-

a.- En áreas CLASE II, DIVISION 1, el alambrado se lo realizará en tubería metálica rígida o de acero roscadas o cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para estas áreas. El cable MI se instalará de manera que soporte y evite esfuerzos de tensión en los accesorios terminales. Los ajustes y cajas estarán provistos de tubuladuras a rosca para conexión de la tubería, tendrán tapas de cierre ajustadas y no tendrán aberturas (tales como agujeros para tornillos de unión) a través de los cuales pueda entrar el polvo o escapar chispas. Los ajustes o cajas en los cuales se practiquen conexiones terminales, uniones o tomas, o que deben utilizarse en lugares donde el polvo sea de naturaleza conductora, deberán ser aprobados para áreas Clase II.

Quando sea necesario utilizar CONEXIONES FLEXIBLES, conectores flexibles a prueba de polvo, tubería metálica flexible con ajustes aprobados, o cordón flexible aprobado para trabajar en condiciones de alto peligro y siempre y

cuando tengan ajustes de seguridad se empleará sellos de protección contra polvo. En el cordón flexible se sellará en ambos terminales y habrá un conductor adicional para conectar a tierra, a menos que se disponga de otro medio aceptable para este fin.

b.- En áreas CLASE II, DIVISION 2, se empleará tubería metálica rígida, tubo eléctrico metálico o cable tipo MI, con accesorios terminales aprobados.

Los AJUSTES y CAJAS en los cuales se realicen tomas, uniones o conexiones terminales deberán diseñarse de forma que reduzcan al mínimo la entrada de polvo, y además estarán provistos de tapas de ajuste telescópico o de cierre, o de cualquier otro medio eficaz para evitar el escape de chispas; no tendrán aberturas (tales como agujeros para tornillos) a través de los cuales, después de la instalación, puedan escapar chispas o inflamar material combustible adyacente.

Cuando sean necesarias las CONEXIONES FLEXIBLES, se aplicará lo anotado en (a) sobre el particular.

5.3.6.- Cordones flexibles y Enchufes y Tomacorrientes .-

a.- **CORDONES FLEXIBLES** .- Los cordones flexibles utilizados en áreas CLASE II, DIVISIONES 1 Y 2, cumplirán con lo siguiente:

1.- Ser de un tipo aprobado para condiciones muy duras de trabajo.

2.- Contener además de los conductores del circuito, un conductor de toma a tierra, claramente identificado (color blanco o gris natural).

3.- Estar conectados a terminales o a conductores de alimentación por medios aprobados.

4.- Estar soportados por pinzas u otros medios convenientes, de forma que no haya tensión mecánica en las conexiones terminales.

5.- Estar provistos de sellos adecuados que eviten la entrada de polvo en los puntos en que el cordón penetre en las cajas o ajustes que requieren ser a prueba de ignición de polvo.

b.- ENCHUFES Y TOMACORRIENTES .- En áreas CLASE II, DIVISION 1, los enchufes y tomacorrientes, serán del tipo polarizado y a prueba de ignición de polvo aprobados para áreas Clase II.

En áreas CLASE II, DIVISION 2, serán del tipo polarizado, diseñados para que no sufran rotura de la conexión al circuito de alimentación.

5.3.7.- Sellamiento .- En áreas CLASE II, DIVISIONES 1 Y 2, cuando por medio de un conducto se comunica dos cubiertas, una a prueba de polvo e incendio y la otra no, se pondrán los medios convenientes para evitar la entrada de polvo procedente de la cubierta de uso general, estos medios pueden ser:

- Un cierre hermético permanente y efectivo.

- Una conducto horizontal no inferior a 10' (3.05 m) de longitud, o
- Una conducto vertical del conducto no inferior a 5' (1.52 m) de longitud y que se extienda hacia abajo a partir de la cubierta a prueba de ignición de polvo y otra no clasificada, el sello no es necesario. Los accesorios para sellos serán accesibles.

5.3.8.- Tubería de Ventilación .- Las tuberías de ventilación para motores, generadores y demás maquinaria eléctrica rotatoria, o para cubiertas de equipos o aparatos eléctricos, serán de metal no más ligero que 0.6 mm (1/4") de espesor o de material no combustible igualmente resistente y que cumplirá con lo siguiente:

- Conducirá directamente a un manantial de aire limpio exterior a los edificios.
- Tendrá filtros en los extremos exteriores, para evitar la entrada de pájaros y animales de tamaño pequeño.
- Estarán protegidas contra averías mecánicas y contra el enmohecimiento u otras influencias corrosivas.

a.- En áreas CLASE II, DIVISION 1, las tuberías de ventilación, incluyendo otros equipos serán a prueba de polvo a lo largo de toda su longitud. Para tubería metálica, juntas y uniones estarán: Remachadas y soldadas, o atornilladas y soldadas, o soldadas directamente, o hechas a prueba de polvo por otros medios igualmente eficaces.

b.- En áreas CLASE II, DIVISION 2, las tuberías de ventilación y sus conexiones, serán suficientemente herméticas para evitar la entrada de cantidades apreciables de polvo en la cubierta o equipo ventilado, y para evitar el escape de chispas, llamas o material combustible de las proximidades. Para las tuberías metálicas puede emplearse juntas cerradas y uniones remachadas o soldadas directamente sin metal de soldadura y pueden emplearse uniones deslizantes con ajuste hermético cuando sea necesario cierta flexibilidad como es el caso de conexiones a motores.

5.3.9.- Partes Vivas y Puesta a Tierra y Protección contra Descargas Atmosféricas.

Cumplirán con lo dispuesto en 5.2.9.

5.4.- INSTALACIONES ELECTRICAS EN AREAS CLASE III .-

El equipo eléctrico instalado en áreas clasificadas como Clase III, podrá funcionar a plena carga sin que se desarrollen temperaturas superficiales suficientemente elevadas como para ocasionar una deshidratación excesiva o carbonización de las fibras o cuerpos volátiles acumulados. El material orgánico carbonizado o excesivamente seco, es muy susceptible de ignición espontánea.

Las temperaturas superficiales máximas bajo condiciones de operación, no exederá los 165 °C (329 °F) para equipos no sujetos a sobrecargas y 120 °C (248 °F) para equipos

(tales como motores, transformadores de potencia) que pueden sobrecargarse.

5.4.1.- Motores y Generadores .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, los motores, generadores y demás maquinaria eléctrica rotatoria serán totalmente encerrados y no ventilados, totalmente encerrados y ventilados por tubería, o totalmente encerrados y con ventilador.

Exepciones: En áreas donde la autoridad competente, considera unicamente acumulaciones moderadas de peluza y de cuerpos volátiles en el interior o sobre la maquinaria rotatoria y donde dicha maquinaria sea accesible para el mantenimiento y limpieza rutinaria, se permitirá lo siguiente:

- Motores textiles auto-limpiables de tipo rotor jaula de ardilla.

- Máquinas standard tipo abierto, sin contactos deslizantes, mecanismos de commutación centrífugos o de otros tipos incluyendo los dispositivos del motor contra sobrecargas.

- Máquinas standard de tipo abierto que tengan dichos contactos, mecanismos de commutación o dispositivos de resistencias encerrados en alojamientos metálicos herméticos sin aberturas de ventilación u otras aberturas.

5.4.2.- Montacargas, Grúas y Equipo Eléctrico similar .-

Cuando en áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, se instale para operar sobre fibras combustibles o acumulaciones de viruta o material volátil, grúas y montacargas viajeros

para manejo de material, limpiadores viajeros para maquinaria textil y equipo similar, deberán cumplir con lo siguiente:

- La ALIMENTACION DE ENERGIA a los conductores de contacto estará aislada de los demás sistemas y será equipada con un detector registrador de tierra aceptable que dé una alarma y automáticamente desconecte la tensión de los conductores de contacto en caso de falla a tierra y active la alarma visible y audible.

- Los CONDUCTORES DE CONTACTO estarán localizados o protegidos de tal manera que no sean accesibles a personas no idóneas y estarán protegidos contra contacto accidental de objetos extraños.

- Los COLECTORES DE CORRIENTE estarán dispuestos y protegidos de forma que la producción normal de chispas quede confinada, evitándose el escape de chispas. Para reducir el chisporroteo, se contarán con dos o más superficies de contacto por cada conductor. Se tendrá un medio conveniente para mantener los conductores y colectores de corriente, libres de acumulaciones de peluzas ó partículas sueltas.

- El equipo de control se ajustará a 5.4.3 y 5.4.4.

5.4.3.- Interruptores, Disyuntores, Controles de Motor y Fusibles .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, estos dispositivos incluyendo botoneras, relés y dispositivos similares estarán provistos de cubiertas a prueba de polvo.

5.4.4.- Resistencias y Transformadores de Mando .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, los transformadores, bobinas de impedancia y reóstatos utilizados como equipo de mando para motores, generadores y otros equipos serán provistos de cubiertas a prueba de polvo cumpliendo con las temperaturas límites de acuerdo a la sección 5.1.

5.4.5.- Aparatos de Alumbrado .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, se cumplirá con lo siguiente:

a.- Los aparatos de alumbrado para luces fijas tendrán cubiertas para lámparas y portalámparas que estarán diseñados de forma que reduzcan al mínimo la entrada de fibras y cuerpos volátiles y que eviten la salida de chispas, material incandescente o metal caliente. Cada aparato de alumbrado llevará claramente marcado la potencia máxima de la lámpara utilizada, sin exeder la temperatura superficial expuesta de 165 °C (329 °F) bajo condiciones normales de uso.

b.- Los aparatos de alumbrado que puedan estar expuestos a AVERIAS FISICAS, serán protegidos convenientemente.

c.- Los APARATOS DE ALUMBRADO COLGANTES, estarán suspendidos por ramas de tubería metálica rígida o de acero roscadas, tubería de metal roscado de espesor equivalente o por cadenas con accesorios aprobados. Para ramas de longitud superior a 12" se colocará una sujeción contra desplazamientos laterales.

d.- El EQUIPO DE ALUMBRADO PORTATIL, estará equipado con asas y protegidas robustamente y los portalámparas serán

del tipo sin interruptor, sin partes metálicas expuestas. Las lámparas portátiles cumplirán con lo anotado en (a).

5.4.6.- Métodos de Alambrado .-

a.- En áreas CLASE III, DIVISION 1, se utilizará para alambrado, tubería metálica rígida, tubería no metálica rígida, tubería metálica eléctrica, conductores a prueba de polvo o cable tipo MI, MC o SNM con ajustes terminales aprobados.

Las cajas y ajustes serán a prueba de polvo.

Cuando sea necesario se empleará CONEXIONES FLEXIBLES, a prueba de polvo, tubería metálica flexible a prueba de líquido con accesorios aprobados o cordón flexible aprobado para trabajos muy duros y accesorios recubiertos de metal. Adicionalmente el conductor de puesta a tierra para determinado equipo, estará provisto en el cordón flexible a menos que se tengan otros medios para la puesta a tierra y que sea aprobado para estas áreas.

b.- En áreas CLASE III, DIVISION 2, se regirá a lo anotado en (a).

Exepción: En secciones, compartimientos o áreas usados exclusivamente para almacenaje y no contengan maquinaria, conductores abiertos sobre aisladores, se instalarán en concordancia con el artículo 320 del NEC, pero solo si se tiene en cuenta la protección contra daños mecánicos.

5.4.7.- Cordones Flexibles y Enchufes y Tomacorrientes .-

a.- Cordones Flexibles .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, estos cumplirán con lo dispuesto en 5.3.6-a, a

exepción de (5), en el que tendrá que estar provisto de medios adecuados para evitar la entrada de fibras ó material volátil donde el cordón penetre a cajas o ajustes.

b.- Enchufes y Tomacorrientes .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, serán del tipo polarizado para conexión a tierra, diseñados para minimizar la acumulación o entrada de fibras o material volátil y prevenga el escape de chispas o partículas fundidas.

5.4.8.- Tuberías de Ventilación .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, las tuberías de ventilación para motores, generadores y demás maquinaria eléctrica rotatoria o para cubiertas de equipo o aparatos eléctricos, estas serán de un metal no mas ligero que el de 0.6 mm. (1/4") de espesor ó de un material no combustible igualmente resistente y cumplirán con:

- Irán directamente a un manantial de aire limpio situado en el exterior de los edificios.
- Tendrán filtros en los extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros y animales de pequeño tamaño.
- Estarán protegidos contra averías físicas y contra el enmohecimiento u otras influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación serán suficientemente herméticas, incluyendo sus conexiones, para evitar la entrada de cantidades apreciables de fibras y cuerpos volátiles en el equipo o cubierta ventilados y para evitar que salgan chispas o material incandescente que puedan

inflamar las acumulaciones de fibras, cuerpos volátiles o material combustible que haya en las proximidades. Para las tuberías metálicas, pueden emplearse uniones a presión, o juntas remachadas o soldadas con el mismo material y cuando sea preciso cierta flexibilidad como en conexiones a motores, puede emplearse uniones deslizantes ajustadas herméticamente.

5.4.9.- Partes Vivas, Conexiones a Tierra y Protección contra descargas atmosféricas .-

Cumplirán con lo dispuesto en 5.2.9.

5.4.10.- Baterías .- En áreas CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2, las baterías que alimentarán determinado equipo se ubicarán en cuartos separados o en un sector donde exista material no combustible y construido para no permitir el ingreso de hilos o material volátil y será debidamente ventilado.

5.5.- DISPOSICIONES GENERALES .-

Para el caso en el cual, las instalaciones se encuentren en áreas no peligrosas, se tiene lo siguiente:

a.- METODOS DE ALAMBRADO .- Los conductores de todos los sistemas eléctricos se deberán instalar dentro de las tuberías de tipo conduit metálico (EMT) con uniones y conectores de tornillo. Los diámetros de las tuberías deberán estar de acuerdo a lo especificado en los planos. Para el montaje de la tubería deberá tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- 1.- La tubería irá empotrada en paredes o pisos de acuerdo a lo indicado en el diseño.
- 2.- Durante la construcción, las bocas de los tubos que no terminan en cajas deberán ser adecuadamente tapadas para evitar el ingreso de materiales de construcción.
- 3.- La tubería estará asegurada en forma adecuada a la estructura o hierros de la construcción para evitar su movimiento durante el montaje o fundiciones.
- 4.- En el montaje de la tubería no se permitirá mas de 3 curvas de 90° o su equivalente en cada tramo de tubería entre cajas; se evitará el daño o reducción del diámetro o forma interior de las tuberías.
- 5.- Toda la tubería terminará en una caja de revisión, para interruptor, tomacorriente o tablero. No se dejará suelta la tubería antes de llegar a la caja respectiva. Los cortes de la tubería deben ser precisos en longitud, para llegar dentro de la caja.
- 6.- Para evitar el daño del aislamiento del conductor al pasarlo por la tubería, esta debe ser cortada en forma perpendicular a sus ejes y debe limpiarse toda rebaba o residuos de materiales de construcción.
- 7.- La tubería debe ser colocada siguiendo el camino mas corto posible, siempre y cuando esta disposición no afecte a la estructura y acabado del edificio.
- 8.- En ninguna instalación se utilizará tubería menor de 13 mm. (1/2") de diámetro interior.

9.- Dentro de las tuberías destinadas a llevar circuitos eléctricos (alumbrado y fuerza) no se alojarán otros circuitos, como teléfonos, antenas de radio, televisión, intercomunicación, etc.

10.- El paso de los conductores a través de muros, tabiques, etc. se lo efectuará dentro de tubería.

11.- El cambio de diámetro de una tubería se deberá hacer por medio de cajas de conexión.

12.- No se efectuará ninguna unión de conductores dentro de la tubería; la conexión se realizará en una caja de conexión.

13.- En caso de cielo raso falso las tuberías irán sujetas a soportes espaciados no mas de 3 m.

C A P I T U L O VI

PRINCIPIOS PARA MANTENIMIENTO .-

6.1.- GENERALIDADES .-

Por mantenimiento se entiende, la conservación segura y normal de operación del equipo e instalación, ya que es el factor mas importante para el funcionamiento satisfactorio de una máquina. Es una mala política estar constantemente desarmando un equipo para inspección, pero por otra parte, tampoco es conveniente trabajarlo hasta la completa destrucción antes de realizar alguna forma de mantenimiento o ajustes.

Cualquier elemento de los equipos o instalaciones eléctricas trabajará mejor, durará más y necesitará menos mantenimiento si se le conserva limpio y correctamente lubricado y en máquinas que giran, tiene particular importancia. Mientras que el equipo de control de un motor es de vital importancia para su funcionamiento, la falla de un elemento en estos, no representa generalmente un motivo de paro prolongado.

Mantenimiento Preventivo.- Significa la conservación sistemática y planeada del buen estado del equipo, para reducir al mínimo o evitar los futuros problemas de operación y fallas, ejecutando por adelantado las reparaciones de menor importancia necesarias para la prevención de dificultades de funcionamiento de mayores

proporciones. Tiene la finalidad de evitar desarmes innecesarios de piezas vitales de la máquina, pues la extracción y reposición de ellas aún en condiciones excelentes, no importa cuán cuidadosas sean hechas, ocasiona a veces desperfectos y frecuentemente trae dificultades, por lo tanto es importante tener en el campo una estadística del comportamiento de cada máquina, por medio de los registros de inspección; cualquier alteración de los valores iniciales de operación, nos dará una idea del estado de la máquina, y poder así atacar los problemas con mas seguridad, debiéndose tener presente que todo esto deberá cumplir con los normativos para áreas peligrosas, si ese es el caso.

Mantenimiento Correctivo.- Significa la reparación de la maquinaria frente a una falla, por lo que se tendrá que proceder a desarmarla en la parte donde se a notado o localizado la anomalía.

6.2. REQUISITOS PARA EL MANTENIMIENTO .-

Para el mantenimiento de las instalaciones eléctricas en locales peligrosos, se tendrá en cuenta los siguientes requisitos:

- Debe prestarse servicio o desarmarse el equipo eléctrico solo después de desenergizar los circuitos de alimentación y debe rearmarse hermeticamente antes de que se reenergicen los circuitos.

- Los martillos u otras herramientas no deben dañar las superficies de la junta plana en los blindajes a prueba de explosión.
- Los tornillos y pernos que retienen entre sí las juntas a prueba de explosión siempre deben apretarse antes de que se energicen los circuitos.
- Cualquier partícula de material extraño no debe dejarse acumular en la superficies rectificadas de la junta plana debido a que impedirá un ajuste estrecho y podría dar lugar a instalaciones de arco, chispas ó llamas peligrosas que pueden propagarse hacia la atmósfera exterior.
- Cuando se está armando un blindaje, toda la grasa antigua, suciedad, pintura o cualquier otro material extraño debe removerse de las superficies con un cepillo y querosene o un solvente semejante con una temperatura de encendido superior a 38°C. Debe aplicarse a las juntas del cuerpo y de la cubierta una película de aceite ligero o lubricante recomendado por el fabricante, el cuerpo y la cubierta se cerrarán de inmediato.
- Las cubiertas roscadas deben asegurarse apretándolas pero no forzándolas, para evitar que se aflojen debido a las vibraciones.
- A fin de que las flechas de rotación giren libremente, los claros entre las flechas y los

cojinetes deben quedar dentro de las tolerancias especificadas por el fabricante.

- Los conjuntos diseñados para áreas peligrosas no deben alterarse. Cuando se pinten los gabinetes exteriormente deben tenerse cuidado de no tapar la placa de datos la cual puede contener instrucciones de precaución o cualquier otra información de importancia para el personal de mantenimiento.

- Se deberá disponer de aparatos de buena calidad, instalados correctamente, es decir se deberán instalar tomándose en cuenta las necesidades futuras de mantenimiento.

- Contar con el personal de mantenimiento necesario, que debe tener los conocimientos y entrenamiento precisos y contar con el equipo de trabajo que se requiera.

- El establecimiento de paros programados, para el mantenimiento preventivo, así como una comprobación periódica de todos los aparatos eléctricos. Este es un aspecto comprensible relacionado con los problemas de mantenimiento y está siendo adoptado por muchas plantas, en vista de la importancia que se le ha dado a la confiabilidad de los equipos, ya que muchas empresas no pueden tolerar un día que de lugar a un paro, cuya producción exige un proceso continuo de operación.

- Se deberá llevar un sistema de control de operación de los equipos, una guía al respecto se encuentra en el anexo 6.2.1 (Ref:22).

6.3.- CIRCUITOS ELECTRICOS .-

- Solamente después de cortar la energía debe ajustarse o desarmarse el equipo eléctrico, esto también es aplicable cuando las unidades de alumbrado sean desarmadas parcialmente para reponer focos.

- Todas las cubiertas eléctricas deben armarse apretadamente antes de aplicar nuevamente la energía.

- Los cables tipo uso rudo que se requieren para el equipo portátil deben examinarse frecuentemente y reemplazarse a la primera indicación de deterioro o daño mecánico.

- El aislamiento de los conductores será inspeccionado periódicamente, ya que está expuesto a ser atacado por la acción de factores externos (roedores), de existir daño del aislamiento deberá cambiarse el conductor.

- Se inspeccionará el estado de los blindajes a prueba de explosión, ya que en las botoneras especialmente debido a su operación permanente, se presentan esfuerzos mecánicos que pueden afectar su fijación y sellamiento.

- Donde exista derivaciones y conexiones de unión se deberá cuidar de que garanticen un buen contacto eléctrico.

- Cuando se presente recalentamiento de los conductores del circuito, se tendrá que analizar sus causas y si se trata de los conductores se procederá a su redimensionamiento y análisis de sus protecciones.

Cuando se trabaja en áreas con atmósferas extremadamente corrosivas el equipo deberá ser inspeccionado periódicamente para protegerlo contra deterioros anormales y posibles porosidades, ya que esto puede debilitar estructuralmente el blindaje.

6.4.- EQUIPO ELECTRICO Y ACCESORIOS .-

Considerando las condiciones del medio ambiente en que operará la planta, a continuación se señalan algunas medidas y cuidados que deberán observarse durante las inspecciones:

1.- LIMPIEZA.- La suciedad es la principal causa de fallas eléctricas; la acumulación diaria de hilachas, partículas de polvo, aceite y vapores, se forman depósitos que impiden el flujo de aire necesario para una buena ventilación, incrementando la temperatura de operación y disminuyendo la vida del aislamiento.

2.- CONTROLAR EL EFECTO DE LA HUMEDAD.- Si la planta opera en un ambiente normalmente húmedo, facilitando de esta manera la oxidación de elementos de cobre, aluminio, hierro, etc., que es perjudicial para el funcionamiento de los equipos. Las uniones entre conductores serán soldadas para evitar la formación de óxidos, antes de ser soldadas deberán ser

cuidadosamente limpiadas para conseguir una buena soldadura, la que finalmente deberá ser cubierta con algún material aislante. Las cubiertas metálicas a prueba de agua deberán ser inspeccionadas para comprobar si existe penetración de humedad y se deberá impermeabilizarlas correctamente en caso de que esta sea detectada.

3.- CONTROLAR AJUSTE.- El movimiento causa el desgaste de las partes móviles y cuando se produce un desgaste apreciable se producen vibraciones que a su vez ocasionan el desgaste de sus partes adyacentes, por lo que es necesario una continua vigilancia para detectar en los equipos y si esta se presenta tomar las acciones pertinentes.

4.- PREVENIR LA FRICCIÓN.- El equipo eléctrico para funcionar correctamente tendrá un mínimo de fricción, su efecto en el libre movimiento de los mecanismos eléctricos puede causar dificultades. La fricción se producirá por la acumulación de suciedad como óxidos o partes metálicas o si el equipo no ha sido alineado correctamente. Cuando se detecte fricción, deberá procederse a limpiar y lubricar si este es el caso, o a reparar el montaje del equipo si este se encuentra desalineado.

6.4.1.- Transformadores .-Antes de realizar cualquier tarea que requiera un contacto físico real con un transformador, deberá tenerse sumo cuidado en

asegurarse de que la unidad se encuentre totalmente desenergizada desde su fuente de alimentación. Deberán hacerse verificaciones con los instrumentos adecuados para asegurarse de que no ha quedado una carga potencial, luego instálase una buena toma a tierra desde las bobinas a masa y no hay que retirarla hasta haber concluido la tarea.

Para todos los transformadores en general, en cada turno se revisará los indicadores de nivel de aceite y los que marcan la temperatura del ambiente, del aceite de los enbobinados; esto ayuda para la prevención de desperfectos.

Debe llevarse un control constante de la corriente de carga, ya que el sobrecalentamiento queda determinado por la corriente y voltaje de carga.

En el caso de los transformadores con aislamiento de aceite, debe darse preferente atención al mantenimiento del nivel y la calidad del aceite, existen dos causas para que el aceite se descomponga y son la humedad y la oxidación. Solo seis partes por millón de agua en el aceite serán suficientes para que la fuerza dieléctrica del aceite decaiga de 30 KV. a 21 KV. La oxidación se produce cuando el aceite se calienta en presencia de oxígeno, produciéndose una sedimentación que se deposita en las bobinas y conductos, por lo que se deberá comprobar y corregir el nivel de aceite efectuando ensayos dieléctricos para comprobar el

estado del aceite; un análisis anual sería aceptable. La muestra de aceite debe tomarse con cuidado para evitar que se contamine y en una botella de vidrio limpia, no menor a 1/4 de litro; se debe limpiar la válvula del transformador antes de tomar la muestra; asegurarse que la botella se encuentre mas caliente que el aire circundante; no debe tomarse muestras cuando hay humedad, está nevando o lloviendo; drenarse en recipiente aparte, aproximadamente un litro, para eliminarlo, ya que no sería representativo en caso de existencia de humedad; llenar parcialmente la botella a fin de enjuagarla, eliminando este, llenar la botella; si el color no es uniforme o se observan gotas de agua, la muestra se desechará y se tomará otra.

Algunos transformadores usan aceites sintéticos conocidos como askarel, estos no son combustibles ni explosivos, pero igual susceptibles a los mismos problemas de degradación del aceite mineral.

Los mangos aisladores deben estar bien limpios y ser reemplazados ante cualquier signo de deterioro. En instalaciones donde el aire pueda contener sustancias que se adhieren o acumulen rapidamente, un compuesto siliconado le aumentará considerablemente su resistencia aisladora y es aplicado mediante atomización.

La coraza y todos los orificios que llevan empaquetaduras deben ser mantenidos libres de pérdida de aceite.

Además es importante:

- Medir la resistencia de aislamiento.
- Actuar sobre los conmutadores de tensión (cambiadores de la relación de transformación) para que haya una autolimpieza de los contactos.
- Comprobar los termómetros, termostatos y relé Bucholz.
- Limpiar los pasatapas y revisar su fijación.
- Revisar la puesta a tierra.
- Mantener en buen estado la pintura.

6.4.2.- Motores y Generadores .-

Para el caso de maquinarias rotatorias, deben seguirse las normas que sobre esta materia entrega el constructor al usuario, las cuales permitirán un perfecto mantenimiento preventivo de las máquinas, así como una guía para la reparación de las averías mas frecuentes.

En general en la maquinaria se procederá a:

- Vigilar el funcionamiento de los cojinetes y sistemas de engrase.
- Vigilar los sistemas de refrigeración de los cojinetes.
- Evitar las fugas de aceite de los cojinetes que dañarían los aislantes.

- Controlar la temperatura de aquellas partes que lo requieran.
- Inspeccionar posibles vibraciones de los rotores.
- Realizar revisiones periódicas de las máquinas, consistentes de una serie de inspecciones y medidas así como una limpieza a fondo.

La periodicidad suele ser del orden de un año. En estas revisiones se medirán e inspeccionarán:

- Medida del entrehierro para descubrir desgastes en los cojinetes.
- Revisión de los sistemas de fijación de bobinas, de chapas y de la máquina a la bancada.
- Revisión de los bobinados.
- Inspección de escobillas y colectores.

Es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Al desconectarse el motor cuando no se necesite, se ahorra desgaste innecesario de las escobillas, colector y chumaceras; se economiza lubricante.
- No dejar excitado el campo magnético, salvo que el motor esté especialmente diseñado para este tipo de operación.
- Tómese nota de las partes desgastables y de aquellas que se tienen que reemplazar con frecuencia, para planear con anticipación las reparaciones. Manténgase en existencia piezas de repuesto, almacenándolas en una bodega adecuada. En cuanto a las comprobaciones y reparaciones a efectuar tras una anomalía, deberán

seguirse igualmente las instrucciones del constructor para cada tipo de defecto o anomalía, ya sean incipientes y por tanto detectados por el mantenimiento preventivo, o bien se trate de un defecto de mayor magnitud eliminado normalmente por los sistemas de protecciones que deben asegurar una desconexión inmediata de la máquina antes que pueda ser destruída.

En los casos específicos, las máquinas de inducción tan solo precisan lubricación periódica e incluso algunas vienen equipadas con cojinetes autolubrificantes.

Las máquinas provistas de escobillas requieren un mantenimiento periódico de las escobillas, colector o anillos rozantes además de lubricación.

Los motores de alta velocidad, bobinados en serie (de c.c, c.a ó universales) no deben elegirse para ciclos de servicios largos y continuos debido a que el severo chispeo en las escobillas puede exigir frecuentes limpiezas del colector y sustituciones de escobillas.

Al lubricar las máquinas, un lubricado excesivo es tan nosivo como uno insuficiente ya que los colectores y escobillas impregnados de aceite pueden causar serios chispeos.

Las fugas de aceite hacia el estator pueden provocar la perforación del aislamiento de los devanados estáticos de c.a y c.c.

Para diagnosticar la mayoría de las dificultades, es de gran ayuda las tablas presentadas en el anexo 6.4.2 (Ref:23).

6.4.3.- Dispositivos de Control y Protección.-

En los DISYUNTORES Y CONTACTORES de circuito, la frecuencia necesaria de inspección dependerá del tipo de instalación, intensidad de la carga, condiciones de trabajo y ambientales, se recomienda inspeccionar dos veces al año; es indispensable practicar una inspección detallada cada vez que el aparato se haya disparado. Si un disyuntor tiene que permanecer abierto o cerrado por mucho tiempo, debe abrirse y cerrarse varias veces a intervalos periódicos, para asegurarse que conserva sus aptitudes correctas de operación.

Los contactos tienen que revisarse para verificar su alineamiento correcto, debiéndose mantener al mismo tiempo fijos, con presión uniforme, los que presenten superficies con picaduras o quemaduras deberán ser reemplazados, pero los que presenten solo picaduras se asentarán con una lima fina. En el anexo 6.4.3 se encuentran tablas que ayudarán a realizar el mantenimiento de estos dispositivos (ref:23).

Los RELES TERMICOS Y LOS DE TIEMPO, tienen que ser revisados por lo menos una vez al año, los de servicio de precisión y los de alta velocidad deben revisarse cada seis meses. Para lo cual se procederá a la limpieza de los contactos, no se usará navajas y lija

de papel o tela, ya que dejarán rayones que facilitan la formación de arcos y generalmente quedan pequeñas partículas de abrasivo que impiden el cierre correcto.

Los relés deben inspeccionarse verificando su corriente, su voltaje. Los dispositivos de control de límite de tiempo deben probarse con el correspondiente de operación con sobrecorriente simulada u otra clase de falla para la que haya sido diseñado y contra la cual debe proporcionar protección, se comprobará el tiempo de disparo para el cual se calibró.

Por lo menos una vez al año se inspeccionará el siguiente equipo de control y distribución:

Los **TABLEROS DE CONTROL Y DISTRIBUCION** encerrados en caja metálica se limpiarán con una aspiradora con boquilla aislante, limpiándose también los aisladores.

Los **MEDIDORES E INSTRUMENTOS** deben inspeccionarse para verificar que estén en buenas condiciones y registren correctamente los valores que tienen que medir.

Los **INTERRUPTORES DE CONTROL Y COMMUTADORES** para los instrumentos, deben comprobarse detenidamente, inspeccionándose además todos los contactos.

Las luces indicadoras de control deberán ser repuestas.

Las **BARRAS COLECTORAS Y BARRAS DE CONEXION** hay que examinarlas detenidamente para tener la seguridad de sus buenas condiciones de servicio. El sobrecalentamiento en caso de sobrecarga se puede contrarrestar reforzando las barras o transfiriendo

parte de la carga a una barra que tenga una carga menor de la que pueda soportar.

Los **TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS**, hay que asegurar el buen estado de las conexiones de los circuitos primario y secundario, las que conducen a tierra (del armazón y del núcleo secundario) así como de los fusibles de potencial del transformador.

MECANISMOS PARA CAMBIOS DE POSICION, como mecanismos de elevación y bajada de los dispositivos de conexión blindados y los de conexión deslizante, deben ser inspeccionados y probados para verificar su funcionamiento, aplicándoles la lubricación que requieren.

Las pruebas dielécticas son muy recomendables, cuando se han presentado condiciones anormales, como incendios o inundaciones, en donde no es posible practicar ensayos de potencial como en aislamiento de los elementos de alta tensión (así como el aislamiento de las conexiones de control) con respecto a tierra, deben ser medidos mediante un megóhmetro.

INTERRUPTORES DE CUCHILLAS, FUSIBLES DE ALTA TENSION, INTERRUPTORES DE SEPARACION, se revisarán por lo menos una vez al año, y con más frecuencia si las circunstancias lo exigen; revítese lo siguiente: Se tienen que tomar las precauciones extremas para no tocar las diferentes partes de las líneas. Una vez que se tiene la certeza de que las secciones están

desconectadas por los interruptores respectivos, deben conectarse solidamente a tierra antes de poder tocarlas. Recuérdese que no debe abrir ni cerrar ningún interruptor de separación si el circuito no está abierto en algún otro sitio.

Los interruptores que están dotados de contactos de plata se tienen que limpiar frotándolos, los contactos de cobre necesitan limpiarse con frecuencia para liberarlos de adherencias de óxido, lo que puede lograrse abriendo y cerrando los contactos repetidas veces. No deben emplearse abrasivos, ya que con estos los contactos se vuelven defectuosos.

Los interruptores protegidos en cajas metálicas, además de las revisiones ya especificadas deben revisarse también las cajas, hay que asegurarse que la palanca de accionamiento y su mecanismo se encuentren en perfecto estado, que la corriente de operación a plena carga no exeda los valores nominales del interruptor y de los fusibles. Deben estar instalados en un sitio de fácil acceso y la conexión a tierra de la caja en perfectas condiciones.

FUSIBLES DE ALTO VOLTAJE PARA INTERPERIE, en estos, los contactos deben mantenerse limpios y pulidos. Si el fusible deja de operar durante períodos largos, debe inspeccionarse con regularidad para protegerlo contra oxidación. Las piezas o casquillos de contacto pueden recubrirse con algún lubricante anticorrosivo, pero no

se deben emplear grasas de copa o de alguna otra clase que se endurezca en contacto con el aire. Si el acabado del fusible se empieza a deteriorar se procederá a limpiarlo y a cubrirlo con dos manos de barniz aislante.

Para INTERRUPTORES DE DESCONEXION DE ALTA TENSION, siganse las instrucciones que rigen para interruptores de diseño regular. Las superficies de los aisladores deberán estar limpias. Tener cuidado de que los seguros de las cuchillas de interconexión funcionen correctamente.

En los interruptores operados en grupo, revísense los ajustes del mecanismo, los varillajes de accionamiento y las flechas interfases, para tener la seguridad de que todos los polos del interruptor trabajan simultaneamente. Lubriquense chumaceras y aceítense o engrásense las partes movibles. Si son impulsados por medio de motor, éste y sus mecanismos de accionamiento deben revisarse.

APARATOS A BASE DE ELEMENTOS DE ESTADO SOLIDO.- El equipo de estado sólido fuerza, tiene que pararse una vez al año, para someterlo a una inspección cuidadosa de todas sus partes componentes, limpiándolas si es necesario. El polvo y la suciedad tienen que ser retirados, ya que estos pueden ser conductores y ocasionar corto-circuitos o ser la causa de sobrecalentamiento a consecuencia de sus efectos

aislantes. Hay que mantener vigilancia constante, para localizar cualquier sobrecalentamiento en las conexiones. Los fusibles se deberán revisar, para asegurarse que están en su lugar y debidamente apretados. Las luces de aviso, así como los relés, se revisarán detenidamente hasta cerciorarse de que funcionan bien. Los sistemas de estado sólido vienen provistos de fusibles limitadores de corriente, los cuales hay que probarlos con un óhmetro o con un probador de continuidad con luz de destello, por otro lado estos sistemas suelen dotarse con indicadores individuales visuales o de alarma en caso de defecto del mismo. Los diodos y tiristores pueden ser probados en esta misma forma para determinar si tienen cortocircuitos, pero debe tenerse cuidado para no incluir en las pruebas ni a la terminal de salida ni a la de control, ya que aún los voltajes mas leves pueden ocasionar daños a un tiristor. Los tiristores o diodos nuevos deben ser instalados con todo cuidado dando una atención especial a su conexión con el disipador de calor. Los fusibles y elementos semiconductores deben reemplazarse por otros nuevos, cuyos tipos y características deben estar de acuerdo con las especificaciones del manufacturero.

La localización de desperfectos de los elementos de control a base de cuerpos de estado sólido se simplifica con frecuencia por el empleo de luces

indicadoras o de unidades de prueba que se enchufan. En otros casos los voltajes y la forma de las ondas se miden en puntos de prueba convenientemente situados. Fichas o gráficas y subconjuntos defectuosos tienen que reemplazarse de inmediato por elementos nuevos o en perfecto estado. La mayoría de fabricantes recomienda que las fichas defectuosas les sean enviadas para repararlas o cambiarlas, en vez de hacer el intento de localizar en lo particular al elemento componente que está dando origen a las fallas.

6.4.4.- Aparatos de Alumbrado.-

Un buen programa de mantenimiento de los aparatos de alumbrado, permite mantener un buen nivel de iluminación en los diferentes ambientes y por ende reducir pérdidas en este campo. El cambio de las lámparas y cebadores así como la limpieza de los aparatos de alumbrado forman parte del mantenimiento. Tanto los costos de instalación como los de servicio se pueden reducir planificando desde un principio la limpieza regular; según el grado de ensuciamiento, conviene limpiar los aparatos de alumbrado una o dos veces al año. Cuando se limpian las piezas de plástico como cubas y rejillas, se deben tratar con medios que impidan las cargas electrostáticas, de esta forma se evita la atracción de partículas de polvo. Al limpiar los elementos ópticos de los aparatos de alumbrado,

sobre todo los espejos, hay que observar lo indicado en las instrucciones de servicio.

Es importante que se cuente y anote en los registros el número de focos ó lámparas que no están encendidos, ya sea por quemadura o por alguna otra causa, si son de tipos y tamaños diferentes, anótese los detalles completos de las unidades fuera de servicio.

Periódicamente realice la medición del nivel de iluminación en cada una de las áreas involucradas, comprobando con los valores de las tablas, este es un buen parámetro para que se proceda de inmediato a efectuar el mantenimiento del sistema.

C A P I T U L O VII

APLICACION PRACTICA A LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE GAS DE EL BEATERIO-QUITO .

7.1.- ANTECEDENTES .-

La planta de almacenamiento y distribución de gas de El Beaterio, se encuentra ubicado al Sur-Oriente de la ciudad de Quito, a la altura del Km 12.5 de la Panamericana Sur en la Provincia de Pichincha y sus instalaciones son compartidas con la planta de almacenamiento y distribución de productos líquidos.

7.1.1.- Gas Licuado de Petróleo (GLP).-

La planta de gas licuado de petróleo de El Beaterio, tiene como función específica el almacenamiento y envasado del gas.

El GLP proviene de dos fuentes; Refinerías de petróleo y yacimientos al estado de formación.

El GLP es un combustible que se almacena y distribuye a presión, en estado líquido y en cuya composición química predominan los hidrocarburos Butano y Propano ó sus mezclas y como impurezas principales el Propileno, Butileno ó mezclas de los mismos, cuyas densidades van de 1.5 a 2.0 veces la densidad del aire aproximadamente y presiones de vapor por sobre los 2.81 Kg/cm² a 38°C (100°F). Cuando se liberan a la atmósfera, cambian su

estado físico de líquido a gaseoso, generando grandes volúmenes de gas, si dicha liberación ocurre cerca o a nivel del piso, sus vapores pueden extenderse sobre el piso a distancias considerables si no existen corrientes de aire que ayuden a su difusión. En cambio, si el escape ocurre a cierta distancia sobre el piso o se dirige hacia arriba con cierta velocidad, la difusión será mas rápida y la distancia horizontal a la que pueden extenderse resultará menor.

Una pequeña cantidad de GLP es necesario para formar una mezcla inflamable con el aire, los límites de inflamabilidad del Propano y Butano se encuentran tabulados en el cuadro I.1.

Estos gases deberán ser tratados muy conservativamente considerando la extensión del área afectada, especialmente cuando son liberados en o cerca al nivel del piso.

7.1.2.- Distribución de Areas.-

En la planta de gas de El Beaterio, se tienen las siguientes áreas:

ALMACENAMIENTO DE GLP.- Para el almacenamiento del GLP se cuenta con un patio en el que se ubican tres tanques esféricos con las siguientes características:

#5: con un diámetro de 16.71 m. y capacidad de 2445 m³.

#6: con un diámetro de 16.71 m. y capacidad de 2445 m³.

#7: con un diámetro de 16.71 m. y capacidad de 2445 m³.

Otro patio en el que se encuentran cuatro tanques horizontales cilíndricos (salchichas) con las siguientes características:

#1: con un diámetro de 4.0 m. y capacidad de 220 m³.

#2: con un diámetro de 4.0 m. y capacidad de 220 m³.

#3: con un diámetro de 3.345 m. y capacidad de 200 m³.

#4: con un diámetro de 3.345 m. y capacidad de 200 m³.

ENVASADORAS DE CILINDROS PORTATILES.- La envasadora consiste en dos pabellones, que los llamaremos envasadora número uno y envasadora número dos para fines de estudio.

La envasadora número uno, está compuesta por un carrousel con 18 balanzas automáticas movido por un motor de 0.88 KW, identificado por C-1 y 6 balanzas estacionarias manuales, mientras que la envasadora número dos cuenta con 20 balanzas estacionarias. El sistema de transporte de los cilindros es electro-mecánico, movido por cuatro motores identificados por TR-1, TR-2, TR-3 y TR-24 de 6.5, 5.5, 6.5 y 6.5 KW respectivamente, para la envasadora No 1, mientras que para la envasadora No 2, movidos por dos motores TR-4 y TR-5 de 6.5 KW de potencia cada uno. La envasadora tiene una capacidad promedio de envasado de 300 TM/día de GLP durante aproximadamente 15 horas de operación. Además cuenta esta unidad con equipos de control de fugas y evacuadoras de cilindros sobrellenados ó con

defectos mecánicos, utilizando un motor de 2.2 KW e identificado por E-1.

PATIO DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES.- En este patio se realiza la carga y descarga de autotanques que transportan GLP desde Guayaquil y Esmeraldas hasta Quito, y entre El Beaterio y las plantas de compañías privadas, formado por dos islas, una de ellas que permite realizar paralelamente de carga y descarga y otra destinada para operaciones de carga. Cada una de estas está provista de un detector de puesta a tierra.

SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES.- Se cuenta con una sala de bombas y compresores, en la cual se realizan el proceso de bombeo hacia los tanques de almacenamiento cilíndricos (Salchichas) y de estos hacia la envasadora y patio de carga y descarga de autotanques. En ésta área se tiene cuatro bombas accionadas por motores de 22 KW (B-1 y B-2) y de 26 KW (B-3 y B-4), dos bombas pequeñas de 1.1 KW cada una (B-P1 y B-P2) y dos compresores accionados por motores de 75 KW para CB y de 22 KW para CK.

Se cuenta con otra sala de compresores y bombas (No.2) con el propósito de utilizar para el sistema neumático de balanzas y para el bombeo de agua contra incendios respectivamente y cuenta con dos bombas, una accionada por un motor a diesel y la otra accionada por un motor eléctrico de 110 KW (B-CI) y cuatro compresores, tres de 11 KW (CB-1, CB-2 Y C-A) y uno de 5.5 KW (C-AC).

CUARTO DE TABLEROS.- En el cual estan ubicados los tableros de distribución, tableros de transferencia de energía y tableros principales de emergencia, además tenemos el generador de emergencia y transformador en baja tensión (480-208/120 V.) y que constituye el centro de control y distribución eléctrica a excepción de las botoneras y subtableros de distribución.

CAMARA DE TRANSFORMACION.- Este cuarto esta destinado a alojar los transformadores de energía que suministran la potencia eléctrica necesaria al sistema desde la red de alta tensión de la Empresa Eléctrica Quito.

ALMACENES.- En este bloque se tiene una oficina para administración y catastro del material tanto de mantenimiento como de suministro.

TALLERES.- Se cuenta con un taller eléctrico con sus respectivas salidas eléctricas de 110 V. y 220 V. para mantenimiento eléctrico y su respectiva oficina y un taller mecánico con salidas eléctricas de 110 V. y 220 V. para el equipo de mantenimiento mecánico.

VESTIDORES.- En los cuales el personal tiene su ropa de trabajo y se prepara para sus labores diarias.

OFICINAS DE ADMINISTRACION.- En este bloque se encuentran la jefatura del terminal de gas, jefatura técnica, facturación, secretaría, oficina de personal y seguridad industrial.

GUARDIA.- En la cual se encuentra el personal de guardia de inspección de ingreso.

BANOS.- Existentes en todas las dependencias que así lo requieren.

7.2.- EVALUACION DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL.-

El sistema eléctrico de la Planta de GLP de El Beaterio, toma su alimentación del circuito primario de este sector a 22.8 KV, mediante acometida subterránea de alta tensión, a una cámara de transformación ubicada junto a las dependencias administrativas, en ésta área se encuentran instalados dos transformadores de potencia, destinados el uno a servicios generales mientras que el otro es de servicios especiales. Adyacente a la cámara de transformación se encuentra el cuarto de tableros y generador de emergencia. Los datos técnicos son los siguientes:

- Transformador Trifásico de Servicios Generales:

Capacidad:	200 KVA.
Voltaje Primario:	22 KV.
Voltaje Secundario:	220/127 V.
Conexión:	DYn5
Fases:	3
Frecuencia:	60 Hz.
Bil:	125 KV.
Impedancia:	4%
Refrigeración:	Aceite

- Transformador Trifásico de Servicios Especiales:

Capacidad:	315 KVA.
Voltaje Primario:	22 KV.

