



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

***“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE
PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA
SONDA DE CAMPECHE”.***

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO
ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

SAÚL MENDIOLA TREJO

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Abel Verde Cruz.

MÉXICO, D.F. FEBRERO DE 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

SAUL MENDIOLA TREJO
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento, me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:
"ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE"

ASESOR: Ing. ABEL VERDE CRUZ


Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 9 de junio de 2003.

LA DIRECTORA


ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ




C p Secretaria Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/IIa

SEGUIMIENTO DE REGISTRO DE TESIS

FECHA	CVE.	DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE	AUTORIZACIÓN Y SELLO
03/02/2004	IMP.	"ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE"	
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO

TRÁMITE	CLAVE
PRÓRROGA	PR.
CAM. TÍTULO	C. T.
CAM. ASESOR	C. A.
CAM. SEM.	C. S.
VIGENCIA	VIG.
IMPRESIÓN	IMP.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/0068/2004.

ASUNTO: Sínodo

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS
SECRETARIO ACADÉMICO
PRESENTE

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sínodo del Examen Profesional del alumno: SAÚL MENDIOLA TREJO, con Número de Cuenta: 09514118-3, con el tema de tesis: "ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE".

PRESIDENTE:	ING. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDÁN	MARZO	85
VOCAL:	ING. JUAN ANTONIO VILLANUEVA ORTEGA	SEPTIEMBRE	94
SECRETARIO:	ING. ABEL VERDE CRUZ	ABRIL	95
SUPLENTE:	ING. PRÓCORO PABLO LUNA ESCORZA	ENERO	96
SUPLENTE:	ING. JOSÉ LUIS ESTRADA GARCÍA	MARZO	96

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. Abel Verde Cruz, quien esta incluido basándose en lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL-ESPÍRITU"

Bosques de Aragón, Estado de México, 3 de febrero de 2004.

EL JEFE DE CARRERA

ING. RAÚL BARRÓN VERA

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: MENDIOLA TREJO SAÚL

FECHA: 10-FEB-04

FIRMA:

C.c.p.- Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.
C.c.p.- Ing. Abel Verde Cruz.- Asesor de Tesis.
C.c.p.- Alumno.
RBVamce.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

SOBRE TODO POR EL ENORME REGALO DE HABERME CONCEDIDO LA VIDA Y OTORGARME TODAS MIS FACULTADES...

A ÉL TAMBIEN LE DEBO LAS ALEGRÍAS QUE HAN CIMENTADO MI PASADO, LE AGRADESCO LAS OPORTUNIDADES QUE ME OFRECE EL PRESENTE Y LE DEDICO MI FUTURO...

A MIS PADRES

ROBERTO MENDIOLA MALAGÓN Y GRACIELA TREJO ESCUTIA.

POR SU HONESTIDAD, SU LUCHA CONSTANTE POR MEJORAR, POR SU TIEMPO Y AMOR DEDICADO DURANTE MAS DE 25 AÑOS...

A MIS HERMANOS

ANDREA POR TU CARÁCTER Y FORTALEZA, ROBERTO (+) POR CUIDARNOS DESDE EL CIELO Y POR TU MOTIVACIÓN, GRACIELA POR TU COMPRENSIÓN, ROBERTO POR TU MAGIA Y GRANDEZA, DAVID POR TU SIMPATIA Y VALOR, ADRIANA POR TU ALEGRÍA Y DEDICACION A LO QUE HACES...

A MIS ABUELOS

POR SU CARIÑO, PACIENCIA Y DEDICACION, POR NO PREOCUPARSE SOLO POR SOBREVIVIR Y PENSAR EN SER MEJORES CADA DÍA A PESAR DE LOS AÑOS, GRACIAS A USTEDES ¡ ESTOY AQUÍ!...

A TODOS MIS FAMILIARES

POR SU UNIDAD Y APOYO BRINDADO EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS...

A MI MUJER BONITA

ROSANGELA POR TÚ AMOR, TU COMPRENSIÓN, POR SER TÚ EN CADA MOMENTO, Y POR TU GENIAL PERSONA A LA QUE ACOMPAÑAN LAS ESTRELLAS...

A MIS AMIGOS

PORQUE SIEMPRE HAN ESTADO CONMIGO EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS Y POR TODOS LOS MOMENTOS GENIALES VIVIDOS...

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Y A LA ENEP ARAGÓN

POR DARMÉ LA OPORTUNIDAD DE ESTUDIAR, APRENDER, CRECER, MADURAR Y SOBRE TODO DE VIVIR DENTRO DE TUS INSTALACIONES...

A TODOS MIS PROFESORES

POR LA GRAN FORTUNA DE APRENDER DE ELLOS NO SOLO EN LO ACADEMICO SINO TAMBIEN EN LO HUMANO...

A MI ASESOR DE LA ENEP

ING. ABEL VERDE CRUZ POR CONFIAR EN ESTE TEMA, POR SU TIEMPO DEDICADO A SU ELABORACIÓN Y POR TODAS LAS APORTACIONES HECHAS A ESTE TRABAJO...

AL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

POR BRINDARME UNA BECA PARA REALIZAR UN BUEN TRABAJO DE TESIS Y FACILITARME LOS RECURSOS DENTRO DE SUS INSTALACIONES...

A MI ASESOR DENTRO DEL IMP

ING. GIL VILLARRUEL FERNANDEZ POR SU APOYO, SU MOTIVACIÓN, SU ENSEÑANZA Y POR EL TIEMPO Y TRABAJO INVERTIDO EN LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS...

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DENTRO DEL IMP

POR SU AMISTAD, SU ENSEÑANZA, SU PACIENCIA Y POR EL TIEMPO LLENO DE BUENOS MOMENTOS...

A TODOS AQUELLOS A QUIEN NO MENCIONE

PERO DE QUIENES HE APRENDIDO GRANDES COSAS A ELLOS TAMBIEN LES AGRADEZCO Y LES RECUERDO QUE SIEMPRE ESTAN PRESENTES EN MI MENTE...

OBJETIVO:

Que en este proyecto se apliquen los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, en específico en el área de sistemas de clasificación de áreas, alumbrado, tierras, pararrayos distribución de fuerza sobre la base de las técnicas y metodologías utilizadas en plataformas petroleras marinas, para realizar el diseño de sistemas de clasificación de áreas peligrosas, sistemas de fuerza, alumbrado, tierras y protección contra descargas atmosféricas en una plataforma de enlace en la sonda de Campeche apegándonos a las normas oficiales y vigentes ya sean nacionales o internacionales para cada uno de los diseños anteriores.

Además con este proyecto se pretende aplicar las ventajas que representa el uso de software de iluminación y de estudios de corto circuito y protecciones para que se considere como una herramienta cotidiana que apoye en el diseño de sistemas eléctricos de iluminación y fuerza tanto en la industria actual, como en el campo de la investigación.

Comparar los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología teórica en el cálculo de alumbrado así como en los cálculos de la corriente de corto circuito, con la ayuda de tablas de las características de los equipos, catálogos de fabricantes y curvas características de operación, contra los resultados obtenidos mediante La paquetería especializada en iluminación y corto circuito con la finalidad de ver si existen diferencias de consideración y determinar las posibles causas que las originan.

INTRODUCCIÓN

PLATAFORMAS MARINAS EN LA SONDA DE CAMPECHE

Uno de los aspectos clave en el desarrollo de la industria ha sido la explotación de yacimientos ubicados en zonas marinas, que se realiza por medio de plataformas. Las plataformas marinas se clasifican según la función que cumplen, y de esta manera pueden ser de perforación, habitacionales, producción, compresión, enlace o de telecomunicaciones. También se clasifican de acuerdo a su sistema de sustentación, utilizándose en México y en la mayoría de los países productores las conocidas como tipo jacket, las cuales son de acero fijándose al suelo marino a través de pilotes, este tipo de plataformas tuvieron su origen en los Estados Unidos, habiéndose instalado la primera de este tipo en 1946.

Hoy día, los diversos proyectos y actividades enfocados a la explotación del petróleo mediante las plataformas marinas contempla además de la fabricación de nuevas estructuras, carga a la barcaza, transportación, instalación, operación y análisis tanto de fatiga como sísmológico, la adaptación de conductores adicionales a las plataformas ya existentes y el desarrollo de ingeniería correspondiente al refuerzo de diversos tipos de elementos, tanto en la zona aérea como en la submarina.

Las plataformas están constituidas por tres partes: la subestructura, que es el segmento que se ubica del nivel del agua al lecho marino; la superestructura, que se refiere a la parte que se ve a simple vista sobre el agua, y la cimentación, conformada por pilotes o tubos de punta abierta con espesores variables, que se encargan de transmitir toda la carga que soporta la estructura al suelo de cimentación, la cual puede ser carga viva (personal, equipos y materiales no permanentes), carga muerta (peso de elementos estructurales secundarios) y carga de equipo (peso del equipo permanente.)

CIMENTACIÓN DE PLATAFORMAS

Retomando lo mencionado anteriormente, las plataformas, en general, difieren mucho dependiendo del tipo de actividad que desempeñan. Así, las hay de producción, de compresión, de enlace, habitacionales, de inyección de agua, de estabilización de crudo, de rebómbo, de comunicaciones y de perforación, siendo estas últimas las más numerosas dentro del conjunto de Petróleos Mexicanos en la Sonda de Campeche. La cimentación para cada una de éstas es igual, sólo varía el número de pilotes o columnas principales, el cual depende del tipo y peso de la estructura que va a soportar.

Los pilotes, al igual que las estructuras, se fabrican en los patios de fabricación; éstos se localizan en ciudades como Tampico, Tuxpan y Veracruz, aunque la mayoría están en Tampico. Y aunque las dimensiones de éstos son determinadas por medio de un análisis estructural, modelando el suelo de cimentación a través de curvas, los diámetros más comunes y con los cuales se han podido soportar las cargas que transmiten las condiciones ambientales y del equipo son de 36, 42, 45, 54 y 60 pulgadas de diámetro. Cuando se piensa en el diseño de una plataforma, el primer factor que debe tomarse en cuenta es que la estructura, si se encuentra operando, tenga la capacidad de resistir los efectos de las cargas del ambiente tales como oleaje, viento, corriente y sismos, así como las cargas que se generan durante su vida útil (efecto del oleaje que genera la fatiga de los elementos, carga y descarga de la plataforma que ocasiona una carga súbita), con la cual debe tenerse especial cuidado.

Adicionalmente, se debe considerar que la plataforma esté diseñada para trabajar en condiciones normales de operación, para lo cual debe considerarse el proceso de fabricación e instalación, de tal manera que garantice que todas las partes de la estructura, incluyendo la cimentación, tengan un comportamiento adecuado. Algunos de los riesgos geológicos que pueden impedir el asentamiento de una estructura son la presencia de corales, bolsas de gas, movimientos o fallas del suelo y canales enterrados, entre otros. Por ello, otro aspecto fundamental en esta actividad es la exploración geofísica, para lo cual se equipa un barco con instrumentos que emiten ondas sísmicas, mismas que se desplazan a través del agua cubriendo toda la zona donde se pretende hacer la instalación de la plataforma. Por lo tanto, cuando se localiza un material de distinta densidad, parte de esa energía rebota y parte continúa hasta que se encuentra otra con diferentes densidades.

De acuerdo con el tiempo que tardan en ir y regresar, se determina a qué profundidad se encuentra ese material con densidad diferente, lo que contribuye a formar los diferentes estratos de los suelos. Una vez que se ha estudiado completamente la zona es necesario realizar un plano en el que se identifiquen los sitios propicios y desfavorables para la instalación de la cimentación y, posteriormente, con ayuda de otro barco, se efectúa la exploración geotécnica, es decir, se perfora el subsuelo a fin de obtener núcleos que más tarde serán analizados en el laboratorio.