Voltaje Secundario: 480/277 V.
Conexión: DYn11
Fases: 3
Frecuencia: 60 Hz.
Impedancia: 4.69%
Refrigeración: Askarel

- Generador Trifásico de Emergencia:

Potencia: 450 KW
Factor de Potencia: 0.8
Voltaje Nominal: 480/277 V.
Frecuencia: 60 Hz.
Batería: 24 V.

- Transformador Trifásico de Emergencia:

Capacidad: 225 KVA.
Voltaje Primario: 480 V.
Voltaje Secundario: 208/120 V.
Conexión: DYn11
Fases: 3
Frecuencia: 60 Hz.
Impedancia: 4%
a.s.n.m.: 2800
Refrigerante: Aceite

Como se puede apreciar en el diagrama unifilar presente en los planos U1-U2-U3, el sistema tiene dos tableros de transferencia automática (TTA-1 y TTA-2), que por medio de sendos sistemas electrónicos de control se

activan en ausencia de energía eléctrica procedente de la red de la E.E.Q.S.A. permitiendo el encendido del grupo generador de emergencia, operando en tiempos de 8 y 10 seg. después del arranque del generador para TTA-2 y TTA-1 respectivamente.

Previo a los tableros de transferencia se tiene un tablero general de emergencia (TGE), que distribuye la energía tanto para servicios especiales a 480 V. como para servicios generales, para estos últimos mediante el transformador de 480 V. a 208/120 V.

Para el servicio de emergencia no existe selectividad, es decir que el sistema en su totalidad absorbe la potencia entregada por el generador.

El tablero principal No.1 (TP-1) es para servicio exclusivo a 220 V. mientras que el tablero general (TG) es para 480 V., es decir hace las veces de tablero principal para este voltaje, pero además recibe también circuitos de 220 V. como es el caso de los circuitos (1)-(2)-(3) y (4) procedentes de TP-1, como se puede apreciar en los planos que contienen el diagrama unifilar del sistema.

De los tableros TP-1 y TG salen los alimentadores a los diferentes subtableros, circuitos y cargas especiales, conforme a los planos U1-U2-U3.

En los planos antes citados se puede observar la presencia de dos transformadores trifásicos tipo seco, TF-1 y TF-2 de los que se logró como información

unicamente su capacidad y relación de transformación, de 30 KVA. 480-220/127 V. y de 15 KVA. 480-220/127 V. respectivamente, ya que se justificó de que no existía las llaves de estas celdas.

El sistema de iluminación de la Planta está distribuido de la siguiente manera:

AREA	NIVEL ILUMIN.(lux)			ILUMINAC.
	MEDIDO	MIN.	RECOMEN.	
Envasadora No.1	20- 80	200	300	Fluoresc.
Envasadora No.2	60-120	200	300	Fluoresc.
Sala de Bombas y Compresores No.1	5- 25	100	200	Fluoresc.
Sala de Bombas y Compresores No.2	80-150	100	200	Fluoresc.
Sala de Operaciones	250	200	-	Fluoresc.
Ofic.Administrativas	200-400	200	-	Fluoresc.
Cuarto de Tableros	10-200	200	300	Fluoresc.
Cámara de Transfor- mación.	60	100	150	Incandes.
Bodega	40-180	50	200	Fluor-Inc
Taller Mecánico	15- 25	50	200	Fluoresc.
Taller Eléctrico	120-150	200	300	Fluoresc.
Vestidores y Baños	80-120	50	100	Inc-Anim.
Garita	180	200	-	Fluor-In.
Patio de Esferas	20- 35	20	50	Halg-V.Hg
Patio de Salchichas	20- 70	20	50	V.Hg
Patio de carga y Des- carga autotanques	40- 50	20	50	Fluo-V.Hg
Circulación vehicular	10- 25	10	15	V.Hg-V.Na

Envasadora No.1: se han retirado las luminarias del sector de pintura de cilindros ya que esta unidad se

encuentra desmantelada, además de las luminarias existentes 17 se encuentran en mal estado, es decir quemadas, cabe señalar que estos circuitos se encuentran alimentados a 220 V. El control de encendido se lo hace desde TCD-1. Las instalaciones eléctricas y luminarias corresponden a áreas Clase I, división 2, grupo D de acuerdo a la clasificación que se indica en las figuras 7.3.3 y 7.3.3(a)., excepto en los lugares en los cuales se ha retirado las luminarias en los que no se ha procedido a sellarlos convenientemente conforme lo estipula el capítulo V al respecto. Los circuitos se ilustran en la figura 7.2.3.

Envasadora No.2: se encuentran tres luminarias quemadas, las instalaciones como las luminarias han sido seleccionadas para áreas clase I, división 2, grupo D a excepción del tablero T-11, que alimenta este circuito que es para áreas no clasificadas, el control de encendido se lo hace desde los termomagnéticos de T-11. En las figuras 7.3.4 y 7.3.4(a) se presenta la clasificación de esta área y los circuitos en la figura 7.2.4. Cabe señalar que la luminaria exterior, adyacente a la envasadora y alimentada de T-11 tampoco cumple con lo estipulado en el capítulo V para estas áreas.

Sala de Bombas y Compresores No.1: se encuentran 25 luminarias quemadas, el control de encendido se lo hace desde T-3, todos estos cumplen con las normas para este

tipo de áreas clase I, división 2, grupo D y que se presentan en las figuras 7.3.6 y 7.3.6(a) y los circuitos se ilustran en la figura 7.2.6.

Sala de Bombas y Compresores No.2: esta es una área no clasificada, tiene buen nivel de iluminación y está alimentada de T-9 como se puede observar en la figura 7.2.7.

Sala de Operaciones: esta localidad se encuentra clasificada como clase I, división 2, grupo D de acuerdo a la sección 7.3, figura 7.3.5, donde la luminaria fluorescente cumple para estas áreas mientras que los interruptores, tubería e iluminación incandescente es para áreas no clasificadas como se puede observar en la figura 7.2.5. El nivel de iluminación es muy bueno.

Oficinas Administrativas: en estas localidades el nivel de iluminación es muy bueno, es una área no clasificada por lo que se utiliza instalaciones de uso general. Los circuitos se alimentan de T-1 como se observa en la figura 7.2.11.

Cuarto de Tableros y Generador: es una área no clasificada y su circuito se alimenta de T-2. Se encuentran 4 luminarias quemadas, como se puede observar en la figura 7.2.8.

Cámara de Transformación: es una área no clasificada, el nivel de iluminación es bueno y el circuito se

alimenta de T-2 como se puede observar en la figura 7.2.8.

Bodegas: el nivel de iluminación es bueno, los circuitos se alimentan de T-10 como se observa en la figura 7.2.9, es una área no clasificada.

Talleres Mecánico y Eléctrico: la iluminación es deficiente, el área es no clasificada y los circuitos se alimentan de T-7 como se observa en la figura 7.2.10.

Vestidores y Baños: buena iluminación, área no clasificada y los circuitos se alimentan de T-8 como se observa en la figura 7.2.12.

Garita: buena iluminación, área no clasificada y el circuito se alimenta de T-1 como se observa en la figura 7.2.13.

Patio de Esferas: buena iluminación, los circuitos se encuentran instalados para clase I, división 1 y 2, grupo D de acuerdo a las figuras 7.3.1 y 7.3.1(a), se alimenta de TCD-1 como se observa en la figura 7.2.1.

Patio de Salchichas: buena iluminación, su clasificación es clase I, divisiones 1 y 2, pero hay dos luminarias no clasificadas como se puede observar en la figura 7.2.2, el circuito se alimenta de T-3. La clasificación de esta área se ilustra en las figuras 7.3.2 y 7.3.2(a).

Patio de Carga y Descarga de Autotanques: buena iluminación, su clasificación es clase I, división 2,

grupo D, de acuerdo con la figura 7.3.5 y sus instalaciones cumplen para estas áreas. Este circuito se alimenta de T-12 como se observa en la figura 7.2.5.

Circulación de Vehículos: buena iluminación. Los circuitos se alimentan de TG y están en áreas no clasificadas.

SISTEMA DE FUERZA Y SALIDAS ESPECIALES.

En las localidades clasificadas como áreas clase I, divisiones 1 ó 2, grupo D, se han instalado tomacorrientes a prueba de explosión precisamente para estas áreas y para áreas no clasificadas se utiliza tomacorrientes polarizados como se puede observar en las figuras de 7.2.14 a 7.2.21, en estas láminas se presentan también las salidas especiales compuestas por alimentaciones a motores de los diferentes equipos eléctricos. A continuación se presenta la planilla de motores involucrados en la Planta.

	DESCRIPCION	POTENCIA (KW)	FASES	VOLTAJ. (V)
B-1	Bomba de GLP #1	22	3	208
B-2	Bomba de GLP #2	22	3	480
B-3	Bomba de GLP #3	26	3	210
B-4	Bomba de GLP #4	26	3	210
C-K	Compresor de GLP	22	3	208
C-B	Compresor de Aire	75	3	440
B-P1	Bomba Refrigerac.1	1.1	3	440

	DESCRIPCION	POTENCIA (KW)	FASES	VOLTAJ. (V)
B-P2	Bomba Refrigerac.2	1.1	3	440
CB-1	Compresor de aire	11	3	210
CB-2	Compresor de aire	11	3	210
C-AC	Compresor de aire	5.5	3	220
C-A	Compresor de aire	11	3	440
B-CI	Bomba de agua	110	3	440
TR-1	Transportador #1	6.5	3	210
TR-2	Transportador #2	5.5	3	210
TR-3	Transportador #3	6.5	3	210
TR-4	Transportador #4	6.5	3	210
TR-5	Transportador #5	6.5	3	210
TR-24	Transportador #24	6.5	3	210
C-1	Carrousel de envas.	0.88	3	210
C-2	Carrousel de hermet.	1.1	3	210
E-1	Máquina envasadora	2.2	3	210























Los alimentadores a salidas especiales y a subtableros y tableros y las protecciones a estos y que se encuentran en ellos, se presentan claramente en el diagrama unifilar del sistema en los planos U1, U2 y U3.

En cuanto se refiere al sistema de tierras, cabe indicar que en la cámara de transformación se tiene la malla de puesta a tierra, donde los neutros se encuentran conectados a la malla y estos a los tableros

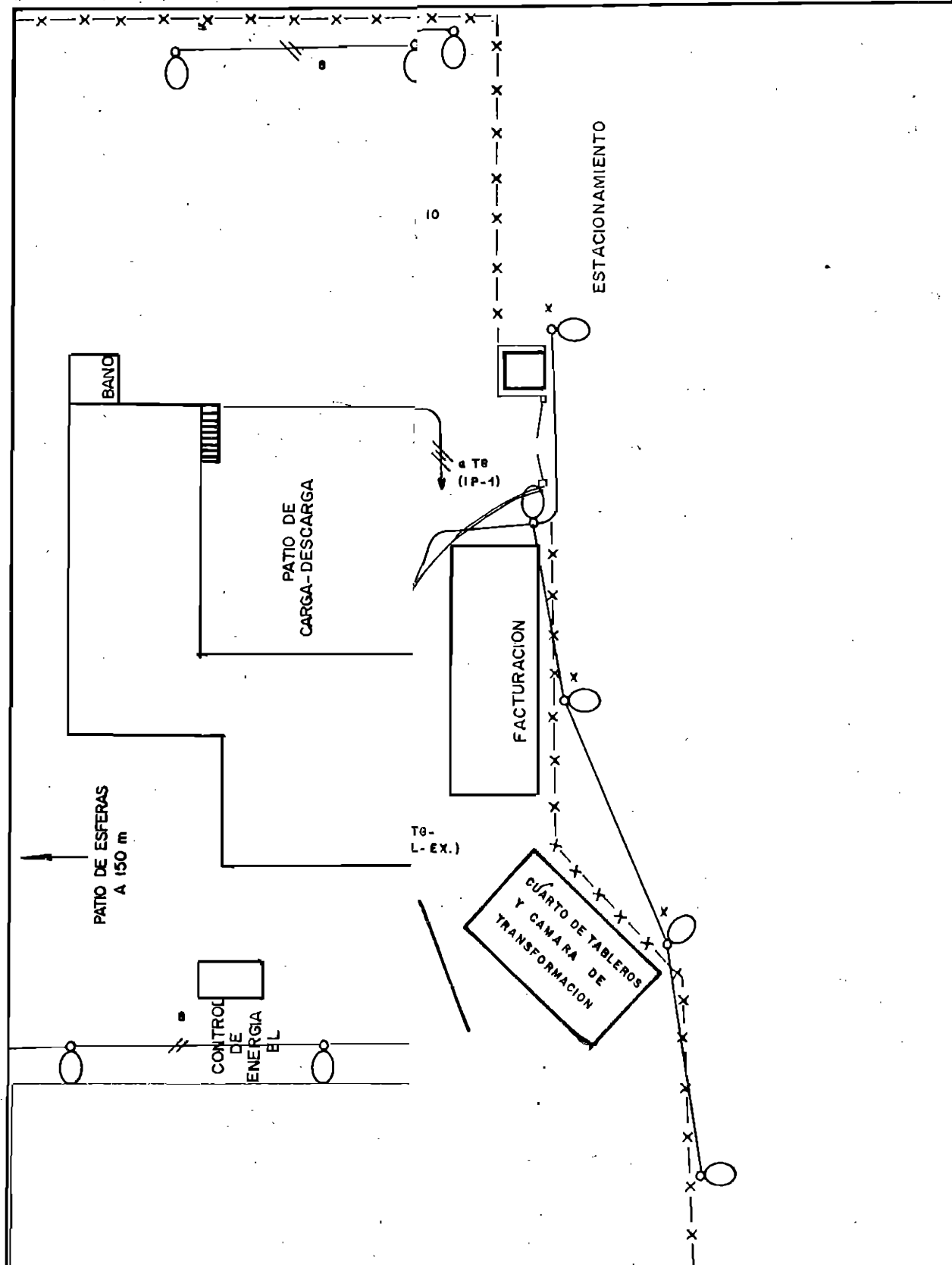
del cuarto de tableros, además cabe indicar que TCD-1 y TCD-2 se encuentran también instalados a tierra por medio de varillas de coperweld que se conectan al neutro del sistema de cada uno, lográndose superficies equipotenciales. Las mediciones de resistencias no se pudo llevar a cabo ya que no se permitió la desconexión de las partes vivas del sistema. Los transformadores TF-1 y TF-2 tienen su propio sistema de tierras.

A continuación se presentan los planos y láminas de ésta sección.

SIMBOLOGIA ELECTRICA

	LUMINARIA DE VAPOR DE MERCURIO DE 250 W, 220 V
	" " " A PRUEBA DE EXPLOSION, 175W, 277 V
	LUMINARIA INCANDESCENTE DE 100 W, 120 V
	REFLECTORES HALOGENOS 200W, 220 V
	LUMINARIA DE VAPOR DE Na, 400W, 220 V
	" FLUORESCENTE 2 x 40 W
	" " 2 x 75 W
	" " 1 x 40 W
	" " 2 x 20 W
	SUBTABLERO DE INTERRUPTORES
	TOMACORRIENTE DOBLE
	" SIMPLE
	" " 220 V
	TOMACORRIENTE MIXTO
	INTERRUPTOR SIMPLE
	" DOBLE
	SALIDA ESPECIAL
	BOTONERA ARRANQUE - PARO
	MOTOR ELECTRICO
	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION O TABLERO DE CONTROL Y DISTRIBUCION
	TUBERIA Y CONDUCTORES ESPECIFICADOS EN LAMINAS Y PLANOS, PARA ILUMINACION VA EMBEBIDA EN LA LOZA O SOBREPUESTA EN EL TECHO Y PARA FUERZA VA EMBEBIDO EN EL PISO.
	PARARRAYOS

- NOTA...**
- 1... LAS LUMINARIAS, TOMACORRIENTES e INTERRUPTORES ACOMPAÑADOS CON LA X, SON A PRUEBA DE EXPLOSION Y POR LA P A PRUEBA DE POLVO.
 - 2... LAS LUMINARIAS CON UNA LINEA EN SU INTERIOR, TIENEN QUE SER REPARADAS O CAMBIADAS
 - 3... LA INSTALACION DE LA TUBERIA EN AREAS PELIGROSAS CUMPLIRA CON LO ESTIPULADO EN EL CAPITULO V.

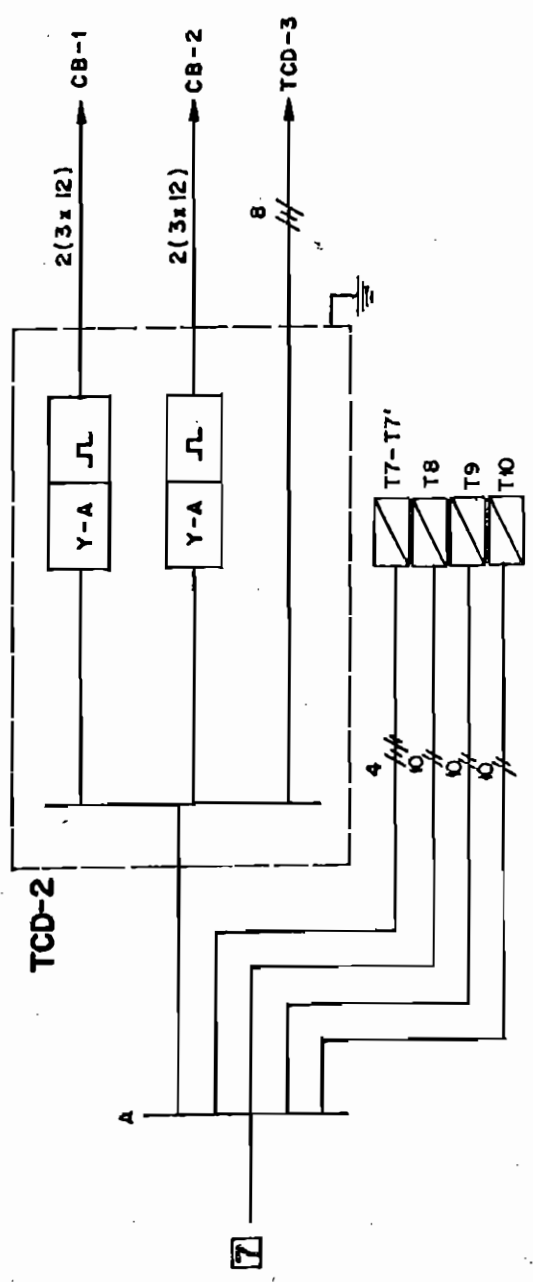
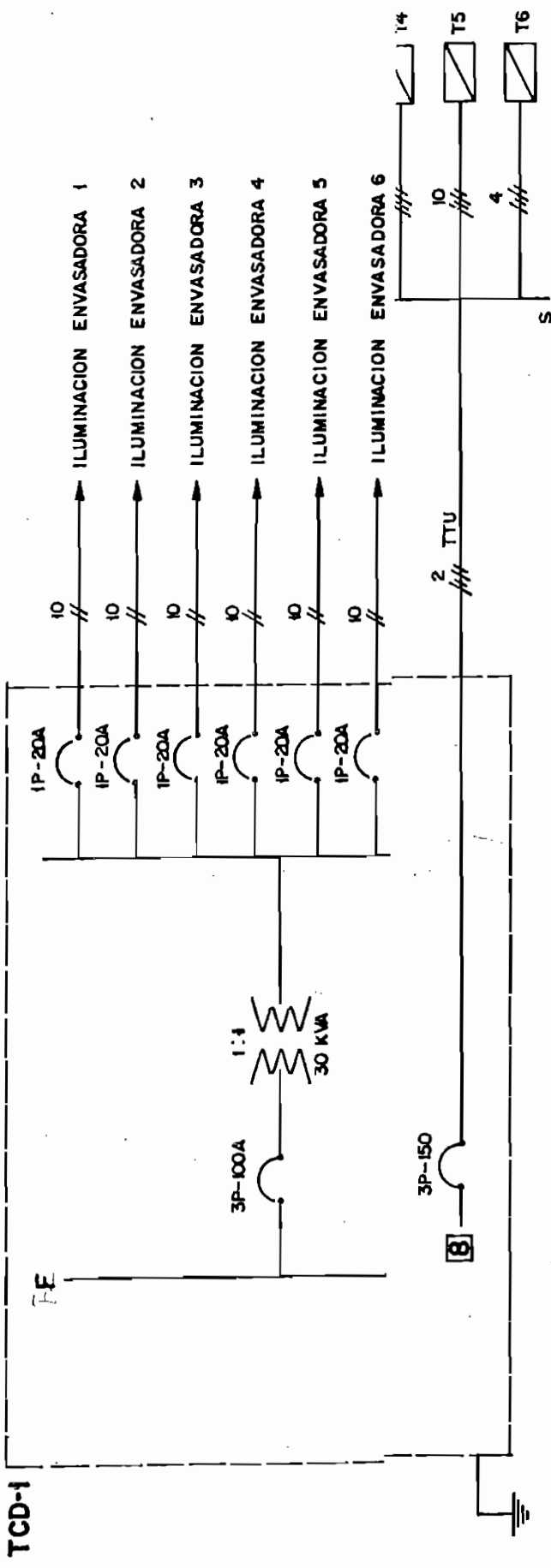


FACULTAD ING. ELECTRICA-EPN

TERMINAL GAS EL BEATERIO

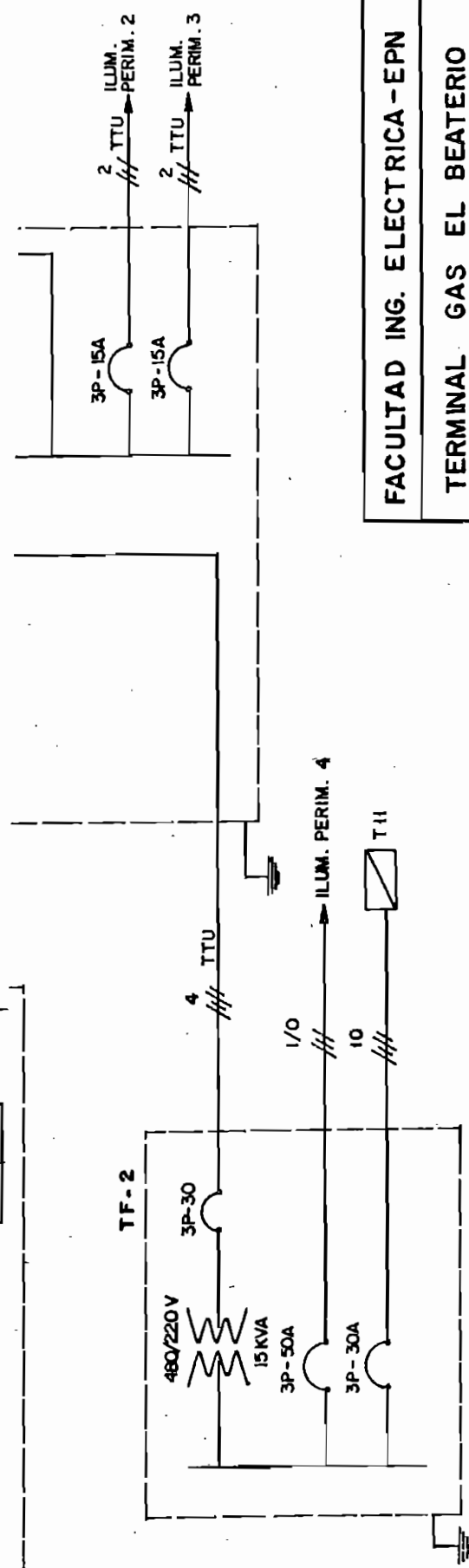
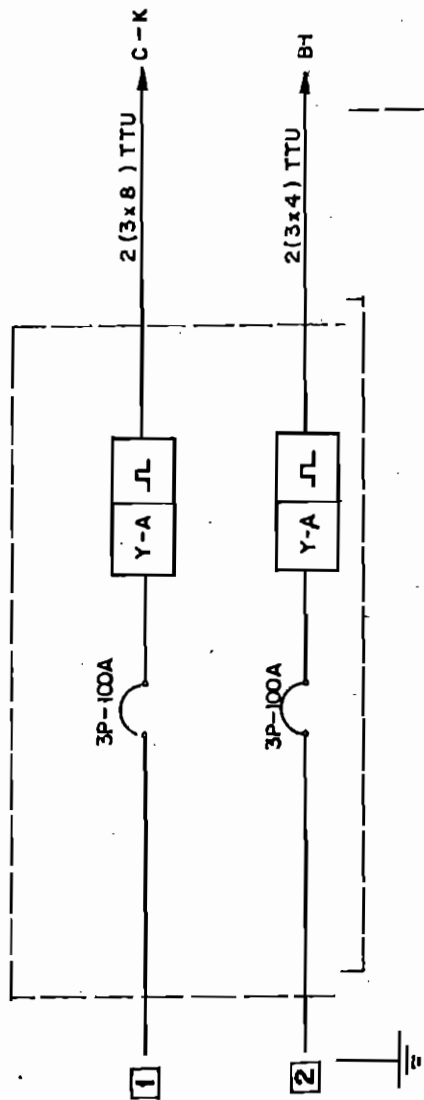
ILUMINACION EXTERIOR

FECHA:	ESCALA:	DIBUJO:	PROYECTOR:	REVISOR:	Nº
FEB./91	1:500		JUAN PAZMIÑO		L-1



FACULTAD ING. ELECTRICA -EPN			
TERMINAL GAS EL BEATERIO			
DIAGRAMA UNIFILAR			
FECHA	ESCALA	DIBUJO	PROYECTO/REVISO N°
MAY/91		JUAN F. PAZMIÑO	
			U2

T G.



FACULTAD ING. ELECTRICA - EPN

TERMINAL GAS EL BEATERIO
DIAGRAMA UNIFILAR

FECHA	ESCALA	DIBUJO	PROYECTO	REVISO	Nº
MAY/91			JUAN F. PAZMIÑO		U3

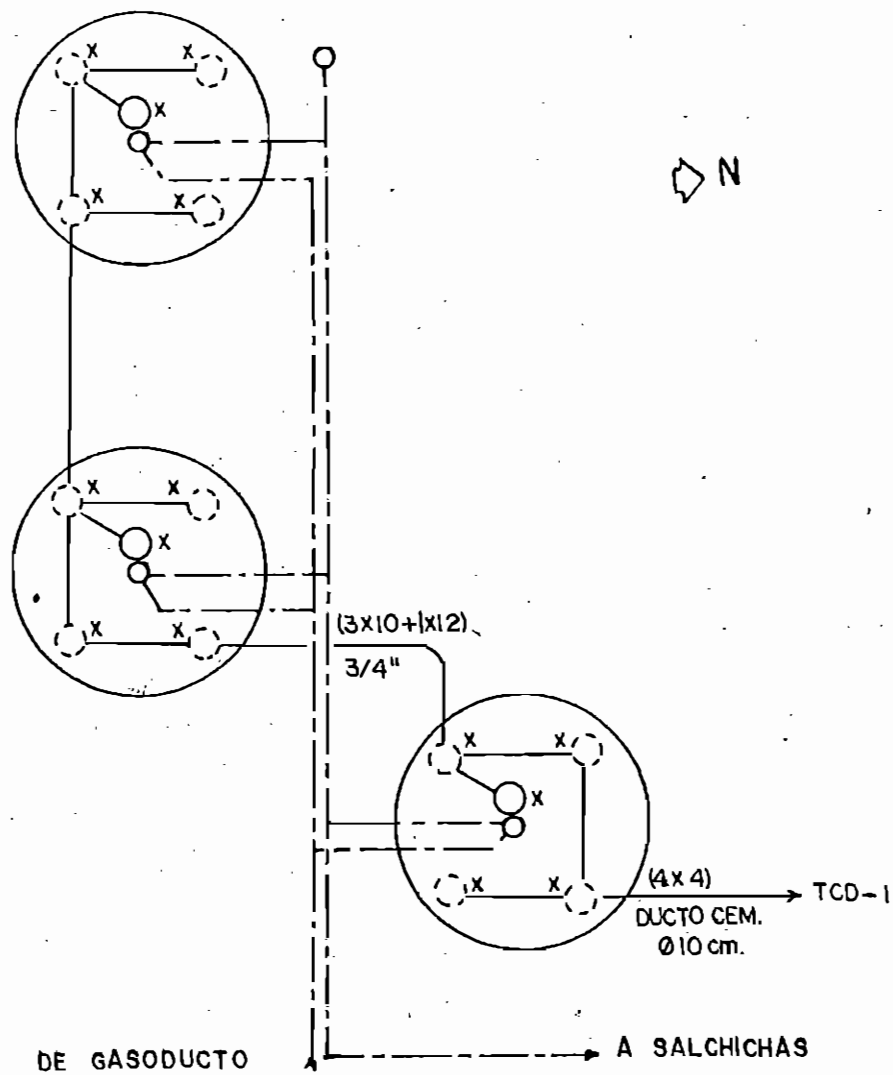


FIG. 7-2-1 PATIO DE ESFERAS
 ILUMINACION

ESCALA 1:500

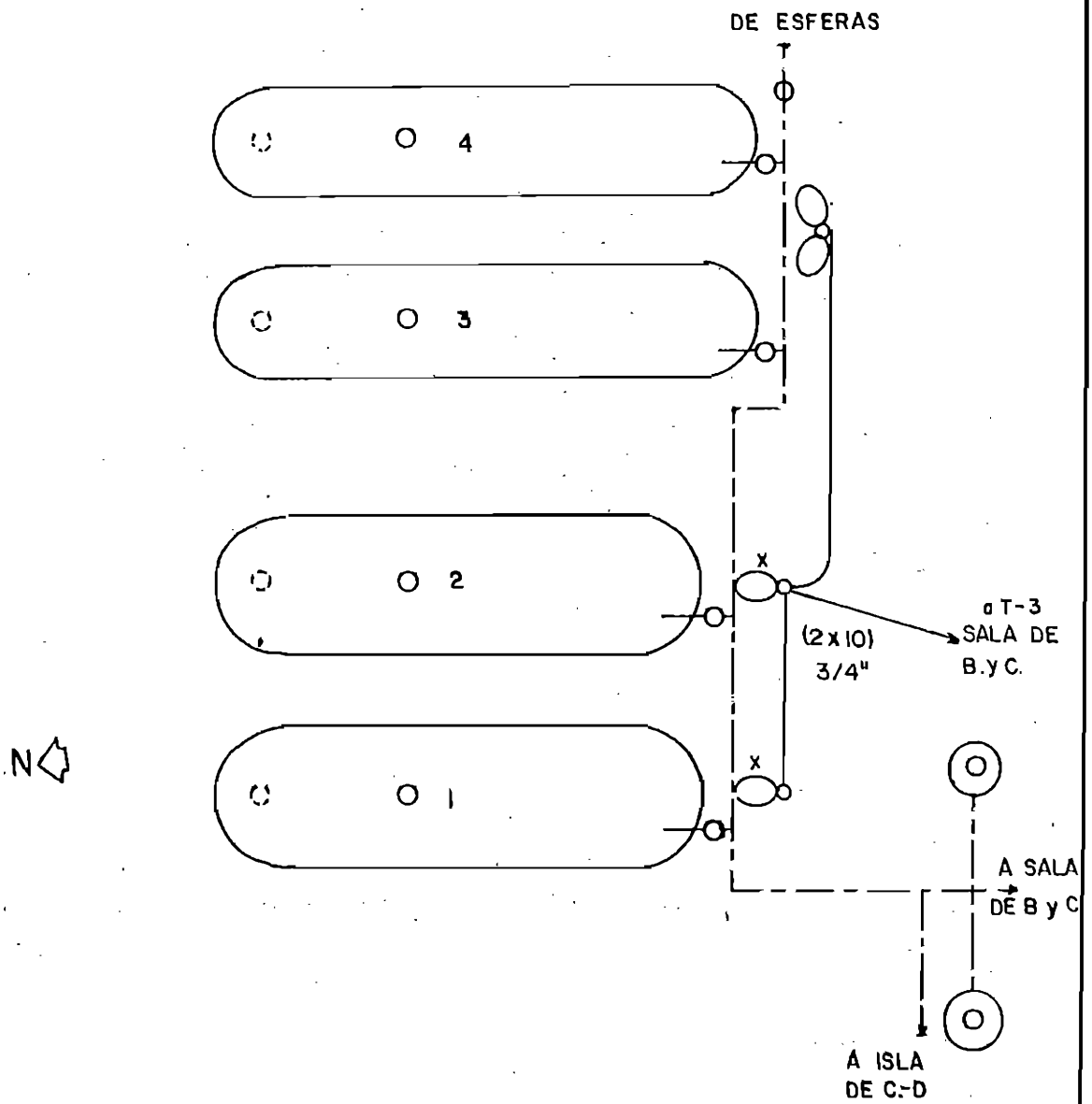
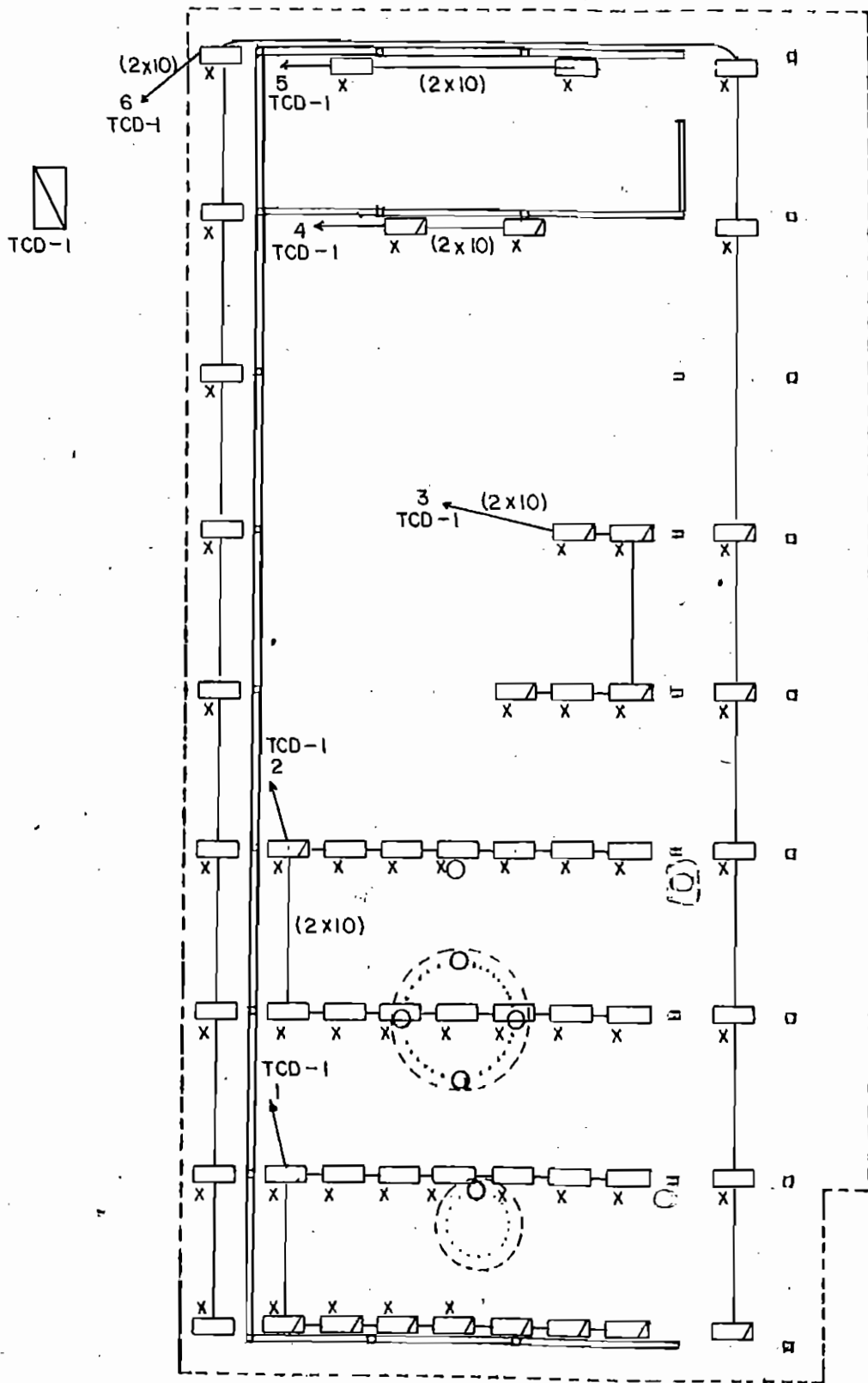


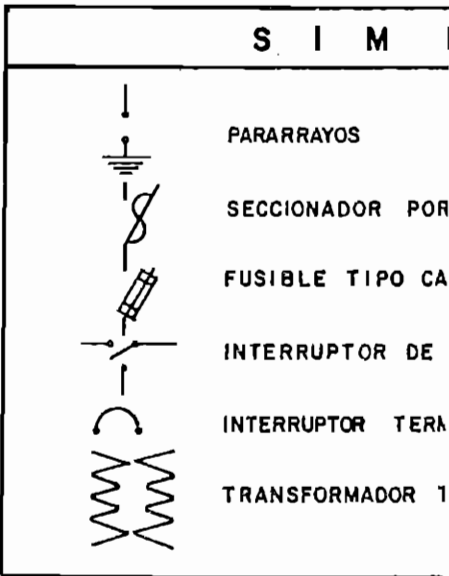
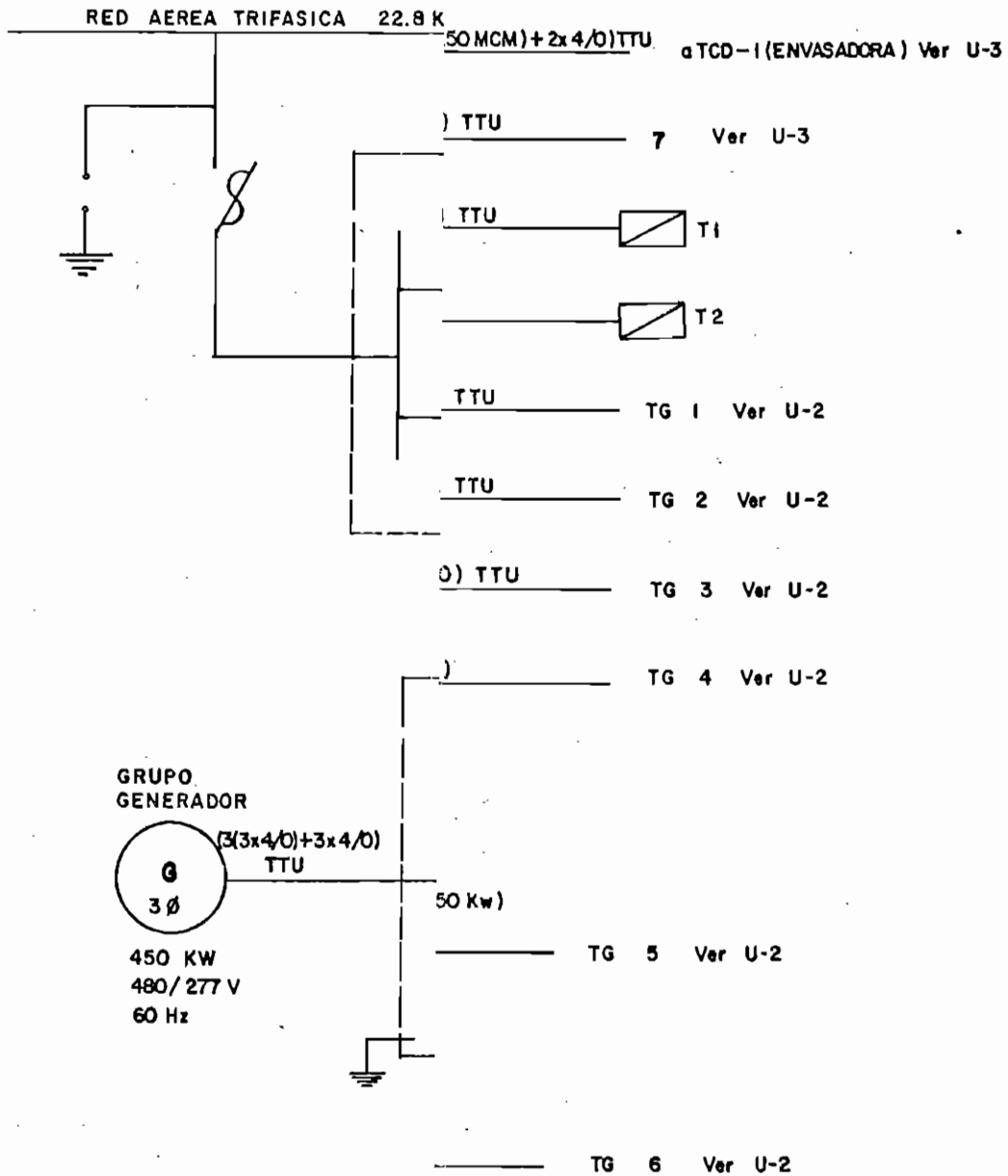
FIG. 7-2-2 PATIO DE TANQUES SALCHICHAS
ILUMINACION

ESCALA 1:200

FIG. 7-2-3 ENVASADORA Nº 1
ILUMINACION



ESCALA 1:200



FACULTAD ING. ELECTRICA-EPN					
TERMINAL GAS EL BEATERIO					
DIAGRAMA UNIFILAR.					
FECHA:	ESCALA	DIBUJO	PROYECTO	REVISO	Nº
MAY/91			JUAN F. PAZMIÑO		U 1

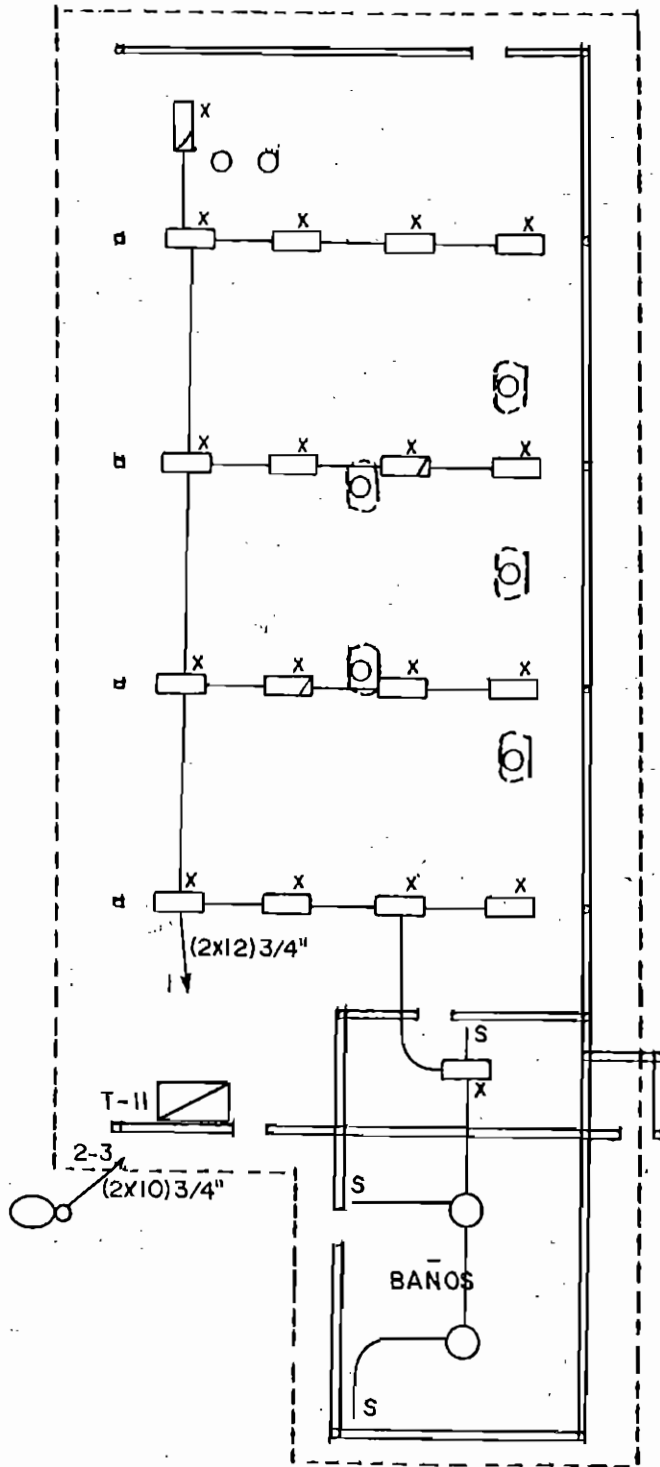
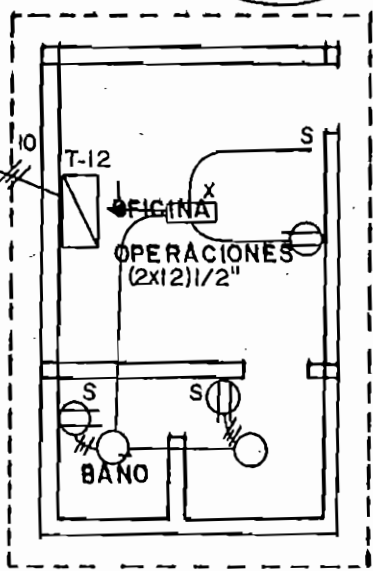
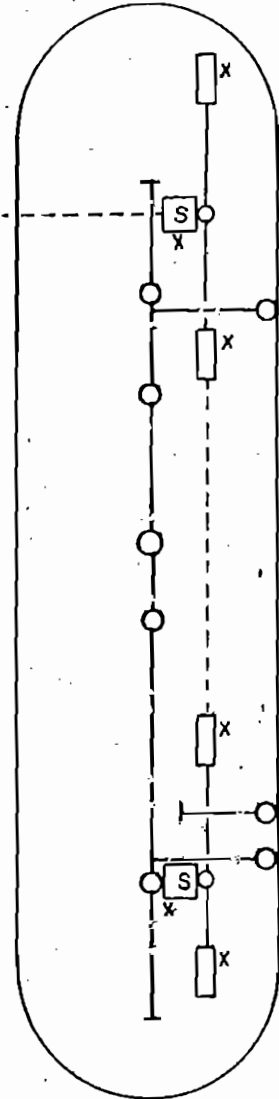
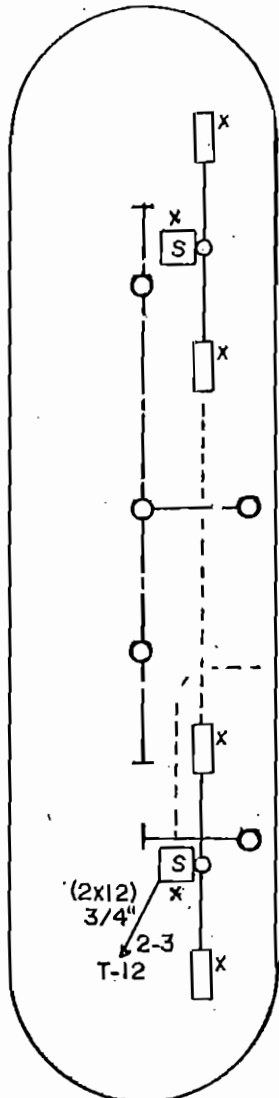


FIG. 7-2-4 ENVASADORA Nº 2
ILUMINACION

ESCALA 1:200



(2x12)
3/4"
2-3
T-12

aT-3
6-7

FIG. 7-2-5 PATIO DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES
ILUMINACION Y FUERZA

ESCALA 1: 100

○
(M)

LINEA DE GLP
FUENTE DE PELIGRO
MOTOR ELECTRICO

A
ENVASADOR.

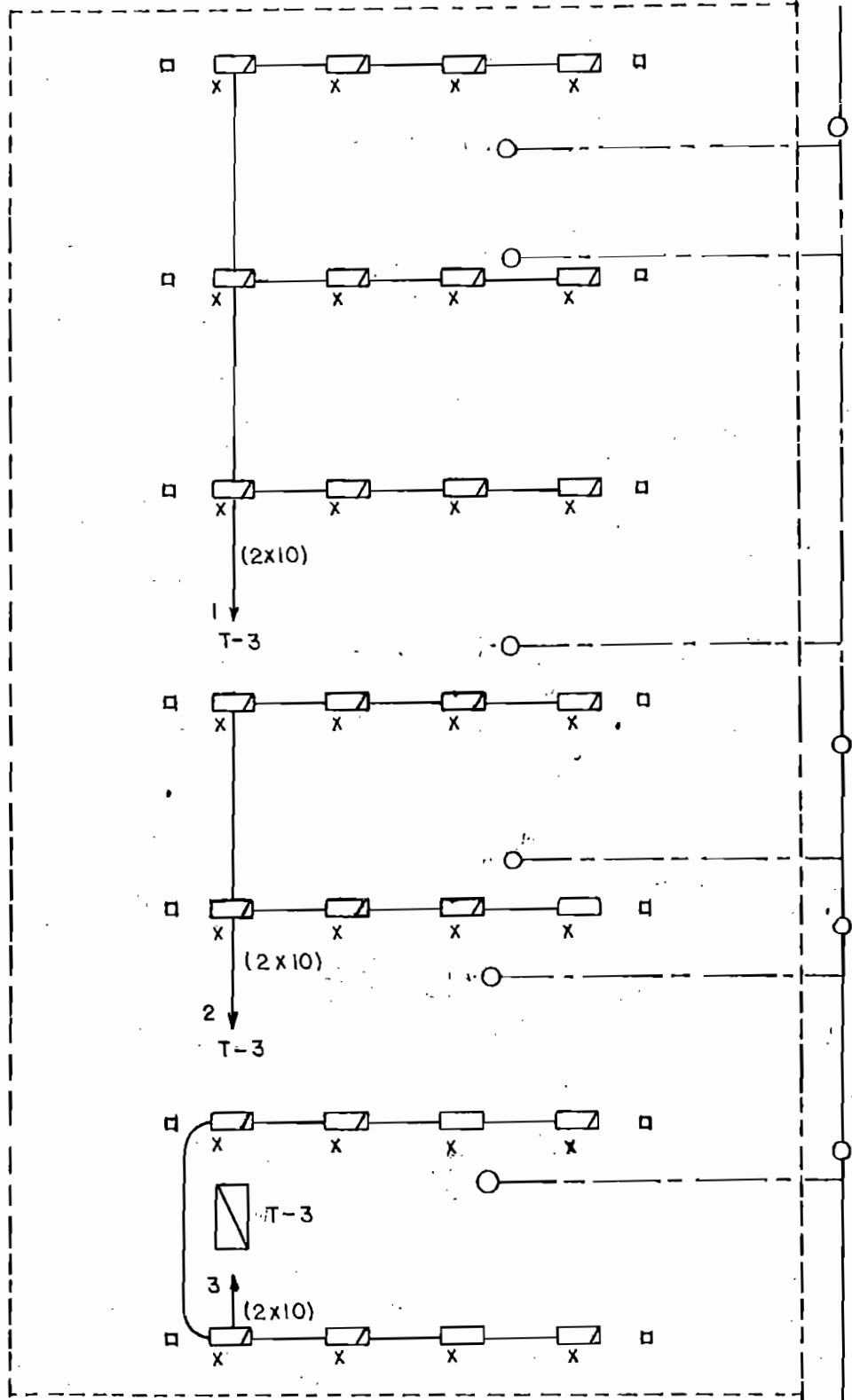


FIG. 7-2-6 SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES I
ILUMINACION

DE
SALCHICHAS

ESCALA 1:125

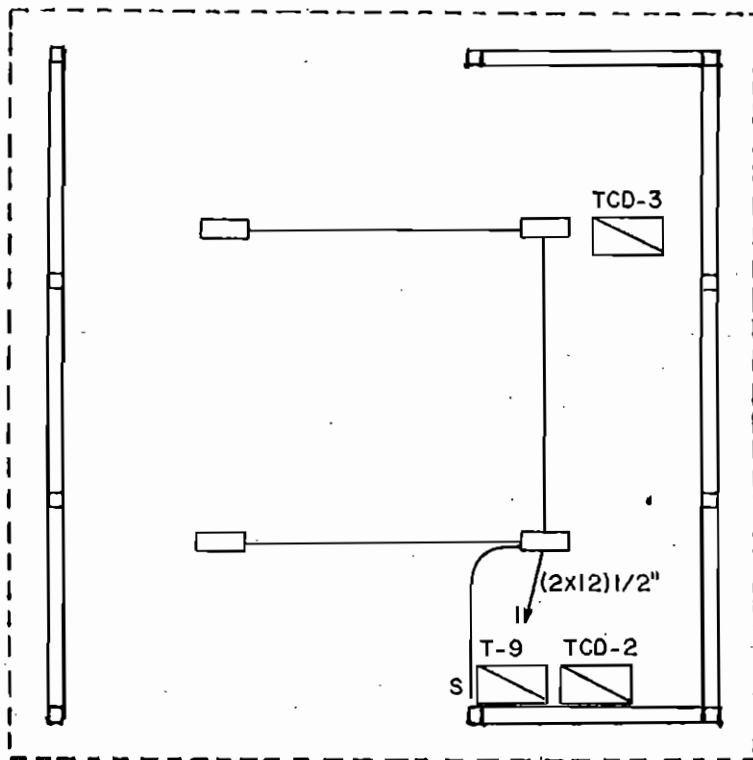


FIG. 7-2-7 SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES 2
ILUMINACION

ESCALA 1:100

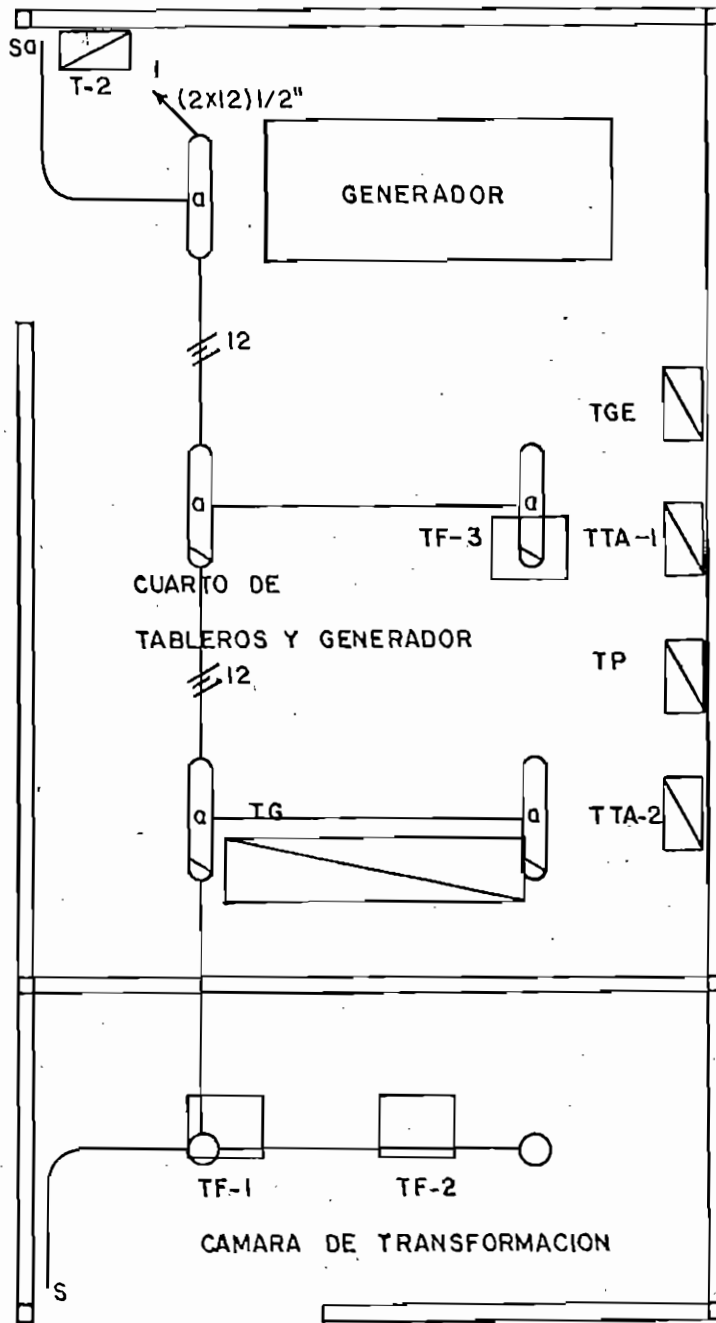


FIG. 7-2-8 CUARTOS DE FUERZA & TABLEROS
ILUMINACION

ESCALA 1 : 100

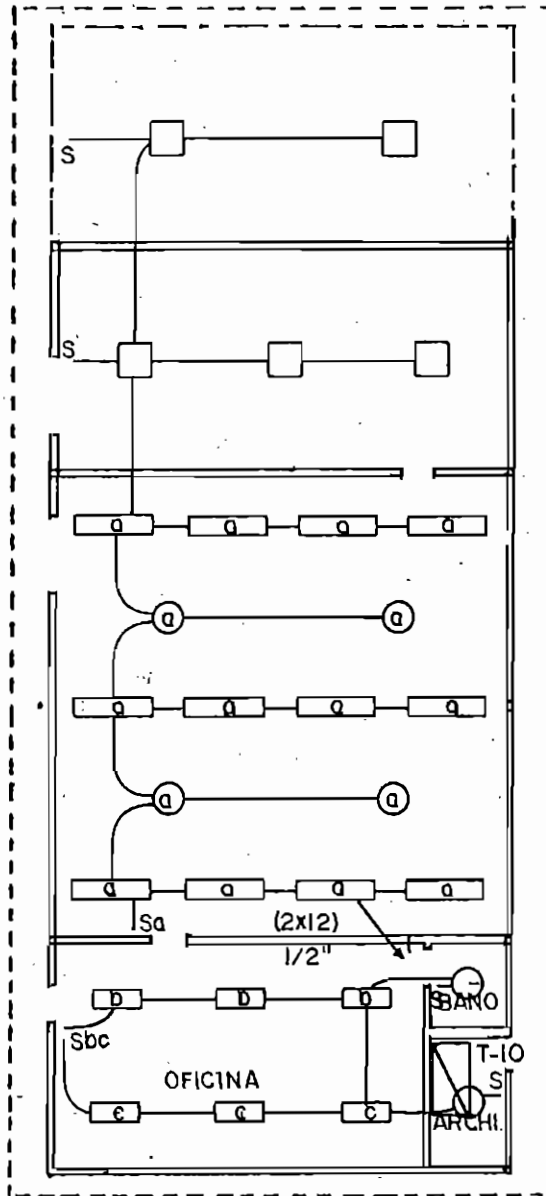


FIG. 7-29 BODEGAS
ILUMINACION

ESCALA 1:200

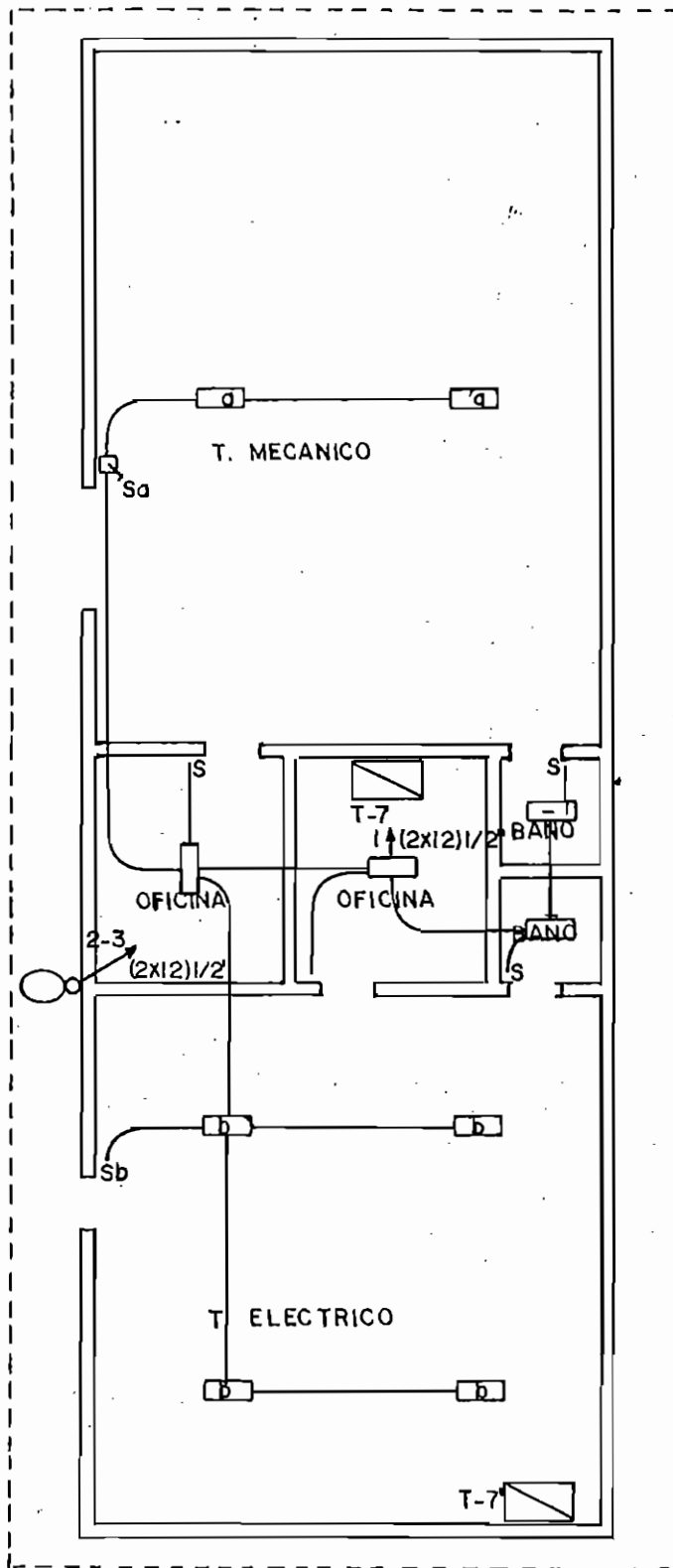


FIG. 72-0 TALLERES
ILUMINACION

ESCALA 1:125

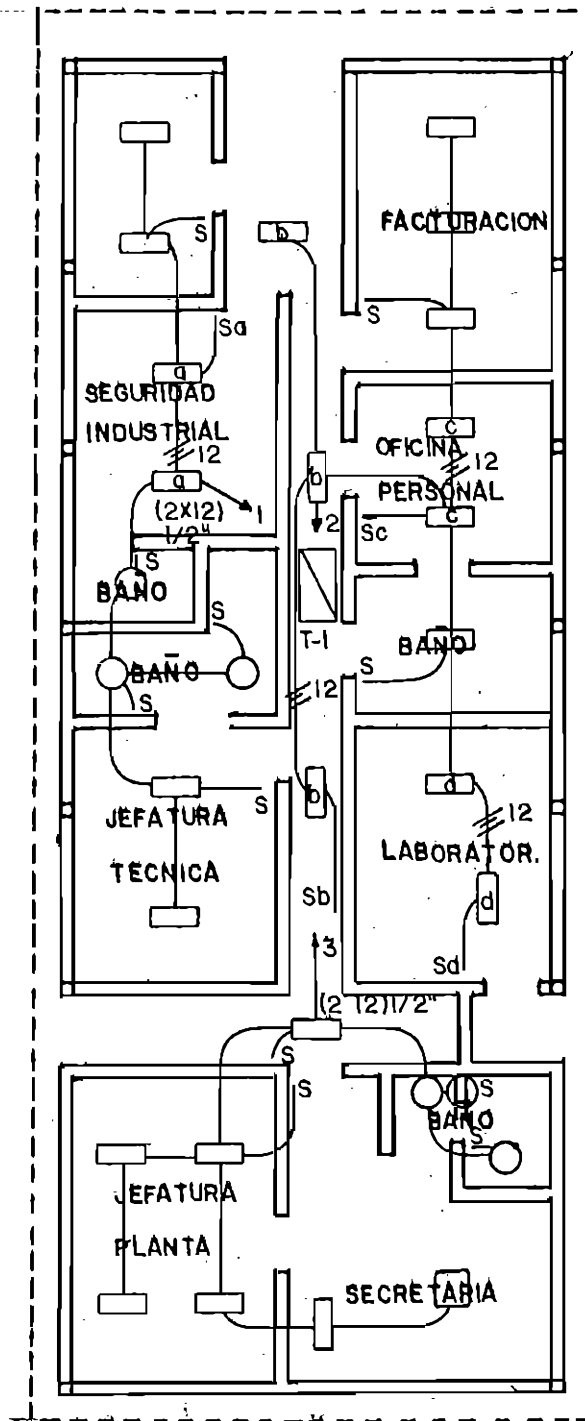
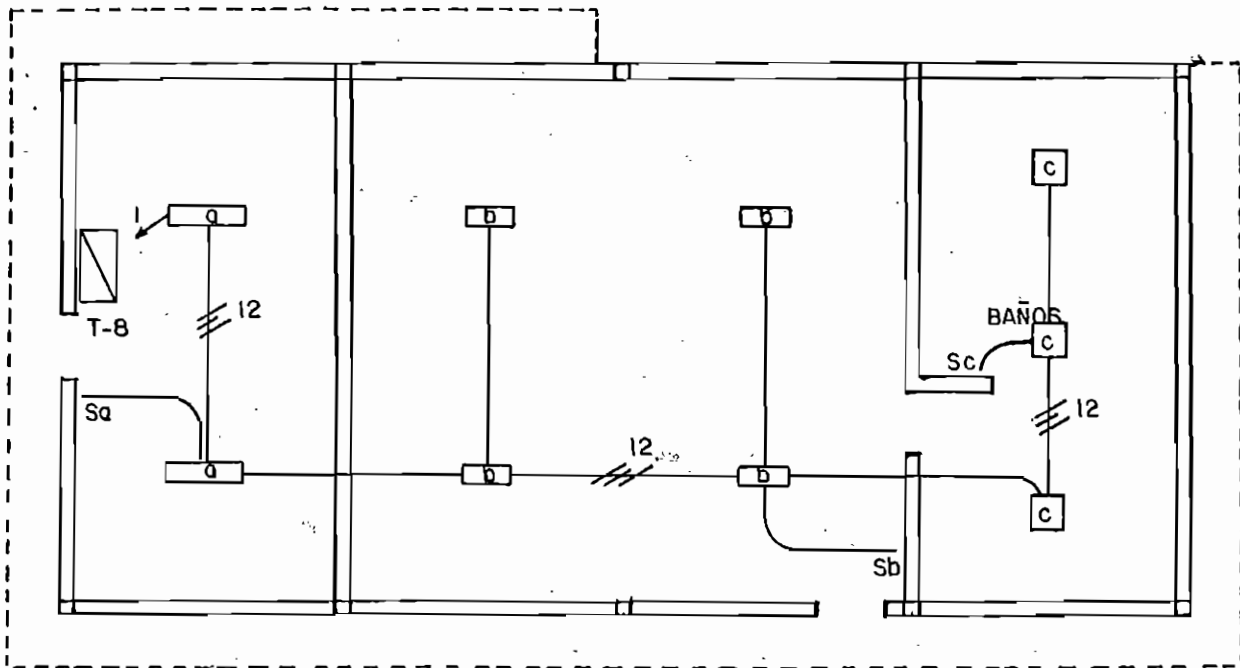


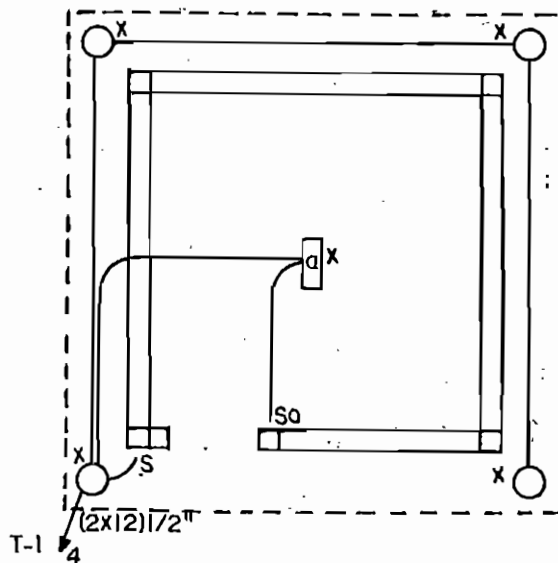
FIG. 7-2- II OFICINAS ADMINISTRATIVAS
ILUMINACION

ESCALA 1:125



ESCALA 1:100

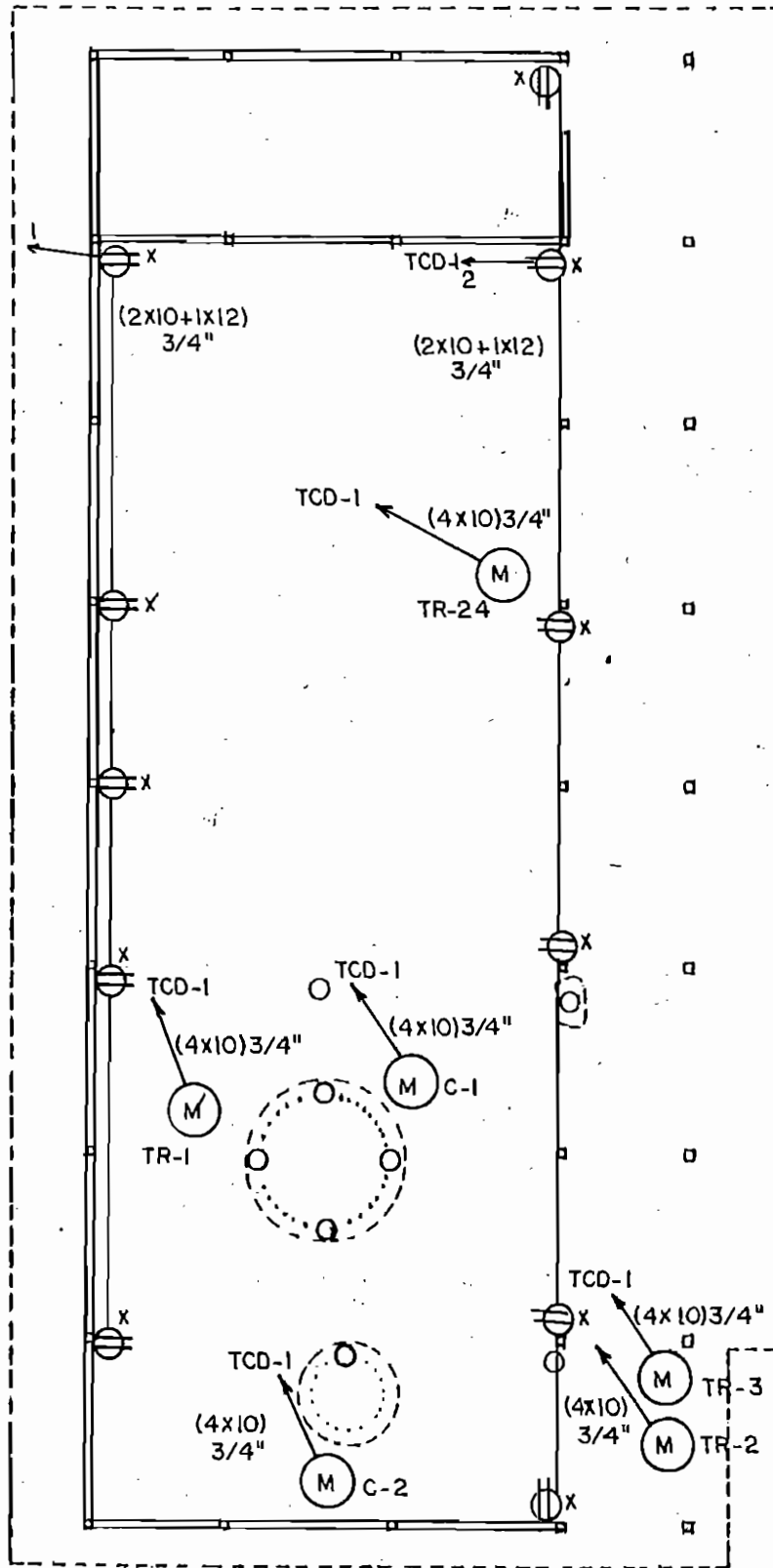
FIG. 7-2-12 VESTIDORES
FUERZA



ESCALA 1:75

FIG. 7-2-13 GARITA
FUERZA

FIG. 7-2-14 ENVASADORA Nº 1
FUERZA



ESCALA 1:200

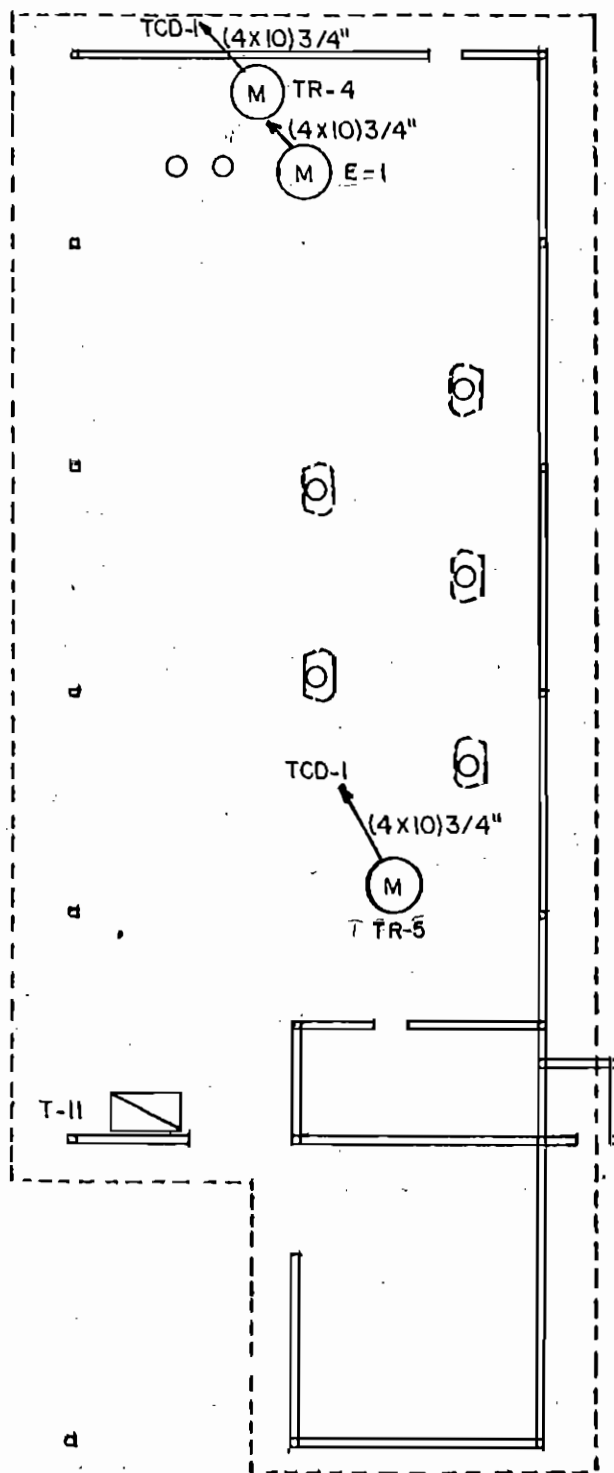


FIG. 7-2-15 ENVASADORA Nº 2
 FUERZA



LINEA DE GLP
FUENTE DE PELIGRO
MOTOR ELECTRICO

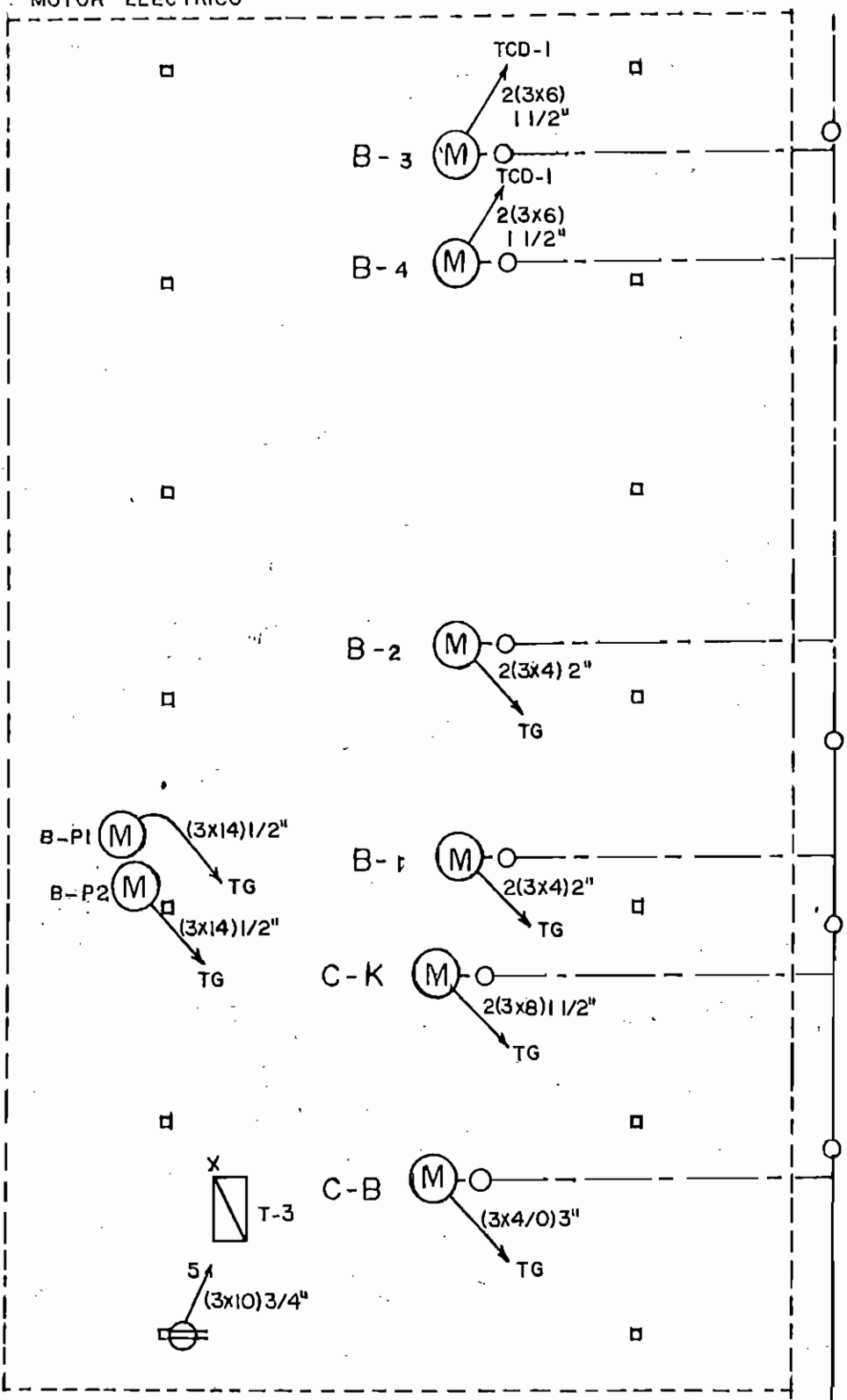


FIG. 7.2-16 SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES
FUERZA

ESCALA 1:125

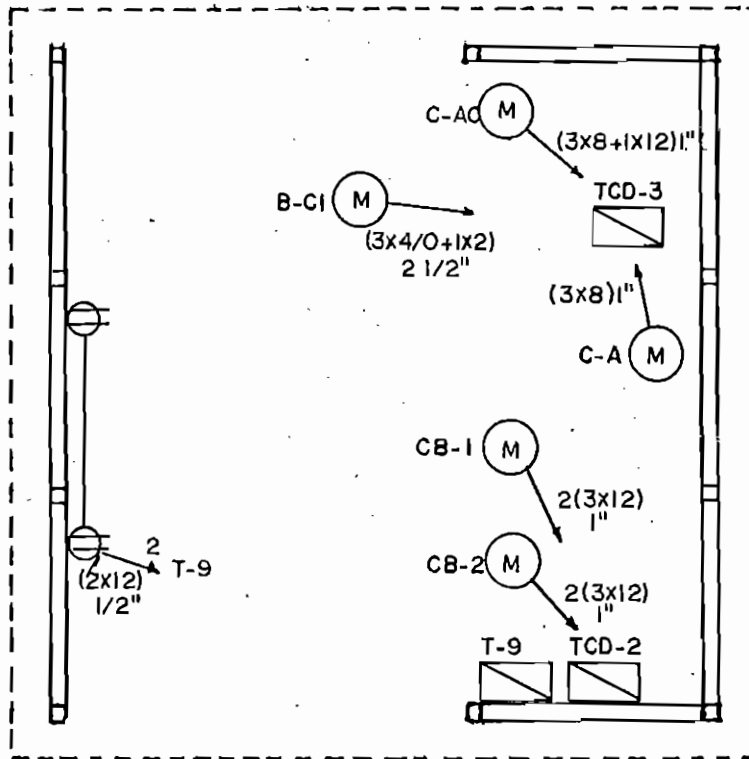


FIG. 7-2-17 SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES 2
FUERZA

ESCALA 1:100

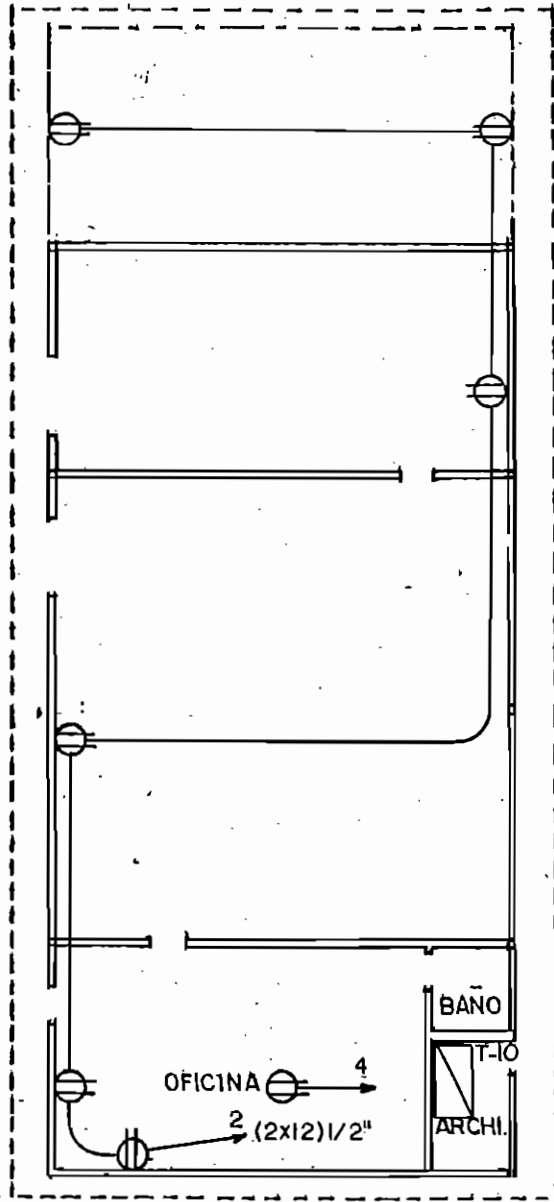


FIG. 7-2-18 BODEGAS
FUERZA

ESCALA 1:200

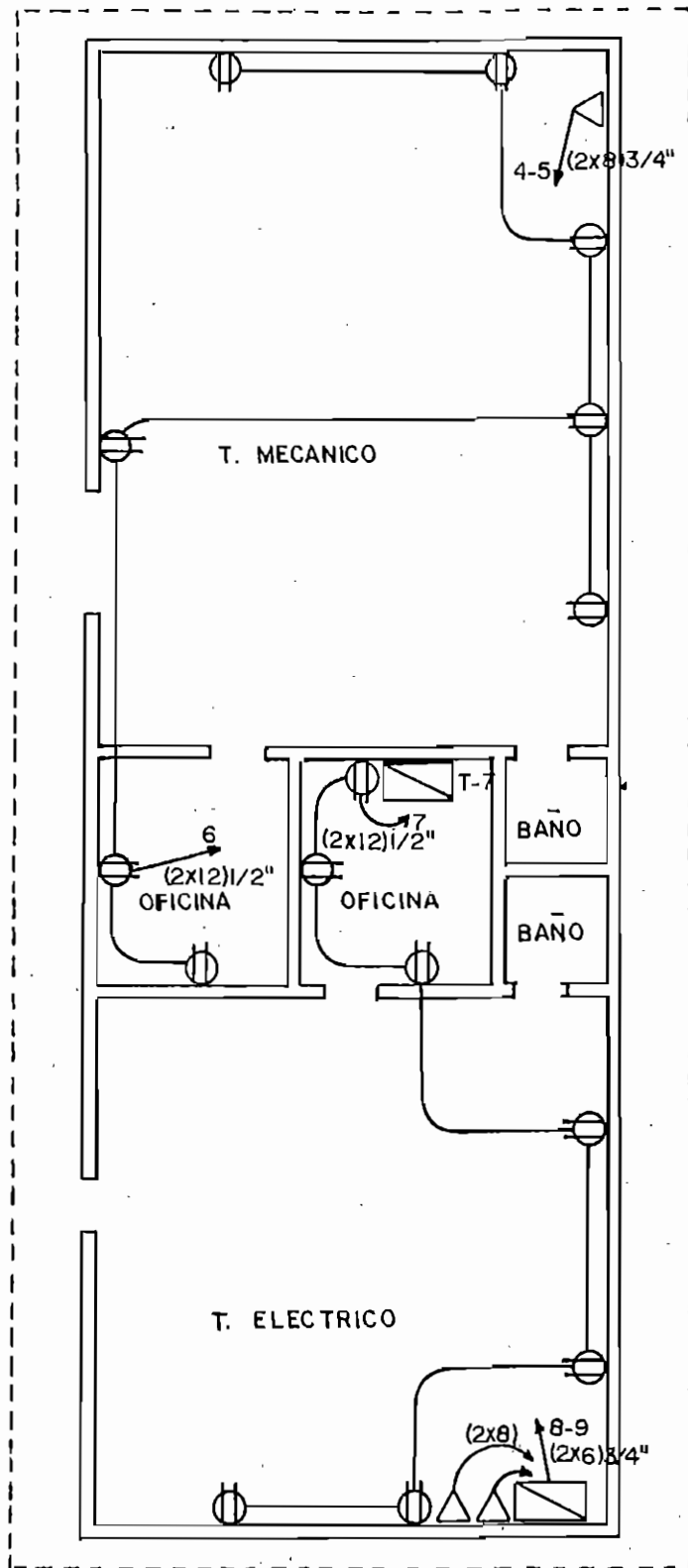


FIG. 7-2-19 TALLERES
FUERZA

ESCALA 1:125

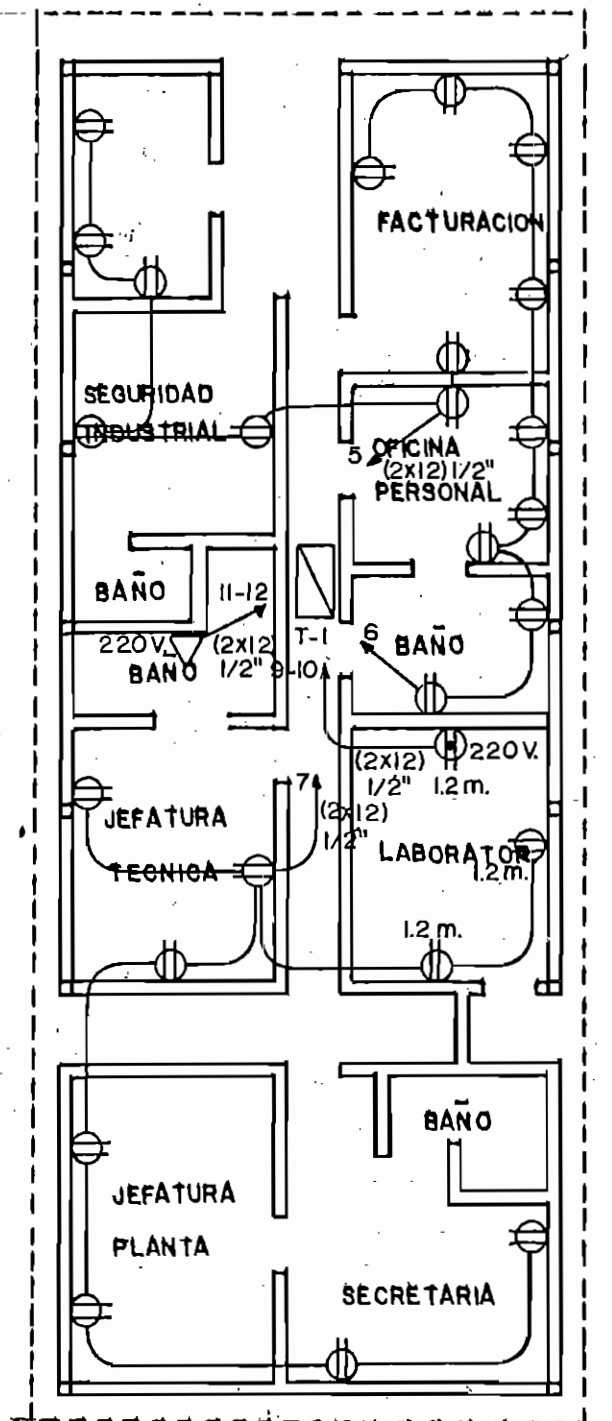
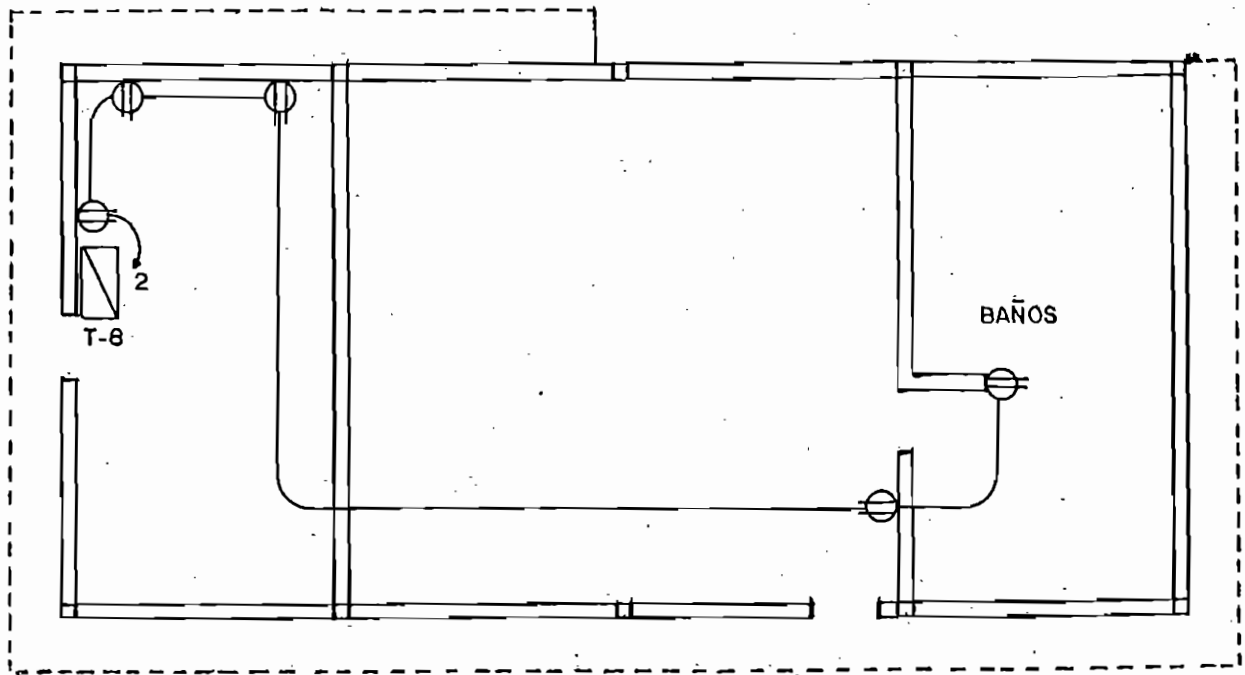


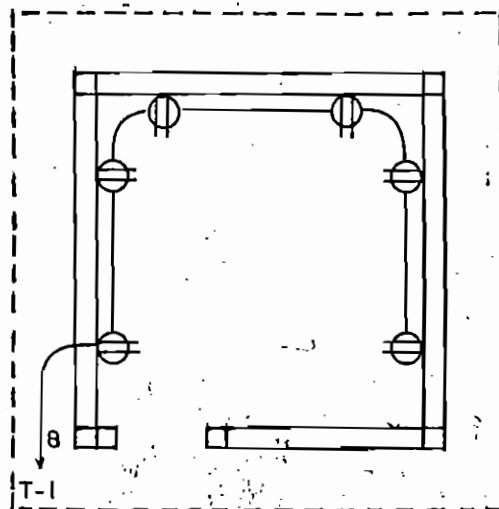
FIG. 7-2-20 OFICINAS ADMINISTRATIVAS
FUERZA

ESCALA 1:125



ESCALA 1:100

FIG. 7-2-21 VESTIDORES
FUERZA



ESCALA 1:75

FIG. 7-2-22 GARITA
FUERZA

condiciones normales de operación se presentan mezclas atmosféricas inflamables debido a la presencia del gas.

c.- Extensión del Area Clasificada.- los límites del área clasificada como peligrosa del Patio de Esferas, se encuentra en la figura 7.3.1 en base a las distancias recomendadas en la sección 3.4.

d.- Grupo de mezcla atmosférico.- debido a que el gas licuado de petróleo GLP está formado por Butano y Propano fundamentalmente, por lo que las mezclas atmosféricas explosivas que se presenten se encuentran clasificadas dentro del Grupo D, como se puede ver en la tabla 3.1.