**“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA
MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”**

Ya con este par de estudios (geofísico y geotécnico) y el análisis estructural de la plataforma (por medio de éste se define la carga que va a transmitirse al pilote), se genera una curva de capacidad de carga, la cual sirve para determinar cuál debe ser la longitud de penetración del pilote bajo el lecho marino.

Una vez fabricadas las tres partes de la plataforma, se trasladan a la zona de instalación. La subestructura es la primera que se transporta, debido a que es la que queda bajo el agua. Esta se lanza al mar y con ayuda de un barco grúa, se coloca en posición vertical. Después se trasladan los pilotes (fabricados e izados por partes), y se colocan dentro de las piernas (elementos principales de soporte) de la subestructura, también con ayuda de un barco grúa, hasta que alcance la profundidad de diseño.

EN EL LECHO MARINO

Ya en el lecho marino los pilotes quedan enterrados (hincados) a una profundidad de entre 60 a 120 metros, dependiendo del tipo de suelo que se tenga y de la estructura que se soporte; actividad que se hace por medio de un martillo de grandes dimensiones (Steam Hammer) accionado por vapor, el cual levanta un vástago que al dejarse caer impacta sobre la cabeza del pilote para su enterrado.

En este rubro es esencial determinar, antes de la instalación, el tipo de martillo que se va a usar para el hincado, ya que si no tuviera la capacidad necesaria para su objetivo, prácticamente se tendría una estructura pérdida. Cabe destacar que durante el lanzamiento, las columnas permanecen tapadas para mantener un volumen vacío dentro de las piernas para así tener cierta flotabilidad; tapas que deben quitarse cuando la subestructura esté posicionada para que permitan la entrada de los pilotes. Concluido este proceso, se procede a soldar el pilote con la subestructura, con lo cual puede decirse que la estructura está prácticamente cimentada y, después se instala la superestructura, que es la última parte en ser transportada.

Actualmente en la sonda de Campeche PEMEX Exploración y Producción (PEP) cuenta con una infraestructura para la explotación de hidrocarburos de aproximadamente 200 plataformas marinas fijas y 1,900 Km de tubería submarina. Con esta infraestructura, PEP maneja una producción de crudo del orden de 2.1 millones de barriles por día (MMBPD) y una producción de gas de 1,500 millones de pies cúbicos por día (MMPCD) Estos volúmenes de producción ubican a la Sonda de Campeche como una de las regiones más importantes a nivel mundial.

JUSTIFICACIÓN:

Con este proyecto se pretende aportar en forma clara, precisa y sencilla, el desarrollo del diseño eléctrico general en una plataforma marina de enlace, con parámetros, variables y bases de diseño típicas, con la finalidad de sirva como referencia y consulta para posteriores investigaciones y proyectos ya que es muy grande la aplicación dentro de las instalaciones costa afuera.

De igual forma este proyecto esta motivado por la necesidad de fomentar el interés tanto en estudiantes, académicos, profesionistas y demás, por el uso y el desarrollo de nuevos paquetes de programación en el área de los sistemas eléctricos, para que sean empleados comúnmente tanto en centros de investigación como en la industria nacional y sean herramientas cada vez más eficientes, de fácil manejo y con muy alta confiabilidad, cumpliendo con el objetivo de desarrollar la investigación y el diseño eléctrico en todos los niveles de la ingeniería.

Presentar un proyecto que sirva de muestra para poder complementar las metodologías teóricas empleadas comúnmente en aulas para el desarrollo de los sistemas eléctricos, mediante la aplicación de la normatividad nacional y extranjera actual existente con la intención de realizar diseños que cumplan con los requerimientos expuestos en las certificaciones vigentes.

INDICE

PAGINA

OBJETIVO

JUSTIFICACION

INTRODUCCION

CAPITULO 1

ANTEPROYECTO PARA LA CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	OBJETIVO	2
1.3	CRITERIOS DE DISEÑO	2
1.4	DEFINICIONES	6
1.5	INFORMACIÓN TECNICA	10
1.6	DESARROLLO DEL DISEÑO	15
1.7	SELECCIÓN DEL EQUIPO ELECTRICO DE ACUERDO A LA CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS.	18

CAPITULO 2

ANTEPROYECTO PARA EL ANALISIS DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

2.1	GENERALIDADES	28
2.2	TIPO DE ARREGLO PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA	30
2.3	DISEÑO DEL DIAGRAMA UNIFILAR	31
2.4	ESTUDIO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO	32
2.5	FUENTES DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO	34
2.6	TIPOS DE FALLAS	40
2.7	PROCEDIMIENTO DE CALCULO	41
2.8	CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO MEDIANTE EL METODO P.U	48
2.9	ANÁLISIS DE LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO Y SELECCIÓN DE LAS CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.	62

PAGINA

CAPITULO 3

ANTEPROYECTO PARA EL SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO

3.1	GENERALIDADES	65
3.2	PRINCIPIOS BASICOS DE ILUMINACIÓN	65
3.3	CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	68
3.4	CLASIFICACION DE LOS ALUMBRADOS	70
3.5	NIVELES DE ILUMINACIÓN	75
3.6	SELECCIÓN DEL TIPO DE LAMPARA	76
3.7	METODOS DE CALCULO PARA EL SISTEMA DE ALUMBRADO	78
3.8	DISTRIBUCIÓN DEL ALUMBRADO EN LA PLATAFORMA	86
3.9	DESARROLLO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO EN LA PLATAFORMA.	87

CAPITULO 4

ANTEPROYECTO PARA EL SISTEMA GENERAL DE TIERRAS Y PARARRAYOS.

4.1	ANTECEDENTES	116
4.2	OBJETIVO	118
4.3	DEFINICIONES Y COMPONENTES BASICOS DEL SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS.	119
4.4	INFORMACIÓN TECNICA PARA EL DISEÑO.	122
4.5	DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA GENERAL DE PUESTA A TIERRA.	127
4.6	DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE PARARRAYOS.	136
4.7	RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS	142

ANEXO A (DIAGRAMAS)

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA, REFERENCIAS .

CAPITULO 1

ANTEPROYECTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS

1.1 ANTECEDENTES

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

La clasificación de áreas en atmósferas explosivas es un método de análisis que se aplica al medio ambiente donde pueden existir gases, nieblas o vapores inflamables, fibras o polvos, con el fin de establecer las precauciones especiales que se deben considerar para la construcción, instalación y uso de materiales y equipos eléctricos.

En instalaciones industriales como las plataformas marinas, que emplean, manipulan o almacenan materiales y sustancias inflamables que se extraen del subsuelo, existe siempre un riesgo de que en condiciones normales o anormales de funcionamiento de la planta se produzcan combinaciones de estas sustancias con el aire que formen una atmósfera explosiva.

Ese riesgo es extensivo al material eléctrico; por lo tanto, en instalaciones donde exista una alta probabilidad de presencia de una atmósfera explosiva se deberá utilizar equipos eléctricos con una muy baja probabilidad de crear una fuente de ignición. Así mismo, las exigencias serán menores en aquellas áreas donde se reduce la posibilidad de ocurrencia de dicha atmósfera explosiva.

En consecuencia, resulta necesario realizar una clasificación de las diferentes áreas peligrosas que puedan ser un riesgo para la integridad del personal y del equipo que opera en la plataforma, la que se lleva a cabo teniendo en cuenta tanto las sustancias presentes como su probabilidad de presencia (nivel de riesgo de atmósfera explosiva)

La culminación del trabajo sobre la clasificación de áreas se apreciara mediante la elaboración de un plano de clasificación de áreas peligrosas, que mostrara gráficamente el área de todas las instalaciones de la planta, sus delimitaciones y alturas de las áreas clasificadas a partir de las fuentes de peligro, dirección de los vientos, referencias a detalles de instalación, la clase, el grupo de los productos manejados y notas aclaratorias.

1.2 OBJETIVO

Establecer los requisitos e identificar los factores físicos y de proceso que involucra el clasificar áreas peligrosas debido a la presencia de concentraciones de gases o vapores explosivos o combustibles, Mostrar las extensiones de las diferentes clasificaciones de áreas, dentro de la plataforma de enlace E2 y establecer las distancias mínimas que delimitan las áreas clasificadas como peligrosas, debido al manejo de gas y líquidos (condensados) inflamables del proceso, para definir los espacios en donde estas concentraciones tienen posibilidades de ocasionar una explosión o inflamarse, a fin de seleccionar adecuadamente la instalación y el equipo eléctrico y electrónico, así como dar soporte a la identificación de riesgos para designar instrucciones de seguridad durante la planeación de los trabajos de mantenimiento en las áreas peligrosas que se utilizan en sus instalaciones para extraer, procesar, transportar y almacenar sus productos.

1.3 CRITERIOS DE DISEÑO

La clasificación de áreas se diseñará de acuerdo a los lineamientos técnicos del estándar internacional API RP-500 (RECOMMENDED PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF LOCATIONS FOR ELÉCTRICAL INSTALLATIONS AT PETROLEUM FACILITIES), y la especificación de PEMEX P.2.0203.01 Clasificación de áreas peligrosas para la selección de equipo eléctrico, debido a que la información que se maneja en estas en estas publicaciones aplica plenamente al diseño para las instalaciones marinas.

Además se aplicarán las siguientes consideraciones:

- Temperatura de ignición y de evaporación de los hidrocarburos que estarán presentes en la instalación.
- Densidad relativa de los productos que se manejarán con respecto al aire.
- Presiones de operación que existirán en el proceso.
- Condiciones climatológicas existentes en el área.
- Sustancias inflamables que pudiesen existir en la atmósfera por el manejo de los hidrocarburos y equipos.

Lo anterior se considerara para limitar las áreas con ambiente peligroso y poder establecer las extensiones requeridas de seguridad debido a las concentraciones de gases, vapores o líquidos inflamables que estarán presentes en la operación de la instalación y que esto contribuya para realizar una segura y correcta selección del equipo eléctrico que será instalado en estas áreas con forme a las siguientes tablas:

**“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA
MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”**

EQUIPO	CLASE I		AREA NO PELIGROSA	
	DIVISION 1	DIVISION 2	EXTERIORES	INTERIORES
CCM'S y tableros	No aplica	No aplica	A prueba de intemperie Ver nota 3	Propósitos Generales Ver nota 3
Motores de inducción de 200 C.P. y menores	A prueba de Explosión	TCCV * Ver nota 5	TCCV * Ver nota 5	TCCV * Ver nota 5
Motores de inducción arriba de 200 C.P.	A prueba de explosión o TCCV * con ventilación de presión positiva	TCCV * Ver nota 5	TCCV * Ver nota 5	TCCV * Ver nota 5
Interruptores, selectores de control, Desconectadores con fusibles, Tableros de alumbrado, contactos, control de motores en B.T.	A prueba de explosión.	A prueba de explosión o con contactos sellados Ver nota 3	A prueba de intemperie Ver nota 3	Propósitos generales Ver nota 3
Luminarias	A prueba de explosión	Cerrado y con empaque (Herméticamente e sellado). Ver nota 7	Cerrado y con empaque (Herméticamente sellado) Ver nota 7	Propósitos generales Ver nota 7
Tubería conduit, cajas de conexión, sellos, tuercas union, coples flexibles, cajas registro.	A prueba de explosión Ver nota 2	Prueba de explosión Ver nota 2	A prueba de intemperie Ver nota 2	Propósitos generales Ver nota 2

TCCV * (Totalmente sellado con ventilación propia)

TABLA 1 TIPO DE CONSTRUCCIÓN PARA EQUIPO ELÉCTRICO

NOTAS PARA LA TABLA 1

1. Cuando se especifique, los tubos conduit, accesorios, estaciones de control, cajas de conexiones, abrazaderas deberán incluir un recubrimiento exterior de PVC (Polyvinyl chloride) e interior de uretano.

2.- Todo el equipo localizado en exteriores deberá ser resistente a la corrosión e intemperie con acabado especial resistente al ambiente marino altamente corrosivo en adición a la construcción indicada, adicionalmente todas las cajas de conexiones, y accesorios deberán ser a prueba de explosión tanto en áreas peligrosas como no peligrosas.