De lo anotado se desprende que el equipo eléctrico y accesorios a instalarse en estas áreas, deberán ser aprobados para atmósferas Grupo D.

2. PATIO DE TANQUES CILINDRICOS (SALCHICHAS) DE ALMACENAMIENTO DE GLP.

a.- Necesidad de clasificación.- por tratarse del mismo gas la clasificación es idéntica a (1.a), es decir se clasifica como Clase I.

b.- Asignación de la División.-

- Para tubería, válvulas y área comprendida por los tanques cilíndricos, corresponde asignarle la División 2 en idéntica situación a (1.b).

- En los puntos de venteo, drenaje y trincheras corresponde asignarles la División 1, similar a (1.b).

c.- Extensión del área clasificada.- los límites del área clasificada para el patio de salchichas se ilustra

en la figura 7.3.2, en base a las distancias recomendadas en la sección 3.4.

d.- Grupo de mezcla atmosférica.- por tratarse del mismo gas es similar a (1.d).

3. ENVASADORA DE CILINDROS PORTATILES.-

a.- Necesidad de clasificación.- en estas áreas, la presencia de GLP es inevitable ya que tanto en el carrousel como en las balanzas estacionarias así como en las evacuadoras y puestos de comprobación del estado de las válvulas se produce evacuación del gas, por lo que se considera como una área de alto riesgo y su clasificación por lo tanto corresponde a Clase I por tratarse de un gas inflamable.

b.- Asignación de la División.- en estas áreas no solo que es probable sino que es segura la presencia del gas y por ende de mezclas atmosféricas inflamables bajo condiciones normales de operación y además una falla en el sistema eléctrico puede crear una fuente de ignición simultaneamente con la liberación del gas inflamable.

Por otro lado, el área de la envasadora 1 se encuentra bajo el nivel de carga de cilindros adyacente a la misma, pudiendo acumular el gas inflamable.

Por estas condiciones le corresponde la División 1, pero que por contar con adecuada ventilación se le asignado la División 2 salvo los puntos de escape del gas.

7.3.- CLASIFICACION DE AREAS.-

En la planta de gas de El Beaterio se maneja el GLP, por lo que una eventual fuga puede crear condiciones de peligro y formar mezclas inflamables con el aire y que frente a la aparición de una fuente de ignición, que para nuestro caso es el equipo eléctrico, produciría un incendio. Razón por la cual las instalaciones y selección del equipo eléctrico se realiza en base a la clasificación de las áreas, identificando para cada ambiente la clase, división y grupo que le corresponde, procediendo a determinar su extensión.

A continuación se presenta la clasificación de las diferentes áreas de la planta, siguiendo los lineamientos presentados en el capítulo III:

1.- PATIO DE TANQUES ESFERICOS DE ALMACENAMIENTO DE GLP.-

a.- Necesidad de clasificación.- donde es probable la presencia de gas GLP, debido a fugas y que de acuerdo a la naturaleza del gas (Tabla 3.1), se clasifica como clase I.

b.- Asignación de la división.- en esta área se tiene:

- Para tubería, valvulas y área comprendida por las esferas, corresponde a la división 2, ya que se encuentra al aire libre o sea adecuadamente ventilada y que únicamente en condiciones anormales de operación podría presentarse escape del gas.

- En los puntos de venteo, drenaje y trincheras corresponde la clasificación a la División 1, ya que en

c.- Extensión del área clasificada.- los límites del área clasificada de las envasadoras 1 y 2 se encuentran en las figuras 7.3.3 y 7.3.4 respectivamente, en base a las distancias recomendadas en la sección 3.4.

d.- Grupo de mezcla atmosférica.- es similar a (1.d).

4.- PATIO DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES.-

a.- Necesidad de clasificación.- en estas áreas es probable la presencia del gas inflamable, por lo que se encuentran clasificadas como Clase I.

b.- Asignación de la División.- es probable la presencia de mezclas atmosféricas inflamables en condiciones normales de operación en válvulas de alivio y seguridad y puntos de venteo asignándoles la División 1, esto en los sectores puntuales señalados anteriormente, mientras que al área total se le asigna la división 2 por encontrarse adecuadamente ventilada.

c.- Extensión del área clasificada.- los límites del área clasificada se encuentran ilustrados en la figura 7.3.5 de acuerdo a las distancias recomendadas en la sección 3.4.

d.- Grupo de mezcla atmosférica.- similar a (1.d).

5. CUARTO DE OPERACIONES.-

a.- Necesidad de clasificación.- en caso de fuga de gas en el patio de carga y descarga de GLP, es probable la presencia del gas al interior del cuarto de operaciones, por lo que se clasifica como Clase I.

b.- Asignación de la División.- por estar adyacente a las islas de carga y descarga de GLP, se le ha asignado la División 2.

c.- Extensión del área clasificada.- los límites del área clasificada se encuentran en la figura 7.3.5 de acuerdo con la sección 3.4.

d.- Grupo de mezcla atmosférica.- similar a (1.d).

6. SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES.-

a.- Necesidad de clasificación.- en esta área es probable la presencia del gas inflamable, por tanto por la naturaleza del mismo se clasifica como Clase I.

b.- Asignación de la División.- debido a que es probable la existencia de mezclas atmosféricas inflamables en condiciones normales de operación en puntos como válvulas de alivio y seguridad, enmarcándose estos en la División 1.

Esta área se encuentra adecuadamente ventilada ya que se encuentra relativamente al aire libre y pudiéndose presentar escapes del gas inflamable en los puntos mencionados, se le asignará la División 2 al área global de acuerdo a las distancias recomendadas en la sección 3.4.

c.- Extensión del área clasificada.- los límites del área clasificada para esta sala se encuentran en la figura 7.3.6 de acuerdo a lo recomendado en la sección 3.4.

d.- Grupo de mezcla atmosférica.- similar a (1.d).

En relación a las demás áreas y dependencias existentes en la planta de gas, estas no responden afirmativamente a las preguntas formuladas en la necesidad de clasificación, por tal razón se considerarán como áreas no clasificadas, es decir las instalaciones eléctricas en estas localidades serán del tipo general.

A continuación se presentan las láminas que corresponden a esta sección.

SIMBOLOGIA

○ FUENTE DE PELIGRO

▨ CLASE I, DIV. 1

▧ CLASE II, DIV. 2

□ AREA NO PELIGROSA

--- LINEA DE GLP

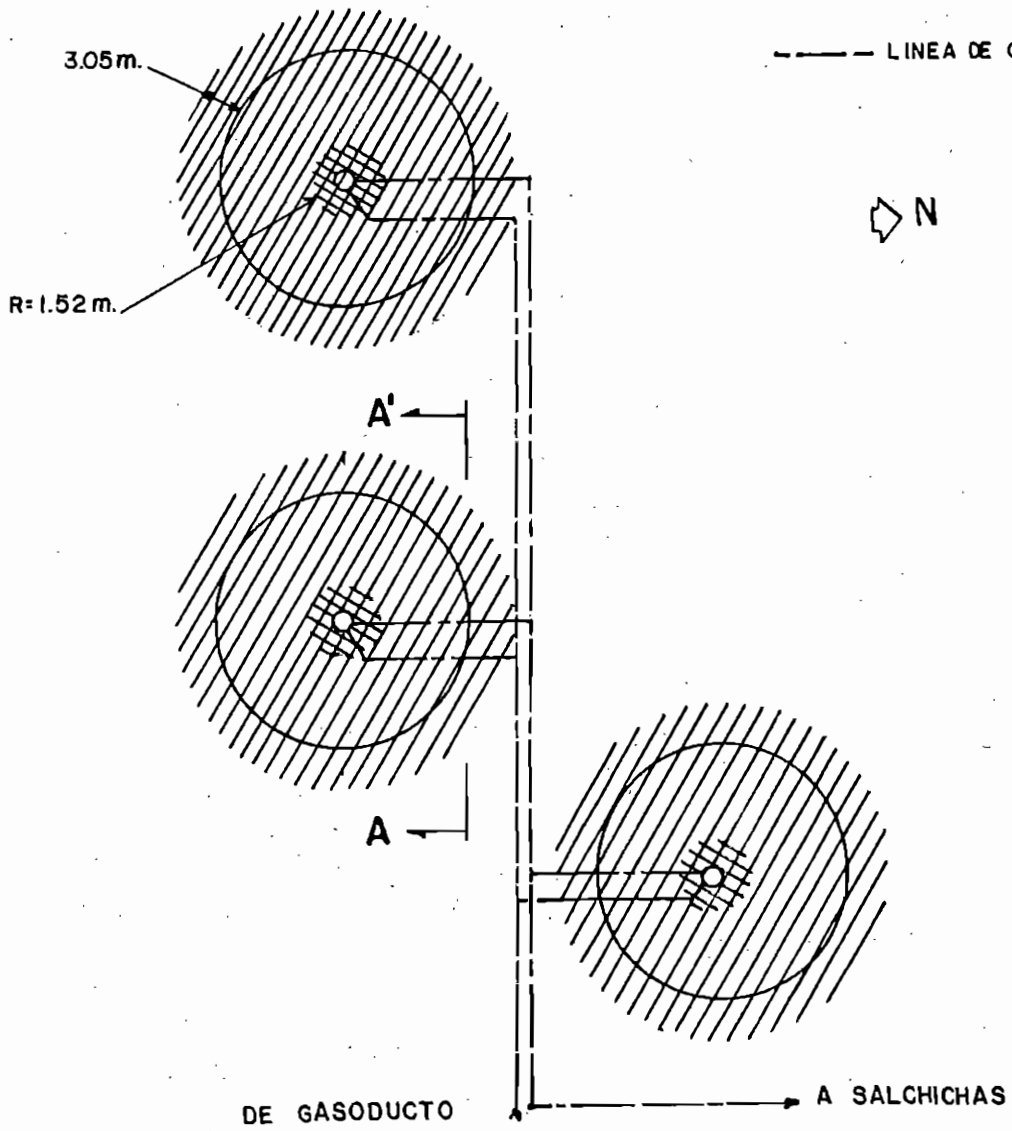


FIG. 7-3-1 PATIO DE ESFERAS

ESCALA 1:500

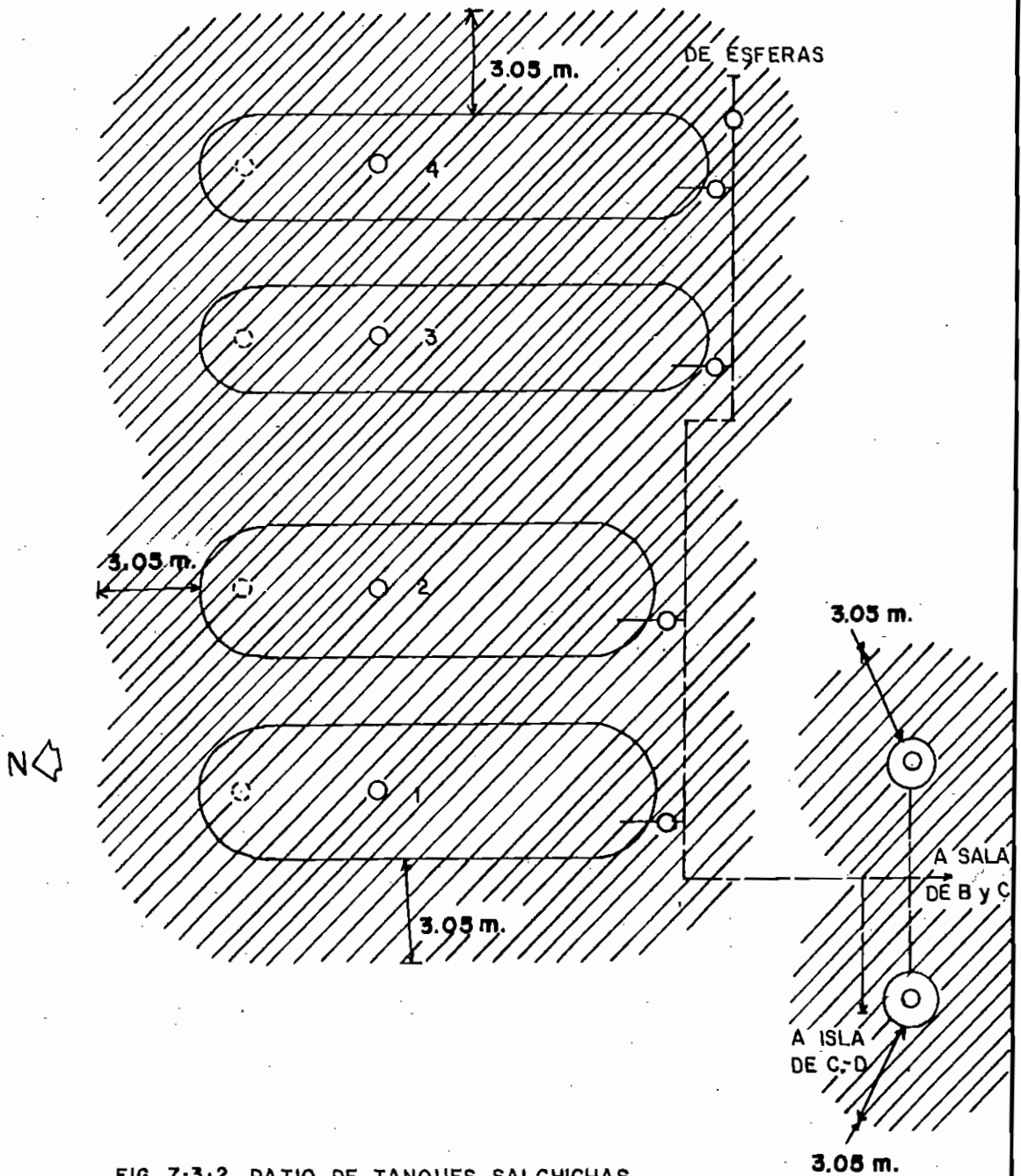


FIG. 7-3-2 PATIO DE TANQUES SALCHICHAS

A
△

A'
△

ESCALA 1:200

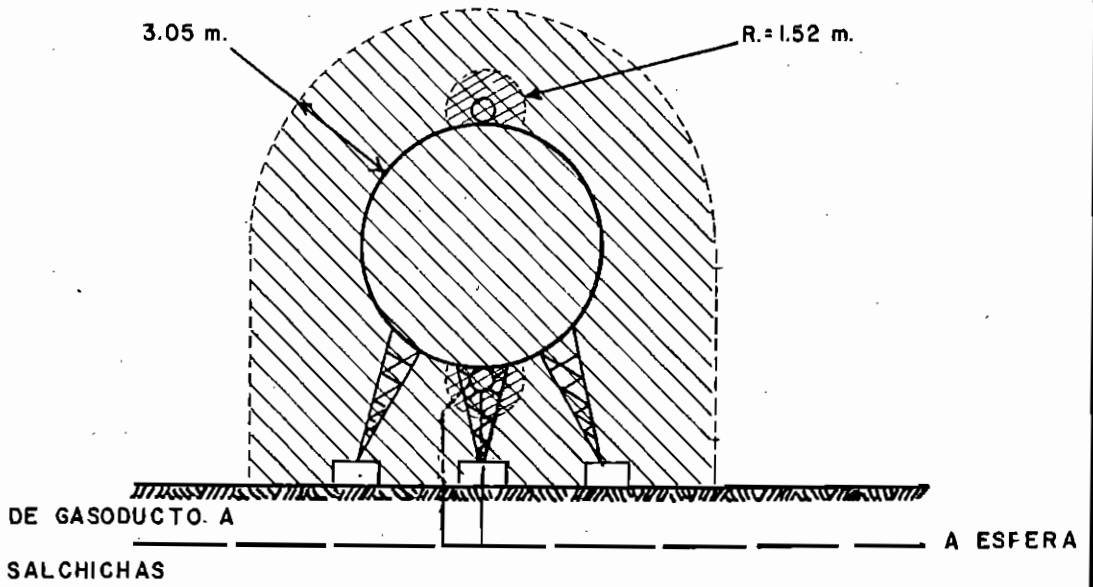


FIG. 7-3-1 (a) CORTE A-A' PATIO DE ESFERAS

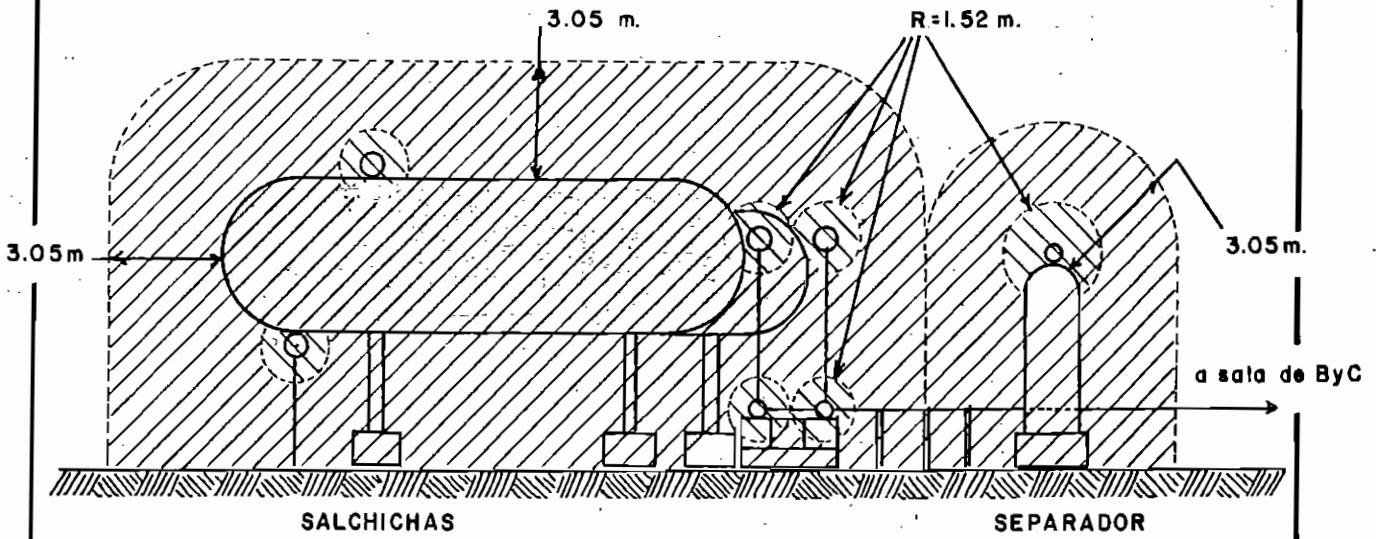
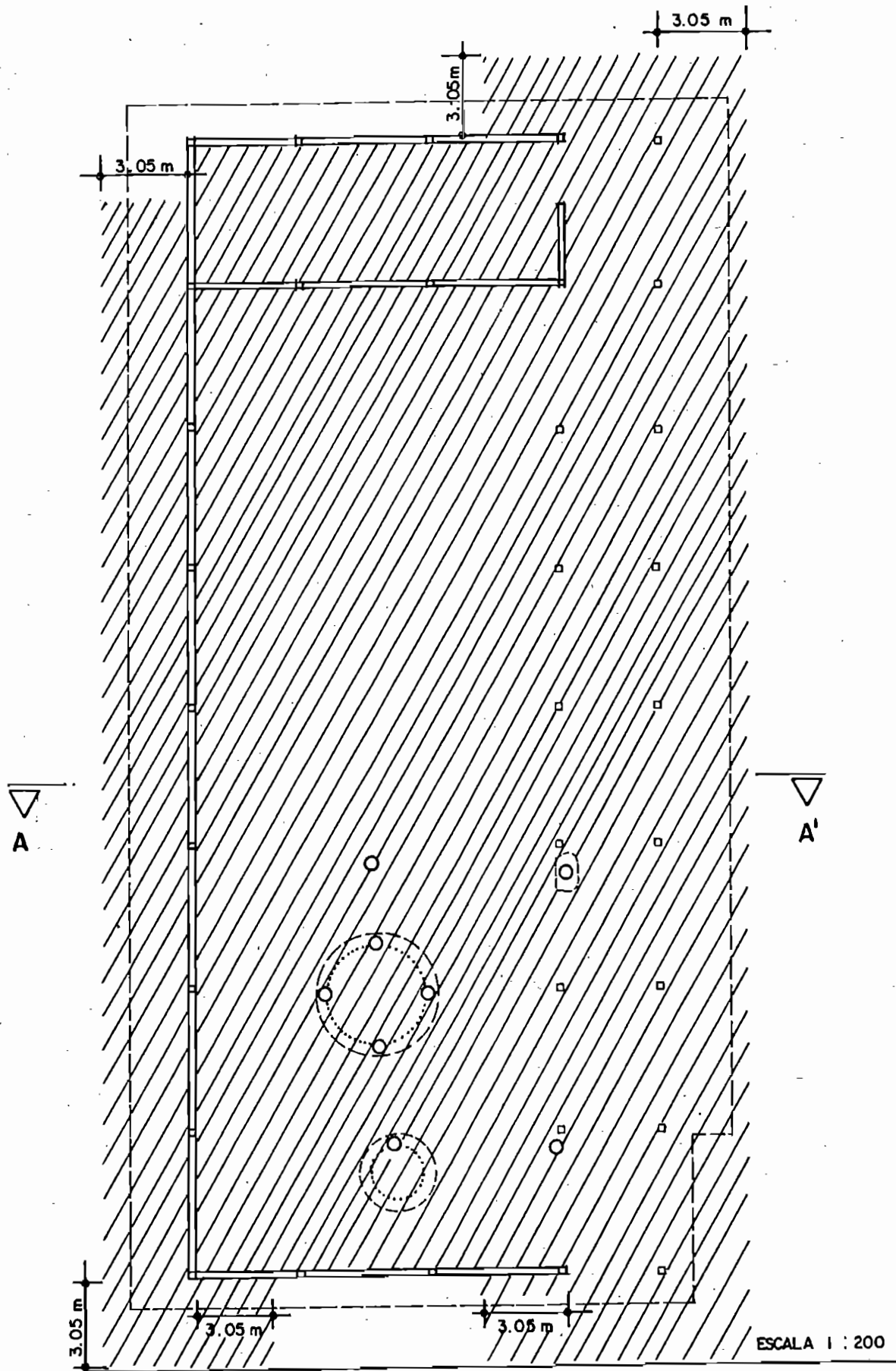


FIG. 7-3-2 (a) CORTE A-A' PATIO DE TANQUES SALCHICHAS

Escala 1:200

FIG. 7-3-3 ENVASADORA N° 1



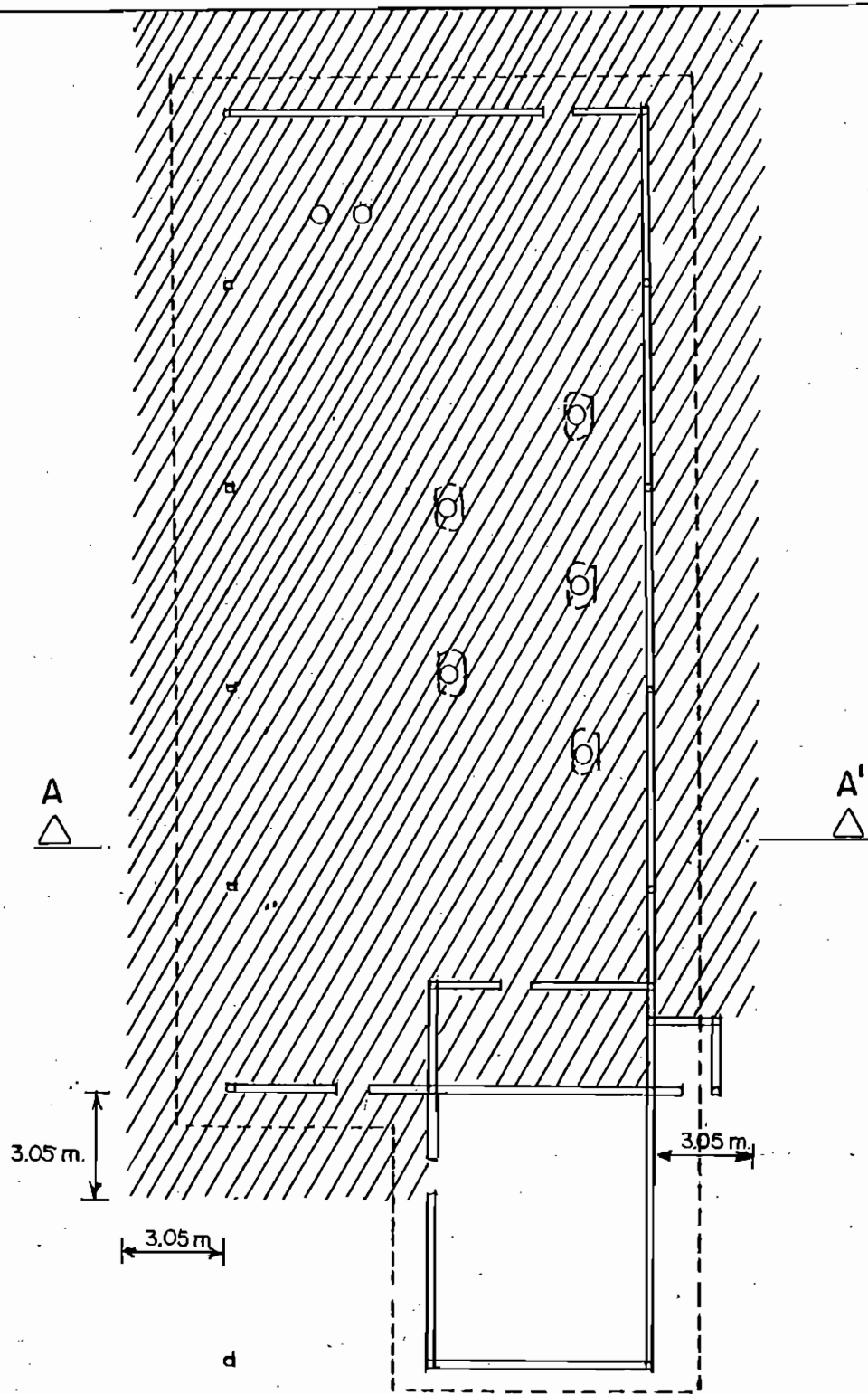
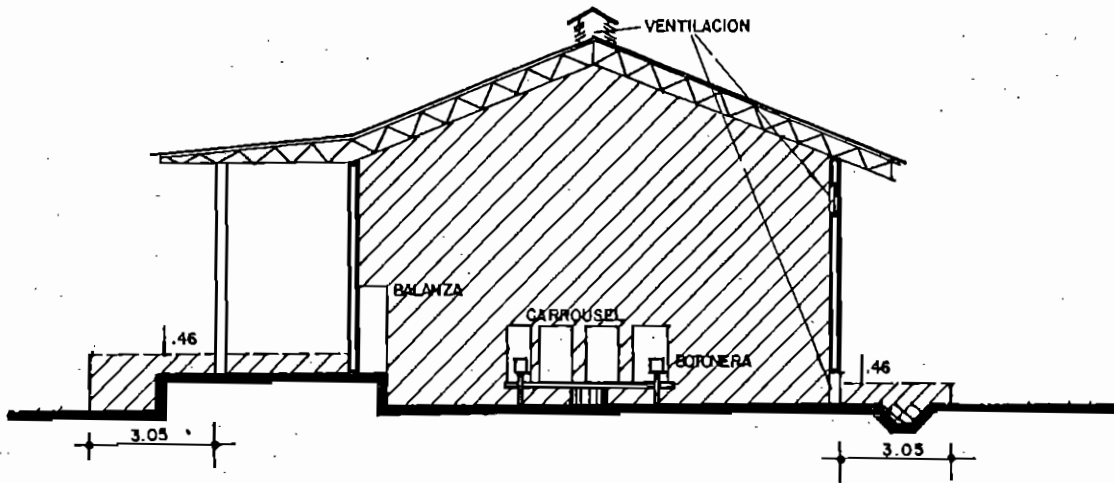


FIG. 7.3.4

ENVASADORA Nº 2

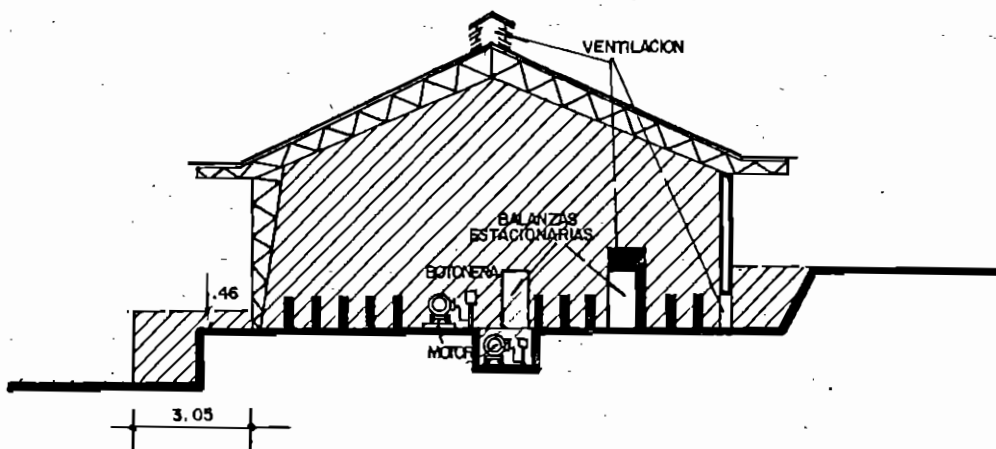
ESCALA 1:200

FIG. 7·3·3 (a)



CORTE A · A' de Fig. 7·3·3

FIG. 7·3·4 (a)



ENVASADORA N° 2 CORTE A·A'

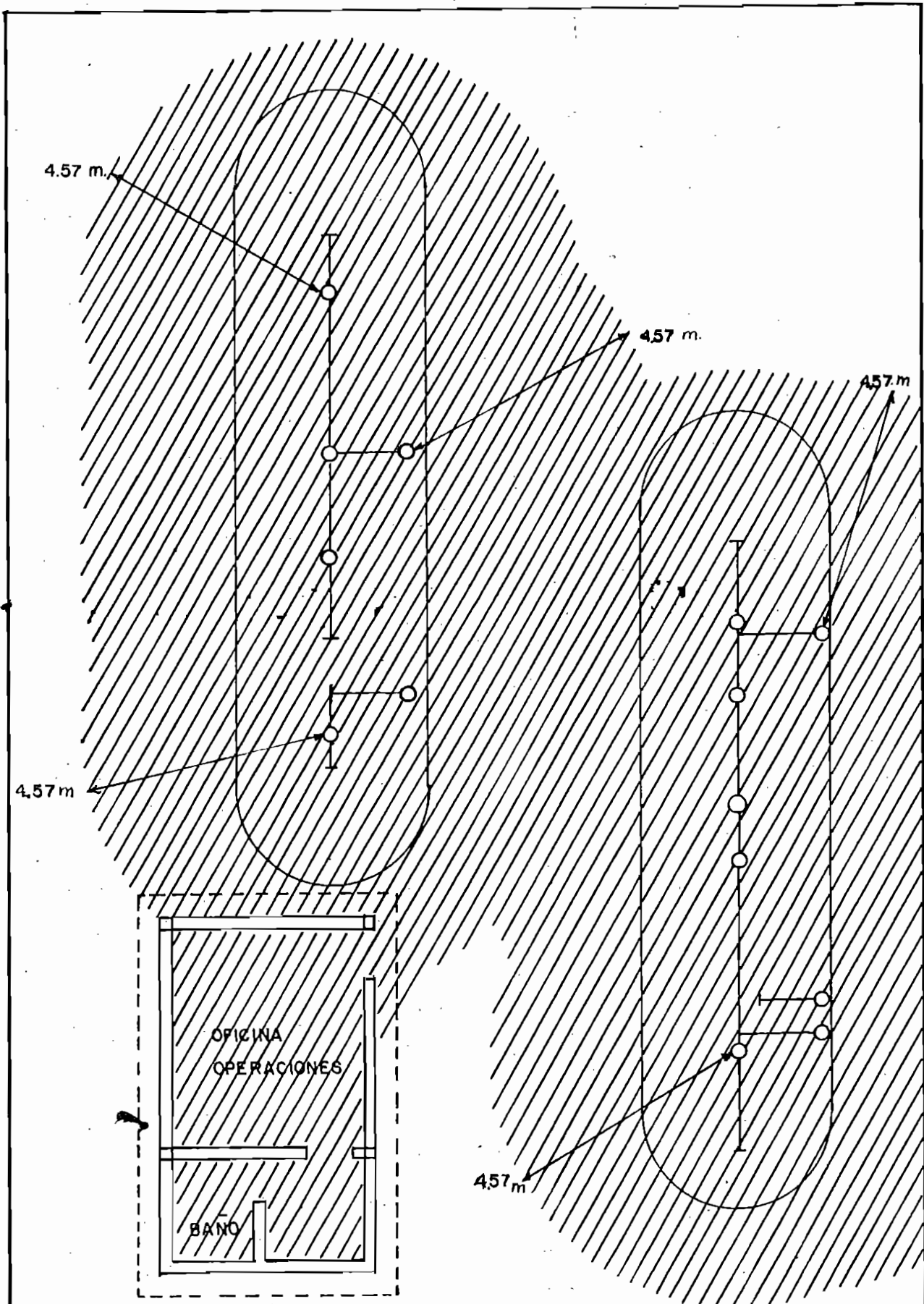


FIG. 7-3-5 PATIO DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES

ESCALA 1: 100

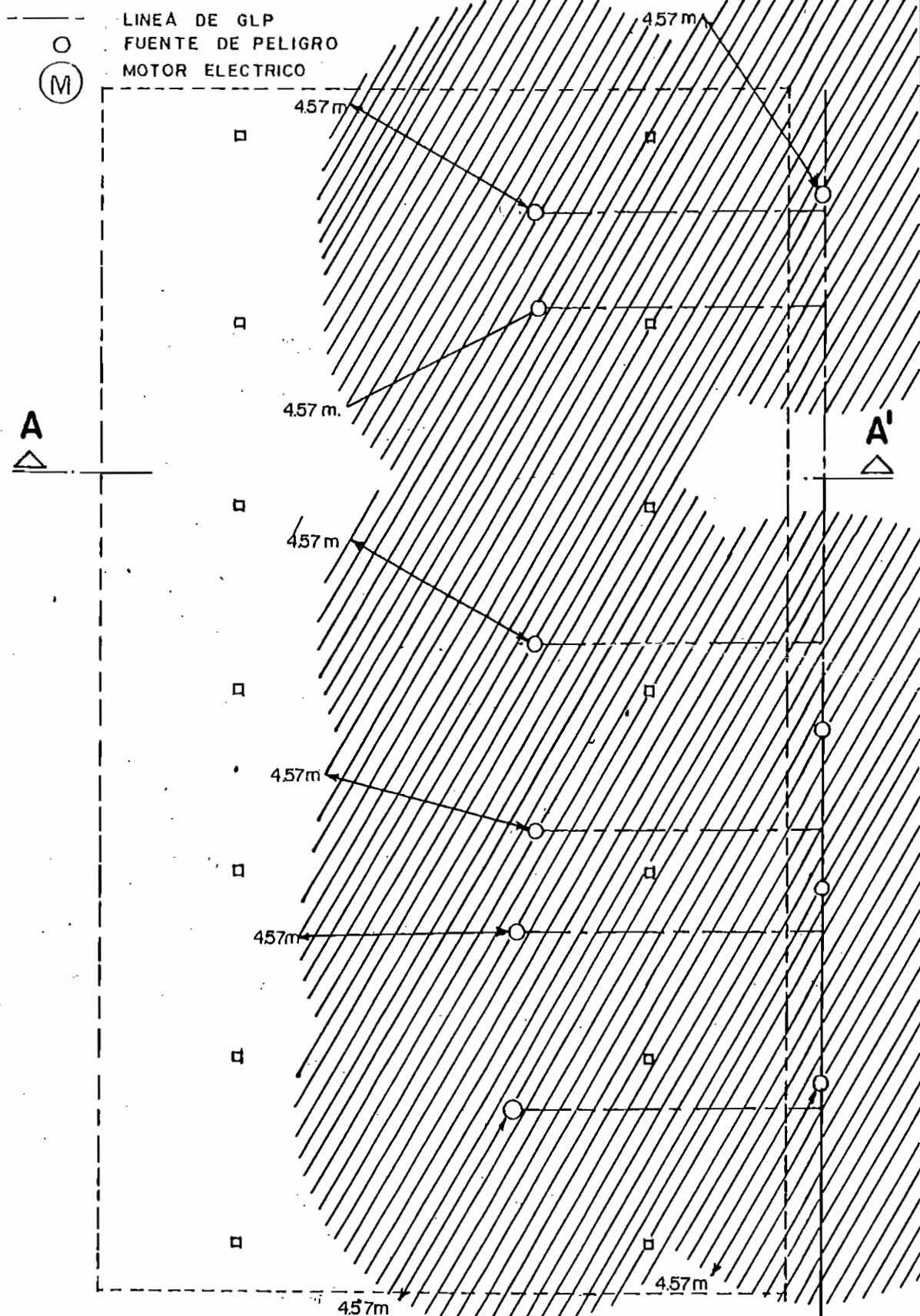


FIG. 7-3-6

ESCALA 1:125

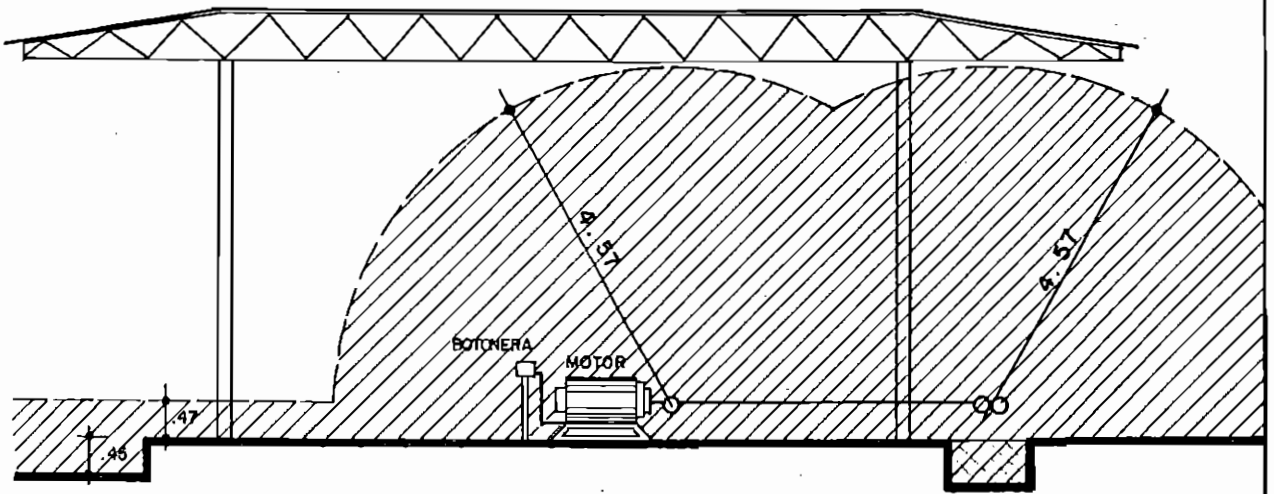
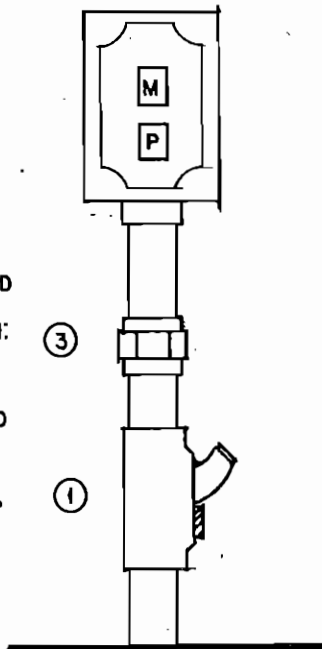


FIG. 7-3-6 (a) SALA DE BOMBAS Y COMPRESORES |
CORTE A · A'

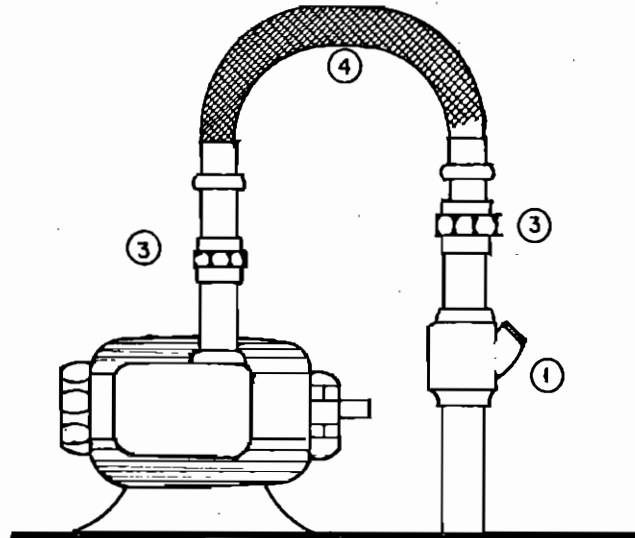
ESCALA 1:100

DETALLES

- ① SELLO: CLASE I, DIV. 1y2, GRUPO D
- ② CAJA DE CONEXION Y/O DERIVACION:
CLASE I, DIV. 1y2, GRUPO D
- ③ UNION: CLASE I, DIV. 1y2, GRUPO D
- ④ TUBO FLEXIBLE: " " "
- ⑤ CODO: " " " "

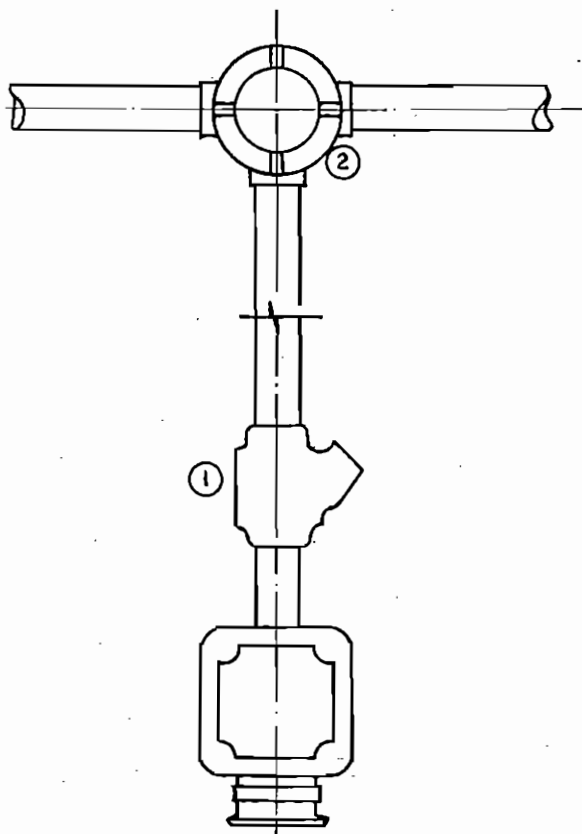


INSTALACION TIPICA DE
BOTONERAS

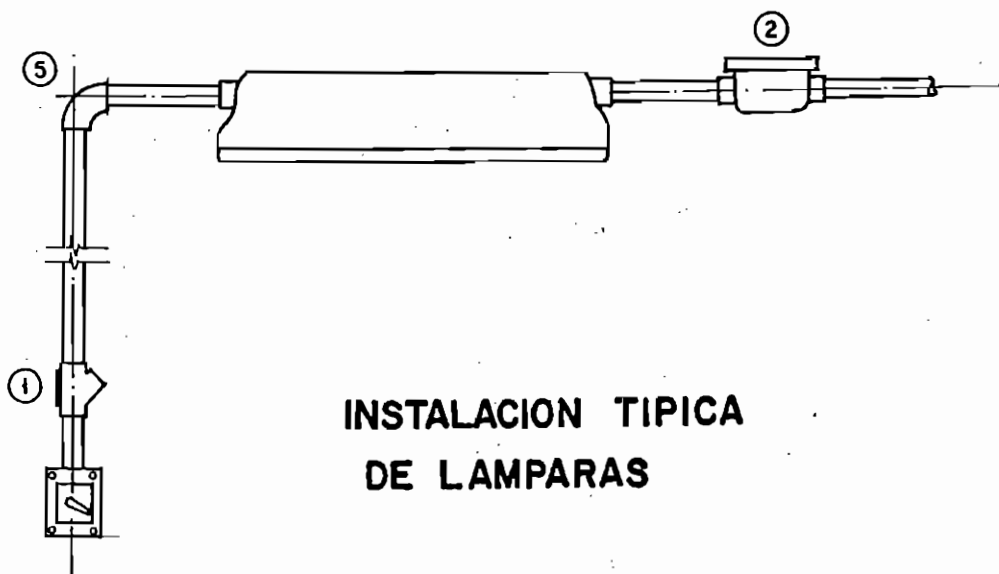


INSTALACION TIPICA DE
MOTORES

D E T A L L E S



**INSTALACION TIPICA
DE TOMACORRIENTES**



**INSTALACION TIPICA
DE LAMPARAS**

7.4. - DIAGNOSTICO DE LAS ACTUALES CONDICIONES DE OPERACION .-

Los voltajes de trabajo son: 480/220 V. para servicios especiales y 220/127 V. para servicios generales. Para el sistema de emergencia 480/220 V. y 208/120 V.

Factores de Demanda :

- Circuitos de iluminación:	100%
- Circuitos de tomacorrientes:	40%
- Salidas Especiales:	100%
- Compresores:	40%
- Bombas:	80%
- Transportador, Carrousel	100%

Con estos valores se tiene las siguientes Demandas Máximas:

(1) Sistema a 220/127 V.:

- Bombas:	59.2	$(22+26+26)*0.8$
- Compresores:	19.8	
- Transportador:	42.18	
- Ilumin.Ext.:	11.0	
- Subtableros:	62.459	

TOTAL:-----194.639 KW.

(2) Sistema a 480/127 V.:

- Bombas:	107.36	$(22+1.1+1.1+110)*0.8$
- Compresores:	43.0	
- Reductora:	50.0	
- Ilumin.Ext.:	14.75	
- Subtablero:	1.89	

TOTAL:-----217.0 KW.

Por tanto para (1) tenemos una demanda máxima de 194.639 KW. que con un factor de potencia de 0.85, se tiene 228.987 KVA., por lo que el transformador de 200 KVA. se encontrará sobrecargado en un 14.49% para máxima demanda, esto sin tomar en cuenta reserva.

En el caso (2) se tiene una demanda máxima de 217 KW., si se toma un factor de potencia de 0.85, se tiene 255.294 KVA., por lo que el transformador de 315 KVA. tiene una reserva del 18.95% para máxima demanda. Cabe indicar que en TF-1 se dispone de una reserva del 39.65% y en TF-2 con un 18.51%.

El generador de emergencia está en capacidad de suministrar una potencia de 562.5 KVA. y teniéndose una demanda máxima de 484.281 KVA., se tiene apenas una reserva de 13.9% o sea 78.219 KVA.

sistema de Iluminación:

AREA	NIVEL ILUM. (lux)		OBSERVACIONES
	CALC.	min-rec.	
Envasadora No.1	336	200-300	Reemplazar luminar. quemadas.
Envasadora No.2	156.5	200-300	Realizar rediseño.
Sala B.y C.No.1	412.8	100-200	Reemplazar luminar. quemadas.
Cuarto Tableros	156.2	200-300	Realizar rediseño.
Taller Mecánico	34.8	200-300	Realizar rediseño.
Taller Eléctric	95.5	200-300	Realizar rediseño.

#luminarias = 2(# lámparas); esto para luminarias con lámparas fluorescentes utilizadas en las áreas en estudio.

$E_m = 2(\# \text{ lámparas}) \cdot F_p \cdot C_u \cdot C_d / S$ (De sección 4.2)

Los circuitos de iluminación se encuentran alimentados por conductores tipo TW No.12 AWG., a excepción de los que se encuentran en áreas peligrosas que son de calibre No.10, protegidos por disyuntores termomagnéticos de 1P-15A y 1P-20A respectivamente.

SISTEMA DE FUERZA: Los tomacorrientes para áreas peligrosas son a prueba de explosión y para dichas áreas mientras que los de áreas no clasificadas son del tipo polarizado y para servicios generales, se alimentan por conductores del tipo TW No.10AWG y para el conductor de tierra el No.12AWG. Estos se protegen con disyuntores termomagnéticos de 1P-20A. Todo esto para circuitos normales de utilización.

CIRCUITOS DERIVADOS:

CIRC.	1.25In (A)	CALIBRE (AWG)	LONG. (m)	v. (V)	cV. (%)	OBSERVACIONES
B-1	84.90	2(3*4)	71.5	3.97	1.8	BIEN
B-2	38.92	2(3*4)	70	1.78	0.37	BIEN
B-3	100.3	2(3*6)	65	6.78	3.08	Vc=213.22 V. Vp=210 V.
B-4	100.3	2(3*6)	66	6.88	3.13	Vc=213.12 V. Vp=210 V.
C-K	84.90	2(3*8)	69	9.67	4.4	Vc=210.33 V.
C-B	132.7	3*4/0	70	2.35	0.5	BIEN
B-P1	1.98	3*14	75	1.97	0.41	BIEN

CIRC.	1.25In (A)	CALIBRE (AWG)	LONG. (m)	v. (V)	cV. (%)	OBSERVACIONES
B-P2	1.98	3*14	75	1.97	0.41	BIEN
C-B1	42.45	2(3*12)	5	0.88	0.4	BIEN
C-B2	42.45	2(3*12)	4	0.71	0.32	BIEN
C-AC	21.27	3*8	3.5	0.24	0.11	
C-A	19.48	3*8	3	0.2	0.04	BIEN
B-CI	198.58	3*4/0	4.5	0.19	0.04	BIEN
TR-1	25.13	3*10	27	3.57	1.62	BIEN
TR-2	21.27	3*10	41	4.57	2.08	Dentro del Rango.
TR-3	25.13	3*10	40	5.28	2.4	Dentro del Rango
TR-4	25.13	3*10	21.5	2.83	1.29	BIEN
TR-5	25.13	3*10	41	5.41	2.46	Dentro del Rango.
TR-24	25.13	3*10	21	2.77	1.26	BIEN
C-1	3.39	3*10	31	0.55	0.25	BIEN
C-2	4.24	3*10	39	0.87	0.4	BIEN
E-1	8.47	3*10	23	1.01	0.46	BIEN

donde: V_c Voltaje en la carga (V)

V_p Dato de placa (V)

cV Caída de voltaje (V)

v Caída de voltaje (%)

La caída de voltaje permisible para circuitos derivados es 2 al 3 % como máximo. (sección 4.4)

Los motores estandar soportan correctamente su carga normal, cuando la tensión es 10% mayor o menor que la especificada. (Ref:9).

$$B-1: v = (2.k.L.I/d^2CM)*0.866 \quad (\text{sección 4.4})$$

$$v = (2*39.37*71.5*67.92)/(2*41740) = 3.97 \text{ V.}$$

En los siguientes casos se tiene:

B-3: no hay problema porque $V_p=210 \text{ V.}$

B-4: no hay problema porque $V_p=210 \text{ V.}$

C-K: no hay problema porque $V_p=210 \text{ V.}$

ALIMENTADORES A SUBTABLEROS:

A continuación se presenta la identificación de los tableros secundarios.

CIRC.	DESCRIPCION	Vn. (V)	DEMANDA (KW)	AREA
T-1	Trifásico. 4 hilos	220	8460	Oficinas Administ.
T-2	Monofásico 3 hilos	220	810	Cuarto de Tableros
T-3	Trifásico 4 hilos	220	3836	Sala de Bombas y Compresores 1.
T-4	Trifásico 4 hilos	220	11497	Comedor
T-5	Trifásico 4 hilos	220	7773	Oficinas Beaterio
T-6	Trifásico 4 hilos	220	10688	Dispensario Médico
T-7	Trifásico 4 hilos	220	10175	Talleres
T-7'	Bifásico 2 hilos	220	6000	Talleres
T-8	Monofásico 2 hilos	127	980	Vestidores-baños
T-9	Monofásico 2 hilos	127	480	Sala de Bombas y Compresores 2.
T-10	Monofásico 2 hilos	127	2840	Bodegas
T-11	Trifásico 4 hilos	220	2890	Envasadora No.2
T-12	Monofásico 3 hilos	220	796	Sala de Operacion.
TF-1	Trifásico 3 hilos	220	15390	Celda de TF-1
TF-2	Trifásico 3 hilos	220	10390	Celda de TF-2
TS	Trifásico 4 hilos	48	29958	T-4.T-5.T-6

El dimensionamiento del calibre de los conductores y caída de voltajes se encuentran a continuación, el rango permisible para estos es del 2% y si se trata de circuitos ó cargas específicas que van directamente al tablero general es del 4-5% (sección 4.4).

CIRC.	In. (A)	CALIBRE (AWG)	LONG. (m)	v. (V)	cV. (%)	OBSERVACIONES
T-1	26.12	4*6	27	1.01	0.46	BIEN
T-2	3.75	4*8	13	0.23	0.05	BIEN
T-3	11.84	4*10	71	3.19	1.45	BIEN
T-4	35.49	4*4	18	0.6	0.27	BIEN
T-5	24.0	4*10	15	1.36	0.62	BIEN
T-6	33.0	4*4	25	0.78	0.36	BIEN
T-7	31.42	4*4	14	0.42	0.19	BIEN
T-8	9.07	2*10	8	0.55	0.25	BIEN
T-9	4.45	2*10	3.5	0.12	0.06	BIEN
T-10	13.1	2*10	5	0.5	0.23	BIEN
T-11	5.83	2*10	12	0.81	0.37	BIEN
T-12	3.68	3*10	30	0.84	0.38	BIEN
TF-1	21.77	3*4	132	4.7	0.97	BIEN
TF-2	14.7	3*4	105	2.52	0.52	BIEN
TS	92.5	4*2	48	2.63	1.2	BIEN
TA	87.15	4*2	85	4.65	1.99	BIEN
TCD-1	418.6	2(3*250) + 2*4/0	140	4.61	2.1	REDISENO
TCD-3	214.0	3*250	93	5.43	1.13	BIEN
I.ESF	8.75	3*2	155	1.39	0.63	BIEN

CIRC.	In. (A)	CALIBRE (AWG)	LONG. (m)	v. (V)	cV. (%)	OBSERVACIONES
IL-P1	4.32	3*10	80	2.27	1.03	BIEN
IL-P2	7.72	3*2	100	0.79	0.36	BIEN
IL-P3	7.72	3*2	100	0.79	0.36	BIEN
IL-P4	15.44	3*1/0	100	1.0	0.46	BIEN
IL-EX	3.18	3*8	50	0.66	0.3	BIEN
REDUC	70.75 (*)	3*4/0	190	5.41	1.13	BIEN
IT-OC	14.82	3*4	130	3.15	1.43	BIEN
IT-OR	14.82	3*4	130	3.15	1.43	BIEN

Donde se tiene que:

$$TA = 1.25(C-B1) + (CB-2) + T7 + T8 + T9 + T10$$

$$TCD-1 = 1.25(B-3) + (\text{SUMA DE CORRIENTES DE MOTORES}) + \\ + \text{ILUMINACION} + \text{TOMACORRIENTES}$$

$$TCD-3 = 1.25(B-CI) + (C-A)$$

Para el caso de los TABLEROS SECUNDARIOS, los cálculos se realizan con las corrientes nominales.

En el cálculo de las caídas de voltaje se usó las fórmulas presentadas en la sección 4.4, de igual manera que para el caso de circuitos derivados.

El alimentador para TCD-1 tiene que ser redimensionado, ya que sobrepasa los valores tolerables para éstos.

PROTECCIONES A CIRCUITOS DERIVADOS Y MOTORES:

CIRC.	In. (A)	CALIBRE (AWG)	PROTECCION (A) - 3 POLOS				
			CALCULADO		EXISTENTE		
			CIRCUITO MAX.	MOTOR REC.	MOTOR MAX.	CIRC.	MOTOR
B-1	67.91	2(3*4)	175	100	85	100	100
B-2	31.14	2(3*4)	100	50	37.5	100	40
B-3	80.24	2(3*6)	200	125	100	100	100
B-4	80.24	2(3*6)	200	125	100	100	100
C-K	67.91	2(3*8)	175	100	85	100	100
C-B	106.16	3*4/0	225	150	131.5	250	150
B-P1	1.58	3*14	15	15	2	100	---
B-P2	1.58	3*14	15	15	2	100	---
C-B1	33.96	2(3*12)	100	50	42.5	---	50
C-B2	33.96	2(3*12)	100	50	42.5	---	50
C-AC	17.02	3*8	50	30	21.5	40	40
C-A	15.58	3*8	40	30	20	400	30
B-CI	155.63	3*4/0	350	200	194	400	---
TR-1	20.1	3*10	50	30	25	30	---
TR-2	17.02	3*10	50	30	21	30	---
TR-3	20.1	3*10	50	30	25	30	---
TR-4	20.1	3*10	50	30	25	20	---
TR-5	20.1	3*10	50	30	25	25	---
TR-24	20.1	3*10	50	30	25	25	---
C-1	2.71	3*10	15	15	3	6	---
C-2	3.39	3*10	15	15	4	6	---
E-1	6.78	3*10	20	15	8.5	16	---

Para seleccionar el ajuste máximo de la protección del motor en operación (Relé Térmico), se recurre a las tablas del anexo IV.4.4, columnas 2 y 3 según el caso o también con el 1.25 de la corriente nominal del motor, esto es:

- Para B-1: $I = 1.25 \cdot I_n = 1.25 \cdot 67.92 = 84.9 \text{ (A)}$

En cambio en el caso de la protección de circuitos derivados ya sea mediante fusibles o interruptores termomagnéticos, se recurre a las tablas del anexo IV.4.4, columnas de la 4 a la 7 para valores máximos de calibración o capacidad del dispositivo.

- Para B-1: valor máximo : 175 (A)

$I = 1.25 \cdot I_n = 84.9 \text{ (A)}$; de tal forma que el valor recomendado será 100 (A), por lo que la protección es un interruptor termomagnético 3 Polos-100(A). Se debe escoger valores normalizados.

PROTECCION DE ALIMENTADORES Y BARRAS A SUBTABLEROS Y TABLEROS:

CIRC.	In. (A)	CALIBRE (AWG)	PROTECCION (A) RECOMEN. EXISTENT.	
T-1	26.12	4*6	3P-40	3P-100
T-2	3.75	4*8	2P-20	3P-30
T-3	11.84	4*10	3P-30	3P-40
T-4	35.49	4*4	3P-50	-----
T-5	24.0	4*10	3P-30	-----
T-6	33.0	4*4	3P-40	-----
T-7	31.42	4*4	3P-50	-----

CIRC.	In. (A)	CALIBRE (AWG)	PROTECCION (A) RECOMEN. EXISTENT.	
T-8	9.07	2*10	1P-20	-----
T-9	4.45	2*10	1P-20	-----
T-10	13.1	2*10	1P-30	-----
T-11	5.83	2*10	3P-20	3P-30
T-12	3.68	3*10	3P-20	SELLADO
TF-1	21.77	3*4	3P-40	3P-100
TF-2	14.7	3*4	3P-30	3P-30
TS	92.5	4*2	3P-125	3P-150
TA	87.15	4*2	3P-100	-----
TCD-1	418.6	2(3*250) + 2*4/0	3P-450	3P-400
TCD-3	214.0	3*250	3P-250	3P-250
T-7'	16.04	2*6	2P-30	2P-40
I-ESF	8.75	3*2	3P-30	3P-100
IL-P1	4.32	3*10	3P-15	3P-50
IL-P2	7.72	3*2	3P-20	3P-15
IL-P3	7.72	3*2	3P-20	3P-15
IL-P4	15.44	3*1/0	3P-20	3P-50
IL-EX	3.18	3*8	3P-15	3P-50
REDUC	70.75	3*4/0	3P-100	-----
IT-OC	14.82	3*4	3P-30	3P-50
IT-OR	14.82	3*4	3P-30	3P-50
B	152.8	---	3P-175	3P-400
C	45.8	---	3P-75	3P-100
D	676.6	---	3P-700	3P-600

CIRC.	In. (A)	CALIBRE (AWG)	PROTECCION (A) RECOMEN. EXISTENT.	
E	210.1	---	3P-250	3P-400
F	326.1	---	3P-350	3P-400

La capacidad de ruptura para los interruptores termomagnéticos principales está dado por:

Para el transformador de 200 KVA: (red, barra infinita)

$$KVAb = 200 \text{ KVA} ; Vb = 220 \text{ V.}$$

$$E = 1.0 \text{ p.u} ; x = 0.04 \text{ p.u}$$

$$Ib = 200000 / (1.732 * 220) = 524.88 \text{ (A)}$$

$$Icc = E/x = 1.0/0.04 = 25 \text{ p.u}$$

$$Icc = 25 * 524.88 = 13122 \text{ (A)}$$

$$Irms = 1.25 * 13122 = 16122 \text{ (A)} \quad \text{Según sección 4.4 y anexo IV.4.5.}$$

por tanto capacidad de ruptura: 16122 (A), normalizado 20 KA., 250 V.

Para el transformador de 315 KVA: (red, barra infinita)

$$KVAb = 315 \text{ KVA.} ; Vb = 480 \text{ V.}$$

$$E = 1.0 \text{ p.u} ; x = 0.0469$$

$$Ib = 315000 / (1.732 * 480) = 378.9 \text{ (A)}$$

$$Icc = 1.0/0.049 = 21.32 \text{ p.u}$$

$$Icc = 21.32 * 378.9 = 8078.15 \text{ (A)}$$

$$Irms = 1.25 * 8078.15 = 10097.69 \text{ (A)}$$

por tanto la capacidad de ruptura será: 10097.69 (A), normalizado 12 KA., 480 V.

En vista de que la cámara de transformación está adyacente al cuarto de tableros y a la vez el generador de emergencia se encuentra conjuntamente con los tableros, por lo que los recorridos en baja tensión son pequeños, por tanto no cabe el analizar caídas de voltaje, sino el dimensionamiento de los conductores y que se presenta a continuación:

Para el transformador de 200 KVA (220/217 V) se utiliza los siguientes conductores: $(3(3*4/0) + 2*4/0)$ TTU con capacidad de conducción de $3*230 = 690$ (A) por fase, mientras la corriente nominal es 617.5 (A), por lo que no hay problema. Para el neutro se tiene una capacidad de conducción de $2*230 = 460$, mientras que el 70% del valor nominal de la corriente corresponde a 432.2 (A) para dimensionar el neutro.

La acometida en baja tensión del transformador de 315 KVA (480/277 V) está constituida por: $2(3*250\text{MCM} + 1*250\text{MCM})$ TTU con capacidad de conducción de $2*255 = 510$ (A). por fase, mientras que la corriente nominal para toda la capacidad del transformador es 445.76 (A), por lo que no hay problema incluso cuando se utilice toda la reserva. El 70% de la corriente nominal es 312 (A) y los conductores del neutro conducen 255 (A), pero no se ha presentado problemas ya que las cargas son por lo general trifásicas.

Los conductores de la acometida proveniente del generador de emergencia son: $(3(3*4/0) + 3*4/0)$ TTU con capacidad de conducción de $3*230 = 690$ (A) por fase, en tanto que la corriente nominal es 676.6 (A). Para el neutro se tiene los conductores $3*4/0$ con capacidad de conducción de 690 (A), mientras que el 70% de la corriente nominal es 473.6 (A).

Las protecciones a los transformadores, tanto para el lado de alta como de baja, cumplen con los valores establecidos en las normas de la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Malla de puesta a tierra: Para el cálculo del sistemas de tierras se necesita de los siguientes parámetros: -

Resistividad promedio del suelo: 4.1 ohm.m, -

Resistividad promedio en la superficie: 6000 ohm.m

(hormigón)

- Corriente Máxima de cortocircuito: Irms = 16402.5 (A)

(valor calculado antes en esta sección)

Este valor se multiplica por un factor de decremento de 1.00 para un tiempo de duración de la falla de 0.5 seg.

(anexo IV.6.1), entonces:

$$I = 16402.5 * 1.0 = 16402.5 \text{ (A)}$$

En el diseño preliminar, se calcula la longitud total de la malla de la siguiente manera:

$$L = Km.Ki.\rho.\sqrt{t}.I/(116 + 0.17 s)$$

$L = 1.73 \cdot \sqrt{0.5 \cdot 4.1 \cdot 16402.5 / (116 + 0.17 \cdot 6000)} = 72.42 \text{ (m)}$
 donde Km.Ki se tomó de las configuraciones presentadas en el anexo IV.6.3.

El calibre del conductor se calcula como sigue:

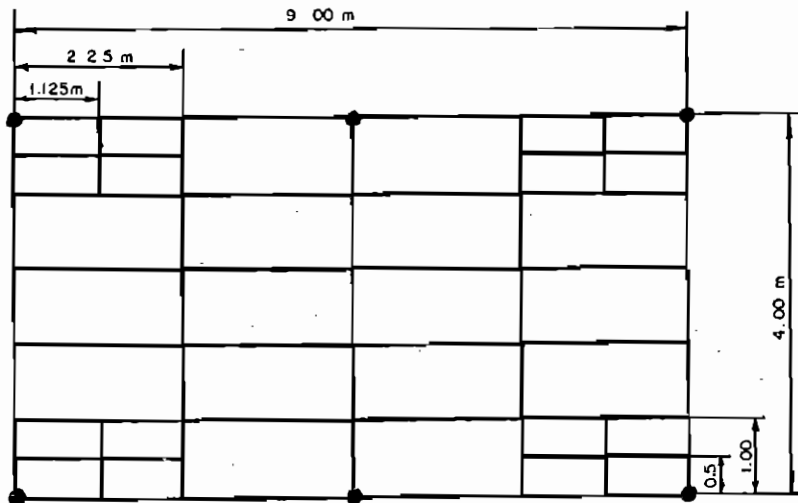
$$A = I / (\log((T_m - T_a) / (234 + T_a) + 1) / 33 \cdot S)^{1/2} \quad (\text{sección 4.6})$$

$$A = 16402.5 / (\log((450 - 20) / (234 + 20) + 1) / 33 \cdot 1.5)^{1/2}$$

$$A = 104112 \text{ CM. (equivale al 1/0)}$$

donde: $T_m = 450^\circ\text{C}$ para uniones soldadas, $T_a = 20^\circ\text{C}$ temperatura ambiente, $S = 1.5 \text{ seg. tiempo}$ durante el cual se aplica la corriente I .

A continuación se presenta el diseño propuesto:



- VARILLA COPERWELD 1.8 m, $\varnothing 16 \text{ mm}$
- CONDUCTOR Cu N° 1/0

La longitud total del conductor enterrado, incluido las varillas, en el diseño propuesto es 88.8 m., mientras que el valor calculado es de 72.42 m.

$$\text{Area} = 9 \cdot 4 = 36 \text{ m}^2$$

$$L' = L_{\text{cond.}} + L_{\text{vari.}} + L_{\text{celdas.}}$$

$$L' = 65 + 10.8 + 13 = 88.8 \text{ m.}$$

Para el cálculo de la resistencia del sistema de tierras (sección IV.6 (4)), se tiene:

$$r = (A/\pi)^{0.5} = (36/3.1416)^{0.5} = 3.4 \text{ m.}$$

$$R = \frac{4.1}{4 \cdot r} + \frac{4.1}{L'} = 4.1/(4 \cdot 3.4) + 4.1/88.8$$

$$R = 0.347 \text{ ohm.}$$

De acuerdo a IV.6 (5), se tiene que el potencial máximo de la red es:

$$U = R \cdot I = 0.347 \cdot 16402.5 = 5691.67 \text{ V.}$$

$$E_d = (116 + 0.17 \cdot s) / \sqrt{t} = (116 + 0.17 \cdot 6000) / \sqrt{0.5}$$

$$E_d = 1606.54 \text{ V.}$$

entonces $U < E_d$, por lo que hay que analizar los otros pasos.

El voltaje de paso viene dado por:

$$U_s = K_s \cdot K_i \cdot I / L \quad (\text{sección 4.6 (6)})$$

$$K_s = 1/\pi (1/2 \cdot h + 1/(D+h) + 1/2 \cdot D + 1/3 \cdot D + 1/4 \cdot D)$$

$$K_s = 1/\pi (1/2 \cdot 0.7 + 1/(2.25+0.7) + 1/2 \cdot 2.25 + 1/3 \cdot 2.25 + 1/4 \cdot 2.25) = 0.58$$

$$K_i = 1.47$$

$$D = 2.25 \text{ m, } h = 0.7 \text{ m.}$$

$$U_s = 0.58 \cdot 1.47 \cdot 4.1 \cdot 16402.5 / 88.8 = 645.69 \text{ V.}$$

$$E_s = (116 + 0.7 \cdot s) / \sqrt{t} = (116 + 0.7 \cdot 6000) / \sqrt{0.5}$$

$$E_s = 6103.74 \text{ V.}$$

por tanto como $U_s < E_s$, entonces se satisface la condición para el voltaje de paso, por lo que el diseño preliminar es aceptable.

7.5 - SELECCION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL SISTEMA .

En esta sección se analizará la selección del equipo y accesorios del sistema eléctrico, desde el punto de vista de clasificación de áreas peligrosas. Es así como la Planta en estudio, maneja el gas licuado de petróleo el cual de acuerdo a sus componentes y características explosivas se clasifica en las atmósferas del grupo D, como consta del análisis realizado en la sección 7.3, se tiene las siguientes áreas clasificadas en la Planta de Gas:

Clase I - División 1

Clase I - División 2

Areas no clasificadas.

abe anotar por otro lado que la distribución del equipo eléctrico en la Planta, se lo ha realizado por lo general en las áreas no clasificadas, limitándose a instalar en las áreas clasificadas como peligrosas, equipo como botoneras y motores, lográndose de esta manera reducir las condiciones de peligro al mínimo e incluso los costos son significativamente menores, ya que el equipo e instalaciones son para trabajar en condiciones ordinarias, otra ventaja de realizar estas instalaciones es la facilidad que prestan estos lugares no clasificados para realizar labores de mantenimiento y operación.

En las áreas no clasificadas y de acuerdo a la sección 7.3, tenemos:

- Transformadores y sus protecciones.

- Acometida en alta tensión.
- Tableros principales, de transferencia y subtableros con elementos de protección y control de circuitos y motores.
- Generador de Emergencia y tablero de control.

Mientras que en las áreas clasificadas como peligrosas, se tiene:

- Botoneras y luces piloto.
- Motores.
- Interruptores.
- Tomacorrientes.
- Lámparas.
- Accesorios.

Todos estos se seleccionan según la clase, división y grupo, como sigue:

AREAS CLASE I, DIVISIONES 1 Y 2, GRUPO D.

BOTONERAS.- estas son del tipo EFS y EFD, marca Crouse-Hinds, aprobadas para ser instaladas en áreas Clase I, División 1 y 2, grupos C y D, son a prueba de explosión y vienen selladas de fábrica. Estas se ilustran en la figura 7.5.1, además son aprobadas para instalarse en áreas Clase II, Divisiones 1 y 2, Grupo E, F y G y para áreas Clase III, Divisiones 1 y 2.

MOTORES.- estos son de acuerdo a los requerimientos, pero sus características de construcción y operación cumplen los requisitos exigidos para Clase I, División 1, Grupo D, esto es, son a prueba de explosión, aprobados para

estas áreas y el rango de temperatura de entre T2A y T6 de acuerdo a la tabla V.1.

INTERRUPTORES.- Son del tipo EDS, 20 A. 120/277 V., marca Crouse-Hinds, aprobados para ser instalados en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos C y D además para áreas Clase II, Grupos E, F y D y para áreas Clase III, Divisiones 1 y 2. Estos dispositivos son sellados de fábrica y a prueba de explosión y se muestran en la figura 7.5.2.

TOMACORRIENTES.- Son del tipo SRD, 20-30 A. 125-250 V., marca Crouse-Hinds, aprobados para instalarse en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2 y Grupo C y D y para áreas Clase II, Grupos F y G y para áreas Clase III, Divisiones 1 y 2; los enchufes son del tipo SP. Son sellados de fábrica y a prueba de explosión.

LUMINARIAS.- En las diferentes localidades de la Planta de Gas clasificadas como peligrosas se utiliza iluminación fluorescente, estas luminarias son del tipo EVF, 125-277 V., marca Crouse-Hinds, aprobadas para ser instaladas en áreas Clase I, División 1, Grupos C y D y para áreas Clase II, División 1 y Grupos E, F y G.

En caso de utilizarse luminarias incandescentes, estas serán del tipo EVA, marca Crouse-Hinds, aprobadas para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos C y D y para áreas Clase II, Divisiones 1 y 2, Grupos E, F y D. Vienen sellados de fábrica y son a prueba de explosión, se

tienen desde 100 W. hasta 500 W. alimentados por voltajes de 125 V. o 277 V.

Las luminarias se muestran en la figura 7.5.4.

En las áreas Clase I, División 2 se utiliza iluminación fluorescente, para lo cual se utilizan luminarias tipo FVN, 120 y 277 V., aprobadas para éstas áreas.

Para el caso de iluminación incandescente y localidades Clase I, División 2 y Grupo D, se utilizarán luminarias tipo VDB, aprobadas para funcionar en estas áreas.

De requerirse luminarias de vapor de mercurio en áreas Clase I, División 2 y Grupo G, se puede emplear las tipo VDBM, marca Crouse-Hinds ó similares.

Estas luminarias se ilustran en la figura 7.5.10.

TUBO FLEXIBLE.- son del tipo EC y ECHF, marca Crouse-Hinds, aprobados para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D como también para áreas Clase II, Grupos E, F y G y Clase III con sus respectivas Divisiones 1 y 2. Estos accesorios sse ilustran en la figura 7.5.5.

ACCESORIOS: Los accesorios necesarios para las instalaciones en áreas Clase I, División 1, Grupo D son:

UNIONES.- Estas son del tipo UNY para conectar el tubo conduit a cajas de conexión o a tableros eléctricos denominados conectores y las del tipo UNF que sirven para la conexión entre tubos conduit, marca Crouse-Hinds, aprobados para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D además para áreas Clase II, Grupos E, F y G y

para áreas Clase III, Divisiones 1 y 2; estas se ilustran en la figura 7.5.6.

CODOS.- Son del tipo UNL, marca Crouse-Hinds, aprobados para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2 y grupos A, B, C y D, como también para áreas Clase II, grupos E, F y G y áreas Clase III, Divisiones 1 y 2. Estos se ilustran en la figura 7.5.7.

CAJAS DE CONEXION Y/O DERIVACION.- Son del tipo EAB, GUJ y OE, marca Crouse-Hinds, las tipo EAB son aprobadas para áreas Clase I, Grupos A, B, C y D, los tipos GUJ y OE para Grupos C y D, todos para Divisiones 1 y 2, además son aprobados para Clase II, Grupos E, F y G y para Clase III, Divisiones 1 y 2. Estas cajas se muestran en la figura 7.5.8.

SELLOS Y MATERIAL SELLANTE.- Los sellos son del tipo EYS y EZS, marca Crouse-Hinds, aprobados para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, los EYS para Grupos A, B, C y D mientras que los tipo EZS para los Grupos C y D, además son aprobados para áreas Clase II, Grupos E, F y G y para Clase III, para las Divisiones 1 y 2.

El material sellante está formado por un compuesto sellante y fibra cerámica, marca Crouse-Hinds denominados Chico A y Chico X respectivamente.

Los sellos y el material sellante se ilustran en la figura 7.5.9.

Para el reemplazo de algún equipo ó accesorio, este podrá ser de marca Crouse-Hinds, Appleton ó similares, siempre

y cuando cumplan con los requerimientos y especificaciones técnicas para estas áreas.

AREAS NO CLASIFICADAS.-

En el caso de equipo y accesorios eléctricos en áreas no clasificadas como peligrosas, estos son básicamente del tipo utilizado en sistemas de uso general.

A continuación se presentan los gráficos relacionados a los equipos utilizados en las áreas peligrosas, en la Planta de Gas.

SELECCION DE EQUIPO

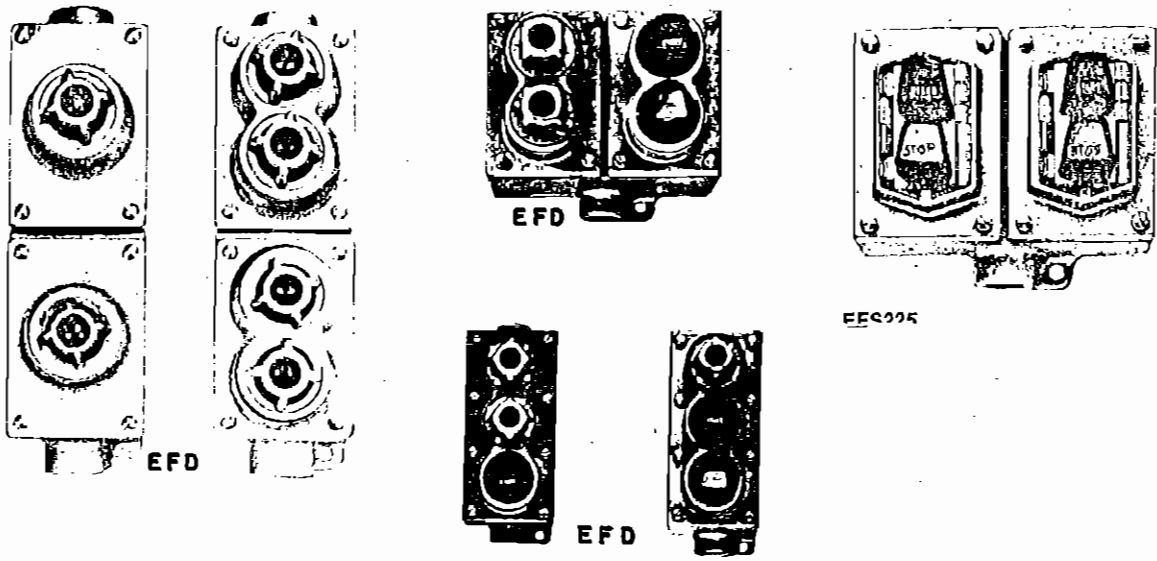


FIG. 7-5-1 BOTONERAS Y LUCES PILOTO, CLASE I DIV. 1y2 GRUPO C y D

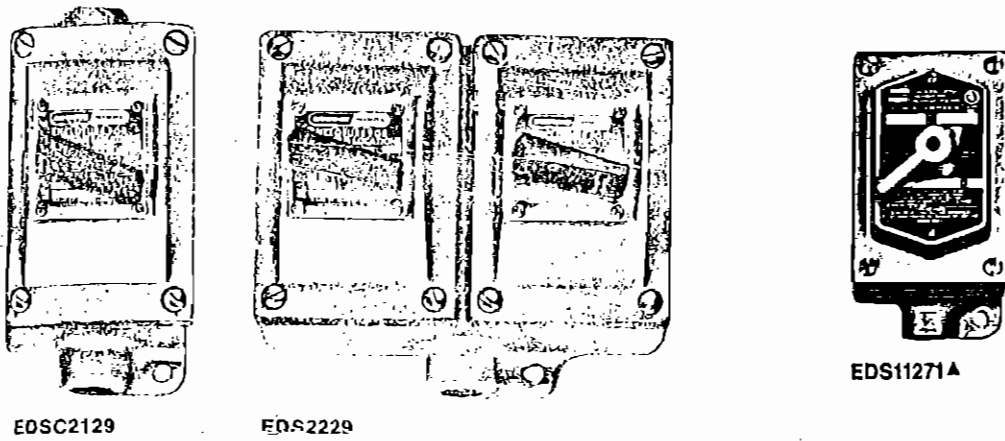
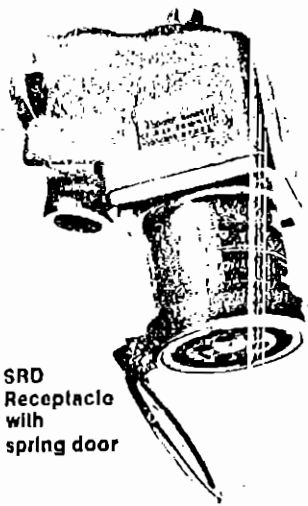
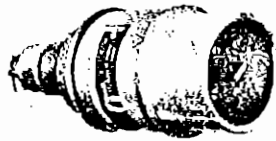


FIG. 7-5-2 INTERRUPTORES, CLASE I DIV. 1y2 GRUPO C y D

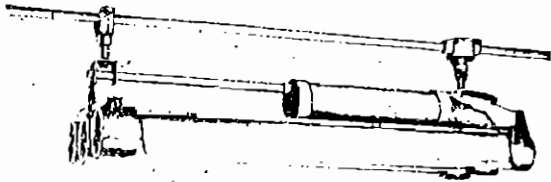


SRD
Receptacle
with
spring door

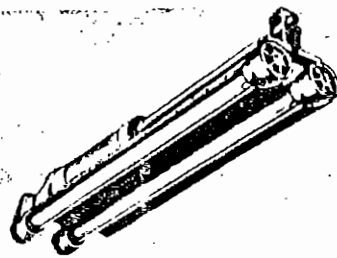


SP Plug

FIG. 7-5-3 TOMACORRIENTES,
CLASE I DIV. 1y2
GRUPO CyD



3-lamp

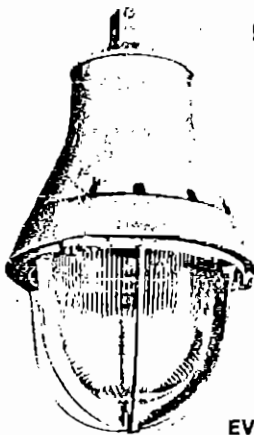


2-lamp with angle reflector

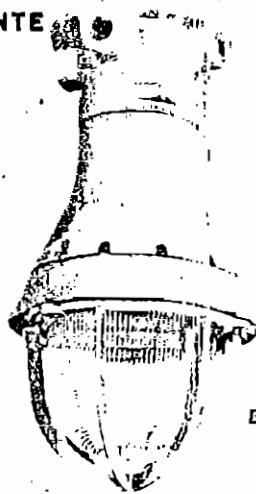
L. FLUORESCENTE

EVF

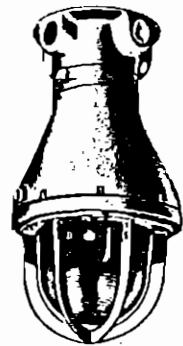
L. INCANDESCENTE



EVA Pendant



EVCX

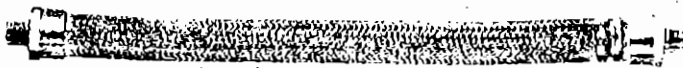


Without reflector

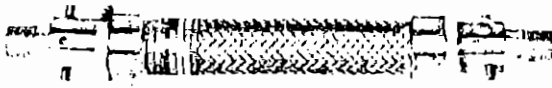


L.VAPOR MERCURIO

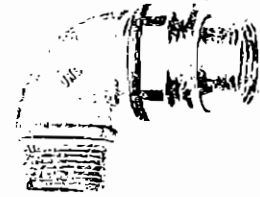
FIG. 7-5-4 LUMINARIAS; CLASE I DIV. 1y2
GRUPO CyD



ECGJH



ECHF



UNL

**FIG. 7-5-5 TUBO FLEXIBLE; CLASE I, DIV 1 y 2
GRUPOS A, B, C y D**

**FIG. 7-5-7 CODOS CLASE I
DIV. 1 y 2 GRUPOS A, B, C y D**



1/2"-4"



1/2"-4"



5"-8"

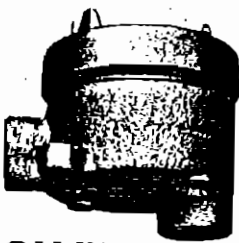


5"-8"

UNY

UNF

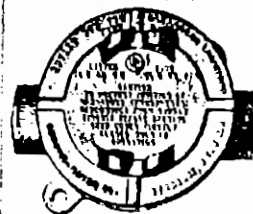
**FIG. 7-5-6 UNIONES; CLASE I
DIV. 1 y 2 GRUPOS ABC y D**



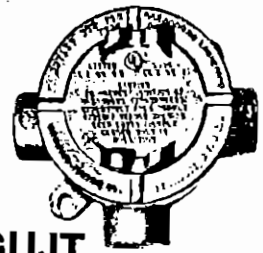
GUJB



GUJL



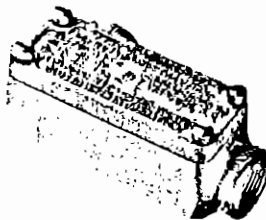
GUJC



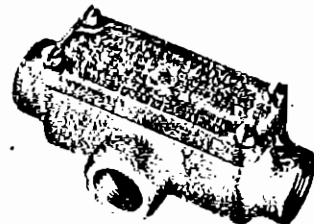
GUJT



OEC

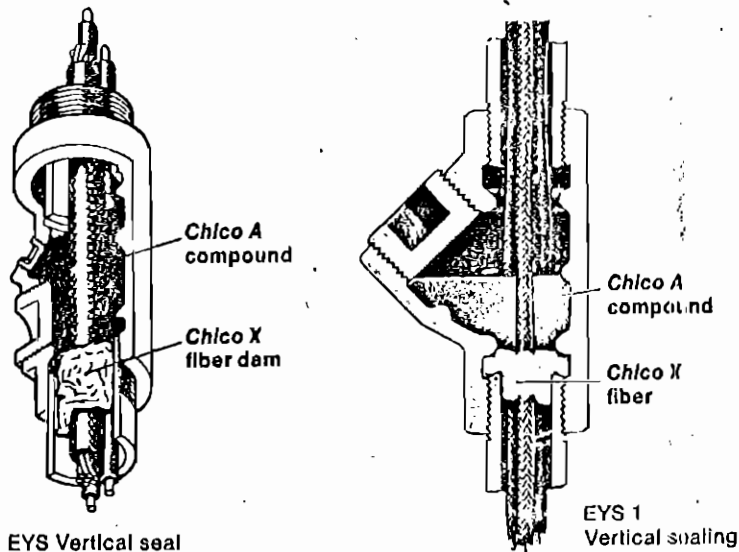
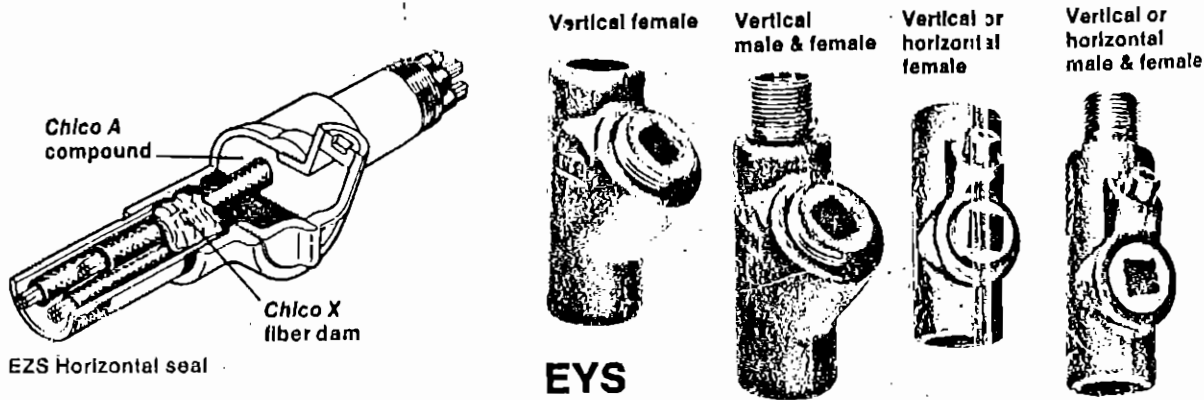


OELL



OET

**FIG. 7-5-8 CAJAS DE CONEXION Y/O DERIVACION CLASE I DIV. 1 y 2
GRUPO C y D**



Chico A
Sealing Compound

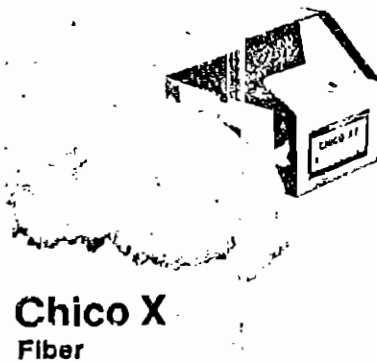
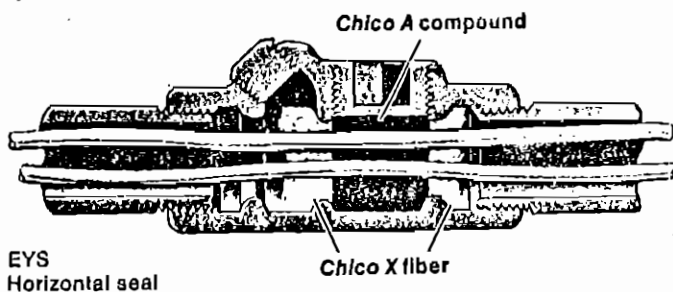


FIG. 7-5-9 SELLOS Y MATERIAL SELLANTE; CLASE I DIV. 1 y 2 GRUPOS C y D

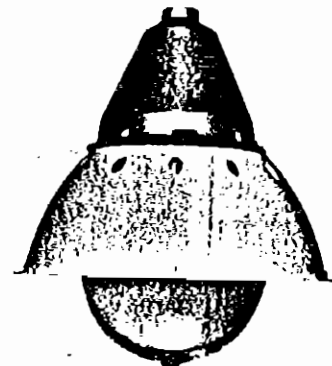
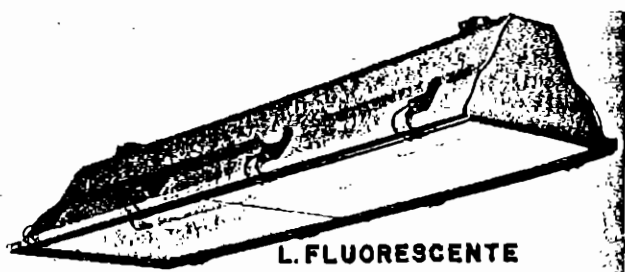


FIG. 7-5-10 LUMINARIAS; CLASE I DID.2 GRUPOS C y D

VDBM with dome reflector
L. VAPOR MERCURIO

7.6.- SEGURIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO .-

Una de las principales causas de accidentes, consiste en los errores cometidos durante la operación del equipo. Estos errores no siempre provienen del desconocimiento de los sistemas y prácticas correctas: con frecuencia se origina en el hecho de que se siguen prácticas incorrectas con el propósito de ahorrar tiempo y trabajo en la ejecución de maniobras de operación.