3. Los gabinetes de equipos deberán ser especificados sobre la base de la tabla No 1, pero como un incremento a la seguridad y a la flexibilidad de ínter cambiabilidad de equipo en la plataforma estos deberán ser a prueba de explosión cuando estén localizados en áreas exteriores, y en áreas interiores con clasificación de área peligrosa.

4. Las luminarias exteriores deberán ser recubiertas de PVC. Las luminarias interiores deberán contar con recubrimiento epóxico resistente a la corrosión.

5. Todos los motores eléctricos deberán ser a prueba de explosión como un incremento a la seguridad y a la flexibilidad de ínter cambiabilidad de equipo en la plataforma.

6. Los motores de 1 HP y de más potencia contara con resistencia calefactora.

7. Todas las luminarias que se encuentren localizadas en áreas exteriores y las localizadas en áreas interiores con clasificación de área peligrosa, deberán ser especificadas a prueba de explosión como un incremento a la seguridad y a la flexibilidad de ínter cambiabilidad de equipo en la plataforma.

8. En los equipos paquete, las cajas de conexiones, de alambrado y las que alojen equipo eléctrico, estas deberán ser especificadas a prueba de explosión cuando estén localizadas en áreas exteriores y en áreas interiores con clasificación de área peligrosa.

Tipo 1	Uso general. Adecuada en aplicación para servicio en interior, con condiciones normales del medio ambiente. evitan el contacto accidental con el aparato que encierran.
Tipo 3	A prueba de agentes exteriores. Protege contra eventualidades del tiempo. Indicada para uso a la intemperie.
Tipo 3R	A prueba de lluvia. Evita que penetre a su interior lluvia intensa. Indicada para uso general a la intemperie donde no se requiera protección contra ventiscas.
Tipo 4	A prueba de agua. Evita la entrada de agua cuando esta es aplicada con manguera. Indicada en lugares donde la limpieza se hace en esa forma.
Tipo 4x	Hermético al agua, polvo, y resistente a la corrosión. Debe cumplir con los mismos requisitos que se indican para los gabinetes Tipo 4 y además ser resistentes a la corrosión (con acabado especial para resistir a la corrosión o gabinete hecho de poliéster).
Tipo 5	A prueba de polvo.
Tipo 7	A prueba de explosión. Diseñada para satisfacer los requerimientos de la NOM-001-SEDE-1999 en lugares con atmósferas explosivas, Clase I, DIV 1 o 2, Grupos A, B, C, ó D.
Tipo 9	A prueba de polvos combustibles. Diseñada para satisfacer los requerimientos de la NOM-001-SEDE-1999 en lugares con presencia de polvos combustibles que originen mezclas explosivas, Clase II, Grupo E, F ó G.
Tipo 12	Uso Industrial. Diseñada específicamente para uso industrial, a prueba de polvo y suciedad.

TABLA 2 CLASIFICACIÓN NEMA

1.4 DEFINICIONES

Temperatura de evaporación.

Es la temperatura mínima en la que un líquido explosivo genera suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire que entra en contacto.

Temperatura de ignición.

Es la más baja temperatura que aplicada a una mezcla explosiva, puede producir el encendido de dicha mezcla, ocasionando una explosión o fuego continuo.

Mezcla explosiva o inflamable.

Es la mezcla de aire y vapores o gases explosivos, o de aire y polvos combustibles en tales proporciones que, en contacto con una fuente calorífica, ocasiona una explosión o fuego.

API RP-500 secc. 3.2.29.

Gases más pesados que el aire.

Gases con una gravedad específica mayor de 1.0

API RP-500 secc. 3.2.25.

Gases más ligeros que el aire.

Gases con una gravedad específica menor de 1.0

API RP-500 secc. 3.2.26.

Densidad de vapores.

Es el peso de un volumen de vapor o gas puro, comparado con el peso de igual volumen de aire seco, a la misma presión y temperatura.

Fuente de liberación (peligro)

Es un punto o sitio del cual puedan ser liberados líquidos, vapores o gases inflamables a la atmósfera lo cual puede dar lugar a una atmósfera explosiva o inflamable.

API RP-500 secc. 3.2.42.

Áreas peligrosas.

Se consideran áreas peligrosas, donde el peligro de fuego o explosión pueda existir debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, fibras o pelusas volátiles fácilmente inflamables.

Área libremente ventilada.

Se considera como área libremente ventilada a cualquier edificio, cuarto o espacio que este sustancialmente abierta y libre de obstrucciones a la circulación natural del aire a través de ella, vertical u horizontalmente. Estas áreas pueden estar techadas y/o parcialmente cerradas en sus lados, API RP-500 secc. 6.3.1.4.

Ventilación adecuada.

Ventilación (natural o artificial) que es suficiente para prevenir la acumulación significativa de mezclas de vapor-aire o aire-gas en concentraciones arriba del 25 % de su límite más bajo de inflamabilidad (explosivo).

Barrera contra vapores.

Es una barrera que no permite el paso de cantidades significativas de gas o vapores a la presión atmosférica.

API RP-500 secc. 3.2.46

Líquidos combustibles.

Cualquier líquido que tiene una temperatura de evaporación igual o superior a los 37.8 °c (100 °f.)

API RP-500 secc. 3.2.12

Líquidos inflamables.

Cualquier líquido que tiene una temperatura de evaporación abajo de 37.8 °c (100 °f.)

API RP-500 secc. 3.2.21

Área encerrada (cuarto, edificio o espacio)

Espacio tridimensional encerrado por mas de dos tercios (2/3) de la posible proyección de las áreas de superficies planas y de tamaño suficiente para permitir la entrada de personal. Para una construcción típica se requeriría que esta cuente con mas de dos terceras partes (2/3) de paredes, techo y/o piso.

API-RP-500 secc. 3.2.14.

CLASIFICACIÓN DE LUGARES PELIGROSOS DE ACUERDO A LOS PRODUCTOS A MANEJAR:

Área clase I.

Áreas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.
Nom-001-sede-1999 Cáp. 5 Art. 500-5.API-RP-500 secc. 3.2.10.1

Área clase II.

Áreas que son peligrosas debido a la presencia de polvo combustible.
Nom-001-sede-1999 cap. 5 art. 500-6.

Area clase III.

Áreas que son peligrosas debido a la presencia de fibras o partículas volátiles de fácil ignición, pero en las cuales es poco probable que dichas partículas volátiles permanezcan en suspensión en suficientes cantidades para producir mezclas inflamables.
Nom-001-sede-1999 cap.5 Art. 500-7.

Área clase 1 división 1.

Un área **clase 1 división 1** es aquella (1) en donde bajo condiciones normales de operación, existen concentraciones de gases o vapores inflamables; o (2) en donde frecuentemente, debido a labores de reparación, mantenimiento o fugas, existen concentraciones en cantidades peligrosas de gases o vapores; o (3) en donde debido a roturas o mal funcionamiento de equipos o procesos pueden liberarse concentraciones inflamables de gases o vapores, y pueden causar simultáneamente una falla en el equipo eléctrico.

API-RP-500 secc. 6.2.1.1

Área clase I división 2.

Un área **clase I división 2**, es aquella: (1) en donde se maneja, procesa o se usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en donde normalmente los líquidos, vapores o gases, están confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde ellos pueden escapar en caso de una ruptura o avería accidental de los recipientes o sistemas, o en el caso de una operación anormal del equipo; (2) en áreas en donde concentraciones inflamables de gases o vapores son normalmente prevenidas por medio de una ventilación mecánica positiva, y la cual puede convertirse en peligrosa por la falla o por la operación anormal del equipo de ventilación; o (3) que el área se encuentra adyacente a un área **clase I división 1**, hacia donde puedan llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que la vía de comunicación se evite por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se dispongan de dispositivos adecuados para evitar las fallas del sistema de ventilación y/o barreras contra los vapores. Nom-001-sede-1999 cap.5 Art. 505-5 (b).API-RP-500 secc. 6.2.1.1.

Areas no clasificadas.

En las instalaciones marinas existen áreas en que la liberación de sustancias inflamables ocurre tan raramente en algunas operaciones y equipos, que no justifica considerar como áreas peligrosas sus alrededores, por lo que deben considerarse como **áreas no clasificadas** las siguientes:

• **Áreas adecuadamente ventiladas.**- En las que se tengan las sustancias inflamables dentro de sistemas cerrados de tuberías, que estén formados únicamente por los tubos, conexiones, bridas, medidores y válvulas (excepto las de control y operación eléctrica, que deben ser del tipo a prueba de explosión); siempre y cuando se les proporcione un mantenimiento adecuado.

Áreas donde las sustancias inflamables estén contenidas en:

- Sistemas de tuberías cerrados, completamente soldadas, sin válvulas, bridas o dispositivos similares.
- Tubos metálicos continuos, sin válvulas, bridas, fittings o dispositivos similares. API-RP-500 secc.6.2.4.1.1
- Áreas donde los líquidos, gases o vapores inflamables son transportados o almacenados en recipientes seguros, sellados o adecuados a lo establecido por el departamento de transportación norteamericano (dot), siempre que tales recipientes no estén expuestos a otras condiciones peligrosas.
API RP-500 secc.6.2.4.1.2.
- Áreas adecuadamente ventiladas alrededor de equipos que tienen continuamente fuentes de ignición, como calentadores de fuego directo, quemadores, etc., no necesitan ser clasificadas, si solamente se está considerando el gas combustible como la fuente de liberación.
API RP-500 secc.6.2.4.2

1.5 INFORMACIÓN TÉCNICA

Para el diseño de la **clasificación de áreas peligrosas**, se tomo en consideración la siguiente información:

- Bases de diseño.
- Propiedades de los gases, vapores o mezclas explosivas.
- Plano de localización general de equipos (ver dibujo E2-01 Y E2-02).
- Diagrama de flujo del proceso.
- Diagramas de tuberías e instrumentación.
- Dibujos arquitectónicos y civiles de edificios y/o cobertizos.
- Hojas de datos de los equipos y/o cobertizos.
- Hojas de datos de los equipos, información complementaria de equipos:
- Planos de fabricante, información para actualizar el plano de clasificación de áreas.

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS SUSTANCIAS MANEJADAS EN LA PLATAFORMA E2.

El **grupo D** es aquel con atmósferas tales como acetona, alcohol, amoniaco, bencol, butano, gasolinas, hexano, petróleo, nafta, gas natural, propano, vapores de barniz solvente o gases o vapores de peligrosidad equivalente.
API RP-500 secc. 5.5.1

Así mismo tomando en consideración lo indicado en el API RP-500, lo cual indica lo siguiente:

Se consideran como gases o vapores más ligeros que el aire únicamente aquellos cuya gravedad especifica sean menores de 1.0 de la densidad del aire. Bajo condiciones normales, los gases o vapores que tengan una gravedad especifica mayor de este valor, deben considerarse mas pesados que el aire.
API RP-500 secciones 3.2.25, 3.2.26, 7.2.2, 5.4.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

- **TEMPERATURA.**

Máxima extrema:	41.0 °C
Mínima extrema:	4.5 °C
Media anual::	26.7 °C
Bulbo seco:	26.6 °C
Bulbo húmedo:	24.6 °C

- **PRESIÓN.**

PRESION ATMOSFERICA: 14.7 psi

- **PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL**

Horaria diaria:	54.5 mm
Horaria máxima:	88 mm
Anual medio:	1693-2097 mm

- **VIENTOS**

Dirección de los vientos

Reinantes (todo el año): Del nordeste (NE)
Dominantes: Del norte-sur

Velocidad de los vientos.

Reinantes: 18 Km/h
Dominantes: 126 Km/h
Máximos: 240 Km/h

- HUMEDAD RELATIVA.**

La humedad relativa fluctúa entre los siguientes rangos:

Máxima:	95%
Mínima:	70%
Promedio:	80%

La tabla No. 3 proporciona aquellos materiales tales como gases inflamables o vapores de líquidos inflamables, que en general, producen con el aire a temperatura ambiente mezclas explosivas, por lo tanto en áreas que contengan estos materiales requieren normalmente equipo eléctrico especial.

SUSTANCIA	(NEC) GRUPO	TEMP. IGNICIÓN ° C	CLASE TEMP. REQUERIDA POR EQUIPO ELECTRICO.
BUTANO	D	288	T2A
MONÓXIDO DE CARBONO	C	608	T1
CICLOHEXANO	D	246	T2C
ETANO	D	472	T1
HEPTANO	D	204	T3
HEXANO	D	225	T2D
ACIDO SULFURICO	C	280	T2C
METANO	D	537	T1
METANOL	D	385	T2
PENTANO	D	243	T2C
PROPANO	D	450	T2
TOLUENO	D	480	T1

TABLA 3 CLASIFICACIÓN DE GRUPOS Y TEMPERATURA DE AUTO IGNICIÓN (AIT) PARA ALGUNOS GASES Y VAPORES DE LÍQUIDOS INFLAMABLES CON UN PUNTO DE IGNICIÓN MENOR QUE 311 K (37.8 ° C)

En la tabla 4 y 5 se muestra la Composición de la mezcla gas amargo y de bombeo neumático que estará presente en las trampas recuperadoras de hidrocarburos y que por tanto debe de ser considerado para la clasificación de áreas de la plataforma de enlace E2.

“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”

COMPONENTE	% PESO	% PESO**	% MOL **
C1	39.04	33.17	61.63
C2	15.33	13.01	12.90
C3	10.52	8.94	6.04
C4	8.54	7.25	3.72
C5	7.91	6.75	2.79
C6	8.06	6.87	2.40
C7	5.74	6.46	1.94
C8	3.76	5.58	1.47
C9	1.05	4.27	1.00
C10	0.03	0.09	0.02
C11	0.00	0.00	0.00
C12	0.00	0.00	0.00
TOTAL	99.98	92.40	93.31
PARAFINICOS	82.54	70.11	86.77
ISO-PARAFINICOS	12.70	14.08	4.72
OLEFINICO	0.06	0.23	0.06
NAFTELICO	3.55	7.02	2.06
AROMÁTICOS	1.13	0.97	0.31
PESADOS	0.02	0.14	0.03
DIÓXIDO DE CARBONO		3.69	2.50
ACIDO SULFHIDRICO		2.40	2.10
OXIGENO		0.00	0.00
NITRÓGENO		1.37	1.46
TOTAL	100	100	100
PROPIEDADES			
Presión de operación, Kg/cm ²			2.0
Temperatura de operación, ° C			80.0
Peso molecular promedio, UMA			27.5
Gravedad específica, 60/60 °F			0.9508
Poder calorífico bruto 60 °F y 1 ATM. Btu/pe ³ /Kcal/m ³			1624/14452
Poder calorífico neto 60 °F y 1 ATM. Btu/pe ³ /Kcal/m ³			1482/13189
Poder calorífico bruto 68 °F y 1 ATM. Btu/pe ³ /Kcal/m ³			1599/14230
Poder calorífico neto 68 °F y 1 ATM. Btu/pe ³ /Kcal/m ³			1459/12984
Temperatura crítica, °K			262.6
Presión crítica, bar.			45.8
Factor de compresibilidad, Z			0.9934
Calor específico CP, CV, CAL/MOL °K			12.15
Razón de calores específicos (K= Cp/Cv)		14.33	1.16
		**	% MOL**
Contenido de seco (C1-C2), % peso	54.37	46.18	74.53
Contenido de gas LP (C3-C4), % peso	19.06	16.19	9.76
Contenido de licuables totales (C13-C12), % peso	45.61	46.21	19.38
Total de C1 a C12 + pesados	100	92.54	93.94
HUMEDAD mg/lit a condiciones estándar			35.00

** Columna normalizada con respecto a todos los compuestos incluyendo gases permanentes, sulfhídrico e hidrocarburos

FECHA DE MUESTREO: Octubre 2001

TABLA 4. COMPOSICIÓN DISPONIBLE DEL GAS AMARGO (REFERENCIA)

"ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE."

COMPONENTE	% PESO	% PESO**	% MOL **
C1	67.44	65.44	81.17
C2	21.49	20.81	13.77
C3	4.30	4.16	1.88
C4	2.14	2.08	0.71
C5	1.21	1.18	0.33
C6	1.80	1.74	0.40
C7	1.32	1.72	0.35
C8	0.22	0.39	0.07
C9	0.06	0.25	0.04
C10	0.00	0.00	0.00
C11	0.00	0.00	0.00
C12	0.00	0.00	0.00
TOTAL	99.98	97.78	98.72
PARAFINICOS	96.57	93.649	97.73
ISO-PARAFINICOS	2.56	2.842	0.71
OLEFINICO	0.00	0.00	0.00
NAFTELICO	0.72	1.162	0.25
AROMÁTICOS	0.13	0.12	0.03
PESADOS	0.02	0.15	0.02
DIÓXIDO DE CARBONO		0.66	0.30
ACIDO SULFHIDRICO		0.34	0.2*
OXIGENO		0.00	0.00
NITRÓGENO		1.07	0.76
TOTAL	100.00	100.00	100.00
*15 ppm máximo			
PROPIEDADES			
Presión de operación, Kg/cm ²			67.0
Temperatura de operación, ° C			26
Peso molecular promedio, UMA			19.56
Gravedad específica, 60/60 °F			0.6772
Poder calorífico bruto 60 °F y 1 ATM. Btu/pie ³ /Kcal/m ³			1199/10670
Poder calorífico neto 60 °F y 1 ATM. Btu/pie ³ /Kcal/m ³			1086/9664
Poder calorífico bruto 68 °F y 1 ATM. Btu/pie ³ /Kcal/m ³			1181/10510
Poder calorífico neto 68 °F y 1 ATM. Btu/pie ³ /Kcal/m ³			1070/9522
Temperatura crítica, °K			215.4
Presión crítica, bar.			46.2
Factor de compresibilidad, Z			0.8319
Calor específico CP, CV, CAL/MOL °K			8.16
Razón de calores específicos (K= Cp/Cv)		12.87	1.58
		**	
Contenido de seco (C1-C2), % peso	88.93	86.25	% MOL**
Contenido de gas LP (C3-C4), % peso	6.44	6.23	74.53
Contenido de licuables totales (C13-C12), % peso	11.05	11.52	9.76
			19.38
Total de C1 a C12 + pesados	100	97.92	98.74
HUMEDAD mg/lit a condiciones estándar			7.00
** Columna normalizada con respecto a todos los compuestos incluyendo gases permanentes, sulfhídrico e hidrocarburos			
FECHA DE MUESTREO: Octubre 2001			

TABLA 5.COMPOSICION DEL GAS DE BOMBEO NEUMATICO

1.6 DESARROLLO DEL DISEÑO.

La **clasificación de las áreas peligrosas** en la plataforma E2, se efectuó tomando en consideración, que se encuentra en un área libremente ventilada, con vientos dominantes con dirección del noreste (NE) y reinantes (todo el año) con dirección del sureste (SE).

El desarrollo del diseño parte de la aplicación de los artículos tanto de las normas nacionales vigentes como de las especificaciones que aplican para plataformas marinas, asociado a la información técnica recopilada tanto de las otras especialidades como de las propias substancias manejadas en el proceso. Entonces la elaboración del diseño se realiza determinando las fuentes de peligro y el grado de peligrosidad de estas (bombas, compresores, válvulas de control, desfuegos a la atmósfera, válvulas de relevo etc.) como se muestra a continuación:

- **Tanques separadores y rectificadores.**- están ubicados en áreas libremente ventiladas, se les considera rodeados por un **área clase 1 división 2**, hasta 3.0 metros (10 pies) a partir de su superficie exterior y partes que lo componen.
API RP -500 sección 10.6.3.1, Fig. 48 Pág.49. (ver detalle 1 del dibujo E2-08).

- **Tanque de almacenamiento de combustible (diesel)**- se encuentra ubicado en un lugar ventilado. Los tanques de almacenamiento a presión atmosférica que contienen líquidos combustibles (diesel), se clasifican con una extensión de **área clase 1 división 1**, en el interior del tanque, y adicionalmente el venteo se clasificara con una extensión de **área clase 1 división 2**, de 0.5 m (18 pulg.) De radio alrededor de este.
API-RP- 500 secc. 8.2.1.3.1, fig. 8,pag.17. (ver detalle 3 del dibujo E2-08)

- **Lanzador o receptor de diablos en áreas no encerradas libremente ventiladas.** El área alrededor de la instalación de un lanzador de diablos dentro o desde una línea de producción o recolección en un área no encerrada, libremente ventilada es clasificada división 1 a partir de 1.5 metros en todas direcciones de la trampa y división 2 en un radio de 3 metros a partir de la misma.
API-RP-500 sección 10.6.6.1 fig. 49, Pág. 50.(ver detalle 4 del dibujo E2-08)

- **Planta de tratamiento de aguas aceitosas.** Esta localizada a la intemperie, en áreas libremente ventiladas, se clasifica con una extensión de **área clase 1 división 2** de 3.0 metros (10') en todas direcciones a partir de las superficies de los equipos.
API-RP-500 secc. 9.2.3, fig. 27.

- **Tanque de drenajes presurizados.** Áreas dentro y alrededor de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables, en áreas no-encerradas adecuadamente ventiladas son clasificadas como clase 1 división 1 en el interior del tanque y a 1.5 metros de radio de la misma división para su venteo y su compuerta de escape y clase 1 división 2 a una distancia de tres metros desde la superficie del tanque.

API-RP-500 sección 8.2.1.1.1, Fig. .6, Pág. 17.(ver detalle 6 del dibujo E2-08).

- **Bombas que manejan líquidos inflamables o HVL.** Instaladas en lugares libremente ventilados, estas bombas manejan las aguas de la fosa, las cuales contienen volátiles inflamables, de acuerdo a la presión que manejen se clasificaran con una extensión de área de clase 1, div. 2 de 1.0 metros de radio alrededor de la bomba, una extensión mas de 3.0 metros horizontalmente y 0.60 metros de altura con respecto al N.P.T. si la presión es mayor de 1900 kpa (27 psig) las distancias pueden aumentar.

API-RP 500 secc. 14.3.1, fig.93 (ver detalle 2 del dibujo E2-08).

- **Tuberías con válvulas que manejan líquidos inflamables o líquidos altamente volátiles.** Las áreas al aire libre que contengan válvulas, conexiones atornilladas o dispositivos similares colocados en tuberías que lleven líquidos inflamables o altamente volátiles se consideran como clase 1, división 2, hasta una distancia en todas direcciones de 1 metro de la superficie exterior de los dispositivos mencionados se extenderá también 60 cm. por encima del nivel del piso dentro de los 3 metros horizontales a partir del dispositivo mencionado.

API-RP-500, sección 14.3.2.Pág. 86, Fig. 96. (ver detalle 5 del dibujo E2-08).

- **Cuarto de baterías.** En un área encerrada, inadecuadamente ventilada un cuarto de baterías se clasifica como clase 1, división 2 con tal que la ventilación sea al menos el 25% de la ventilación adecuada y el sistema de carga de la batería este diseñado para prevenir sobrecargas inadvertidas.

API-RP-500 sección 8.2.6.8, 8.2.6.8.1, Pág. 30. (ver planta del dibujo E2-07).

NOTAS:

Bodegas. A efectos de resguardar la instalación se toma como criterio proteger el área de la bodega con un intercambio de volumen de aire para el caso que se tuviese almacenado algún material inflamable en un recipiente no original y que pudiera ser vaciado en otro recipiente el menudeo.

Áreas encerradas, adecuadamente ventiladas, áreas donde son usados inflamables y productos combustibles de pintura son clasificados como clase 1 división 2 para la extensión del área.