En especial para los supervisores y personal encargado del mantenimiento eléctrico deberán tener presente y llevar a la práctica los postulados enunciados en el capítulo II, secciones 2.3 y 2.4 con el fin de prevenir posibles accidentes.

Cabe anotar que no debe olvidarse la prohibición que existe de no fumar en las áreas de envasado, almacenamiento, cuarto de bombas y compresores No.1, islas de carga y descarga de autotanques, cuarto de operaciones, tuberías y válvulas de transporte y todo lo que es localizaciones peligrosas y sus zonas circundantes, con el objeto de proteger la vida de las personas que trabajan allí, dado que siempre existe el peligro de una fuga de GLP.

Nunca debe usarse hidrocarburos para lavar ropa y herramientas dentro de las áreas de proceso, en las casas de control y fuerza ó en los baños aledaños a la envasadora e islas de carga y descarga; esta mala práctica a sido la causa de muchos incendios y muertes.

En las áreas consideradas como peligrosas no se utilizara calentadores de ambiente ó de agua eléctricos.

Toda instalación, equipo y accesorios eléctricos, que se instale en estas áreas deberá regirse estrictamente a lo que se estipula en el capítulo V, al respecto.

Cuando existe una fuga ó se efectúa una maniobra que implique riesgos, deben fijarse avisos claros y visibles que indiquen los lugares en que existe peligro.

Deben conservarse libre los pasillos, plataformas y vías de circulación para que en casos de emergencia se facilite el tránsito de las personas y equipo auxiliar, esto en especial en la envasadora.

Debe mantenerse también la mayor limpieza posible en el área, procurando que los pisos esten libres de hidrocarburos, de acumulación de estopas, papeles y basuras en especial en los lugares de peligro de la planta.

7.7.- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO .-

El mantenimiento eléctrico es uno de los puntales fundamentales para que la producción no se paralice en una industria, por lo que la programación de mantenimiento que se lleve a cabo cotidianamente en la Planta de Gas de El Beaterio reflejará la continuidad de los procesos que en ésta se efectúan a la par con la seguridad industrial aplicada. Por tanto, en primer lugar se deberá seleccionar el personal técnico calificado para estas funciones y la consecuente capacitación para su

mejor desempeño. Es de señalar que el departamento de mantenimiento deberá tener estrecha relación con el departamento de seguridad industrial.

Una vez que se cuenta con la evaluación y diagnóstico del sistema eléctrico, se tendrá que proceder a elaborar un registro de cada uno de los circuitos y sus protecciones, de los equipos y sus accesorios y material de acuerdo a su clasificación.

Se procederá además con un proceso de mantenimiento preventivo a los equipos que así lo requieran y a elaborar tarjetas de para cada uno de los equipos.

7.8.- RECOMENDACIONES AL SISTEMA ELECTRICO EXISTENTE.

En los puntos denominados como TA y TS, en los cuales la derivación para la alimentación a los respectivos subtableros se realiza directamente desde el conductor y en los pozos de revisión, presentándose de esta manera riesgos de fallas eléctricas y accidentes, por lo que para estos fines deberá diseñarse e instalarse tableros en TA y TB, con las protecciones debidas a cada uno de los subtableros que sirven.

Se deberá realizar una redistribución de los circuitos en los tableros principales, de tal manera que cada uno de estos contengan determinados circuitos en función del voltaje nominal de servicio, ya que en nuestro caso por ejemplo el Tablero General aloja circuitos tanto de 220 V. como de 480 V. y por otro lado hay circuitos alojados a en dos tableros principales, que lo único que hacen es

confundir al personal de mantenimiento y volverle al sistema eléctrico complejo.

En los lugares peligrosos debe realizarse una inspección minuciosa de los sellos e instalaciones eléctricas.

Ya que el sistema a 220 V. se encuentra sobrecargado, es pertinente se baje carga, para lo cual se sugiere atender la demanda de energía eléctrica de los tableros T4, T5 y T6 desde una torre de transformación colocada en este lugar, que corresponde a una área no clasificada y se encuentra entre la Planta de Gas y la de Productos Limpios.

C A P I T U L O VIII

8.1.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .-

- El desarrollo del presente trabajo, ha permitido en base a las diferentes normas y códigos, en especial las normas NFPA (National Fire Protective Association) y API (American Petroleum Institute), realizar un documento de consulta, para profesionales y estudiantes de ingeniería eléctrica y para quienes se desempeñan en el campo de la construcción y mantenimiento de sistemas eléctricos en industrias en las cuales se tienen áreas con atmósferas explosivas y a la vez sea un elemento didáctico fundamental y complementario.

El ingeniero eléctrico, es un técnico que no debe estar alejado de todo aquello que es la seguridad e higiene industrial, por lo que en el capítulo II se expone los fundamentos más importantes para llevar a efecto programas y acciones de seguridad.

Los trabajos eléctricos en áreas con atmósferas explosivas, deben ser tomados con la seriedad del caso, por lo que se deberá observar a cabalidad todos los parámetros y normativos que este tipo de construcciones exigen.

Lo que el país necesita es que la Universidad mantenga un estrecho vínculo con su medio externo, es así como por

medio de estos trabajos de tipo aplicativo a nuestra realidad nos encaminaremos hacia el desarrollo.

0.2.- BIBLIOGRAFIA:-

- 1- Avilés Fausto, "Curso de Instalaciones Eléctricas", Facultad de Ingeniería Eléctrica-EPN, Quito 1989.
- 2- Ayora Paúl, "Curso de Alto Voltaje II", Facultad de Ingeniería Eléctrica-EPN, Quito 1985.
- 3- American Petroleum Institute, "Classification of Areas for Electrical Installations", Dallas TX-USA, 2da. Edición, API-RP 500.
- 4- Consejo Interamericano de Seguridad, "Noticias de Seguridad", Englewood-USA.
- 5- Crouse-Hinds, "Guía para la seguridad en Areas con Procesos Peligrosos o con Atmósferas Explosivas", Syracuse N.Y-U.S.A.
- 6- Crouse-Hinds, "Equipo Eléctrico en Areas Peligrosas", Syracuse N.Y-U.S.A.
- 7- Crouse-Hinds, "Electrical Construction Materials", Syracuse N.Y-U.S.A.
- 8- Empresa Eléctrica Quito S.A., "Normas para Sistemas de Distribución", Quito 1979.
- 9- Enriquez H.Gilberto, "Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Mediana y Alta Tensión", Editorial Limusa, México 1979, 2da. Edición.
- 10- Enriquez H.Gilberto, "Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales", Editorial Limusa, México 1977, 1ra.Edición.
- 11- Enriquez H.Gilberto, "Transformadores y Motores

- Trifásicos de Inducción", Editorial Limusa, México 1976, 2da.Edición.
- 12- Henry Martin (NFPA), "Flammable Combustible Liquids Code Handbook", Quincy-Massachusetts 1985, 2da. Edición.
- 13- Herrera José, "Sistema de Fuerza para la Fábrica Ingaoro", Facultad de Ingeniería Eléctrica-EPN, Quito 1977.
- 14- Maldonado Carlos, "Microproyectos", Empresa Eléctrica Quito S.A., Quito 1991.
- 15- IESS, División de Riesgos del Trabajo, "Introducción a la Seguridad e Higiene en el Trabajo", 1983.
- 16- Instituto Mexicano del Petróleo, "Bombeo y Almacenamiento: Lineamientos para la Operación de equipos", México 1969.
- 17- Jelambi Octavio, "Curso de Higiene y Seguridad Industriales", IESS, Quito 1974.
- 18- JOSA S.A., "Luminotecnia: Principios y Aplicaciones", Editado por Fábrica Electrotécnica JOSA S.A.
- 19- Molina Jorge, "Control Industrial", Facultad de Ingeniería Eléctrica-EPN.
- 20- McParland Joseph, "Como Diseñar Sistemas Eléctricos".
- 21- Mora Carlos, "Medidas de Seguridad en Sistemas Eléctricos Industriales", Facultad de Ingeniería Eléctrica-EPN, Quito 1983.
- 22- Morrow L.C., "Manual de Mantenimiento Industrial", Editorial Continental S.A., México 1985, 1ra.Edición,

Volumen 1:

- 23- Morrow L.C., "Manual de Mantenimiento Industrial", Editorial Continental S.A., México 1985, 1ra. Edición, Volumen 2.
- 24- Murgueytio Francisco, "La Seguridad en la Industria Petrolera", Instituto Tecnológico Equinoccial, Quito 1980.
- 25- National Fire Protection Association Inc., "Electrical Code National", Quincy-Massachusetts 1987, Volumen 3.
- 26- National Fire Protection Association Inc., "Electrical Equipment in Hazard Locations, Gases, Vapors, Dusts", Quincy-Massachusetts 1986, Volumen 11.
- 27- National Fire Protection Association Inc., "Electrical Equipment Maintenance", Quincy-Massachusetts 1983, Volumen 9.
- 28- National Fire Protection Association Inc., "Industrial Fire Hazards Handbook", Quincy-Massachusetts 1984.
- 29- National Fire Protection Association Inc., "Electrical Installations, Classification of Class I Hazardous Locations", Quincy-Massachusetts 1986, Volumen 11.
- 30- National Fire Protection Association, "Liquefied Petroleum gases, Storage and Handling", Quincy-Massachusetts 1986, Volumen 2.

- 31- Neira Marcelo, "Sistemas Eléctricos de Distribución I", Facultad de Ingeniería-U.de Cuenca, Cuenca 1986.
- 32- Nuclear Ibérica S.A., "Pararrayos Ionocaptor", España.
- 33- Occupational Safety and Health Standars, "National Safety Coulcil", Chicago 1972, Volumen 13.
- 34- Orejuela Victor, "Distribución I-II", Facultad de Ingeniería Eléctrica-EPN, Quito.
- 35- Petróleos Mexicanos, "Boletín de Seguridad Industrial # 53", México 1972.
- 36- Petróleos Mexicanos, "Norma PEMEX #6", México.
- 37- Ramirez José, "Luminotecnia", Ediciones CEAC S.A., España 1982, 5ta.Edición.
- 38- Salgado Fernando, "Evaluación Técnica de Seguridad Industrial", CEPE, Quito 1988.
- 39- Santillán Marco, "Seguridad e Higuiene Industrial", CEPE, Quito 1985.
- 40- Spitta Albert, "Instalaciones Eléctricas", Editorial Dossat S.A. Siemens A.G., Madrid 1978, tomo I.
- 41- Spitta Albert, "Instalaciones Eléctricas", Editorial Dossat S.A. Siemens A.G., Madrid 1978, tomo II.
- 42- Trujillo Mauro, "Guía para el Diseño de Instalaciones Industriales", Escuela Politécnica Nacional, Quito 1978.
- 43- Universidad de Texas-Instituto Mexicano del Petróleo, "Seguridad en la Instalación", México D.F. 1981.
- 44- Vittorio-Re, "Instalaciones de Puesta a Tierra", Marcombo S.A., Barcelona-España.

8.3.- ANKXOS .-

ANEXO IV.1.1

CLASES DE VOLTAJES DE AC (IEEE STANDARS BOARD)

CLASE DE VOLTAJE	VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA (v.)			VOLTAJE MAXIMO DEL SISTEMA
	2 COND.	3 COND.	4 COND.	
B A J O S V O L T A J E S	SISTENAS MONOFASICOS			
	(120)	120/240		127 ó 127/254
	SISTEMAS TRIFASICOS			
			208Y/120	220
		(240)	240/120	254
		480	480Y/277	508
		(600)		635
		(2.400)		2.540
		4.160		4.400
		(4.800)		5.080
V O L T A J E S M E D I O S		(6.900)		7.260
			12.470Y/7.200	13.200
			13.200Y/7.620	13.970
		13.800	(13.000Y/7.970)	14.520
		(23.000)		24.340
			24.490Y/14.400	26.400
		(34.500)	34.500Y/19.920	35.500
		(46.000)		48.300
		69.000		72.500

NOTA: los voltajes fuera de los paréntesis non preferidos.

ANEXO IV.1.2

RANGOS PERMISIBLES DE VARIACIONES DE VOLTAJE

	VOLTAJE	% VOLTAJE DEL SIST.	VARIACION DE VOLT. %
SISTEMAS MONOFASICOS A BAJO VOLTAJE			
Z.F. : V _{máx.}	125	104.2	+4.2
V.N.S. y R.V. del Transformador	120	100.0	
R.V. del motor	115	95.0	12.5
Z.F. : V _{mín.}	110	91.7	-8.3
Z.F. : V _{máx.}	250	104.2	+4.2
V.N.S. y R.V. del Transformador	240	100.0	12.5
R.V. del motor	230	95.9	
Z.F. : V _{mín.}	220	91.7	-8.3
SISTEMAS TRIFASICOS A BAJO VOLTAJE			
Z.F. : V _{máx.} y R.V. del Transformador	216	103.8	+3.8
V.N.S.	208	100.0	9.1
R.V. del motor	208	100.0	
Z.F. : V _{mín.}	197	94.7	-5.3
Z.F. : V _{máx.} y R.V. del Transformador	480	104.3	+4.3
V.N.S.	460	100.0	13.0
R.V. del motor	440	95.6	
Z.F. : V _{mín.} (Iluminación)	434*	94.3	-5.7* 10.0*
Z.F. : V _{mín.} (motores)	420	91.3	-8.7
SISTEMAS TRIFASICOS A VOLTAJES MEDIOS			
Z.F. : V _{máx.}	4,240	102.1	+2.1
V.N.S.	4,160	100.0	10.4
R.V. del motor	4,000	96.1	
Z.F. : V _{mín.}	3,810	91.7	-8.3
Z.F. : V _{máx.}	14,100	102.1	+2.1
V.N.S. y R.V. del Transformador	13,800	100.0	10.4
R.V. del motor	13,200	95.7	
Z.F. :	12,630	91.7	-8.3

V.N.S. = Voltaje nominal del sistema

R.V. = Rango de voltaje

Z.F. = Zona favorable

V_{máx.} = Voltaje máximo

V_{mín.} = Voltaje mínimo

ANEXO IV.1.3

Factores comunes de demanda para calcular el tamaño de las líneas de servicio y líneas principales de alimentación

Dispositivos de carga por fuerza	Escala de factores comunes de demanda
Motores para bombas, compresores, elevadores, máquinas de herramientas, sopladores, etcétera.	20 a 60 Por ciento
Motores para operaciones semicontinuas en varias fábricas y plantas de proceso	50 a 80 Por ciento
Motores para operaciones continuas; como en las fábricas de productos textiles	70 a 100 Por ciento
Hornos de arco	80 a 100 Por ciento
Hornos de inducción	80 a 100 Por ciento
Soldaduras de arco	30 a 60 Por ciento
Soldaduras de resistencia	10 a 40 Por ciento
Calefactores por resistencia, estufas y hornos	80 a 100 Por ciento

Tabla 220-4 (a). Cálculo de carga de Alimentadores por Locales

Tipo de local	porción de la carga de alumbrado a la cual se aplica el factor de demanda (en watts)	Factor de demanda del alimentador
Domicilios—distintos a hoteles	Primeros 3,000 o menos a	100%
	3,001 siguientes a 120,000 a	35%
	Resto, de más de 120,000 a	25%
* Hospitales	Primeros 50,000 o menos a	40%
	Restantes, más de 50,000 a	20%
* Hoteles—incluyendo casas de apartamentos, sin provisión de cocina por los ocupantes	Primeros 20,000 o menos, a	50%
	20,001 siguientes a 100,000, a	40%
	Resto, sobre 100,000, a	30%
Boñegas (almacenaje)	Primeros 12,500 o menos, a	100%
	Restante, más de 12,500, a	50%
Todos los demás	Carga Total en watts	100%

* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplicarán a la carga calculada para los subalimentadores, en áreas de hospitales y hoteles en que sea probable el empleo de la totalidad del alumbrado, al mismo tiempo; por ejemplo, en salas de operaciones, salones de baile o comedores.

FACTORES DE DEMANDA :

- CIRCUITOS DE ILUMINACION 100 %
- CIRCUITOS TOMACORRIENTES 40 %
- SALIDAS ESPECIALES 100 %

(REF: 14)

ANEXO IV - 2.1 (1)

NIVELES DE ILUMINACION.

HABITACIONES - ESPARCIMIENTOS - DEPORTES

LOCALES COMUNES A TODAS LAS CATEGORIAS

	<u>MIN.</u> lux.	<u>REC.</u> lux.
Vestibulos, corredores, salidas, ascensores	50	70
Escaleras	100	150
Vestuarlos y lavabos	50	100

HABITACIONES

Cuartos de baño:		
Alumbrado general	50	100
Espejos (sobre el rostro)	200	500
Dormitorios:		
Alumbrado general	50	—
Camas y espejos	200	500
Cocinas:		
Hornos, mesa, fregadero	100	200
Cuartos de niños	70	200
Habitación común. Cuarto de estar. Alumbrado general	70	200
Lectura intermitente	150	—
Lectura prolongada	300	500
Banco de taller pequeño	150	300

SALAS DE ESPECTACULOS

Vestibulo	100	—
Anfiteatro (teatros y salas de conciertos):		
Durante los entreactos	100	200
Salas de cine:		
Durante los entreactos	100	200

CULTURA FISICA Y DEPORTES

Boleras	150	—
Gimnasios	100	300
Tenis cubierto:		
Entrenamiento	100	150
Competición	300	500
Balonvolea:		
Entrenamiento	100	200
Competición	300	500
Baloncesto:		
Entrenamiento	100	200
Competición	300	500
«Ping-pong»:		
Entrenamiento	200	—

ANEXO IV - 2.1 (2)
NIVELES DE ILUMINACION.

	<u>MIN.</u> lux.	<u>REC.</u> lux.
Competición	500	—
Golf miniatura	100	—
Velódromo (en la pista)	150	200
Pelota vasca:		
Entrenamiento	150	—
Competición	300	—
Fútbol:		
Entrenamiento	50	100
Competición	250	500
Piscinas: Alumbrado del estanque	100	—
Cuadrilátero de boxeo:		
Entrenamiento	300	500
Competición	1.500	3.000
OFICINAS - ADMINISTRACIONES - ESTABLECIMIENTOS PÚBLICOS		
Salas de sesiones públicas	150	500
OFICINAS Y ADMINISTRACIÓN		
Tenduría de libros, mecanografía, contabilidad, máquinas de calcular, mostradores de cajeros	300	600
Despachos privados y trabajos generales de oficina, distintos de los mencionados	200	—
ESTABLECIMIENTOS PÚBLICOS		
Iglesias:		
Altars, santuarios, coros	100	—
Navos (casos particulares)	70	—
Bibliotecas:		
Salas de lectura	100	200
Mesas de lectura	300	500
Museos y Galerías:		
Alumbrado general interior	100	—
Vitrinas: Alumbrado especial	500	—
Sobre los cuadros (según naturaleza)	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE ENSEÑANZA		
Salas de conferencias, anfiteatros, salas de reuniones	200	500
Vestuarios y lavabos	200	500
Salas de clase y laboratorios	200	500
Dibujo artístico	300	500
Encerados	300	500
ALMACENES - HOTELES - CAFÉS - RESTAURANTES		
ALMACENES DE GRANDES CIUDADES		
Alumbrado general	300	500
En los mostradores	500	700
Presentaciones especiales y vitrinas interiores	1.000	—
Escaparate en calle comercial de mucho paso	2.000	5.000
Escaparate en calle no comercial de poco paso	500	1.000
ALMACENES DE LOCALIDADES PEQUEÑAS		
Alumbrado general	200	300
En los mostradores	300	500
Escaparates	500	1.000

ANEXO IV - 2.1 (3)
NIVELES DE ILUMINACION.

HOTELES, CAFÉS, RESTAURANTES

	<u>MIN.</u> lux.	<u>NEC.</u> lux.
Cocinas	100	200
Dormitorios:		
Alumbrado general	100	200
Camas y espejos, mesas	200	500
Comedores, salas de restaurantes, salas de café, salones de hotel, salones de té	100	300

LOCALES INDUSTRIALES

LOCALES COMUNES A TODAS LAS CATEGORIAS

Salas de calderas: Alumbrado general de circulación	100	—
Instrumentos de medida y control:		
Alumbrado no deslumbrante. En el plano de lectura	300	500
Oficinas de dibujo Industrial:		
Alumbrado general	100	200
En las mesas de dibujo	700	1.000
Almacenes	50	200
Embalajes:		
Objetos pequeños	100	200
Objetos grandes	100	150

CONFECION

Almacenes de recepción y control de tejidos	300	500
Talleres de corte	300	500
Talleres de confección:		
Regulación, Inspección, preparación, etc.	300	500
Picado. Alumbrado localizado	1.000	—

INDUSTRIAS QUÍMICAS

Talleres de química

En mesas y pupitres	200	300
En escaleras y pasarelas	100	200
Delante de aparatos tales como trituradores, amasadores	200	300

LABORATORIOS, SALAS DE ENSAYO Y CONTROLES

Alumbrado general	200	300
En el plano de la mesa	300	—
En aparatos de medida, tales como manómetros, termómetros, básculas: Alumbrado especial no deslumbrante en el plano de lectura	300	500

INDUSTRIAS METALÚRGICAS

Mecánica en general

Almacenamiento de materias primas	70	100
Puestos de control (según dimensiones de los detalles que se verifican):		
Mínimos	3.000	—
Muy finos	1.000	—
Bastante finos	500	—
Medios	300	—
Talleres de montaje:		
Piezas muy pequeñas	1.000	1.500
Piezas pequeñas	500	1.000
Piezas de tamaño medio	200	300
Piezas grandes	150	200

ANEXO IV - 2.1 (4)
NIVELES DE ILUMINACION.

	<u>MIN.</u> lux	<u>REC.</u> lux
Máquinas-herramienta y bancos:		
a) Alumbrado general	200	300
b) Alumbrado local: Trabajo muy delicado en el banco o en la máquina, fabricación de herramientas e hileras, verificación con calibre, rectificaciones de piezas de precisión	1.000	1.500
Trabajo en piezas pequeñas en el banco o la máquina, rectificación de las piezas medias y piezas pequeñas, regulación de máquinas automáticas	500	700
Trabajo de piezas de tamaño medio en el banco o la máquina, rectificación de piezas grandes	300	500
Pulido ordinario	150	200
FUNDICIONES		
Talleres de modelado y nucleado:		
Fino	200	300
Tosco	100	150
Placas modelos	200	300
Taller de moldeo:		
Alumbrado general	100	150
Alumbrado local de los moldes	500	700
Retiro del molde, desarenado	100	150
Rectificación con muela, desbarbado	200	300
FORJAS Y ACERERIAS		
Forjas	100	200
Laminado y cizallado de piezas pequeñas, laminado en frío, trofilado	200	300
Laminado y cizallado de piezas grandes, limpieza y fosos de temple, laminado en caliente	100	150
Electrometalurgia (aluminio y sus aleaciones), trituradores, mezcladores, confección de electrodos, colada	100	150
CONSTRUCCIÓN AUTOMÓVIL		
Pintura:		
a) Preparación de las chapas, imprimación a pistola, pulido a mano	300	500
b) Preparación, dosificación y mezcla de los colores	2.000	—
c) Cabina de pulverización (en el plano de pulverización)	700	1.000
Revestimiento:		
a) Taller de tapicería	200	300
b) Nave de guarnecido de las carrocerías: Alumbrado general	200	300
Pulido de las pinturas, decoración, acabado	300	500
CENTRALES ELÉCTRICAS		
Puestos de transformación exteriores (circulación)	50	70
Superestructuras (seccionadores, aparatos móviles)	100	150
Aparatos auxiliares, disyuntores, transformadores, salas de acumuladores	100	150
Generatrices, máquinas de vapor, ventiladores, compresores	200	300
Cuadros de distribución y cuadrantes de aparatos:		
En el plano de lectura	300	500
GÉNEROS DE PUNTO		
Telares para hacer punto, planos y circulares:		
Tejidos oscuros	500	700
Tejidos claros	200	300
Reparación, examen y acabado a mano:		
Tejidos oscuros	700	1.000
Tejidos claros	500	700

ANEXO IV-2-1 (8)
NIVELES DE ILUMINACION.

TRABAJO DE LA MADERA

	<u>MIN.</u> lux.	<u>REC.</u> lux.
Serrerías (cuadratura de la madera, escuadratura)	100	150
Trabajo en las máquinas	300	500
Trabajo en el banco	200	300
Acabado, pulido, barnizado	300	500

ESPACIOS DESCUBIERTOS

Astilleros (construcciones navales):		
Alumbrado general	50	70
Alumbrado en el trabajo	100	150
Almacenamiento en parque:		
Manipulaciones	20	50
Patios de fábricas:		
Entradas, Lugares de paso	20	50
Alumbrado de vigilancia:		
Patios de fábricas, avenidas, parques de almacenamiento, etc.	10	15
Cubiertas y muelles	50	70
Cobertizos, patios de recreo	20	50

ANEXO IV-2-2
INDICE DE LOCAL.

<u>Indice del local</u>	<u>Valor</u>	<u>Relación del local</u>	<u>Punto central</u>
J	Menos de 0,7		0,60
I	0,7 a 0,9		0,80
H	0,9 a 1,12		1,00
G	1,12 a 1,30		1,25
F	1,30 a 1,75		1,50
E	1,75 a 2,25		2,00
D	2,25 a 2,75		2,50
C	2,75 a 3,50		3,00
B	3,50 a 4,50		4,00
A	Más de 4,50		5,00

ANEXO IV-2-3

COEFICIENTES DE REFLEXION DE TECHOS Y PAREDES

Techo de color blanco	$\rho_r = 0,7$
Techo de color muy claro	$\rho_r = 0,7$
Techo de color claro	$\rho_r = 0,5$
Techo de color medio	$\rho_r = 0,3$
Paredes de color claro	$\rho_r = 0,5$
Paredes de color medio	$\rho_r = 0,3$
Paredes de color oscuro	$\rho_r = 0,1$

ANEXO IV.2.4 (1)

TABLAS DE COEFICIENTES DE UTILIZACION
PARA ALUMBRADOS INTERIORES.

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferior a	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización														
				50 %	70 %	50 %	10 %	50 %	30 %	50 %	10 %	30 %	10 %					
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de incandescencia. Haz ancho. Alumbrado DIRECTO	1.7 X Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J	0.36	0.32	0.29	0.35	0.32	0.29	0.32	0.29	0.32	0.32	0.29	0.32	0.29		
			I	0.45	0.41	0.38	0.45	0.41	0.38	0.45	0.41	0.38	0.45	0.41	0.38	0.45	0.41	
			H	0.52	0.48	0.45	0.51	0.47	0.45	0.51	0.47	0.45	0.51	0.47	0.45	0.51	0.47	0.45
			G	0.58	0.54	0.51	0.57	0.53	0.50	0.57	0.53	0.50	0.57	0.53	0.50	0.57	0.53	0.50
			F	0.62	0.58	0.55	0.61	0.58	0.55	0.61	0.58	0.55	0.61	0.58	0.55	0.61	0.58	0.55
			E	0.67	0.64	0.61	0.66	0.63	0.61	0.66	0.63	0.61	0.66	0.63	0.61	0.66	0.63	0.61
			D	0.70	0.67	0.65	0.69	0.66	0.64	0.69	0.66	0.64	0.69	0.66	0.64	0.69	0.66	0.64
			C	0.72	0.69	0.67	0.71	0.68	0.67	0.71	0.68	0.67	0.71	0.68	0.67	0.71	0.68	0.66
			B	0.75	0.73	0.71	0.74	0.72	0.70	0.74	0.72	0.70	0.74	0.72	0.70	0.74	0.72	0.69
			A	0.77	0.75	0.73	0.75	0.73	0.71	0.75	0.73	0.71	0.75	0.73	0.71	0.75	0.73	0.71
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de incandescencia. Haz medio. Alumbrado DIRECTO	1.2 X Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73	J	0.43	0.40	0.38	0.43	0.40	0.38	0.43	0.40	0.38	0.43	0.40	0.38	0.38		
			I	0.50	0.47	0.45	0.50	0.47	0.45	0.50	0.47	0.45	0.50	0.47	0.45	0.50	0.45	
			H	0.55	0.52	0.50	0.54	0.52	0.50	0.54	0.52	0.50	0.54	0.52	0.50	0.54	0.50	
			G	0.59	0.56	0.54	0.58	0.55	0.53	0.58	0.55	0.53	0.58	0.55	0.53	0.58	0.55	
			F	0.61	0.59	0.57	0.61	0.58	0.56	0.61	0.58	0.56	0.61	0.58	0.56	0.61	0.58	
			E	0.65	0.62	0.61	0.64	0.62	0.60	0.64	0.62	0.60	0.64	0.62	0.60	0.64	0.62	
			D	0.67	0.65	0.63	0.66	0.64	0.62	0.66	0.64	0.62	0.66	0.64	0.62	0.66	0.63	
			C	0.68	0.66	0.65	0.67	0.66	0.64	0.67	0.66	0.64	0.67	0.66	0.64	0.67	0.65	
			B	0.70	0.68	0.67	0.69	0.68	0.66	0.69	0.68	0.66	0.69	0.68	0.66	0.69	0.67	
			A	0.71	0.70	0.69	0.70	0.69	0.68	0.70	0.69	0.68	0.70	0.69	0.68	0.70	0.68	

ANEXO IV.2.4 (3)

COEFICIENTE DE UTILIZACION.

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferior a	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización													
				70 %			50 %			30 %			10 %				
				50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %		
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de vapor de mercurio. Haz estrecho. Alumbrado DIRECTO	0,8 X Altura de montaje	Bueno 0,73 Medio 0,68 Malo 0,63	J I H G F E D C B A	0,51	0,48	0,46	0,51	0,48	0,46	0,51	0,48	0,46	0,51	0,48	0,46		
				0,58	0,55	0,53	0,57	0,55	0,53	0,57	0,55	0,53	0,57	0,55	0,53	0,57	
				0,52	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	0,61	0,57
				0,66	0,63	0,61	0,65	0,63	0,61	0,65	0,63	0,61	0,65	0,63	0,61	0,65	0,61
				0,69	0,66	0,64	0,68	0,66	0,64	0,68	0,66	0,64	0,68	0,66	0,64	0,68	0,64
				0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,68	0,71	0,69	0,68	0,71	0,69	0,68	0,71	0,69
				0,74	0,72	0,70	0,73	0,71	0,70	0,73	0,71	0,70	0,73	0,71	0,70	0,73	0,71
				0,75	0,74	0,72	0,74	0,73	0,72	0,74	0,73	0,72	0,74	0,73	0,72	0,74	0,73
				0,77	0,76	0,74	0,76	0,75	0,74	0,76	0,75	0,74	0,76	0,75	0,74	0,76	0,73
				0,78	0,77	0,75	0,77	0,75	0,75	0,77	0,75	0,75	0,77	0,75	0,75	0,77	0,74
Pantalla para tubos fluorescentes standard. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 X Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J I H G F E D C B A	0,30	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22		
				0,39	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,38	0,33	0,30	0,38	0,33	0,30	0,36	
				0,46	0,41	0,37	0,45	0,40	0,36	0,45	0,40	0,36	0,45	0,40	0,36	0,42	
				0,54	0,48	0,44	0,52	0,47	0,43	0,52	0,47	0,43	0,52	0,47	0,43	0,47	
				0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,56	0,52	0,48	0,56	0,52	0,48	0,50	
				0,65	0,60	0,56	0,62	0,58	0,54	0,62	0,58	0,54	0,62	0,58	0,54	0,53	
				0,70	0,65	0,61	0,66	0,63	0,60	0,66	0,63	0,60	0,66	0,63	0,60	0,58	
				0,73	0,69	0,65	0,70	0,66	0,63	0,70	0,66	0,63	0,70	0,66	0,63	0,61	
				0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,68	0,73	0,70	0,68	0,73	0,70	0,68	0,67	
				0,80	0,77	0,74	0,76	0,74	0,71	0,76	0,74	0,71	0,76	0,74	0,71	0,69	
Luminaria para tubos fluorescentes standard provisto de cubeta de material plástico. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 X Altura de montaje	Bueno 0,75 Medio 0,70 Malo 0,65	J I H G F E D D B A	0,24	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15	0,23	0,19			
				0,31	0,26	0,21	0,29	0,25	0,21	0,29	0,25	0,21	0,29	0,25	0,20		
				0,36	0,31	0,26	0,34	0,29	0,26	0,34	0,29	0,26	0,34	0,29	0,25		
				0,42	0,36	0,32	0,39	0,34	0,30	0,39	0,34	0,30	0,39	0,34	0,29		
				0,46	0,40	0,36	0,43	0,38	0,34	0,43	0,38	0,34	0,43	0,38	0,33		
				0,51	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40	0,48	0,43	0,40	0,48	0,43	0,38		
				0,54	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44	0,51	0,47	0,44	0,51	0,47	0,41		
				0,57	0,53	0,49	0,53	0,50	0,47	0,53	0,50	0,47	0,53	0,50	0,44		
				0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51	0,57	0,54	0,51	0,57	0,54	0,47		
				0,63	0,60	0,57	0,63	0,57	0,54	0,63	0,57	0,54	0,63	0,57	0,48		

ANEXO IV.2.4 (4)
COEFICIENTE DE UTILIZACION.

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferior a	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización														
				50 %	80 %	10 %	50 %	70 %	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %				
Regleta para tubos fluorescentes standard. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1.4 X Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.27	0.21	0.17	0.27	0.21	0.17	0.27	0.21	0.17	0.22	0.20	0.17			
				0.35	0.30	0.24	0.35	0.30	0.24	0.34	0.28	0.24						
				0.43	0.36	0.30	0.41	0.35	0.31	0.40	0.34	0.30						
				0.49	0.42	0.37	0.49	0.42	0.36	0.46	0.40	0.36						
				0.55	0.47	0.42	0.53	0.47	0.41	0.50	0.44	0.40						
				0.62	0.55	0.50	0.60	0.53	0.49	0.57	0.52	0.47						
				0.67	0.61	0.56	0.66	0.60	0.55	0.62	0.57	0.52						
				0.71	0.65	0.60	0.70	0.63	0.59	0.65	0.61	0.56						
				0.76	0.71	0.66	0.74	0.69	0.65	0.69	0.65	0.62						
				0.81	0.76	0.71	0.78	0.74	0.70	0.73	0.69	0.65						
				Luminaria para tubos fluorescentes standard provista de cubeta de material plástico. Montaje empotrado. Alumbrado DIRECTO.	1.2 X Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.27	0.22	0.20	0.26	0.22	0.19	0.25	0.22	0.22	0.22	0.19
								0.33	0.29	0.26	0.33	0.29	0.25	0.32	0.28	0.25		
0.38	0.34	0.30	0.38					0.33	0.30	0.37	0.33	0.30						
0.43	0.38	0.35	0.42					0.38	0.34	0.41	0.38	0.34						
0.46	0.42	0.38	0.46					0.41	0.38	0.44	0.41	0.38						
0.50	0.47	0.43	0.50					0.46	0.43	0.48	0.46	0.43						
0.53	0.50	0.47	0.53					0.49	0.47	0.51	0.48	0.46						
0.55	0.52	0.50	0.54					0.52	0.49	0.53	0.51	0.49						
0.59	0.55	0.53	0.58					0.55	0.53	0.56	0.54	0.52						
0.60	0.57	0.55	0.59					0.57	0.55	0.57	0.56	0.54						

ANEXO IV.2.5

(TABLA 1 DEL CAP. 9 DEL CODIGO NE). NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE HILOS EN TUBO CONDUIT DE MEDIDAS COMERCIALES

Para determinar factores de reducción para la colocación de más de tres conductores en ductos, véanse las Tablas ANEXO IV.3.1.
 Tipos RF-2, RFH-2, R, RH, RW, RH-RW, RHW, RHH, RU, RUH, RUW, SF y SFF
 Tipos TF, T, TW, THW y THWN

Calibre AWG o MCM	Número máximo de conductores en tubo conduit o ductos											
	1/2 plg	3/4 plg	1 plg	1 1/4 plg	1 1/2 plg	2 plg	2 1/2 plg	3 plg	3 1/2 plg	4 plg	5 plg	6 plg
18	7	12	20	35	49	80	115	178				
16	8	10	17	30	41	68	98	150				
14	4	6	10	18	25	41	58	90	121	155		
12	3	5	8	15	21	34	50	78	103	132	208	
10	1	4	7	13	17	29	41	64	86	110	173	
8	1	3	4	7	10	17	25	38	52	67	105	152
6	1	1	3	4	6	10	15	23	32	41	64	93
4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
3		1	1	3	4	7	10	16	21	28	44	63
2		1	1	3	3	6	9	14	19	24	38	55
1		1	1	3	3	4	7	10	14	18	29	42
0			1	1	2	4	6	9	12	16	25	37
00			1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
000			1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
0000				1	1	2	3	6	8	10	16	23
250				1	1	1	3	5	6	8	13	19
300				1	1	1	3	4	5	7	11	16
350				1	1	1	1	3	5	6	10	15
400					1	1	1	3	4	6	9	13
500					1	1	1	3	4	6	8	11
600						1	1	1	3	4	6	9
700						1	1	1	3	3	6	8
750						1	1	1	3	3	5	8
800						1	1	1	2	3	5	7
900						1	1	1	1	3	4	7
1,000						1	1	1	1	3	4	6
1,250							1	1	1	1	3	5
1,500								1	1	1	3	4
1,750								1	1	1	2	4
2,000								1	1	1	1	3

* En donde existe instalado un tubo conduit o ducto metálico para alambres eléctricos que no exceda de 50 pies de longitud y no tenga más de dos cuartos de vuelta o el equivalente de extremo a extremo, pueden instalarse dos conductores aislados y uno desnudo, todos del Núm. 4, en un diámetro de 1 plg.

ANEXO IV.2.6

Table 370-6(a). Metal Boxes

Box Dimension, Inches Trade Size or Type	Min. Cu. In. Cap.	Maximum Number of Conductors						
		No. 18	No. 16	No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1 1/4 Round or Octagonal	12.5	8	7	6	5	5	4	0
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	15.5	10	8	7	6	6	5	0
4 x 2 1/4 Round or Octagonal	21.5	14	12	10	9	8	7	0
4 x 1 1/4 Square	18.0	12	10	9	8	7	6	0
4 x 1 1/2 Square	21.0	14	12	10	9	8	7	0
4 x 2 1/4 Square	30.3	20	17	15	13	12	10	6*
4 1/8 x 1 1/4 Square	25.5	17	14	12	11	10	8	0
4 1/8 x 1 1/2 Square	29.5	19	16	14	13	11	9	0
4 1/8 x 2 1/4 Square	42.0	28	24	21	18	16	14	6
3 x 2 x 1 1/2 Device	7.5	5	4	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Device	10.0	6	5	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/4 Device	10.5	7	6	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	12.5	8	7	6	5	5	4	0
3 x 2 x 2 3/4 Device	14.0	9	8	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3 1/4 Device	18.0	12	10	9	8	7	6	0
4 x 2 1/4 x 1 1/2 Device	10.3	6	5	5	4	4	3	0
4 x 2 1/4 x 1 1/4 Device	13.0	8	7	6	5	5	4	0
4 x 2 1/4 x 2 1/4 Device	14.5	9	8	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 2 1/4 Masonry Box/Gang	14.0	9	8	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 3 1/4 Masonry Box/Gang	21.0	14	12	10	9	8	7	0
FS—Minimum Internal Depth 1 1/4 Single Cover/Gang	13.5	9	7	6	6	5	4	0
FD—Minimum Internal Depth 2 1/4 Single Cover/Gang	18.0	12	10	9	8	7	6	3
FS—Minimum Internal Depth 1 1/4 Multiple Cover/Gang	18.0	12	10	9	8	7	6	0
FD—Minimum Internal Depth 2 1/4 Multiple Cover/Gang	24.0	16	13	12	10	9	8	4

* Not to be used as a pull box. For termination only.

Table 370-6(b). Volume Required per Conductor

Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 18	1.5 cubic inches
No. 16	1.75 cubic inches
No. 14	2. cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3. cubic inches
No. 6	5. cubic inches

ANEXO IV.3.1 (I)

TABLA (TABLA 310-12 DEL CODIGO NE). CORRIENTE ADMISIBLE EN AMPERES PARA LOS CONDUCTORES DE COBRE CON FORRO AISLANTE

No deben tenderse más de tres hilos en un ducto, ni cables con más de tres conductores; tampoco conviene enterrar más de tres hilos juntos

(Los datos indicados se basan en una temperatura ambiente de 30°C, 86°F).

Calibre AWG o MCM (M m plg de)	Hule Tipo R Tipo RW	Hule Tipo RH	Papel Asbesto termoplástico Tipo TA	Asbesto Var-Cam Tipo AVA Tipo AVL	Asbesto Impregnado Tipo AI (14-8) Tipo AIA	Asbesto Tipo A (14-8) Tipo AA
	Tipo RU Tipo RUIV (14-2)	RUII (14-2)	Termoplástico Tipo TB			
	Tipo RII-RW	Tipo RII-RW	Bilicón Tipo BA			
	Termoplástico Tipo T Tipo TW	Tipo RIIV Termoplástico Tipo TIIV	Var-Cam Tipo V			
		TIWV	Asbesto Var-Cam Tipo AVB			
			Cable MI			
			RHH*			
14	15	15	25	30	30	30
12	20	20	30	35	40	40
10	30	30	40	45	50	55
8	40	45	60	60	65	70
6	55	63	70	80	85	95
4	70	85	90	105	115	120
3	80	100	105	120	130	145
2	95	115	120	135	145	165
1	110	130	140	160	170	190
0	125	150	155	190	200	225
00	145	175	185	215	230	250
000	165	200	210	245	265	285
0000	195	230	235	275	310	340
250	215	255	270	315	335	
300	240	285	300	345	380	
350	260	310	325	390	420	
400	280	335	350	420	450	
500	320	380	405	470	500	
600	355	420	455	525	545	
700	385	460	490	600	600	
750	400	475	500	680	620	
800	410	490	515	690	640	
900	435	520	555			
1,000	455	545	585	650	730	
1,250	495	590	645			
1,500	520	625	700	785		
1,750	545	650	735			
2,000	560	665	775	840		

Factores de corrección para temperaturas arriba de 30°C, 86°F, en interiores

°C	°F					
40	104	0.82	0.88	0.90	0.94	0.95
45	113	0.71	0.82	0.85	0.90	0.92
50	122	0.58	0.75	0.80	0.87	0.89
55	131	0.41	0.67	0.74	0.83	0.86
60	140	.....	0.58	0.67	0.79	0.83
70	158	.....	0.38	0.52	0.71	0.78
75	167	.....	.....	0.43	0.68	0.72
80	176	.....	.....	0.30	0.61	0.69
90	194	.....	.....	.....	0.50	0.61
100	212	.....	.....	.....	.....	0.51
120	248	.....	.....	.....	.....	.....
140	284	.....	.....	.....	.....	.....

* Los amperajes admisibles para los conductores del tipo RHH en los calibres AWG 14, 12 y 10, son los mismos que los conductores del tipo RH indicados en esta tabla.

ANEXO IV.3.1 (2)

TABLA 1-5 (TABLA 310-13 DEL CODIGO NE). CORRIENTE ADMISIBLE EN AMPERES PARA LOS CONDUCTORES DE COBRE CON FORRO AISLANTE

Conductor sencillo al aire libre (los datos indicados se basan en un local con temperatura ambiente de 30°C, 86°F)

Calibre AWG o MCM (M m plg c/c)	Hule Tipo R Tipo RW	Hule Tipo RH	Papel		Asbesto Var-Cum Tipo AVA Tipo AVL	Asbesto Impregnado Tipo AI (14-B) Tipo AIA	Asbesto Tipo A (14-B) Tipo AA	Conductores torcidos y desnudos
			Asbesto Termo- plástico Tipo TA	Termo- plástico Tipo TBB					Silicón Tipo SA	Var-Cum Tipo V
14	20	20	30		40	40	45	30
12	25	25	40		50	50	55	40
10	40	40	55		65	70	75	55
8	55	65	70		85	90	100	70
6	80	95	100		120	125	135	100
4	105	125	135		160	170	180	130
3	120	145	155		180	195	210	150
2	140	170	180		210	225	240	175
1	165	195	210		245	265	280	205
0	195	230	245		285	305	325	235
00	225	265	285		330	355	370	275
000	260	310	330		385	410	430	320
0000	300	360	385		445	475	510	370
250	340	405	425		495	530	.....	410
300	375	445	480		555	590	.....	460
350	420	505	530		610	655	.....	510
400	455	545	575		665	710	.....	555
500	515	620	660		765	815	.....	630
600	575	690	740		855	910	.....	710
700	630	755	815		940	1,005	.....	780
750	655	785	845		980	1,045	.....	810
800	680	815	880		1,020	1,085	.....	845
900	730	870	940		.....	.....	.....	905
1,000	780	935	1,000		1,165	1,240	.....	965
1,250	890	1,065	1,130		.....	.....	.....	.....
1,500	980	1,175	1,240		1,450	.....	.....	1,215
1,760	1,070	1,280	1,370		.....	.....	.....	.....
2,000	1,165	1,385	1,470		1,715	.....	.....	1,405

Factores de corrección para temperaturas arriba de 30°C, 86°F, en interiores

°C	°F	0.82	0.88	0.90	0.94	0.95		
40	104	0.82	0.88	0.90	0.94	0.95		
45	113	0.71	0.82	0.85	0.90	0.92		
50	122	0.68	0.75	0.80	0.87	0.89		
55	131	0.41	0.67	0.74	0.83	0.86		
60	140	.....	0.59	0.67	0.79	0.83	0.91	
70	158	.....	0.35	0.52	0.71	0.76	0.87	
75	167	.....	.....	0.43	0.66	0.72	0.86	
80	176	.....	.....	0.30	0.61	0.69	0.84	
90	194	.....	.....	.....	0.50	0.61	0.80	
100	212	.....	.....	.....	.....	0.51	0.77	
120	248	.....	.....	.....	.....	.....	0.69	
140	284	.....	.....	.....	.....	.....	0.59	

* Los amperajes admisibles para los conductores del tipo RHH en los calibres AWG 14, 12 y 10, son los mismos que en los conductores del tipo RH indicados en esta tabla.

ANEXO IV.3.2 (I)

TABLA 310-2(a). APLICACION DE CONDUCTORES

Nombre comercial	Siglas del tipo	Temperatura máxima de operación	Indicaciones de aplicación
Alambre con forro de hule para conexión de aparatos	RF-1*	60°C 140°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts.
Sólido, o torzal de 7 hilos	RF-2*	60°C 140°F	Alambre para conexión de aparatos y para usos permitidos según la Sec. 310-8.
Alambre con forro de hule para conexión de aparatos	FF-1*	60°C 140°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts.
Cable flexible	FF-2*	60°C 140°F	Alambre para conexión de aparatos y para usos permitidos según Sec. 310-8.
Alambre con forro de hule resistente al calor	RFH-1*	75°C 167°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts.
Sólido o torzal de 7 hilos	RFH-2*	75°C 167°F	Alambre para conexión de aparatos y para usos permitidos según la Sec. 310-8.
Alambre con forro de hule resistente al calor	FFH-1*	75°C 167°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts.
Cable flexible	FFH-2*	75°C 167°F	Alambre para conexión de aparatos y para usos permitidos según la Sec. 310-8.
Alambre con forro termoplástico, sólido o como cable flexible	TF*	60°C 140°F	Alambre para conexión de aparatos y para usos permitidos según la Sec. 310-8.
Alambre con forro termoplástico, como cable flexible	TFP*	60°C 140°F	Alambre para conexión de aparatos.
Alambre con forro de algodón resistente al calor, para aparatos	CF*	80°C 194°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts.
Alambre con forro de asbesto resistente al calor para conexión de aparatos	AF*	150°C 302°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts y para servicios en interiores secos.
Alambre con forro de sílicón y hule, para conexión de aparatos	SF-1*	200°C 392°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts.
Sólido o como cable de 7 hilos	SF-2*	200°C 392°F	Alambre para conexión de aparatos y para usos permitidos según la Sec. 310-8.
Alambre con forro de sílicón y hule, para conexión de aparatos	SFF-1*	150°C 302°F	Alambre para conexión de aparatos. Limitado a 300 volts.
Cable flexible	SFF-2*	150°C 302°F	Alambre para conexión de aparatos y para usos permitidos según la Sec. 310-8.

* Los alambres para conexión de aparatos no son apropiados para utilizarse como conductores de líneas de distribución, ni para la conexión de aparatos estacionarios o portátiles.

ANEXO IV.3.2 (2)

TABLA 1-1 (TABLA 310-2 DEL CODIGO NE). APLICACION Y CONSTRUCCION. (Continuación)

Nombre comercial	Síglas del tipo	Temperatura máxima de operación	Indicaciones de aplicación
Forro de hule, según especificaciones del Código	R	60°C 140°F	Usese sólo en locales secos.
Forro de hule resistente al calor	RH	75°C 187°F	Usese sólo en locales secos.
Forro de hule resistente al calor	RHH	90°C 194°F	Usese sólo en locales secos.
Forro de hule resistente a la humedad	RW	60°C 140°F	Para usarse en sitios secos o húmedos. Para más de 2 000 volts el aislamiento tiene que ser resistente al ozono.
Forro de hule resistente a la humedad y al calor	RH-RW	60°C 140°F 75°C 187°F	Para usarse en sitios secos o húmedos. Para más de 2 000 volts el aislamiento tiene que ser resistente al ozono. Para usarse en sitios secos o húmedos. Para más de 2 000 volts, el aislamiento tiene que ser resistente al ozono.
Forro de hule resistente a la humedad y al calor	RHW	75°C 187°F	Para usarse en sitios secos o húmedos. Para más de 2 000 volts el aislamiento tiene que ser resistente al ozono.
Forro de hule látex	RU	60°C 140°F	Para usarse en locales secos.
Forro de hule látex resistente al calor	RUH	75°C 187°F	Para usarse en locales secos.
Forro de hule látex resistente a la humedad	RUW	60°C 140°F	Para usarse en locales secos o húmedos.
Forro de termoplástico	T	60°C 140°F	Para usarse en locales secos.
Forro de termoplástico resistente a la humedad	TW	60°C 140°F	Para usarse en locales secos o húmedos.
Forro termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75°C 187°F	Para usarse en locales secos o húmedos.
Forro termoplástico resistente a la humedad y al calor	THWN	75°C 187°F	Para usarse en locales secos y húmedos.
Forro termoplástico con asbesto	TA	90°C 194°F	Para usarse sólo en tableros.
Forro termoplástico con camisa exterior tejida	TBS	90°C 194°F	Para usarse sólo en tableros.
Aislamiento mineral (con revestimiento metálico)	MI	85°C 185°F	Puede usarse en locales secos o húmedos, con terminales de ojalito. Temperatura máxima de operación en aplicaciones especiales, 250°C.
Forro de sílicón y asbesto	SA	90°C 194°F	Para usarse en locales secos—temperatura máxima de operación para aplicaciones especiales, 125°, 194°F.

ANEXO IV.3.2 (3)

TABLA 1-1 (TABLA 310-2 DEL CODIGO NE). APLICACION Y CONSTRUCCION. (Continuación)

Nombre comercial	Siglas del tipo	Temperatura máxima de operación	Indicaciones de aplicación
Forro de batista con barniz	V	85°C 185°F	Para usarse sólo en locales secos. Más pequeño que del Núm. 8, sólo puede emplearse con permiso especial.
Forro de asbesto y batista barnizada	AVA	110°C 230°F	Usese sólo en locales secos.
Forro de asbesto y batista barnizada	AVL	110°C 230°F	Para usarse en locales secos o húmedos.
Forro de asbesto y batista barnizada	AVB	80°C 194°F	Usese sólo en locales secos.
Forro de asbesto	A	200°C 392°F	Usese sólo en locales secos. En ductos sólo puede emplearse para hilos conductores hacia o dentro de aparatos.
Forro de asbesto	AA	200°C 392°F	Usese sólo en locales secos. Para conexiones visibles. En ductos sólo para hilos hacia o dentro de los aparatos. Limitado a 300 volts.
Forro de asbesto	AI	125°C 257°F	Usese sólo en locales secos. En ductos sólo para hilos hacia o dentro de los aparatos. Limitado a 300 volts.
Forro de asbesto	AIA	125°C 257°F	Usese sólo en locales secos. Para instalaciones visibles. En ductos sólo para hilos hacia o dentro de los aparatos.
Papel		85°C 185°F	Se usa para conductores de líneas de servicio subterráneas, o con permiso especial.

ÁNEXO IV.3.3 (1)

TABLA 1-8 (TABLA 430-147 DEL CODIGO NE).
CORRIENTES A PLENA CARGA EN AMPERES
PARA MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los valores que se dan a continuación se refieren al trabajo a plena carga a la velocidad básica de los motores

HP	120 volts	240 volts
1/4	2.9	1.5
1/2	3.6	1.8
1	5.2	2.6
3/4	7.4	3.7
1	9.4	4.7
1 1/2	13.2	6.6
2	17	8.5
3	25	12.2
5	40	20
7 1/2	58	29
10	76	38
15	.....	55
20	.....	72
25	.....	89
30	.....	106
40	.....	140
50	.....	173
60	.....	206
75	.....	255
100	.....	341
125	.....	425
150	.....	506
200	.....	678

TABLA 1-9 (TABLA 430-148 DEL CODIGO NE).
CORRIENTES A PLENA CARGA DE LOS MOTORES
MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA

Los valores que se indican a continuación, correspondientes a los amperajes a plena carga, se aplican a los motores que giran a las velocidades usuales, con las características normales de los momentos de torsión. Los motores contruidos para velocidades especialmente bajas o para momentos de torsión altos, pueden tener corrientes de plena carga más altas, en cuyo caso deben tomarse en cuenta los amperajes de asignación indicados en las placas de características.

Para obtener las corrientes de plena carga en los motores de 208 y 200 volts, tienen que aumentarse los amperajes correspondientes a 230 volts al 10 y 15% respectivamente.

Los voltajes que se indican son los de régimen. Los voltajes nominales de los sistemas de distribución eléctrica son, 110 a 120, 220 a 240, 440 a 480.

HP	115 volts	230 volts	440 volts
1/2	4.4	2.2	
1/4	5.8	2.9	
1/2	7.2	3.6	
3/4	9.8	4.9	
3/4	13.8	6.9	
1	16	8	
1 1/2	20	10	
2	24	12	
3	34	17	
5	56	28	
7 1/2	80	40	21
10	100	50	26

ANEXO IV.3.3 (2)

TABLA 1-10 (TABLA 430-149 DEL CODIGO NE). AMPERAJE A PLENA CARGA DE LOS MOTORES DE DOS FASES, CORRIENTE ALTERNA (4 HILOS)

Los valores que se anotan a continuación sobre los amperajes a plena carga son para motores que giran a velocidades normales, para trabajar por medio de banda y para unidades con momentos de torsión de características comunes. Los motores contruidos para velocidades excepcionalmente bajas o para momentos de torsión altos requieren amperajes mayores, y deben tomarse como base los datos de la placa de características. La corriente en los conductores comunes de los sistemas de tres hilos con dos fases equivale a los valores indicados multiplicados por 1.41.

Las tensiones indicadas para los motores, son voltajes de régimen. Los voltajes nominales correspondientes de los sistemas de suministro, son 110 a 120, 220 a 240, 440 a 480 y 550 a 600 volts.

HP	Motores de inducción con rotores del tipo de jaula de ardilla y embobinados, amp					Motores del tipo sincrónico con factor de potencia equivalente a la unidad,* amp			
	110 volts	220 volts	440 volts	550 volts	2,300 volts	220 volts	440 volts	550 volts	2,300 volts
1/2	4	2	1	.8					
3/4	4.8	2.4	1.2	1.0					
1	6.4	3.2	1.6	1.3					
1 1/2	8.8	4.4	2.2	1.8					
2	11.2	5.6	2.8	2.2					
3	...	8	4	3.2					
5	...	13	7	6					
7 1/2	...	19	9	8					
10	...	24	12	10					
15	...	34	17	14					
20	...	46	23	18					
25	...	55	28	22	6	47	24	10	4.7
30	...	67	34	27	7.6	50	29	13	5.7
40	...	88	44	36	9	75	37	17	7
50	...	108	54	43	11	94	47	21	9
60	...	129	65	52	13	111	56	25	11
75	...	158	79	63	16	140	70	31	13
100	...	212	106	86	21	182	93	41	17
125	...	268	134	108	26	228	114	51	22
150	...	311	155	124	31	...	137	61	26
200	...	415	208	160	41	...	182	81	35

* Si el factor de potencia es de 90 y de 80%, los valores de la tabla se multiplicarán por 1.1 y 1.25 respectivamente.

TABLA 1-11 (TABLA 430-150 DEL CODIGO NE). AMPERAJE A PLENA CARGA DE LOS MOTORES TRIFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA

Para determinar la corriente a plena carga de los motores de 200 y 208 volts, aumentense los valores correspondientes a 220 volts al 8 o 10% respectivamente.

Los valores anotados sobre los amperajes a plena carga, corresponden a motores que giran a velocidades comunes para trabajar por medio de banda y para momentos de torsión de características normales. Los motores contruidos para velocidades especialmente bajas o para momentos de torsión altos requieren mayores amperajes de operación, en cuyo caso se tomarán en cuenta las corrientes indicadas en las placas de características.

Las tensiones indicadas para los motores son voltajes de régimen. Los voltajes nominales correspondientes a los sistemas de suministro son: 110 a 120, 220 a 240, 440 a 480 y 550 a 600 volts.

HP	Motores de inducción con rotores del tipo de jaula de ardilla y embobinados, amp					Motores del tipo sincrónico con factor de potencia equivalente a la unidad, amp*			
	110 volts	220 volts	440 volts	550 volts	2,300 volts	220 volts	440 volts	550 volts	2,300 volts
1/2	4	2	1	0.8					
3/4	5.6	2.8	1.4	1.1					
1	7	3.5	1.8	1.4					
1 1/2	10	5	2.5	2.0					
2	13	6.5	3.3	2.6					
3	...	9	4.5	4					
5	...	15	7.5	6					
7 1/2	...	22	11	9					
10	...	27	14	11					
15	...	40	20	16					
20	...	52	26	21					
25	...	64	32	26	7	64	27	22	5.4
30	...	78	39	31	8.5	65	33	26	6.5
40	...	104	52	41	10.5	86	43	35	8
50	...	125	63	50	13	108	54	44	10
60	...	150	75	60	16	120	64	51	12
75	...	185	93	74	19	161	81	65	15
100	...	248	123	98	25	211	100	85	20
125	...	310	155	124	31	264	132	108	25
150	...	360	180	144	37	...	158	127	30
200	...	480	240	192	48	...	210	168	40

* Para fp de 90 y de 80%, las cifras anotadas deberán multiplicarse por 1.1 o 1.25, respectivamente.

ANEXO IV-4-1

I_{minima}: La mínima corriente de interrupción.
 Clasificación de los fusibles de acuerdo a DIN/VDE.

CATEGORIA DE OPERACION			CATEGORIA DE UTILIZACION	
Símbolo	I perm.hasta	I de Interrup.	Símbolo	Protección de
g	In	$\geq I_{minima}$	gL gR gB	Cables, barras. Rectificador. Inst. de minas.
a	In	$\geq 4I_n$ $\geq 2.7I_n$	aM aR	Aparatos de maniobra. Rectificador.

ANEXO IV-4-2

Disparadores y relés para disyuntores, con su función de protección.

FUNCION	DISPARADORES	RELES
Protección de sobrecarga.	Disparadores de sobrecarga, térmicamente retardados.	Relés de sobrecarga térmicamente retardados. Unidades de disparo por termistores.
Protección de cortocircuitos.	Disparadores de sobrecorriente electromagnéticos.	Relés de sobrecorriente electromagnéticos instantáneos.

ANEXO IV · 4 · 4 (1)

TABLA (TABLA 430-146 DEL CODIGO NE). PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE (O SOBRECARGA) DE MOTORES (VEANSE LAS TABLAS 430-152 Y 430-153 DEL CODIGO)

(1)	(2)	(3)	Capacidad o calibración máxima admisible de dispositivos para proteger semales de circuitos				(7)	
Corriente a plena carga del motor, amp	Corriente máxima de asignación para dispositivos de protección no ajustables, amp	Ajuste máximo de los dispositivos de protección regulables, amp	Con marca de letras del Código		Con marca de letras del Código		Con marca de letras del Código Todas las motores con la letra A del Código	
			Mínimos, con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos. De pleno voltaje, arranque por resistencia o reactor, letras del Código de F a V		Mínimos, con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos. Arranque a plena carga, por resistencia o por reactor, letras del Código de B a Z. Para arranque por autotransformador, letras F a V			
			Sin letras del Código Igual que en los anteriores		Sin letras del Código (No más de 30 amp) Con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos, arranque por medio de autotransformador, embobinado de jaula de ardilla de alta resistencia*			
		Interruptores automáticos (disparadores no ajustables de protección contra sobrecarga)		Interruptores automáticos (disparadores no ajustables de protección contra sobrecarga)		Interruptores automáticos (disparadores no ajustables de protección contra sobrecarga)		
		Fusibles		Fusibles		Fusibles		
1	2	1.25	15	15	15	15	15	15
2	3	2.30	15	15	15	15	15	15
3	4	3.75	15	15	15	15	15	15
4	6	6.0	15	15	15	15	15	15
5	8	6.25	15	15	15	15	15	15
6	8	7.50	20	15	15	15	15	15
7	10	8.75	25	20	20	15	15	15
8	10	10.0	25	20	20	20	15	15
9	12	11.25	30	20	25	20	15	15
10	15	12.50	30	30	25	20	15	15
11	15	13.75	35	30	30	25	20	20
12	15	16.00	40	30	30	25	20	20
13	20	16.25	40	40	35	30	20	20
14	20	17.50	45	40	35	30	25	30
15	20	18.75	45	40	40	30	25	30
16	20	20.00	50	40	40	35	40	25
17	25	21.25	60	40	45	40	40	30
18	25	22.50	60	40	45	40	40	30
19	25	23.75	60	40	50	40	40	30
20	25	25.00	60	40	50	40	40	30
22	30	27.50	70	70	60	45	40	40
24	30	30.00	80	70	60	50	40	40
26	35	32.50	80	70	70	60	40	40
28	35	35.00	90	70	70	60	40	40
30	40	37.50	90	100	80	70	45	50
32	40	40.00	100	100	80	70	45	50
34	45	42.50	110	100	90	70	50	50
36	45	45.00	110	100	90	80	50	50
38	50	47.50	125	100	100	80	50	50
40	50	50.00	125	100	100	80	50	50
42	50	52.50	125	125	110	80	50	50
44	60	55.00	125	125	110	100	50	50
46	60	57.50	150	125	125	100	50	50
48	60	60.00	150	125	125	100	50	50
50	60	62.50	150	125	125	100	50	50
52	70	65.00	175	150	150	110	50	50
54	70	67.50	175	150	150	110	50	50
56	70	70.00	175	150	150	125	50	50
58	70	72.50	175	150	150	125	50	50
60	80	75.00	200	150	150	125	50	50
62	80	77.50	200	175	175	125	50	50
64	80	80.00	200	175	175	150	50	50
66	80	82.50	200	175	175	150	50	50
68	90	85.00	225	175	175	150	50	50
70	90	87.50	225	175	175	150	50	50
72	90	90.00	225	200	200	150	50	50
74	90	92.50	225	200	200	150	50	50

* Véase nota al final de la tabla.

ANEXO IV. 4. 4 (2)

TABLA (TABLA 430-146 DEL CÓDIGO NE). PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE (O SOBRECARGA) DE MOTORES.
(Continuación)

(1)	(2)	(3)	(4) (5) (6) (7)							
Capacidad o calibración máxima admisible de dispositivos para proteger ramales de circuitos										
Corriente a plena carga del motor, amp	Para protección de motores en marcha		Con marca de letras del Código Monofásicos, con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos. De plena voltaje, arranque por resistencia o reactor, letras del Código de Y a V		Con marca de letras del Código Monofásicos, con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos. Arranque a plena voltaje, por resistencia o por reactor, letras del Código de N a Z. Para arranque por autotransformador, letras F a V		Con marca de letras del Código Embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos, arranque por medio de autotransformador, letras del Código de N a Z		Con marca de letras del Código Todos los motores con la letra A del Código	
	Corriente máxima de asignación para dispositivos de protección no ajustables, amp	Ajuste máximo de los dispositivos de protección regulables, amp	Sin letras del Código Igual que en los anteriores		Sin letras del Código (No más de 30 amp). Con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos, arranque por medio de autotransformador, embobinado de jaula de ardilla de alta reactancia*		Sin letras del Código (Más de 30 amp) Embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos, arranque por medio de autotransformador, embobinado de jaula de ardilla de alta reactancia*		Sin letras del Código De corriente directa y de motores embobinados	
			Fusibles	Interruptores automáticos (dispositivos de protección contra sobrecarga)	Fusibles	Interruptores automáticos (dispositivos de protección contra sobrecarga)	Fusibles	Interruptores automáticos (dispositivos de protección contra sobrecarga)	Fusibles	Interruptores automáticos (dispositivos de protección contra sobrecarga)
75	100	95.00	250	200	200	175	175	125	125	
78	100	97.60	250	200	200	175	175	125	125	
80	100	100.00	250	200	200	175	175	125	125	
82	110	102.60	250	225	225	175	175	125	125	
84	110	105.00	250	225	225	175	175	150	150	
86	110	107.50	300	225	225	175	175	150	150	
88	110	110.00	300	225	225	200	200	150	150	
90	110	112.50	300	225	225	200	200	150	150	
92	125	115.00	300	250	250	200	200	150	150	
94	125	117.50	300	250	250	200	200	150	150	
96	125	120.00	300	250	250	200	200	150	150	
98	125	122.50	300	250	250	200	200	150	150	
100	125	125.00	300	250	250	200	200	150	150	
105	150	131.50	350	300	300	225	225	175	175	
110	150	137.50	350	300	300	225	225	175	175	
115	150	144.00	350	300	300	250	250	175	175	
120	150	150.00	400	300	300	250	250	200	200	
125	175	156.50	400	350	350	250	250	200	200	
130	175	162.50	400	350	350	300	300	200	200	
135	175	169.00	450	350	350	300	300	225	225	
140	175	175.00	450	350	350	300	300	225	225	
145	200	181.50	450	400	400	300	300	225	225	
150	200	187.50	450	400	400	300	300	225	225	
155	200	194.00	500	400	400	350	350	250	250	
160	200	200.00	500	400	400	350	350	250	250	
165	225	206.50	500	500	450	350	350	250	250	
170	225	213.00	500	500	450	350	350	300	300	
175	225	219.00	500	500	450	350	350	300	300	
180	225	225.00	500	500	450	400	400	300	300	
185	250	231.00	500	500	500	400	400	300	300	
190	250	238.00	500	500	500	400	400	300	300	
195	250	244.00	500	500	500	400	400	300	300	
200	250	250.00	500	500	500	400	400	300	300	
210	250	263.00	500	500	500	450	450	350	350	
220	300	275.00	500	500	500	500	500	350	350	
230	300	288.00	500	500	500	500	500	350	350	
240	300	300.00	500	500	500	500	500	400	400	
250	300	312.00	500	700	500	500	500	400	400	
260	350	325.00	500	700	500	500	500	400	400	
270	350	338.00	1,000	700	500	500	500	450	450	
280	350	350.00	1,000	700	500	500	500	450	450	
290	350	363.00	1,000	800	500	500	500	450	450	
300	400	375.00	1,000	800	500	500	500	450	450	
310	400	400.00	1,000	800	500	500	500	500	500	
340	450	425.00	1,200	...	1,000	700	500	500	500	
360	450	450.00	1,200	...	1,000	800	500	500	500	
380	500	475.00	1,200	...	1,000	800	500	500	500	

* Véase nota al final de la tabla.

ANEXO IV · 4 · 4 (3)

TABLA 430-146 DEL CODIGO NE). PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE (O SOBRECARGA) DE MOTORES.
(Continuación)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
			Capacidad o calibración máxima admisible de dispositivos para proteger ramales de circuitos			
		Para protección de motores en marcha	Con marca de letras del Código Monofásicos, con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos. De pleno voltaje, por resistencia o reactor, letras del Código de B a E. Para arranque por auto-transformador, letras F a V	Con marca de letras del Código Monofásicos, con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos. Arranque a pleno voltaje, por resistencia o reactor, letras del Código de B a E. Para arranque por auto-transformador, letras F a V	Con marca de letras del Código Embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos, arranque por medio de auto-transformador, letras del Código de B a E	Con marca de letras del Código Todos los motores con la letra A del Código
Corriente a plena carga del motor, amp		Corriente máx. Ajuste máxima de arrancamiento para dispositivos de protección no ajustables, amp	Sin letras del Código Igual que en los anteriores	Sin letras del Código (No más de 30 amp). Con embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos, arranque por medio de auto-transformador, embobinado de jaula de ardilla de alta reactancia*	Sin letras del Código (Más de 30 amp) Embobinado de jaula de ardilla y sincrónicos, arranque por medio de auto-transformador, embobinado de jaula de ardilla de alta reactancia*	Sin letras del Código De corriente directa y de rotores embobinados
400	500	500.00	Fusibles	Fusibles	Fusibles	Fusibles
420	600	525.00				
440	600	550.00	Interruptores automáticos (disparadores no ajustables de protección contra sobrecarga)	Interruptores automáticos (disparadores no ajustables de protección contra sobrecarga)	Interruptores automáticos (disparadores no ajustables de protección contra sobrecarga)	Interruptores automáticos (disparadores no ajustables de protección contra sobrecarga)
460	600	575.00				
480	600	600.00				
500	...	625.00				

* Los motores con embobinado en forma de jaula de ardilla de alta reactancia son aquellos diseñados especialmente para auto-limitar la corriente de arranque por medio de circuitos inducidos en ranuras profundas o por embobinado doble del inducido y se arrancan, generalmente, a pleno voltaje.

ANEXO IV.4.4.(4)**LETRAS DE CODIGO INDICATIVAS DE CARACTERISTICAS
CON ROTOR BLOQUEADO (NEC)**

Letra de código	kVA por hp con rotor bloqueado
A	0 — 3,14
B	3,15 — 3,54
C	3,55 — 3,99
D	4,0 — 4,49
E	4,5 — 4,99
F	5,0 — 5,99
G	5,6 — 6,29
H	6,3 — 7,09
J	7,1 — 7,99
K	8,0 — 8,99
L	9,0 — 9,99
M	10,0 — 11,19
N	11,2 — 12,49
P	12,5 — 13,99
R	14,0 — 15,99
S	16,0 — 17,99
T	18,0 — 19,99
U	20,0 — 22,39
V	22,4 — y mayores

TABLA ADOPTADA POR LAS NORMAS NEMA. EL CODIGO DE LETRA SE USA PARA DETERMINAR LA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES EN EL CIRCUITO RAMAL, ANEXO IV.4.4 (5).

ANEXO IV.4.4 (5)

AJUSTES MAXIMOS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES SEÑALADOS CON LETRA DE CODIGO.

Tipo de motor	% de la intensidad de plena carga	
	Calibre del fusible	Ajuste del interruptor
		Tipo Instantáneo	Tipo temporizado
Todos los motores monofásicos y polifásicos de jaula de ardilla de c.a. y síncronos con arranque a plena tensión, con resistencia o con reactancia:		
Letra de código A	150	150
Letras de código B a E	250	200
Letras de código F a V	300	250
Todos los motores de jaula de ardilla de c.a. y síncronos con arranque por autotransformador:		
Letra de código A	150	150
Letras de código B a E	200	200
Letras de código F a V	250	200

ANEXO IV.4.4 (6)

AJUSTES MAXIMOS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES NO SEÑALADOS CON LETRA DE CODIGO.

Tipo de motor	% de la intensidad de plena carga		
	Calibre del fusible	Ajuste del interruptor	
		Tipo instantáneo	Tipo temporizado
Monofásico, todos los tipos	300		250
Jaula de ardilla y síncronos (arranque a plena tensión, con resistencia o reactancia)	300		250
Jaula de ardilla y síncronos (arranque por autotransformador)			
No más de 30 A	250		200
Más de 30 A	200		200
Jaula de ardilla de reactancia elevada			
No más de 30 A	250		250
Más de 30 A	200		200
Rotor bobinado	150		150
Corriente continua			
No más de 50 HP	150	250	150
Más de 50 HP	150	175	150
Sellado (tipo hermético)			
Compresor de refrigeración*			
400 kVA o menos con rotor bloqueado	175†		†175

MULTIPLICADORES Y REACTANCIAS DE MAQUINAS A SER USADAS PARA CALCULOS DE RANGOS DE CORTOCIRCUITO PARA APLICACIONES DE INTERRUPTORES Y FUSIBLES

CLASIFICACION	VOLTAJE	LOCALIZACION EN EL SISTEMA	MULT.	REACTANCIAS DE MAQUINAS		
				Generadores Conv. Sinc. Cond. Sinc.	Mots. Sinc.	Mots. Induc
Rango de interrupción.						
Interruptores de potencia						
8 ciclos o más lento	*	Cualquier lugar donde el rango de cortocircuito sea menor de 500 MVA	1.0	Xd''	Xd'	---
5 ciclos	*		1.1	Xd''	Xd'	---
				Rango instantáneo		
Caso general	*	Cerca de la S/E de generación	1.6	Xd''	Xd''	Xd''
Menos que 5 Kv.	.	Lejos de la S/E gener. (X/R < 10)	1.2	Xd''	Xd''	Xd''
Rango de inter.máx. (Arms)						
Fusibles a voltajes medios						
Todo tipo, incluye lím. corr.	*	Cualquier lugar en el sistema	1.6	Xd''	Xd''	Xd''
Sólo no limitadores de corr.	.	Lejos de la S/E gener. (X/R < 4)	1.2	Xd''	Xd''	Xd''
Rango de inter. o instán.						
Aparatos de 600 v. o menos						
Interrup. de caja moldeada	+	Cualquier lugar en el sistema	1.0	Xd''	Xd''	Xd''
Arrancadores (fus. ó interr.	-	Cualquier lugar en el sistema	1.25	Xd''	Xd''	Xd''
Voltaje: (*) sobre 600 v. (-) 601 a 5 Kv. [(*) 601 a 15 Kv. (+) 600 v. o menos (-) 600 v.						


DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DESNUDOS.

GALIBRE	SECCION		DIAMETRO	
	A. W. G. M. C. M.	C. M. MM ²	PULGS.	MM
20	1022	0.5176	0.03196	0.812
18	1624	0.8232	0.04030	1.024
16	2583	1.3090	0.05082	1.291
14	4107	2.0810	0.06408	1.628
12	6530	3.3090	0.08081	2.053
10	10380	5.2610	0.1019	2.588
8	16510	8.3670	0.1285	3.264
6	26250	13.3030	0.1620	4.115
4	41740	21.1480	0.2043	5.189
3	52630	26.6700	0.2294	5.827
2	66370	33.6320	0.2576	6.543
1	83690	42.4060	0.2893	7.348
0	105500	53.4770	0.3249	8.252
00	133100	67.4190	0.3648	9.266
000	167800	85.0320	0.4096	10.403
0000	211600	107.2250	0.4600	11.684

ANEXO IV - 4 - 7

Tabla 1. Capacidad de carga de barras colectoras de cobre y aluminio con sección rectangular, en instalaciones de maniobra de forma constructiva abierta y cerrada: temperatura ambiente 35° C.
Material: cobre
Temperatura ambiente 35° C

Barras colectoras		Forma constructiva de la instalación de maniobra							
		abierta				cerrada			
Anchura X Espesor	Sección mm ²	Intensidad permanente, en A Corriente alterna de 40 a 60 Hz.							
		pintadas				desnudas			
		Número de barras colectoras		Número de barras colectoras		Número de barras colectoras		Número de barras colectoras	
mm	mm ²	1	2	1	2	1	2	1	2
12 x 2	23,5	125	225	165	297	110	200	145	264
15 x 2	29,5	155	270	204	356	140	240	184	316
15 x 3	44,5	185	330	244	435	170	300	224	396
20 x 2	39,5	205	350	230	462	185	315	244	415
20 x 3	59,5	245	425	323	561	220	380	290	501
20 x 5	99,1	325	560	429	739	295	500	389	660
25 x 3	74,5	300	520	496	686	270	460	356	607
25 x 5	124	395	670	521	884	350	600	462	792
30 x 3	89,5	355	610	468	805	315	540	415	712
30 x 5	149	450	780	594	1 029	400	700	528	924
40 x 3	119	460	790	607	1 042	420	710	554	937
40 x 5	199	600	1 000	792	1 320	520	900	686	1 188
40 x 10	399	850	1 500	1 122	1 980	760	1 350	1 003	1 782
50 x 5	249	720	1 220	950	1 610	630	1 100	831	1 452
50 x 10	499	1 030	1 800	1 359	2 376	920	1 600	1 214	2 112
60 x 5	299	850	1 430	1 122	1 887	760	1 250	1 003	1 650
60 x 10	599	1 200	2 100	1 584	2 772	1 060	1 900	1 399	2 508
80 x 5	399	1 070	1 900	1 412	2 508	970	1 700	1 280	2 244
80 x 10	799	1 560	2 500	2 059	3 300	1 380	2 300	1 821	3 036
100 x 5	499	1 350	2 300	1 782	3 016	1 200	2 050	1 584	2 706
100 x 10	999	1 880	3 100	2 481	4 092	1 700	2 800	2 244	3 696
120 x 10	1 200	2 200	3 500	2 904	4 620	2 000	3 100	2 640	4 092
160 x 10	1 600	2 800	4 400	3 696	5 808	2 500	3 900	3 100	5 148
200 x 10	2 000	3 350	5 300	4 422	6 996	3 000	4 750	3 960	6 270

 EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES		APENDICE: A-13-A
	TABLAS DE SELECCION DE FUSIBLES PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION		HOJA DE
			FECHA:

TRANSFORMADORES TRIFASICOS

TRANSFORMADOR (KVA)	TENSION PRIMARIA				TENSION SECUNDARIA	
	23 KV		6.3 KV		210 Y/121V	
	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE
45	- - -	- -	4.12	10K	123.73	100
50	1.25	3H	4.58	10K	137.47	125
75	1.88	5H	6.87	15K	206.21	160
100	2.51	5H	9.16	25K	274.95	224
125	3.14	6K	11.45	25K	343.69	250
160	4.01	10K	14.66	25K	439.92	400
250	6.27	15K	22.90	40K	687.38	500
315	7.90	15K	28.87	65K	866.09	630

TRANSFORMADORES MONOFASICOS

TRANSFORMADOR	TENSION PRIMARIA				TENSION SECUNDARIA	
	23.2 Y /13.2 KV		6.3 KV		120 x 240V	
	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE
10	0.75	2H	1.58	3H	41.66	36
15	1.14	2H	2.38	5H	62.50	63
25	1.89	5H	3.97	10K	104.17	100
37.5	2.84	6K	5.95	15K	156.25	125
50	3.79	10K	- -	- -	208.33	160


NOTAS:

In: Corriente nominal, amperios

Fusible: Designación de la tirafusible.

- Tensión primaria, corriente nominal en amperios y designación H y K según EEI-NEMA.

- Tensión secundaria, corriente nominal en amperios y designación NH, tipo 3 NA1 según VDE 0100/12.65.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	APENDICE: A-13-B
	SELECCION DE FUSIBLE NH, TIPO 3NAI PARA CIRCUITOS SECUNDARIOS SUBTERRANEOS	HOJA DE FECHA:

TRANSFORMADOR (KVA)	CONDUCTOR		FUSIBLE NH, 3NAI(Amp)	
	CALIBRE (AWG)	LIMITE TERMICO (AMP)	TERMINALES DE TRANSFORMADOR	CIRCUITOS SECUNDARIOS
100	2	195	224	125
	3/0	242		160
125	2	195	250	125
	1/0	242		160
160	1/0	242	400	160
	2/0	309		200
	3/0	336		200
250	3/0	336	500	200
	4/0	388		224
315	4/0	388	630	224
	300 MCM	482		300

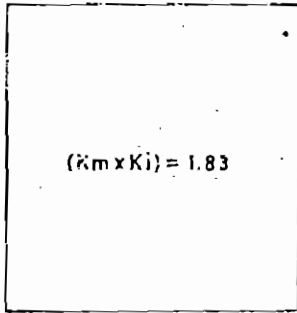
ANEXO IV · 6 · 1

TIEMPO DE DESCARGA O DURACION DE LA FALLA (T)	FACTOR POR DECREMENTO (D _c)
0.08 segundos	1.65
0.1 segundos	1.25
0.25 segundos	1.10
0.5 segundos o mayor	1.00

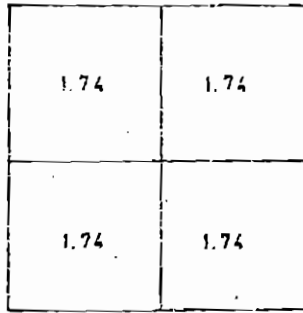
ANEXO IV · 6 · 2

DURACION DE LA FALLA EN SECONDOS.	CIRCULAR MLS/AMP.		
	CABLE DESNUDO SOLAMENTE	CABLE DESNUDO CON UNIONES - SOLDADAS.	CABLE DESNUDO JUNTAS ATORNILLADAS.
30	40	50	65
4	14	20	24
1	7	10	12
0.5	5	6.5	8.5

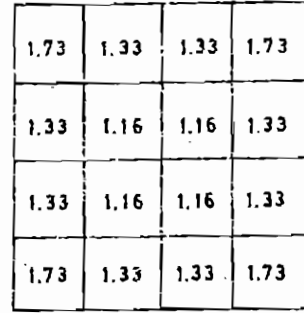
VALORES APROXIMADOS DE $K_m \times K_m$. SEGUN CONFIGURACIONES:



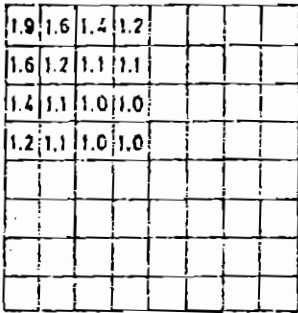
$(K_m \times K_i)_{max} = 1.83$
 $K_i = 1.00$



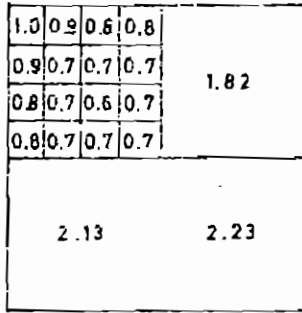
1.74
1.16



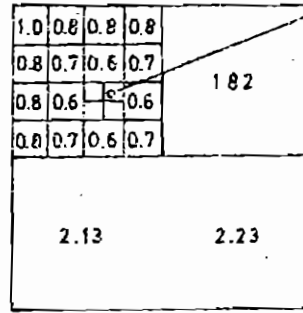
1.73
1.47



1.9
2.21



2.23
1.48



2.23
1.48

ANEXO IV-6-4

PUESTA A TIERRA
 Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas
 de corriente alterna

Calibre del conductor mayor de la acometida interior o su equivalente para conductores en paralelo		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra	
Cobre	Aluminio o aluminio cobrizado	Cobre	Aluminio o aluminio cobrizado
2 ó menor	1/0 ó menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
Mayor de 3/0 a 350	Mayor de 250 a 500	2	1/0
Mayor de 350 a 600	Mayor de 500 a 900	1/0	3/0
Mayor de 600 a 1100	Mayor de 900 a 1750	2/0	4/0
Mayor de 1100	Mayor de 1750	3/0	250

PUESTA A TIERRA	
Calibre de los conductores para puesta a tierra de canalizaciones y equipos	
Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc.	Calibre del conductor de puesta a tierra
No mayor de (amperios)	Alambre de cobre Calibre
15	14
20	12
30	10
40	10
60	10
100	8
200	6
400	3
600	1
800	0
1 000	2/0
1 200	3/0
1 600	4/0
2 000	250
2 500	350
3 000	400
4 000	500
5 000	700
6 000	800

No mayor de (amperios)	Alambre de aluminio o de aluminio cobrizado Calibre
15	12
20	10
30	8
40	8
60	8
100	6
200	4
400	1
600	2/0
800	3/0
1 000	4/0
1 200	250
1 600	350
2 000	400
2 500	500
3 000	600
4 000	800
5 000	1 000
6 000	1 200

ANEXO IV - 6 - 3 (1)

TABLA 1
NUMERO INDICE A (Uso de la edificación)

Uso al que se destina la edificación	Valor del Índice A
Casas y otras edificaciones de tamaño similar.....	2
Casas y otras edificaciones de tamaño similar con antena exterior.....	4
Factorías, talleres y laboratorios.....	6
Bloques de oficinas, hoteles, bloques de apartamentos o pisos y otros edificios residenciales distintos de los que se mencionan más abajo.....	7
Lugares de reunión, tales como iglesias, salas, teatros, museos, exposiciones, grandes almacenes, oficinas de correos, estaciones, aeropuertos y estadios.....	8
Escuelas, hospitales, casas de infancia y otras.....	10

TABLA 2
NUMERO INDICE B
(Tipo de construcción)

Tipo de construcción	Valor del Índice B
Estructura de acero con tejado o cubiertas de material no metálico.....	1
Hormigón armado con tejado de material no metálico.....	2
Ladrillo, hormigón no armado o mampostería con tejado de material no metálico ni de ramaje.....	4
Estructura de acero u hormigón armado con tejado metálico.....	5
Estructura o revestimiento de madera con tejado no metálico ni de ramaje.....	7
Ladrillo, hormigón no armado mampostería o estructura de madera pero con tejado metálico.....	8
Cualquier tipo de edificio con tejado de ramaje vegetal.....	10

TABLA 3
NUMERO INDICE C
(Contenido o efectos consecuentes)

Contenido o tipo del edificio	Valor del Índice C
Edificios corrientes de oficinas o viviendas, factorías y talleres que no contengan materiales valiosos o particularmente dañables.....	2
Edificios industriales o agrícolas conteniendo materiales particularmente dañables (1).....	5
Centrales eléctricas, plantas de gas, centrales telefónicas, estaciones de radio.....	6
Plantas industriales clave, monumentos y edificios de valor histórico, museos, galerías de arte u otros edificios con objetos especialmente valiosos.....	8
Escuelas, hospitales, casas de infancia u otros, lugares de reunión.....	10

(1) Es decir, equipo o materiales especialmente valiosos, vulnerables al fuego o a sus consecuencias.

TABLA 4
 NUMERO INDICE D
 (Grado de aislamiento)

Valor de aislamiento.	Valor del índice D
Edificación situada en una extensa zona de edificaciones o árboles de la misma o mayor altura, por ejemplo: en una gran ciudad o bosque.....	2
Edificación situada en una zona con pocas edificaciones o árboles de similar altura.....	5
Edificación completamente aislada o que exceda en más del doble la altura de edificios o árboles colindantes.....	10

TABLA 6
 NUMERO INDICE F
 (Altura de la edificación)

Altura de la edificación sobre el nivel del suelo en metros (1)		Valor del índice F
Mayor de	Menor de	
9	9	2
15	15	4
18	18	5
24	14	8
30	30	11
38	38	16
46	46	22
	53	30

(1) Edificaciones superiores a 53 metros requieren siempre protección.

TABLA 5
 NUMERO INDICE E
 (Orografía)

Orografía o tipo de terreno	Valor del índice E
Terreno llano:	2
Terreno ondulado	6
Terreno de montaña entre 300 metros y 900 metros de altitud	8
Terreno de montaña de altitud superior a 900 metros	10

TABLA 7
 NUMERO INDICE G (Frecuencia de descargas atmosféricas)

Número de días de tormenta por año		Valor del índice G
Mayor de	Menor de	
	3	3
3	6	5
6	9	8
9	12	11
12	15	14
15	18	17
18	21	20
21		21

ANEXO 6.2.1 (2)

INFORME DEL INGENIERO DE INSPECCION AL JEFE DE DEPARTAMENTO				Al jefe de departamento E. WITTEN		Depto 37	
1: Condición de la máquina 2. Recomendación de reparación				Máquina y No. 13041 Treñidora		Equipo No. 13041	
				Firma del Ingeniero de Inspección <i>H. Alter</i>		Fecha 10-6	
Artículo No.	INFORME DE LA CONDICION DE LA MAQUINA		CORRECCION	CLASIFICACION			
				Seguro	Reparación de emergencia	Recomendación del Ingiero	
1	Baleros de rodillos principales desgastados. Todas las linternas removidas en la última reparación general.		Reemplazar baleros en los 4 flechas de rodillos			✓	
2	Flecha de bomba de aceite rayada y desgastada		Instale nueva bomba de aceite-repare bomba de aceite p' usarla como respaldo.		✓	✓	
3	Baleros del cabezante desgastados y la carcasa dañada		Retalebre la fundición y fabricue manquita para adaptar nuevo balero			✓	
4	Guarda de la banda dañada		Reparar la banda y pinterla	✓		✓	
5	Engrane del estirador ruidoso		Reemplazar engrane				
COSTO ESTIMADO DE LA REPARACION				Anotaciones del ingeniero		DISPOSICION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
Costo de distribución	COSTOS TOTAL			Artículo 3-el engrane		Artículos cuya reparación se aprueba	
	Todos los días	Recomendados		está razonablemente bien y, por lo tanto, no se justifica el reemplazo en este momento		Recomendaciones	
Materiales	262 00	152 00				Todos <i>Que se acida la seguridad y emergencia</i>	
Mano de obra	167 00	120 00				Reparación de emergencia <i>Reemplazo a operar</i>	
Gastos indirectos	143 60	103 20				Recomendaciones de los Ingenieros <i>Recomendar inmediatamente</i>	
Total	572 60	375 20				Otros (ver anotaciones) <i>En la semana que</i>	
						Ninguna (ver anotaciones) <i>Terminada 10-29</i>	
						Orden de reparación enviada por <i>E. Witten</i> Firma <i>E. Witten</i> Fecha <i>10/7</i>	

ANEXO 6.2.1 (3)

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		Trabajo Núm.: <u>2-1-137</u> Revisión: _____ Fecha: <u>12 Dic</u> Rel. Ing. Núm.: _____ Entregar al Depto: <u>14-10</u> Fecha completa de solicitud: <u>30 Dic</u>
TITULO	<u>Equipo para Estación de Control de Herramientas</u>	
PROPOSITO	<u>Necesidad de completar la solicitud de mejora del trabajo</u>	

	FIRMA	FECHA		COSTO ESTIMADO
SOLICITO	C. W. Jones	5 Dic	MANO DE OBRA GASTOS MATERIAL EN EXISTENCIA MATERIAL A COMPRAR FLETE IMPUESTOS CONTRATO EXTERNO TOTAL	168.05
PREPARO	S. Green	7 Dic		32.65
APROBO	J. E. Thompson	12 Dic		00.56
APROBO				—
APROBO				—
GASTO	x			—
CAPITAL				—
CARGAR A LA CUENTA: MJO5208 CC04				\$201.26

CONCEPTO	DESCRIPCION	MANO DE OBRA	MATERIAL
1.	1. Depto. 19-31 Construir una (1) mesa para capataz según dibujo 160-322C (18 horas a 1.85)	33.30	15.16
2.	2. Depto. 19-34 Fabricar (2) estantes de acero según dibujo 160-767-9 (68 horas a 1.90)	120.20	72.32
3.	3. Depto. 19-32 Pintar la mesa arriba descrita y los estantes de acero con los colores usuales	5.55	3.08
4.	(3 horas a 1.85) 4. Depto. 23-10 Entregar la mesa y los estantes arriba citados al Depto. 14-10, cerca de la columna G-5. Atención: J. A. Jones, Supervisor.		