(API-RP-500 sección 8.2.7.3, 8.2.7.3.4) (ver planta del dibujo E2-07).

Las áreas encerradas, libremente ventiladas donde son almacenados productos combustibles de pintura no se clasifican si las cantidades de pintura de los recipientes abiertos son iguales o menores a 20 litros o si la cantidad de solvente en los recipientes abiertos es igual o menor a 4 litros.

(API-RP-500 secc 8.2.7.3.4.1)

Taller de soldadura. Se considera que pudiese existir en esta área gas inflamable para soldar y presencia de aplicación de pintura en un lugar cerrado adecuadamente ventilado por lo que se clasifica clase 1, división 2.

La decisión para clasificar un lugar como división 1, división 2, o no clasificar, depende en parte en el grado de ventilación del área.

(API-RP secc 6.3 Pág. 11) (ver planta del dibujo E2-07).

Áreas abiertas para almacenamiento de residuos peligrosos, solventes, grasas y lubricantes. Las áreas encerradas, no-encerradas, adecuadamente ventiladas e inadecuadamente ventiladas, áreas donde se guardan inflamables y productos combustibles de pintura en recipientes cerrados (en recipientes originales o equivalentes) es una área no clasificada.

API-RP-500 sección 8.2.7.2, 8.2.7.2.3 Pág. 30. (ver planta del dibujo E2-07).

Área del moto generador eléctrico. Debido a que el tanque de diesel se encuentra próximo al moto generador eléctrico, se considera como clase 1, división 2 para el área del moto generador con tal que todos los venteos, compuertas u otros dispositivos similares se encuentren fuera del área encerrada. **API-RP-500 sección 8.2.1.1.2 Pág. 17.**

Para conocer la localización de las áreas clasificadas conforme al diseño anterior en equipos, talleres, cuartos, bodegas y demás, se realizó el dibujo correspondiente de clasificación de áreas para la planta del nivel +19.100 y +27.600 de la plataforma de enlace E2 y su respectivo dibujo de cortes, que podrá ser encontrado en el anexo A (ver dibujo E2-06, E2-07 Y E2-08).

1.7 SELECCIÓN DEL EQUIPO ELÉCTRICO DE ACUERDO A LA CLASIFICACION DE AREA.

1.7.1 Instalaciones eléctricas en áreas Clase I.

1.7.1.1 Como medida de seguridad, deben evitarse, o al menos limitarse al mínimo, las instalaciones eléctricas en las áreas peligrosas clasificadas.

La localización de equipo eléctrico en áreas menos peligrosas o no peligrosas, reduce la cantidad de equipo especial requerido en cada caso y proporciona mayor seguridad en la operación del equipo.

Cuando por ser indispensable, que el equipo o las instalaciones eléctricas quedan localizadas dentro de las áreas peligrosas de la Clase I, División 1 ó 2, deben estar de acuerdo con lo que se especifica para cada uno de ellos en este capítulo.

1.7.1.2 División 1. En las áreas de la División 1, el equipo y las instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosión. Debe emplearse tubo (conduit) con cubierta exterior de PVC y de uretano en su interior, roscado y los receptáculos y clavijas de los aparatos o instrumentos deben contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable.

Las fuentes de ignición que provocan chispas, tales como interruptores, fusibles, contactos y relevadores de un control, deben instalarse en cajas a prueba de explosión.

Los aparatos eléctricos, que en condiciones normales de servicio, no provocan chispa o arcos eléctricos, tales como terminales y caja de terminales, transformadores de control, equipo de medición, de señalización y control, construidos bajo el principio de aparatos intrínsecamente seguros, pueden instalarse en cajas de uso general.

1.7.1.3 División 2. En las áreas de la División 2, deben ser a prueba de explosión los receptáculos, clavijas, extensiones de alumbrado, y todo el equipo que posea contactos o dispositivos capaces de producir arco eléctrico o altas temperaturas.

1.7.2 Marcado en el equipo eléctrico.

1.7.2.1 El equipo aprobado para usarse en lugares peligrosos, debe estar marcado, indicando la Clase, el Grupo de atmósfera (gas o vapor), para los que han sido aprobados.

Debe tener además, la indicación de la temperatura máxima (o rango de temperatura) de operación para lo que ha sido aprobado.

Se exceptúan de este requisito las partes de la instalación que no producen calor en operación normal como son tubos, cajas de conexiones y sus accesorios.

1.7.2.2 El equipo intrínsecamente seguro y el de seguridad aumentada y su alambrado, pueden instalarse en áreas peligrosas para lo que se han sido aprobados y marcados, sin que cubran otros requisitos especiales que se fijan en este capítulo, para las instalaciones en los lugares citados.

1.7.3 Temperatura en áreas Clase 1. Las temperaturas indicadas en 1.7.2.1, no deben de exceder la temperatura de ignición del gas o vapor que se encuentre en el área.

1.7.4 Partes energizadas.

Divisiones 1 y 2. No debe haber partes energizadas al descubierto.

1.7.5 Temperatura máxima en superficies de equipos. La máxima temperatura que deben alcanzar los equipos en sus superficies, en condiciones normales de operación o con sobrecargas, no deben exceder del 80% de la temperatura de ignición de las mezclas explosivas adyacentes. En los equipos de combustión interna se consideran únicamente las superficies externas.

1.7.6 Canalizaciones. División 1 y 2. Las canalizaciones deben ser con tubo metálico rígido, con cubierta exterior de PVC y de uretano en su interior, grado de calidad A, de acuerdo a la norma NOM-B-208-última edición. Las canalizaciones aéreas pueden ser de aluminio libre de cobre de acuerdo a la norma ANSI C80.5 última edición o equivalente.

1.7.6.1 Cople metálico flexible.

1.7.6.2 El cople metálico flexible con cubierta final de PVC y de uretano en su interior, hermético a líquidos y vapores aprobado para usarse en áreas peligrosas Clase I, se puede usar para terminales de equipo eléctrico y entre el disparo subterráneo y la instalación eléctrica a tanques de almacenamiento, torres de proceso y estructuras metálicas pesadas, que tengan probabilidades de asentamiento o vibraciones del equipo, que puedan dañar a las conexiones de las instalaciones eléctricas.

1.7.6.3 La instalación del cople metálico con cubierta final de PVC y de uretano en su interior, para evitar la corrosión se debe hacer en donde tenga menos probabilidad de recibir golpes durante la construcción, las maniobras de equipo pesado y el mantenimiento.

1.7.7 Cajas de conexiones, de paso y uniones.

1.7.7.1 División 1. Las cajas de conexión y los accesorios deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos 5 vueltas completas de rosca.

Los accesorios para el caso de equipo de seguridad aumentada, pueden ser conectores roscados tipo glándula.

1.7.7.2 División 2. Las cajas de conexión y los accesorios no se requiere a prueba de explosión, con excepción de envoltentes que contengan dispositivos que produzcan chispa los cuales deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos 5 vueltas completas de rosca, con tablillas terminales u otro sistema para fijar y conectar los conductores.

1.7.8 Tomas de corriente.

División 1 y 2.

Los receptáculos para tomas de corriente, así como las clavijas que se conectan a ellos, deben ser a pruebas de explosión y contar con un conector fijo para conexión a tierra y asegurar la conexión a dicho conector, del conductor de puesta a tierra.

1.7.9 Conductores.

1.7.9.1 General.

Divisiones 1 y 2.

Los conductores no deben localizarse en lugares donde están expuestos a líquidos, gases o vapores inflamables, que tengan efectos dañinos, ni donde estén expuestos a temperaturas excesivas.

En caso de instalar cables multiconductores de señales o bien cables tripolares, con el cuarto conductor de tierra y cubierta final de PVC, éstos se pueden instalar en charolas para cables, y protegidos con tubo conduit en áreas o lugares expuestos a golpes o daños originados por la atmósfera.

Los cables móviles o viajeros, que se instalen en locales peligrosos, deben sujetarse firmemente en cajas a prueba de explosión, que tengan boquillas para la inserción de cables, forrados con hule o neopreno, para hacer un cierre hermético.

1.7.9.2 Conductores permitidos en División 1

Conductores tipo MI. Son cables ensamblados de uno o más conductores aislados, con aislamiento mineral que soporte tensiones hasta 600 V, 363.15 K (90° C) y cubierta continua de cobre o de aleación de acero hermética a los líquidos y gases, puede emplearse para instalaciones ocultas y visibles, pueden ir soportados en charolas.

Conductores tipo MC aprobados para áreas Clase I, División 1. Son cables ensamblados de uno o más conductores aislados con cubierta continua de aluminio corrugado hermética a los líquidos y gases, con recubrimiento exterior de material polimérico, pueden emplearse para instalaciones visibles.

Conductores permitidos en División 2

Los conductores empleados para instalarse en áreas de la División 1, se permiten utilizar en áreas de la División 2.

Conductores tipo PLTC. Son cables de potencia limitada, ensamblados de dos o más conductores de cobre aislados, bajo una cubierta no metálica, el aislamiento debe ser para una tensión de operación no menor de 300 volts, instalados en soporte para cables tipo charola, en canalizaciones, soportado por un cable mensajero, o directamente enterrado cuando el cable este aprobado y listado para este uso.

Conductores tipo ITC. Son cables de aplicación en circuitos de instrumentación y control, ensamblados de dos o más conductores de cobre, con aislamiento para 300 Volts, con o sin conductor de tierra y encerrados en una cubierta no metálica, con o sin pantalla Se permiten emplear en soporte para cable tipo charola.

Conductores tipo TC. Son cables de energía y control, ensamblados dos o más conductores aislados con o sin conductores de puesta a tierra, cubiertos o desnudos, en una cubierta termoplástica y resistente a la propagación de la flama, se permiten emplear en soporte para cable tipo charola.

Conductores tipo MV. Son cables monoconductor o multiconductor, con aislamiento sólido para una tensión eléctrica de 2001 a 35000 Volts. Se permiten emplear en canalizaciones, en soporte tipo charola para cables, o directamente enterrados.

Los conductores Clase AC no deben usarse en áreas y locales peligrosos, a excepción de permitirse en el alambrado de circuitos no -inflamables

1.7.10 Sellos.

1.7.10.1 Sellado de tubería (conduit) en áreas Clase 1, División 1. Deben colocarse sellos en el interior de los tubos, para evitar el paso de gases, vapores o llamas de una parte a otra de la instalación eléctrica, en los siguientes casos.

- Tubos que entren a cubiertas que contengan interruptores manuales o automáticos, fusibles, relevadores, resistencias y demás aparatos que puedan producir arcos, chispas o temperaturas elevadas. El sello debe colocarse lo más cerca posible de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 cm de ella. Entre la cubierta y el accesorio para sellado sólo debe haber uniones, cajas o accesorios que sean a prueba de explosión.
- Tubos de 51 mm o mayor de diámetro nominal, que entren a cubierta o a cajas de terminales, empalmes o derivaciones. Los sellos deben quedar a una distancia no mayor de 45 cm de la cubierta o caja.
- Tubos que salgan de un área Clase 1, División 1. El accesorio para sellado puede colocarse en cualquiera de los dos lados de la línea límite de dicha área, a no más de 3 m del límite, pero debe estar diseñado e instalado de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubería dentro del lugar peligroso no pasen al tubo que está más allá del sello. No debe existir unión, accesorio o caja entre el acceso para sellado y la línea límite.

1.7.10.2 Sellado de tubería (conduit) en área, División 2. Debe colocarse el sellado en el interior de los tubos, en los siguientes casos.

- Tubos que entren a cubiertas que requieran ser a prueba de explosión. El sello debe colocarse lo más cerca de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 centímetros de ella.

1.7.11 Sistema de tierra.

División 1 y 2.

1.7.11.1 Deben conectarse al sistema de tierra las partes metálicas de edificios y de soporte, tanques de proceso y almacenamiento, torres, tuberías y equipo metálico de proceso y equipos y sistemas eléctricos, en los lugares en donde se procesen y manejen productos inflamables y explosivos.

1.7.11.2 Debe haber continuidad eléctrica en los sistemas de canalizaciones metálicas y sus accesorios.

1.7.11.3 Cuando se instalen cajas metálicas o tubos unidos con tuercas y contratueras debe asegurarse la continuidad, con puentes de unión.

1.7.11.4 El conductor neutro debe formar parte de un sistema de suministro de corriente con 4 hilos, debe conectarse al sistema de tierra común antes del equipo de desconexión.

1.7.11.5 Los sistemas de suministro de corriente alterna 3 hilos, deben contar con una conexión entre el sistema de tierra y la canalización metálica.

1.7.12 Apartarrayos.

1.7.12.1 Los conductores de las acometidas aéreas, en áreas peligrosas, deben protegerse con apartarrayos.

1.7.12.2 Estos deben conectarse a los conductores y al sistema de tierras, para Clase 1, División 1, los apartarrayos deben instalarse en envolventes aprobados para Clase 1, División 1. Para Clase 1, División 2, los apartarrayos no deben provocar arcos.

1.7.12.3 Los edificios, las torres de proceso, los tanques de almacenamiento y los sistemas eléctricos de alimentación de energía que se localicen en áreas peligrosas, deben protegerse contra descargas eléctricas atmosféricas por medio de pararrayos conectados a un sistema de tierras.

1.7.13 Desconectores, Interruptores, controles de motores.

1.7.13.1 División 1. Los desconectores, interruptores, controles de motores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores medidores y dispositivos similares, deben suministrarse dentro de cajas, y las cajas para cada caso, junto con los aparatos contenidos en ellas deben ser aprobados como un conjunto, para usarse en áreas Clase I.

1.7.13.2 División 2. Los interruptores, controladores, desconectores, deben estar instalados dentro de cajas aprobadas para usarse en áreas Clase I

, División 1 Podrán ser de usos general, si la interrupción de corriente ocurre dentro de un gabinete herméticamente sellado junto a la entrada de gases o vapores, o los contactos están sumergidos en aceite a 50.8 mm (2 pulg) como mínimo para los de potencia. Para los de control 25.4 mm (1 pulg.) O la interrupción de la energía eléctrica sea en una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica; o los dispositivos sean de estado sólido sin contactos de abrir o cerrar y la temperatura en la superficie expuesta no deben exceder el 80 % de la temperatura de ignición en grados K (°C) de los gases o vapores involucrados

1.7.13.3 Resistencias y transformadores de control. Los transformadores, impedancias de bobinas y resistencias usados individualmente o en conjunto con equipos de control para motores generadores y sus aplicaciones deben cumplir con lo siguiente:

1.7.13.4 División 1. En áreas Clase I. División 1, los transformadores, bobinas y resistencias junto con cualquier mecanismo asociado con ellas, debe estar contenidas en cajas apropiadas para Clase I, División 1.

1.7.13.5 Si los transformadores, bobinas y resistencias están diseñadas bajo la técnica de seguridad aumentada, podrán emplearse cajas normales.

1.7.13.6 División 2. Los mecanismos de interrupción usados en conjunto con transformadores, bobinas y resistencias deben cumplir con lo indicado en el punto 1.7.13.2.

1.7.13.7 Las resistencias deben proveerse con cajas; y su ensamble debe ser apropiado para áreas Clase1, a menos que la resistencia sea no variable y la máxima temperatura de operación en grados Celsius no debe exceder del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor que lo rodee.

1.7.13.8 Los transformadores de instrumentos, solenoides y otros tipos embobinados, que no tengan incorporados contactos deslizantes o de abrir-cerrar, podrán instalarse en cajas de uso general.

1.7.14 Fusibles.

División 1. Deben ser aprobados para Clase 1, a prueba de explosión.

División 2. Los fusibles para protección de motores aparatos y otros dispositivos deben instalarse en envolventes aprobadas para el área en que se instalan, se pueden instalar en envolventes de uso general, si el elemento de operación está sumergido en aceite, encerrado en una cámara sellada contra la entrada de gases y vapores o el fusible es del tipo limitador de corriente no indicador.

1.7.14.1 Transformadores y capacitores.

1.7.14.2 División 1. Los transformadores y capacitores que contengan líquido aislante combustible, deben instalarse fuera del lugar peligroso además no tener comunicación con el lugar peligroso por puertas o cualquier otro medio; deben tener amplia ventilación; las ventanas o ductos de ventilación deben ser suficientes para aliviar presiones que puedan representar riesgo de explosión.

Los transformadores y capacitores secos o que contengan líquido aislante incombustible deben instalarse en locales separados que cumplan con lo indicado en el punto anterior y ser del tipo aprobado para áreas Clase I, (a prueba de explosión)

1.7.14.3 Clase 1, División 2. Los transformadores y capacitores pueden ser de uso general, provisto de medios adicionales para aumentar la seguridad contra la producción de temperaturas excesivas y de arcos o chispeo en el exterior del mismo equipo.

1.7.15 Motores y generadores.

1.7.15.1 División 1. En áreas Clase 1, División 1 los equipos rotatorios como motores y generadores deben ser aprobados para áreas Clase 1, División 1, del tipo a prueba de explosión o del tipo totalmente cerrado con ventilación de presión positiva tomada de una fuente de aire libre de gases y con descarga a un área segura, el Control de la máquina debe tener un arreglo tal que la misma no sea energizada hasta que la ventilación haya sido establecida y la cubierta haya sido purgada con un mínimo de 10 volúmenes de aire y contar con un arreglo tal que se desenergize automáticamente el equipo cuando el suministro de aire libre de gases falle o del tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte, suministrado por una fuente confiable de gas inerte y con dispositivos para asegurar una presión positiva dentro de la cubierta Y para lograr que automáticamente se desenergize el equipo cuando el suministro de gas falle.

1.7.15.2 Los motores del tipo totalmente cerrado, no deben tener superficies externas con una temperatura de operación en grados Celsius que excedan del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor peligrosos involucrado. Se deben proveer dispositivos adecuados para detectar si hay un incremento en la temperatura por encima de los límites establecidos y desenergizar automáticamente el motor, o proveer de una alarma adecuada. El equipo auxiliar debe ser de un tipo aprobado para el lugar que se instale.

1.7.15.3 No deben taladrarse las paredes de la caja de conexiones, la cubierta del estator, ni los soportes de los baleros, aun cuando fuesen taponados después, ya que constituyen una fuga potencial y una explosión interna los puede romper, debido al debilitamiento de material o forzar la flama a través de ellos.

1.7.15.4 División 2. En áreas Clase 1, División 2, los motores generadores y otras máquinas rotatorias que contengan contactos deslizantes, mecanismos de interrupción del tipo centrífugo o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente o sobre temperatura de motores) o dispositivos con resistencias integradas, deben ser del tipo aprobado para lugares Clase 1, División 1, a menos que tales dispositivos o mecanismos se encuentren dentro de cubiertas aprobadas para lugares Clase I, División 2. Cuando operen a tensión nominal, la superficie expuesta de los aparatos calefactores usados para prevenir la condensación de mezclas durante cortos períodos no deben exceder de 80% de la temperatura de ignición en grados Celsius del gas o vapor que lo rodea.

1.7.15.5. Los motores que no contengan escobillas, mecanismos de interrupción o dispositivos similares que produzcan arcos, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, pueden ser abiertos o del tipo cerrado que no sea a prueba de explosión.

1.7.16 Luminarias.

1.7.16.1 División 1. En áreas Clase 1, cada luminaria fija o portátil debe ser del tipo aprobada para lugares Clase I, División 1 y tener marcada claramente la máxima capacidad de la lámpara con que puede operar.

Cada luminaria fija debe estar protegida contra daño mecánico por medio de un resguardo adecuado o por su propia ubicación.

Las luminarias de tipo colgante deben soportarse con tubo metálico rígido tipo pesado, en el que las uniones roscadas estén provistas de medios efectivos para evitar que se aflojen. Si se requiere colgar una luminaria por medio de tubo o más de 30 cm de la caja de salida, el tubo debe fijarse rígidamente a una distancia no mayor de 30 cm de la luminaria para evitar oscilaciones excesivas, o bien tener flexibilidad de movimiento por medio de un accesorio o conector aprobado para el propósito y para lugares Clase I, División 1, que se coloque a no más de 30 cm de la caja de salida.

Para el caso de equipo construido bajo la técnica de seguridad aumentada, su alimentación debe hacerse mediante el uso de tubería (conduit)

Las cajas o accesorios usados para soportar luminarias deben estar aprobadas para tal propósito y para lugares Clase I, División 1.

1.7.16.2 División 2.

1.7.16.3 Las luminarias fijas deben estar protegidas contra daño mecánico por medio de resguardos adecuados o por su propia ubicación. Estas luminarias deben tener cubiertas u otros medios efectivos para evitar que se puedan encender concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables cuando existe riesgo de que se desprendan chispas o metal calientes de las lámparas o luminarias.

1.7.16.4 Las luminarias deben de ser a prueba de vapor, excepto cuando las lámparas alcancen en su exterior temperaturas que excedan el 80% de la temperatura en grados Kelvin de ignición del gas o vapor que las rodea, en cuyo caso serán a prueba de explosión, la temperatura máxima registrada, se muestra en la tabla No. 6.

“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”

Luminarias a prueba de explosión.		Tipo de área	Temp. Máxima Exterior K (°C) Zona Media del globo o Zona central del cristal reflector.		Temperatura máxima registrada K (°C)		Temperatura de operación Normalizada.
Tipo	Watts		K	(° C)	K	(° C)	
Vapor de mercurio.	175	peligrosa	376.15	103	530.15	257.5	T2 B/260
	250	peligrosa	373.15	110	548.15	275	T1/280
	400	peligrosa	432.15	169	584.15	311.5	T1/450
	175	peligrosa	384.15	111	507.15	234	T2 B/260
	150	peligrosa	386.15	113	550.15	277	T2 A/280
	400	peligrosa	427.15	164	599.15	326	T1 /450
Vapor de sodio alta presión	70	peligrosa	337.15	64	426.15	163	T3 C/160
	100	peligrosa	344.15	71	456.15	183	T3 /200
	150	peligrosa	366.65	93.6	504.15	231	T2 B/260
	260	peligrosa	387.65	114.5	497.15	324	T1 /450
Aditivos metálicos	400	peligrosa	422.15	149	571.68	298.5	T2 /300

TABLA 6 CLASIFICACION DE LUMINARIAS CLASE 1, GRUPO D.

Las luminarias de tipo colgante deben soportarse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado o por otros medios adecuados.

Si se requiere colgar una luminaria por medio de tubos a más de 30 cm de la caja de salida, el tubo debe fijarse rígidamente a una distancia no mayor de 30 cm de la luminaria para evitar oscilaciones excesivas, o bien tener flexibilidad de movimiento por medio de un accesorio o conector adecuado para tal propósito, que se coloque a no más de 30 cm de la caja de salida.

1.7.16.5 Extensiones de alumbrado. División 1. Las extensiones de alumbrado deben ser del tipo a prueba de explosión y consiste de una lámpara de este tipo, con una guarda que la proteja de daño físico, cable para “uso rudo” que contenga, además de los conductores del circuito, un conductor de tierra para las partes metálicas de la lámpara y de la clavija en el extremo del cable la cual debe ser a prueba de explosión.

1.7.16.6 Equipo portátil. Divisiones 1 y 2. Los equipos eléctricos portátiles, como máquinas de soldar, calentadores y estufas eléctricas, deben suministrarse para que trabajen fuera de las áreas peligrosas; a menos que sean del tipo a prueba de explosión, o que los dispositivos o contactos capaces de producir arco eléctrico o altas temperaturas se encuentren encerrados en cajas de este tipo, o sumergido en aceite.