Factura del material preparado Pág. 1 de 1

Para esta orden de trabajo: Sí No

Prioridad 2

Orden de trabajo de mantenimiento, emitida para describir y autorizar tareas de mantenimiento no rutinarias.

EVALUACION DE CONFIABILIDAD DE TRANSFORMADORES
MANTENIMIENTO SELECTIVO

CLIENTE _____

UBICACION _____

CAPACIDAD DE LA PLACA	
SN _____	Peso (lb) _____
Fabricante _____	Elevación en °C _____
% Imped. _____	Ph/ciclos _____
Clase _____	Tipo _____
Capacidad de Voltaje _____	
Capacidad en KVA _____	

FACTORES DE CONFIABILIDAD	
I. Edad _____	de 20
II. Medio ambiente _____	de 10
III. Trabajo _____	de 10
IV. Inspección visual _____	de 30
V. Pruebas de aceite _____	de 30
Índice de confiabilidad _____	de 100

Clave No. _____
Capacidad de productividad _____
Índice de seguridad _____
Fecha de registro del índice _____

I. EDAD		
Edad del transformador		
Edad		Capacidad
0- 2 Años		10
2- 5 "		20
5-10 "		15
10-20 "		10
Más de 20 "		0-10
Capacidad <input type="text"/> (Máx. 20)		

II. MEDIO AMBIENTE		
Describo		
Medio ambiente		Calificación
a. Limpio, seco		10
b. Mugre excesiva, polvo		6
c. Gas/vapor corrosivo		4
d. Humedad		2-6
e. Caliente (sobre 85°C)		0-5
Nota: Deduzca 3 puntos para los transformadores exteriores		
Capacidad <input type="text"/> (Máx. 10)		

III. TRABAJO		
Describo		
Trabajo		Calificación
a. Dentro de la temperatura y carga especificadas		
b. Carga o temperatura hasta un 10% sobre los valores especificados		
Otros factores que afectan la calificación son:		
1. Interrupciones por prendido o apagado		
2. Largos periodos de inactividad		
3. Historia de los daños físicos		
Capacidad <input type="text"/> (Máx. 10)		

IV. INSPECCION VISUAL	
Utilice la lista siguiente califique cada partida como sigue:	
2 - Condición aceptable	
1 - Manténgase bajo observación	
0 - Requiere atención inmediata	
Si no se aplica algún concepto de éstos, califíquelo con 2	
a. <input type="checkbox"/> Herrumbre, corrosión, defectos superficiales, pintura	
b. <input type="checkbox"/> Cojinetes y terminales de alto voltaje	
c. <input type="checkbox"/> Cojinetes y terminales de bajo voltaje	
d. <input type="checkbox"/> Diafragma de alivio de presión	
e. <input type="checkbox"/> Fugas de aceite-cojinetes	
f. <input type="checkbox"/> Fugas de aceite-aforadores	
g. <input type="checkbox"/> Fugas de aceite-válvulas	
h. <input type="checkbox"/> Fugas de aceite-tanque o cubierta	
i. <input type="checkbox"/> Fugas de aceite-radiadores de enfriamiento	
j. <input type="checkbox"/> Indicadores de temperatura de aceite	
k. <input type="checkbox"/> Mecanismo de cambio de control y golpe	
l. <input type="checkbox"/> Arrestador de encendido	
m. <input type="checkbox"/> Manómetros y niveles de líquido	
n. <input type="checkbox"/> Control de temperatura (Ventiladores/Alarma)	
o. <input type="checkbox"/> Instrumentos de medida eléctrica	
Comentarios (Describe todas las partidas calificadas con 0)	
Calificación = Suma de partidas: <input type="text"/> (Máx. 30)	

V. PRUEBAS DE ACEITE		
A. Neutralidad del aceite		
Resistencia en KV		Calificación
30 KV y más		10
22-29 KV		4-9
Bajo 22 KV		0
Calificación <input type="text"/> (Máx. 10)		
B. Acidez del aceite		
Neutralización No. (Mg de KOH/gm de aceite)		Calificación
Bajo 0.1		10
0.1 - 0.49		9-3
0.5 y más		0
Calificación <input type="text"/> (Máx. 10)		
C. Análisis visual		
Apariencia		Calificación
Claro, sin partículas sueltas		10
Naranja oscuro o rojizo, presencia de partículas sueltas		0-8
Calificación <input type="text"/> (Máx. 10)		
Total = A / B / C = <input type="text"/> (Máx. 30)		

ANEXO VI-4-2 (1)

TABLA LISTA DE CONTROL PARA MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE DIRECTA

Desperfecto	Causa	Lo que debe hacerse
Sobrecalentamiento de las chumaceras en general	Flecha torcida o bombeada Banda demasiado tensa La polea demasiado retrada El diámetro de la polea es muy reducido Alineamiento defectuoso	Enderézese o reemplácese la flecha Aflojese la banda Acérquese la polea a la chumacera Colóquese una polea más grande Corríjase el alineamiento de la transmisión
Sobrecalentamiento de las chumaceras de casquillo metálico	Las ranuras de lubricación de la chumacera están tapadas por acumulación de suciedad Anillos de lubricación chucóns o dañados El aceite es muy grueso El aceite es muy delgado Cantidad insuficiente de aceite Demasiado empuje axial Los metales o manguitos de la chumacera están muy desgastados	Desmóntese el colgante o el pedestal junto con la chumacera, límpiense las venas de lubricación y la caja de la chumacera, cámbiense el aceite Repárense o reemplácese los anillos Cámbiense por un aceite más delgado, según recomendaciones Cámbiense por un aceite más grueso, según recomendaciones Llénese el depósito hasta el nivel correcto marcado por el tapón de reosadero Redúzcase el empuje desarrollado por la máquina impulsada o colóquese un dispositivo externo que lo reciba Reemplácese la chumacera
Sobrecalentamiento de las chumaceras de baleros	Cantidad insuficiente de grasa Descomposición de la grasa o contaminación del lubricante Exceso de lubricante El sobrecalentamiento proviene del motor o de otra fuente externa La chumacera trabaja con sobrecarga Bolas rotas o pistas cascadas	Manténgase en la chumacera la cantidad de grasa adecuada Retírefrese la grasa vieja, lávense muy bien las chumaceras con petróleo y póngase grasa nueva Redúzcase la cantidad de grasa. Las chumaceras no deben llenarse más allá de la mitad Protéjase la chumacera, reduciendo la temperatura del motor Rectifíquese el alineamiento, la carga lateral y el empuje axial Reemplácese el cojinete después de limpiar la caja perfectamente
Goteo de aceite en los tapones de los reosaderos	La rosca del tapón del reosadero no sella El tapón del reosadero reventado o roto El tapón no sella	Retírefrese el tapón, reencuéntense los hilos de la cuerda, reemplácese el tapón y séllese Reemplácese el tapón Regulere una junta de corcho, o si es del tipo de rosca, se apretará a modo de que cierre
El motor está sucio	La ventilación está obstruida, las bobinas del devanado están llenas de polvo o pelusa Las bobinas del rotor están atascadas Las chumaceras y las máscaras tienen adherencias interiores	Un motor limpio funcionará con temperatura menor de 10 a 30°C, que uno sucio. El polvo puede ser de cemento, aserrín de madera, polvo de piedra triturada, granos, carbón molido, etc. Desármese totalmente el motor y límpiense bien todas las bobinas y demás partes Límpiense, esmerílese el colector y rebájense las micas del mismo. Límpiense y trátense las bobinas con un buen barniz aislante Límpiense y lávense con solvente
El motor está mojado	Sujeto a goteo Sujeto a chorros de agua Sumergido a consecuencia de inundaciones	Frótese el motor con un trapo secándolo por medio de una corriente de aire que circule a través del mismo. Instálese una cublería o campana de protección para taparlo El motor tiene que ser cubierto para que conserve el calor, variando frecuentemente la posición del rotor Desármese el motor y límpiense sus partes componentes. El devanado tiene que calentarse en horno, a 105°C de temperatura durante 24 hr, o hasta que tenga la suficiente resistencia a tierra. Antes que nada, hay que asegurarse de que el buje del colector ha sido debidamente drenado

ANEXO VI.4.2 (2)

TABLA LISTA DE CONTROL PARA MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA

Desperfecto	Causa	Lo que debe hacerse
El motor falla al arrancar	El circuito no cierra Las escobillas no bajan hasta el colector Las escobillas se han pegado en el portaescobillas La armadura se ha pegado por causa de chumaceras pegadas en el motor o en la transmisión principal Puede faltar corriente	El interruptor está abierto, los conductores rotos Son retenidas por los resortes; necesitan cambiarse. Las escobillas se han quemado hasta acabarse Quítense las escobillas y límpiese, límpiese las cajas del portaescobillas Desmóntense las máscaras o las ménsulas, reemplazando las chumaceras, o reacondiciónense las chumaceras viejas al mediante la inspección se ve que esto es posible todavía Revisense las condiciones de la línea hacia el arrancador mediante un foco probador. Revisense los contactos del arrancador
El motor arranca, para luego pararse y cambiar el sentido de rotación	Polaridad invertida del generador que suministra la fuerza Los campos magnéticos, el de derivación y el de serie, se oponen uno a otro	Revisese el generador para localizar la causa del cambio de polaridad Rectifíquense las conexiones de los campos, ya sea el de derivación o el de serie, para corregir la polaridad. Después concéntense las terminales de acuerdo con la dirección de rotación deseada. Los campos pueden probarse por separado para determinar individualmente la dirección de rotación, concéntelos luego para dar juntos el mismo sentido de rotación
El motor no alcanza su velocidad de régimen	Está sobrecargado La resistencia de arranque no ha sido desconectada totalmente El voltaje está bajo Cortocircuito en las bobinas de la armadura o entre las delgas El arranque con carga es muy pesado, mientras el campo permanece muy débil El motor está fuera del punto neutro El motor está frío	Revisense las chumaceras para determinar si están en perfectas condiciones y correctamente lubricadas. Revisese la carga impulsada para determinar si hay sobrecarga o fricción excesiva Revisese el arrancador para determinar si está en perfectas condiciones, mecánica y eléctricamente Mídase el voltaje con un voltímetro y véase si concuerda con el voltaje de régimen indicado en la placa de características Para cerciorarse del cortocircuito en la armadura, inspecciónese el colector en busca de delgas ennegrecidas y delgas flameadas junto a las primeras. Inspecciónese las bobinas para determinar si algunas de ellas o de las calzas se han quemado Revisese la relevación plena del campo y las posibilidades de ajuste del réstato del campo magnético a plena excitación Revisese el ajuste de fábrica del portaescobillas o compruébese si el motor está en el punto neutro correcto Auméntese la carga del motor para elevar su temperatura o agréguese resistencia del réstato a la excitación para graduar la velocidad
El motor gira con demasiada velocidad	El voltaje es más alto que el de régimen del motor La carga es demasiado ligera El campo magnético de la derivación se ha debilitado La bobina de la derivación está al revés El campo magnético de la serie se ha debilitado El ajuste del punto neutro está descompensado Parte de la resistencia del réstato del campo de excitación de la derivación está conectado, o hay resistencia innecesaria en el circuito del campo magnético La ventilación del motor está obstruccionada y causa el sobrecalentamiento del campo magnético de la derivación	Corrija el voltaje o efectúese el cambio que recomienda el fabricante en la medida del entrehierro Auméntese la carga o instállese una resistencia fija en el circuito de la armadura Instállese bobina nueva Inviértanse las conexiones de la bobina Instállese una bobina nueva o reparada Restablézcase el punto neutro de acuerdo con la señal de la fábrica en los portaescobillas, o localícese mediante prueba Mídase el voltaje a través del campo magnético y compárese con las indicaciones de la placa de características El campo magnético sobrecalentado aumenta en resistencia; investiguense las causas del calentamiento de las bobinas del campo, para normalizar la corriente de la excitación del campo de derivación

ANEXO VI-4-2 (3)

TABLA LISTA DE CONTROL PARA MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA. (Continuación)

Desperfecto	Causa	Lo que debe hacerse
El motor aumenta su velocidad continuamente y el aumento de la carga no la disminuye	Regulación inestable de la velocidad en relación con la carga Bobinas de derivación o de serie con conexiones invertidas Uno de los polos o corrientes de conmutación es demasiado fuerte, o el entrehierro muy pequeño	Inspecciónese el motor para determinar si hay descompensación del punto neutro. Revísese el campo magnético en serie para determinar acortamiento del devanado. Véase si el circuito del campo de serie tiene alguna derivación que pueda eliminarse Compruébese con una brújula y reconéctese correctamente la bobina Trátase con la fábrica el cambio recomendable de las bobinas o de la dimensión del entrehierro
El motor gira continuamente a muy bajas revoluciones	El voltaje es más bajo que el de régimen Sobrecarga El motor trabaja en frío El ajuste del punto neutro está descompensado La armadura tiene bobinas con cortocircuitos, o hay cortocircuitos entre las delgas	Mídase el voltaje y pruébese a ajustarlo al valor indicado en la placa de características Revísense las chumaceras del motor y de las transmisiones para comprobar si están en perfectas condiciones. Revísese si no hay demasiada fricción en los elementos de transmisión El motor puede girar con 20% menos de velocidad por falta de carga. Instállese un motor más chico, aumentése la carga o pónganse cubiertas parciales para aumentar el calentamiento Restablézcase el punto neutro de acuerdo con la señal de la fábrica en los portaescobillas o localízese mediante prueba Desmóntese la armadura y llévese al taller de reparaciones para dejarla en perfectas condiciones de servicio
El motor se sobrecalienta	Está sobrecargado y toma de 25 a 50% más corriente que la de régimen Voltaje más alto que el de régimen Ventilación escasa Toma demasiada corriente, debido a una bobina cruzada Cruzamientos en la armadura tales como dos fugas a tierra que equivalen a un corto La armadura roza o arrastra en la superficie de los polos del estator causando fricción y corriente excesiva El núcleo presenta un foco de sobrecalentamiento que indica cruzamientos en cortocircuito y altas pérdidas de hierro Perforaciones sin aislamiento Las perforaciones en el núcleo han sido rebajadas a tornio o se han hecho ranuras para zunchos en el núcleo Se han hecho muescas maquinadas	Redúzcase la carga disminuyendo las revoluciones, variando la relación de engranajes o aligerando la carga El motor mueve la carga a mayor velocidad de la normal, necesitando un caballaje excesivo. Redúzcase el voltaje al indicado en la placa de características Cámbiense de sitio el motor o retírense de su rededor los elementos restrictivos. Las cubiertas de protección usadas reducen demasiado el paso del aire de ventilación y deben modificarse o ser retiradas. Los motores abiertos no pueden encerrarse totalmente en servicio continuo Repárense las bobinas de la armadura o instálense nuevas. Localícense las fugas a tierra y repárense o reembobíñese con juego de bobinas nuevas Revísense los soportes o pedestales de las chumaceras centrando el rotor, y determínense las condiciones de desgaste en las chumaceras para su reemplazo En algunas ocasiones se usan cuñas de relleno en ranuras para el balanceo. Estos elementos se retirarán y se buscarán otros medios para balancear el rotor La marcha en vacío del motor acusará el sobrecalentamiento del núcleo y tomará corriente de vacío muy alta en el circuito de la armadura. Reemplázcase el núcleo y reembobíñese la armadura. Si se hace necesario agregar ranuras para zunchos, esmeríllense en el núcleo. Mídase la temperatura del núcleo con un termómetro; no debe exceder los 90°C
a. Sobrecalentamiento de la armadura	El núcleo presenta un foco de sobrecalentamiento que indica cruzamientos en cortocircuito y altas pérdidas de hierro Perforaciones sin aislamiento Las perforaciones en el núcleo han sido rebajadas a tornio o se han hecho ranuras para zunchos en el núcleo Se han hecho muescas maquinadas	En algunas ocasiones se usan cuñas de relleno en ranuras para el balanceo. Estos elementos se retirarán y se buscarán otros medios para balancear el rotor La marcha en vacío del motor acusará el sobrecalentamiento del núcleo y tomará corriente de vacío muy alta en el circuito de la armadura. Reemplázcase el núcleo y reembobíñese la armadura. Si se hace necesario agregar ranuras para zunchos, esmeríllense en el núcleo. Mídase la temperatura del núcleo con un termómetro; no debe exceder los 90°C
b. Sobrecalentamiento del colector	Tensión demasiado alta de las escobillas Las escobillas están fuera del punto neutro El grado de la escobilla usada es demasiado abrasivo	Limítense la presión entre 2 y 2½ lb/plg² (0.14 y 0.175 kg/cm²). Revísese la composición de las escobillas, limitándose a emplear el grado de carbón que aconsejan los fabricantes de escobillas Gradúese la posición de las escobillas para que queden en el lugar que les corresponde Solicítense la recomendación del fabricante

ANEXO VI.4.2 (4)

TABLA LISTA DE CONTROL PARA MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA. (Continuación)

Desperfecto	Causa	Lo que debe hacerse
c. Sobrecalentamiento de los campos magnéticos	<p>Delgas cruzadas</p> <p>Núcleo y bobinas se sobrecalientan y transmiten el calor al colector</p> <p>Ventilación defectuosa</p> <p>El voltaje es demasiado alto</p> <p>Devanados con cruzamientos o con fugas a tierra</p> <p>La resistencia no es igual en cada una de las bobinas</p> <p>Ventilación defectuosa</p> <p>Las bobinas no son lo suficientemente grandes para desprenderse de su calentamiento por radiación</p>	<p>Revísense las láminas de mica del aislamiento del colector, rebájense las micas y hágase la reparación procedente</p> <p>Compruébese la temperatura del colector por medio de un termómetro para asegurarse de que su aumento no excede de 55°C sobre temperatura ambiente, sin que el total sea mayor de 105°C</p> <p>Revísese si se sobrecalienta el motor</p> <p>Compruébense los datos con voltímetro y termómetro y redúzcase el voltaje al valor indicado en la placa de características</p> <p>Repárense o reemplácense por nuevas las bobinas correspondientes</p> <p>Compruébese la resistencia individual de cada bobina que debe ser igual, con límite de tolerancia del 10% y si alguna presenta una resistencia más baja, reemplácese por una bobina nueva</p> <p>Revísese como en el caso de sobrecalentamiento del motor</p> <p>Deben cambiarse todas las bobinas por nuevas, si hay espacio suficiente en el motor</p>
El motor vibra y da muestras de desequilibrio	<p>La armadura ha perdido su equilibrio</p> <p>El motor está desalineado</p> <p>La polea está fuera de centro o floja</p> <p>La banda o la cadena de la transmisión golpean</p> <p>Desajuste entre el engrane y el piñón</p> <p>El acoplamiento está desalineado</p> <p>Flacha combada</p> <p>Climentación inadecuada</p> <p>El motor está flojo</p> <p>Las patas del motor están disparadas</p>	<p>Desmóntese la armadura para contrabalancearla estáticamente, o equilibrese en una máquina equilibradora dinámica</p> <p>Allínese</p> <p>Aprétese la polea a la flecha o corrijase la excentricidad de la misma</p> <p>Ajústese la tensión de la banda o de la cadena</p> <p>Rectifíquese, realínese o reemplácese el engranaje</p> <p>Allínese el acoplamiento</p> <p>Reemplácese o endorécese la flecha</p> <p>Refuércense las bases y miembros estructurales de la climentación</p> <p>Aprétese las tuercas de los pernos de montaje</p> <p>Colóquense láminas para calzar las patas debajo de éstas, hasta igualar las alturas para que se puedan apretar firmemente todas las patas</p>
El motor chisporrotea en las escobillas y no se efectúa la conmutación	<p>El dispositivo neutral no coincide con el punto neutro</p> <p>Superficie del colector áspera</p> <p>Excentricidad del colector</p> <p>Las láminas de mica del colector están muy altas</p> <p>Sobrecalentamiento ocasionado por las ranuras</p> <p>La potencia de los polos conmutadores es muy alta o muy baja, ocasionando sobre- o subcompensación respectivamente.</p> <p>Alambres cruzados en las bobinas de los polos conmutadores</p> <p>Bobinas cruzadas que están conectadas con las delgas</p> <p>Bobinas del circuito abiertas</p> <p>Conexiones con las delgas del colector mal soldadas</p> <p>Delga levantada o floja en altas velocidades</p> <p>El grado de compacidad de las escobillas no es el adecuado. La presión de las escobillas es demasiado ligera, la densidad de la corriente es muy alta, las escobillas se pegan en el porta-escobillas</p> <p>Las terminales de las escobillas están flojas</p> <p>Las escobillas golpean debido a la formación de una capa de suciedad en el colector</p> <p>Vibración</p>	<p>Revísese y ajústese el dispositivo de fábrica en la señal indicada o localícese por prueba el punto neutro correcto</p> <p>Esmerílese y redondéense los cantos de cada una de las delgas</p> <p>Retornear y esmerillar el colector</p> <p>Redórtense los cantos de la mica a que el filo quede dentro de la ranura</p> <p>Consúltese con el fabricante los cambios correctivos procedentes en el espacio del entrehierro</p> <p>Revísese y consúltense con el fabricante los cambios correctivos procedentes del espacio del entrehierro o de las bobinas conmutadoras</p> <p>Repárense estas bobinas o reemplácense por nuevas</p> <p>Repárese la armadura de manera que quede en perfectas condiciones de operación</p> <p>Procedase como en el párrafo anterior</p> <p>Resúlfense con la atención de estaño apropiada</p> <p>Revísense las tuercas o pernos del colector, reaprétandolos bien y esmerillando la superficie del mismo</p> <p>Véanse escobillas</p> <p>Rectifíquese la superficie del colector y corrijase la selección del tipo de escobillas, para cambiarlas</p> <p>Elimínese la causa de las vibraciones, revisando y rectificando el montaje y el equilibrio del rotor</p>

ANEXO VI-4.2 (5)

TABLA LISTA DE CONTROL PARA MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA. (Continuación)

Desperfecto	Causa	Lo que debe hacerse
<p>El desgaste de las escobillas es excesivo</p>	<p>Las escobillas son de material demasiado suave</p> <p>Superficie del colector áspera</p> <p>Existencia de polvo abrasivo en el aire del ventilador</p> <p>El dispositivo de neutro fuera de su posición correcta</p> <p>La conmutación es defectuosa</p> <p>Delgas altas, bajas o flojas</p> <p>Tensión excesiva de las escobillas</p> <p>Desgaste ocasionado por la corriente eléctrica a consecuencia de la pérdida de película protectora en la superficie del colector</p> <p>Formación de estrías y rayones</p> <p>Presencia de aceite o grasa que procede del ambiente o de las chumaceras</p> <p>Ambiente contaminado con vapores tenues de ácido y humedad</p>	<p>Soplétese el polvo de carbón del motor y reemplácese las escobillas seleccionando las nuevas de mayor compacidad, según las recomendaciones del fabricante</p> <p>Rectifíquese a esmeril la superficie del colector</p> <p>Rectifíquense las superficies de las escobillas y corrija la situación protegiendo al motor contra la entrada de este polvo</p> <p>Revísese el ajuste de fábrica del punto neutro o localícese este último por medio de pruebas</p> <p>Véanse las instrucciones para corregir la conmutación</p> <p>Apriétense bien las tuercas de los pernos del colector y rectifíquese la superficie del mismo</p> <p>Ajústese la presión de los resortes de modo que la presión no exceda de 2 a 2½ lb pig² (0.14 a 0.175 kg/cm²)</p> <p>Rectifíquense las superficies de las escobillas y del colector</p> <p>Procédase en la misma forma como en el caso anterior</p> <p>Corrija la causa de la presencia del aceite, rectifíquense y límpiense las superficies de las escobillas y del colector</p> <p>Protéjase al motor suministrándole aire de ventilación de otra fuente o cámbiense el motor por otro de tipo cerrado</p>
<p>El motor hace ruido</p>	<p>Silbido de las escobillas</p> <p>Golpeteo de las escobillas</p> <p>El motor está flojo sobre su base</p> <p>La base es hueca y actúa como caja de resonancia</p> <p>El bastidor de la base está sometido a esfuerzos de tensión</p> <p>El laminado de la armadura está flojo</p> <p>La armadura arrastra sobre los polos de las fasas</p> <p>Zumbido magnético</p> <p>La banda vibra o golpea</p> <p>Carga excesiva de corriente</p> <p>Vibración mecánica</p> <p>Chumaceras ruidosas</p>	<p>Rectifíquese el ángulo entre las escobillas y el colector, así como la película en su superficie; rectifíquese la superficie del colector</p> <p>Rectifíquense las superficies del colector y de las escobillas</p> <p>Apriétense las tuercas de los pernos de anclaje</p> <p>Rellénese la parte hueca con material sordo a prueba de transmisión de sonido</p> <p>Cálcese las patas del motor con lanas para mantener la nivelación correcta de montaje</p> <p>Reemplácese el núcleo de la armadura</p> <p>Céntrese, reemplazando las chumaceras o variando la posición de los soportes o pedestales</p> <p>Consúltese con el fabricante</p> <p>Revísese el estado de la banda y ténsese</p> <p>Puede no causar sobrecalentamiento, pero estúdiense la tabla para la corrección de bobinas cruzadas o con fugas a tierra</p> <p>Consúltese la tabla en el renglón relativo a vibraciones</p> <p>Revísese el alineamiento, la carga de las chumaceras, la lubricación y búsqense las recomendaciones del fabricante</p>

ANEXO VI-4-2 (6)

TABLA LISTA DE CONTROL PARA MOTORES DE CORRIENTE ALTERNIA

Desperfecto	Causa	Lo que debe hacerse
El motor se para	<p>Aplicación errónea</p> <p>El motor opera con sobrecarga</p> <p>El voltaje del motor está muy bajo</p> <p>El circuito permanece abierto</p> <p>La resistencia de control del rotor devanado, incorrecta</p>	<p>Cámbiense el tipo o el tamaño. Consúltese al fabricante</p> <p>Redúzcase la carga del motor</p> <p>Manténgase el voltaje a la altura del indicado en la placa de características</p> <p>Los listones fusibles se han fundido; el relevador de sobrecarga, el arrancador, y la estación de botones de mando deben ser revisados</p> <p>Repárese la secuencia del control. Reemplácense las resistencias que estén rotas. Repárense los elementos que tengan circuitos abiertos</p>
El motor está conectado, pero no arranca	<p>Una fase está interrumpida</p> <p>El motor puede estar sobrecargado</p> <p>El rotor tiene algún defecto</p> <p>Las conexiones del estator pueden estar defectuosas</p>	<p>Revisense las líneas para comprobar que no hay fases interrumpidas. Redúzcase la carga</p> <p>Revisese si tiene barras o anillos rotos</p> <p>Reifrense las terminales y pruébense con un foco de prueba</p>
El motor arranca para perder velocidad hasta pararse	<p>Fallas en el suministro de fuerza</p>	<p>Búsquense conexiones flojas en las líneas, revisense los fusibles y los aparatos de control</p>
El motor no alcanza a levantar velocidad	<p>La aplicación del motor no es correcta</p> <p>El voltaje es muy bajo en las terminales del motor por la caída de tensión en las líneas</p> <p>Si se trata de un rotor con devanado, el control de la resistencia secundaria no se opera correctamente</p> <p>La carga es demasiado alta en el arranque</p> <p>Momento de torsión débil en un motor sincrónico</p> <p>Compruébese si todas las escobillas están rozando sobre los anillos</p> <p>Barras del rotor rotas</p> <p>El circuito primario se ha interrumpido</p>	<p>Consúltese al proveedor sobre el tipo de motor adecuado que se requiere</p> <p>Elévase el voltaje en los bornes del transformador, o redúzcase la carga</p> <p>Corrójase el control de la resistencia secundaria</p> <p>Compruébese si la carga de arranque es la que se supone que debe vencer el motor</p> <p>Cámbiense la resistencia de arranque para el rotor o cámbiense el diseño de éste</p> <p>Revisense las conexiones secundarias</p> <p>No se dejen terminales o bornes mal conectados</p> <p>Búsquense rupturas en las cercanías de los anillos de cierre. De existir éstas, es necesario sustituir el rotor por uno nuevo, porque las reparaciones son por lo general de duración temporal</p> <p>Localícese con un probador el sitio de la falla y repárese</p>
El motor tarda mucho en acelerarse	<p>Exceso de carga</p> <p>Líneas defectuosas</p> <p>Rotor del tipo de jaula de ardilla, defectuoso</p> <p>El voltaje aplicado es demasiado bajo</p>	<p>Redúzcase la carga</p> <p>Revisese si tienen resistencia demasiado alta</p> <p>Reemplácense por un rotor nuevo</p> <p>Pídase a la central eléctrica el aumento del voltaje necesario, mediante derivación en el transformador</p>
Rotación incorrecta	<p>Secuencia incorrecta de las fases</p>	<p>Inviértanse las conexiones del motor o hágase esto mismo en el tablero de distribución</p>

ANEXO VI.4.2 (7)

TABLA LISTA DE CONTROL PARA MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA. (Continuación)		
Desperfecto	Causa	Lo que deba hacerse
El motor se sobrecalienta durante la marcha con carga	<p>Compruébese si la carga es excesiva</p> <p>Ventiladores inadecuados o deflectores de aire defectuosos, puede haber oclusiones o adherencias de suciedad que impiden el flujo apropiado de la ventilación</p> <p>El motor puede tener una fase interrumpida</p> <p>Alguna bobina tiene salto a tierra</p> <p>Voltaje descompensado en las terminales</p> <p>Cruzamiento en alguna de las bobinas del estator</p> <p>Conexiones defectuosas</p> <p>Voltaje muy alto</p> <p>Voltaje muy bajo</p> <p>El rotor arrastra en el estator</p>	<p>Redúzcase la carga si es necesario</p> <p>Una buena ventilación se manifiesta cuando sale del motor una corriente de aire ininterrumpida. De no ser así, consúltese con el fabricante</p> <p>Revísense las líneas y conexiones para tener la seguridad de que todas las terminales están bien conectadas</p> <p>Localícese el defecto y repárese.</p> <p>Revísese si hay conductores defectuosos, conexiones mal hechas o defectos en el transformador</p> <p>Repárese y obsérvese después la lectura del wattímetro</p> <p>Se localizan por la alta resistencia de las líneas</p> <p>Revísese el voltaje de los bornes del motor, midiéndolo con un voltímetro</p> <p>Si no depende de maquinado defectuoso, cámbiense las chumaceras desgastadas</p>
El motor vibra después de haber practicado todas las correcciones	<p>El alineamiento del motor es defectuoso</p> <p>Fundamentos muy débiles</p> <p>El acoplamiento está fuera de equilibrio</p> <p>El equipo impulsado está fuera de equilibrio</p> <p>Baleros defectuosos</p> <p>Las chumaceras no están alineadas</p> <p>Los contrapesos del equilibrio dinámico se han movido</p> <p>Se han cambiado las bobinas del devanado del rotor</p> <p>El motor es polifásico y está operando con corriente monofásica</p> <p>Juego excesivo en las chumaceras</p>	<p>Alineése</p> <p>Refuércese la base</p> <p>Equilibrese el acoplamiento</p> <p>Equilibrese el equipo de transmisión</p> <p>Reemplácense los cojinetes</p> <p>Alineése correctamente</p> <p>Reequilibrese el rotor dinámicamente</p> <p>Reequilibrese el rotor dinámicamente</p> <p>Revísese en donde se han interrumpido los circuitos</p> <p>Ajústense las chumaceras o agréguese arandelas</p>
Corriente descompensada en los motores polifásicos durante la operación normal	<p>Voltaje desigual en los bornes</p> <p>Operación en una sola fase</p> <p>Contactos defectuosos entre el rotor y la resistencia de control para el rotor devanado</p> <p>Las escobillas no están en su posición correcta en el rotor con devanado</p>	<p>Revísense las líneas y las conexiones</p> <p>Revísese si hay contactos abiertos</p> <p>Revísense los dispositivos de control</p> <p>Procúrese mantener las escobillas en sus posiciones correctas, con sus cables terminales en buen estado</p>
Ruidos de arrastre	<p>El ventilador roza con el deflector de aire</p> <p>El ventilador golpea contra el aislamiento</p> <p>La base está floja</p>	<p>Ajústense estos elementos</p> <p>Retírese el ventilador</p> <p>Apríetense las tuercas de los pernos de anclaje</p>
Ruido magnético	<p>Entrehierro desigual</p> <p>Chumaceras flojas</p> <p>Rotor fuera de equilibrio</p>	<p>Revísese y corríjase el ajuste de los soportes o de las chumaceras</p> <p>Corríjase el defecto o reemplácense</p> <p>Equilibrese el rotor</p>

ANEXO VI.4.3 (1)

TABLA PRONTUARIO PARA DETERMINAR DESPERFECTOS EN INTERRUPTORES (CONTACTORES)

Defecto	Electrolmán	
	Causa	Arreglo
La bobina se ha quemado.	Desperfecho mecánico.	Reemplácese Véanse las anotaciones
	La armadura no asienta.	Véanse las páginas en donde se trata del arranque, etc. 1 y 2
	La resistencia de protección o el embobinado de alta resistencia no está conectado en serie con la bobina de corriente directa cuando la armadura asienta.	Ajústense, repárense, o reemplácese las resistencias intercaladas y de serie, de manera que el rendimiento continuo de la bobina no sea excedido en capacidad cuando la armadura está cerrada. 2
	El voltaje de la bobina es demasiado alto.	Corrójase el voltaje de la bobina. Use-se una bobina para mayor voltaje.
	Temperatura ambiente demasiado alta.	Procúrese establecer una buena ventilación. Cámbiense de sitio el arrancador. Solicítense de la fábrica una bobina especial.
	La bobina de intermitencia permanece mucho tiempo bajo corriente.	Reajústese el ciclo de operación. Consúltense a la fábrica sobre una bobina especial.
	El servicio de arranques y paradas es muy pesado.	Reajústese el ciclo de operación. Consúltense con la fábrica la colocación de una bobina especial. 1 y 2
Ambiente anormal.	Cámbiense de sitio el arrancador. Consúltense con la fábrica la colocación de una bobina especial.	
No toma corriente para el arranque.	Bobina defectuosa.	Reemplácese.
	Voltaje muy bajo.	Corrójase el voltaje de la bobina. Use-se una bobina de menor voltaje.
	Interferencias mecánicas o fricción.	Revísese la operación de los mecanismos de movimiento con la mano y háganse los ajustes o reparaciones procedentes.
	Cierre o bloqueo magnético.	Usense armaduras con piezas anti-magnéticas. Agréguese pantallas no magnéticas entre la armadura y el tope de parada de la misma.
Los contactos no sellan; se produce cascabeleo al tocarse los contactos; al tocarse los contactos se nota abriendo el circuito. (Esta condición se presenta sólo cuando la bobina de operación tiene sobrecalentamiento o el voltaje de la línea está muy bajo.)	Interferencias o fricción de origen mecánico.	Revísese el funcionamiento de la parte mecánica probándolo con la mano y háganse los ajustes o reparaciones necesarios.
	La fuerza aplicada a los contactos es excesivamente intensa.	Reemplácese los resortes. Elimínese la fricción excesiva del mecanismo de movimiento de los contactos. Ajústese la longitud del resorte si éste es graduable.
	El voltaje de la bobina es muy bajo.	Corrójase el voltaje de la bobina. Use-se una bobina para menor voltaje.
	La resistencia de protección de la serie o el devanado de la bobina de alta resistencia entra en acción prematuramente o la resistencia de la serie es demasiado alta.	Practíquense los ajustes o reparaciones necesarios o reemplácese la resistencia intercalada y/o la resistencia de la serie. 2
	Las bobinas del electroimán de corriente directa, de dos bobinas, tienen polaridad opuesta.	Inviértase la polaridad de una de las bobinas y pruébese el funcionamiento con la carga desconectada.

ANEXO VI.4.3 (2)

TABLA PRONTUARIO PARA DETERMINAR DESPERFECTOS EN INTERRUPTORES (CONTACTORES).
(Continuación)

Defecto	Causa	Electrolmán	Arreglo	Véanse las anotaciones
No se efectúa el disparo de desconexión o la reacción es lenta.	Los contactos se han autosoldado.		Véanse los párrafos en donde se detallan los contactores.	
	Acumulaciones de suciedad o de polvo sobre las superficies de los contactos.		Límpense.	
	Interferencia o fricción de origen mecánico.		Pruébese el funcionamiento de los mecanismos de movimiento a mano y háganse los ajustes o reparaciones necesarios.	
	La pantalla de remanencia se ha caído o falta. El entrelaerto permanentemente se mantiene muy bajo.		Reemplácese la pantalla de remanencia o todo el electroimán.	
	El resorte de disparo está defectuoso o falta.		Reemplácese (no en todos los contactores se usa el resorte de disparo).	
	El relevador de control no abre del lado de la corriente directa del rectificador.		Auméntese la presión de contacto en el circuito de control. Repárese o reemplácese el relevador.	3
	El relevador de control produce un arco de larga duración.		Repárese o reemplácese el relevador.	
	En las espiras del devanado de la bobina hay un cortocircuito.		Reemplácese la bobina.	3
El electroimán golpea o vibra.	La bobina auxiliar está rota o fuera de lugar.		Reemplácese la bobina.	1
	La resistencia de protección de la serie o el devanado de la bobina de alta resistencia se intercalan prematuramente, la resistencia de la serie es demasiado alta o está interrumpida.		Ajustense, repárense o reemplácese, la resistencia intercalada y/o la de serie.	2
	Los contactos del relevador de control, los de los interruptores de control, de presión, de temperatura, etc., golpean.		Revisense la carrera y la fuerza de contacto en el dispositivo de control. Reemplácese el dispositivo de control. Múvase el dispositivo de control colocándolo en una posición en la que tenga el mínimo de vibraciones, o sístese a prueba de choques o vibraciones.	
	Las conexiones están flojas.		Apriétense todas las conexiones.	
El electroimán de corriente alterna hace ruido.	Los contactos en la armadura no sellan bien.		Límpese la superficie de la cara de los polos. Elimínense las interferencias y/o la fricción de origen mecánico.	
	Las superficies de las caras de los polos están disparejas.		Reemplácese el electroimán completo. Límpese las caras del imán como un último recurso, si no es posible obtener repuestos.	
	El electroimán está desalineado.		Realínese.	
	La bobina auxiliar se ha roto o está fuera de lugar.		Reemplácese.	
	El voltaje de la bobina es bajo.		Corrígase el voltaje de la bobina. Use-se una bobina para menor voltaje.	

Notas:

1. Corresponden a electroimanes de corriente alterna.
2. Corresponden a electroimanes de corriente directa que trabajan con sobrevoltaje durante el arranque.
3. Corresponden a todos los electroimanes de corriente directa.

ANEXO VI.4.3 (3)

TABLA PRONTUARIO PARA DETERMINAR DESPERFECTOS EN INTERRUPTORES (CONTACTORES).
(Continuación)

Contactos		
Defecto	Causa	Arreglo
Sobrecalentamiento.	La carga de corriente es muy alta. Conexiones flojas.	Redúzcase la carga. Usese un contactor más grande. Límpiense las conexiones decoradas o sueltas y apróntense bien.
	Carrera demasiado larga y/o la fuerza que presiona a los contactos es demasiado débil.	Ajústese la carrera, reemplácense los contactos y cámbiense los resortes por otros lo suficientemente fuertes, para corregir el defecto.
	Adherencias de óxido de cobre o de materias extrañas sobre las superficies de contacto.	Límpiense por medio de una lima muza fina o lija de papel. Usense cajas herméticas en locales con ambiente polvoso.
	La carga sigue conectada por más de ocho horas.	Cámbiense el horario de operación. Revísese si hay en la fábrica contactos más adecuados.
	La temperatura del ambiente es muy elevada.	Redúzcase la carga. Mejórense las condiciones de la ventilación. Cámbiense de sitio el arrancador. Instálase un contactor de mayor tamaño.
	Los cables de las líneas o los del circuito de carga son muy delgados.	Colóquense cables de acuerdo con los estándares de la NEC
Los contactos se han autosoldado.	La carrera es demasiado larga y/o la fuerza que presiona a los contactos es demasiado débil.	Ajústese la carrera, reemplácense los contactos y cámbiense los resortes por otros lo suficientemente fuertes para corregir el defecto.
	El electroimán se atranca o cascabelen cuando se tocan los contactos.	Véase electroimán en esta misma tabla.
	El electroimán se bota al tocarse los contactos, debido a la caída del voltaje.	Véase electroimán en esta tabla.
	El electroimán golpetea.	Véase electroimán en esta tabla.
	Los contactos rebotan al cerrar el circuito	Corríjense las condiciones del sobrevoltaje. Corríjense los defectos mecánicos.
	Los contactos se tocan y rebotan al abrirse el circuito	Corríjense los defectos de origen mecánico en el mecanismo de parada. Corríjense los defectos mecánicos del dispositivo de cerrojo, si es que existe.
	El alineamiento de los contactos es defectuoso.	Ajústense los contactos para que toquen todos simultáneamente en el contracontacto, dentro de una tolerancia de 1/32 plg (0.8 mm).
	La acción del empuje es muy intensa.	Redúzcase la presión del empuje. Revísese si hay en la fábrica mayor cantidad de conductores resistentes a la acción de soldadura. Usense contactos de mayor tamaño.
	Corriente de afluencia excesiva.	Reajústese el tiempo de aceleración o de la secuencia de operación. Usense contactores más grandes. Búsqense en la fábrica materiales de contacto resistentes a la soldadura.
	Vibraciones en la base de montaje del arrancador.	Cámbiense de sitio el aparato, a una parte en donde haya menos vibraciones. Aíslese el arrancador contra choques y vibraciones. Procédese reforzar la solidez de las bases de montaje del arrancador.

ANEXO VI. 4. 3 (4)

TABLA PRONTUARIO PARA DETERMINAR DESPERFECTOS EN INTERRUPTORES (CONTACTORES)
(Continuación)

Contactos		
Defecto	Causa	Arreglo
La duración de los contactos es muy corta.	La fuerza de apriete de los contactos es muy débil.	Ajústese la carrera, reemplácese los contactos y sustitúyanse los resortes de presión por otros que den la presión de contacto correcta.
	Los contactos rebotan al abrir o cerrar el circuito.	Corrójase la presencia de sobrevoltaje en la bobina. Corrójense los defectos mecánicos.
	El electroimán golpea o vibra.	Véase Electroimán en esta tabla.
	Acumulación de polvos abrasivos sobre los contactos.	Colóquese el aparato en una caja hermética. No debe utilizarse lija de tela para limpiar los contactos.
	La corriente de la carga es demasiado alta.	Redúzase la carga. Consúltese con la fábrica la aplicación de material más durable para los contactos. Instálase un contactor más grande.
	El ciclo del empuje es muy brusco.	Redúzase la acción del empuje. Consúltese con la fábrica la aplicación de material más durable para los contactos. Instálase un contactor más grande.
	Se está usando un contacto en baño de aceite en donde se debería tener uno de operación al aire.	Los contactores de operación al aire pueden tener una duración de 10 a 20 veces mayor que los que trabajan en baño de aceite, teniendo ambos la misma capacidad.

Interrupción del arco		
Defecto	Causa	Arreglo
Interrupción defectuosa del arco.	La casilla guardaarco no está en su sitio.	Instálase la casilla guardaarco en su sitio, de acuerdo con los datos indicados en la hoja de instrucciones correspondiente.
	La casilla guardaarco está dañada.	Reemplácese las partes aislantes rotas o erosionadas, cuernos apagaarcos y las rejillas de placa. Límpiese o reemplácese las piezas aislantes que tengan gruesas capas de adherencias de materias extrañas conductoras.
	Los cuernos apagaarcos o las rejillas de placa de acero tienen adherencias de suciedad o pintura.	Límpiese los cuernos apagaarcos y las rejillas de placa de acero de todas las materias extrañas aislantes adheridas a sus superficies.
	Los materiales metálicos no magnéticos han sido sustituidos por metales magnéticos en la casilla guardaarco y en los dispositivos apagaarcos.	Reemplácese estas piezas por otras hechas con el material adecuado.
	La bobina extinguidora de arcos está invertida o tiene un cortocircuito.	Reemplácese la bobina. Corrójase el defecto.
	El nivel del aceite es bajo, o el aceite está quemado (en contactores que operan en baño de aceite).	Llénese el depósito hasta el nivel correcto con aceite adecuado de buena calidad.
	El electroimán abre con lentitud.	Véase Electroimán en esta tabla.