Cuando se conecten a receptáculos localizados dentro de las áreas peligrosas, la clavija y el cable deben estar de acuerdo con lo especificado para uso en estas áreas.

1.7.17 Herramientas. Debido a que las caídas o golpes accidentales de las herramientas portátiles producen chispas, su uso debe restringirse dentro de las áreas peligrosas. Si se usan éstas debe ser de material antichispa, como aluminio y bronce o latón.

CAPITULO 2

ANTEPROYECTO PARA EL ANALISIS DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN EL SISTEMA GENERAL DE FUERZA.

2.1 GENERALIDADES

En el desarrollo del diseño de los sistemas de fuerza, ya sea en baja, media o alta tensión, la selección adecuada de los equipos a utilizar, en cuanto a su capacidad y tipo de construcción es imprescindible para el cumplimiento de las necesidades eléctricas en cualquier proyecto.

La selección de estos equipos depende directamente de varios factores tales como: la potencia eléctrica demandada al equipo, la capacidad de corriente en los alimentadores, la tensión de la acometida, el tipo de ambiente en el que se trabajará así como el factor de servicio de los equipos, entre otros.

Para el caso de esta plataforma de enlace, las condiciones en las cuales los equipos estarán trabajando son las siguientes:

- El ambiente en el cual estará trabajando el equipo será de tipo marino y por lo tanto expuesto a un grado severo de corrosión, el cual se podrá reducir mediante el recubrimiento de los equipos mediante compuestos y pinturas anticorrosivos.
- Se contará con una tensión de alimentación trifásica de 480 V.C.A a una frecuencia de 60 hz. en la acometida proporcionada por un motogenerador de 1000 kw.
- Las bombas contarán con su respectivo relevo para garantizar la continuidad en el servicio eléctrico, en caso de que alguna falla que llegara a afectar a dicho equipo (la capacidad y datos eléctricos de estos equipos se proporcionan en la tabla 2.1)

"ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE."

CLAVE	DESCRIPCIÓN	KW CONECTADOS	KW DEMANDA	TENSIÓN EN VOLTS	FASES
GA-2603	BOMBA DE ACEITE	7.46	7.46	480	3
GA-2603R	BOMBA DE ACEITE®	7.46	---	480	3
GA-2604	BOMBA DE ACEITE	7.46	7.46	480	3
GA-2604R	BOMBA DE ACEITE®	7.46	---	480	3
GA-2607	BOMBA DE TRANSFERENCIA	1.49	1.49	480	3
GA-2607R	BOMBA DE TRANSFERENCIA®	1.49	---	480	3
GA-2606	BOMBA DE RECIRCULACIÓN	1.49	1.49	480	3
GA-2606R	BOMBA DE RECIRCULACIÓN®	1.49	---	480	3
GA-2801	DISTRIBUCIÓN DE DIESEL	7.46	7.46	480	3
GA-2801R	DISTRIBUCIÓN DE DIESEL®	7.46	---	480	3
GA-2602	BOMBA JOCKEY	7.5	7.5	480	3
GA-2301	BOMBA DE AGUA DE SERVICIO	7.46	7.46	480	3
GA-2301R	BOMBA DE AGUA DE SERVICIO®	7.46	---	480	3
GB-002	VENTILADOR CENTRÍFUGO.	1.5	1.5	480	3
UP-001	ACONDICIONADORA DE AIRE	30	30	480	3
GB-001	VENTILADOR CENTRIFUGO	.746	.746	480	3
UP-001R	ACONDICIONADORA DE AIRE®	30	---	480	3
GB-2501	COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA	74.6	74.6	480	3
GB-2502	COMPRESOR DE AIRE DE INSTRUM.	74.6	74.6	480	3
GB-2503	VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO	2.24	2.24	480	3
TE-2001	ELEVADOR INDUSTRIAL	29.84	29.84	480	3
PA-2301	TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	5.5	5.5	480	3
MAS-001	MALACATE PARA BOTE SALVAVIDAS	18.65	18.65	480	3
MAS-002	MALACATE PARA BOTE SALVAVIDAS	18.65	18.65	480	3
ME-2001	MOTOR ESCALERA	3.73	3.73	480	3
ME-2002	MOTOR ESCALERA	3.73	3.73	480	3
UP-002R	ACONDICIONADORA DE AIRE LAB®	13.3	---	480	3
GA-2801R	DISTRIBUCIÓN DE DIESEL®	7.46	7.46	480	3
GA-2602R	BOMBA JOCKEY®	7.5	---	480	3

Nota: ® Significa relevo de equipo.

Tabla 2.1 Lista de equipos y capacidades.

Además de las consideraciones anteriormente mencionadas existe un factor fundamental en el diseño de los sistemas de potencia, dicho factor es el del **estudio de la corriente de corto circuito** que será el tema principal a tratar en este capítulo, posteriormente.

2.2 TIPO DE ARREGLO PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA

Debido a las características de diseño determinadas y solicitadas por el cliente en las bases de diseño para la plataforma de enlace E2, donde se suministrara la energía eléctrica a los equipos a partir de 1 solo alimentador en 480 V.C.A, se opto por aplicar al diseño el arreglo del tipo sistema de distribución radial tal como se muestra en la figura 2.1 y en el diagrama unifilar del dibujo E2-10 y cuyas características se mencionan a continuación:

- Consta de 1 solo alimentador primario.
- Tiene un solo transformador principal.
- Cuenta con un bus de baja tensión del cual se derivan los alimentadores principales.
- A pesar de que la continuidad del servicio eléctrico depende del buen funcionamiento de su alimentador y su transformador principal, es posible la alimentación de las cargas críticas y de emergencia del sistema mediante la utilización de UPS (sistemas de fuerza no-interrumpible).

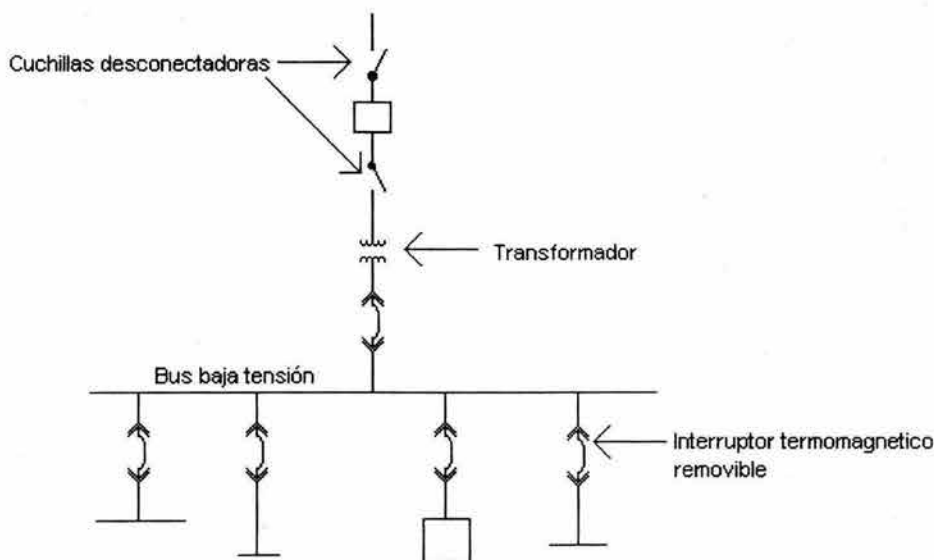


Figura 2.1 Sistema de distribución radial.

2.3 DISEÑO DEL DIAGRAMA UNIFILAR.

El diagrama unifilar es la representación mediante símbolos en una sola línea de las conexiones, entre equipos, componentes y dispositivos de un sistema eléctrico mostrando los datos más relevantes de estos últimos, para ayudarnos a conocer la instalación eléctrica de forma completa sin tener que recorrerla físicamente y poder planear cambios y conocer las ampliaciones futuras en el sistema.

Para el diseño del diagrama unifilar de la plataforma de enlace E2 se decidió aplicar una distribución que cumpla con los requerimientos de continuidad eléctrica en las cargas críticas(ver diagrama unifilar del tablero de distribución y ccm´s dibujos E2-10, E2-11, E2-12), tomando siempre en cuenta un costo razonable que garantice el correcto funcionamiento del proceso.

Debido a la importancia que tiene el diagrama unifilar para realizar los cálculos correspondientes a los flujos de potencia y la corriente de corto circuito, es imprescindible mostrar en él los datos más relevantes en el sistema, tales como:

- a) Voltajes, fases, frecuencia de todos los circuitos de entrada.
- b) Voltaje de los diferentes alimentadores del sistema.
- c) Capacidad de generadores y motores principales, voltaje de designación, impedancias, factor de potencia y velocidad.
- d) Capacidad de los transformadores de potencia y de distribución, sus voltajes, su relación de transformación, su impedancia, tipo de enfriamiento, su cable de identificación.
- e) La capacidad de los interruptores, su voltaje y corriente.
- f) La capacidad de los desconectores y fusibles en volts y amperes.
- g) El método de conexión a tierra del neutro en equipos y sistema.

2.4 ESTUDIO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

2.4.1 INTRODUCCIÓN

La determinación de la corriente de corto circuito en los sistemas eléctricos de potencia es tan básico como calcular las corrientes de carga. El propósito es aplicar los valores obtenidos de corriente para la selección de los Conductores, interruptores de potencia, buses, fusibles, restauradores, seccionadores y coordinación de protecciones.

Es necesario entonces considerar que aún los sistemas eléctricos mejor diseñados se ven sujetos a efectos dañinos por la circulación de altas magnitudes de corriente por la aparición de un cortocircuito en algún componente del sistema. Por esto, es fundamental el cálculo de la corriente de corto circuito, con la finalidad de que el equipo de protección del circuito pueda detectar y aislar las fallas rápidamente y reducir el daño a los equipos y a el personal, así como conseguir evitar una interrupción de la operación de la planta. Así todo el equipo que compone el sistema tal como cables, barras, interruptores, TC's, TP's, etc., se deberá dimensionar de modo que soporten los esfuerzos térmicos y dinámicos que producirá el flujo de la corriente de cortocircuito a través de ellos. Los valores de las corrientes de cortocircuito son obtenidas mediante cálculos, y los resultados de estos cálculos son utilizados para selección de la capacidad adecuada del equipo de interrupción y los dispositivos de protección, y también para realizar la coordinación y ajuste de protecciones de protecciones, entre otras aplicaciones.

La magnitud y el valor de la corriente de cortocircuito depende de la potencia de la fuente y de la impedancia existente entre ésta y el punto de falla. Entonces es importante considerar que al incrementar la potencia o número de motores y transformadores resultara en un incremento de la corriente de cortocircuito. Es por esto fundamental la actualización de los estudios de coordinación al existir cambios en el sistema eléctrico.

A pesar de que el tamaño y complejidad de los cálculos de cortocircuito para un sistema industrial de grandes dimensiones requiere el uso de computadoras por la gran cantidad de cálculos que han de efectuarse y además de no considerarse adecuado el uso de métodos manuales para tal magnitud de sistema. Resulta necesario comprender la naturaleza de cortocircuito y los métodos de cálculo usados en su estudio.

2.4.2 DEFINICIÓN DE CORTOCIRCUITO

El cortocircuito es una conexión anormal e indeseable de baja impedancia, generalmente accidental o por deterioro de los materiales aisladores en un circuito eléctrico, esta conexión ocurre entre dos puntos de diferente potencial en un circuito, ocasionando un exceso de corriente comúnmente llamada corriente de cortocircuito, la cual puede llegar a causar un daño total o parcial en equipos o circuitos dependiendo de la magnitud de la corriente y de su duración así como de las protecciones con las que cuenta el equipo.

EL contacto accidental de un conductor de fase con alguna estructura conductora a tierra o el contacto entre dos o más conductores de fase son las causas más comunes de fallas. Igualmente la falla podría tener origen por falsos contactos, mala operación de equipo, errores humanos o factores externos como el viento, presencia de animales, una descarga atmosférica etc.

El cortocircuito podría tener origen además por la degradación de aislamiento debida al calentamiento por operación prolongada, cambios de temperatura, u operación a temperaturas extremas, humedad, acumulación de polvo, presencia de elementos corrosivos o simplemente por envejecimiento.

Los daños que se presentan durante y después de un cortocircuito varían dependiendo del tipo y la duración de la falla, la potencia del cortocircuito, así como del punto en la instalación donde ocurra la falla. Algunas consecuencias son las siguientes:

En el punto de falla la presencia de arcos eléctricos podrían resultar en:

Daño al aislamiento

Fusión de conductores.

Posibilidad de fuego y daño al personal.

En el circuito fallado se pueden presentar:

Fuerzas electrodinámicas que podrían resultar en la deformación de barras o desconexión de cables.

Una excesiva elevación de la temperatura debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con el consecuente riesgo de daño al aislamiento.

En los circuitos cercanos se podrían presentar:

Caídas de tensión durante el tiempo requerido para librar la falla en el rango de unos cuantos milisegundos hasta algunas décimas de segundo. Las caídas de tensión en el sistema están en proporción a la magnitud de las corrientes de cortocircuito. La caída de tensión máxima se presenta en el punto de ocurrencia de la falla.

Se podría presentar la interrupción de operación en parte del sistema que dependería del diseño del sistema y los niveles de discriminación ofrecidos por los dispositivos de protección.

Asimismo se podrían presentar disturbios en la operación control y monitoreo de circuitos y procesos automatizados, y otra consecuencia importante podría ser la inestabilidad dinámica y/o pérdida de sincronización.

Por todos los disturbios que produce la ocurrencia de un cortocircuito, las fallas se deben remover tan rápido como sea posible, está es justamente la función de los dispositivos de protección

2.5 FUENTES DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO.

Cuando se determina la magnitud de la corriente corto circuito, es muy importante que todas las fuentes que las producen se consideren, y para esto es necesario conocer las reactancias características de ellas. Las fuentes de cortocircuito básicas de corriente de corto circuito son las siguientes:

- 1.-Generadores
- 2.-Motores y Condensadores Síncronos
- 3.-Motores de Inducción
- 4.-Acometida

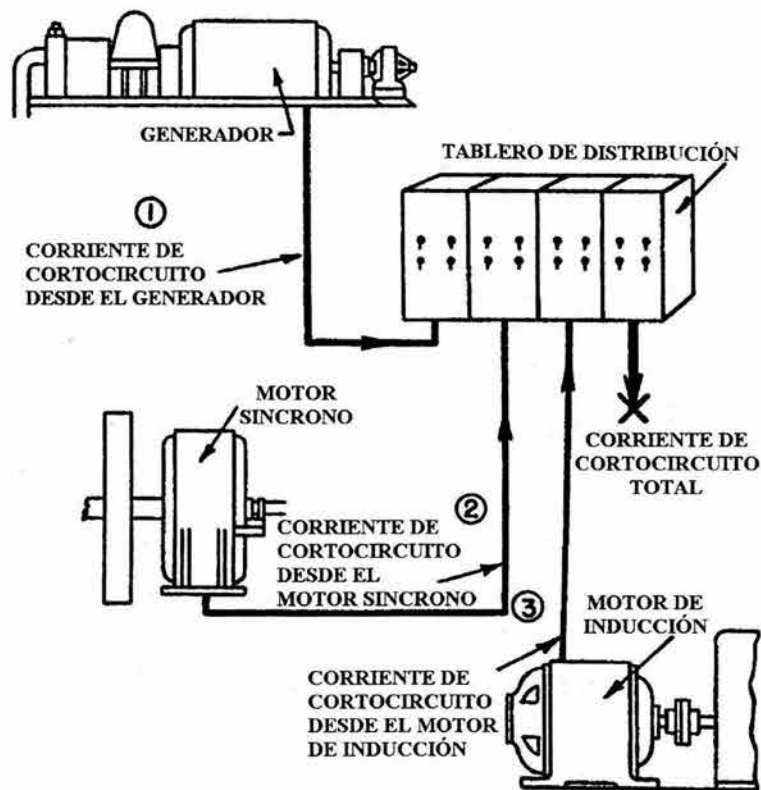


Fig. 2.5 Contribución de las máquinas rotatorias a la corriente de corto circuito

Generadores Síncronos

Los generadores son movidos por turbinas maquinas diesel, ruedas hidráulicas u otros tipos de primotores que cuando ocurre una falla en el circuito alimentado por un generador, éste tiende a seguir produciendo voltaje debido a que la excitación de campo se mantiene y el primo-motor, continúa accionando al generador.

El voltaje generado produce una corriente en cortocircuito de gran magnitud que circula del generador o grupo de generadores al punto de falla. El valor de esta corriente se encuentra limitada sólo por la impedancia del generador y la impedancia del circuito entre el generador y el punto de falla. Si se trata de un cortocircuito en las terminales del generador, la corriente sólo está limitada por la propia impedancia de éste. Un circuito equivalente consiste en una fuente de tensión conectada en serie con una impedancia que varía con el tiempo, en la cual predomina la reactancia.

Las reactancias de las máquinas rotatorias no son valores iguales como la de un transformador o un conductor. La reactancia de la máquina es compleja y varía con el tiempo.

Puesto que el voltaje del campo de excitación y la velocidad permanecen substancialmente constante dentro de un intervalo de tiempo, para el comportamiento de una máquina al circular a través de ésta una corriente de cortocircuito, se supone un cambio en el valor de la reactancia. Con la intención de simplificar los procedimientos en cálculos de cortocircuito se designan tres valores de reactancia de motores y generadores, llamados *reactancia subtransitoria*, *reactancia transitoria* y *reactancia síncrona*.

$X_d'' = \text{Reactancia Subtransitoria}$; determina la corriente durante el primer ciclo después que ocurre la falla. En aproximadamente 0.1 seg. (0~6 ciclos) la reactancia incrementa a $X_d' = \text{Reactancia Transitoria}$; es considerada para determinar la corriente después de varios ciclos a 60 Hz. En aproximadamente 0.5 a 2 seg. (6 ~ 30 ó 120 ciclos) la reactancia incrementa a

$X_d = \text{Reactancia Síncrona}$; Esta reactancia también llamada de estado permanente o estable es el valor que determina la corriente que fluye después de la condición de estado transitorio.

La Reactancia Subtransitoria es la reactancia aparente del devanado del estator en el instante en que ocurre el cortocircuito y determina el valor de la corriente que circula durante los primeros ciclos después de la falla.

La Reactancia Transitoria es la reactancia aparente inicial del devanado del estator, ignorando el efecto de los devanados de amortiguamiento, considerando sólo devanados de campo. La reactancia determina el flujo de corriente en el período cuando la reactancia subtransitoria es de valor controlado. La reactancia transitoria se presenta hasta ½ segundo o poco más, dependiendo de las características de la máquina. Esta reactancia determina la corriente que sigue al período cuando la reactancia subtransitoria decae.

La Reactancia Síncrona es la que determina la corriente que circula cuando se llega a la condición de estado permanente o estable. No es efectiva hasta después de algunos segundos después de que ocurre el cortocircuito, por consiguiente este valor no se usa para cálculos de corriente de cortocircuito para la aplicación de interruptores, fusibles y contactores pero es usada para estudios de cálculo de ajustes de relevadores con retardo de tiempo.

Nótese que en el orden indicado, la reactancia adquiere un valor mayor en cada etapa, esto es, la reactancia subtransitoria es menor que la reactancia transitoria, y ésta es menor que la reactancia síncrona. El sucesivo efecto de las tres reactancias conduce a una gradual reducción en la corriente de cortocircuito.

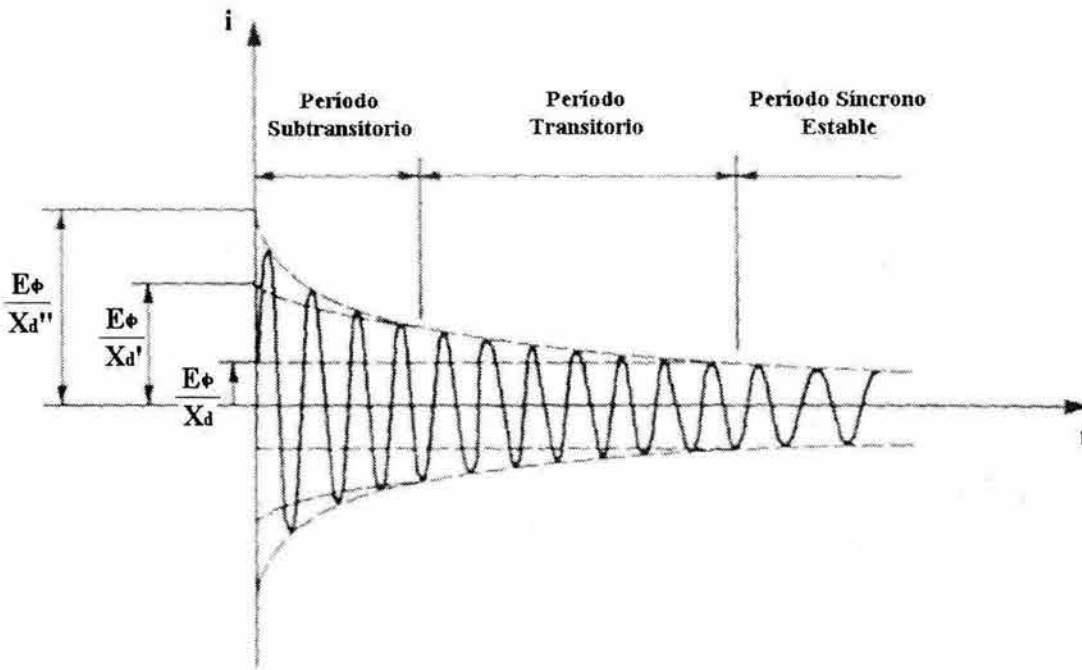


Fig. 2.5.1. Forma de onda de la Corriente de Cortocircuito Simétrica en sus etapas Subtransitoria, Transitoria y Síncrona o Estable.

Motores y Condensadores Síncronos

Los motores síncronos tienen las mismas reactancias que los generadores, pero desde luego con diferente valor. Los motores de inducción por su parte, no tienen devanado de campo, pero las barras del rotor actúan como el devanado de amortiguamiento en un generador. Por lo tanto, los motores de inducción tienen reactancia subtransitoria.

Los motores síncronos se construyen en forma muy parecida a los generadores, es decir: tienen un devanado de campo excitado por corriente directa y un devanado del estator por el cual circula la corriente alterna. El motor síncrono demanda corriente alterna del sistema y la transforma a energía mecánica.

Tan pronto se presenta el cortocircuito en el sistema, el voltaje en éste se reduce a un valor muy bajo, en consecuencia, el motor suspende la entrega de energía a la carga mecánica, e inicia su frenado lentamente. Sin embargo, justamente como el primo motor acciona al generador, la inercia de la carga y el rotor del motor accionan al motor síncrono, entonces el motor síncrono se convierte en generador y entrega la corriente de cortocircuito por varios ciclos después de que el cortocircuito ha ocurrido. El valor de la corriente de cortocircuito producida por el motor depende de la impedancia del mismo y de la del sistema al punto de cortocircuito.

Para los motores síncronos se usa el mismo circuito equivalente del generador. Otra vez una fuente de voltaje constante y las tres mismas reactancias. X_d'' , X_d' y X_d son usadas para establecer valores de corriente en tres puntos en el tiempo. Los condensadores síncronos son motores síncronos los cuales no tienen ninguna carga mecánica acoplada y son utilizados para la generación o consumo de potencia reactiva. En vista de que el principio de funcionamiento de los condensadores síncronos es el mismo al de los motores síncronos, son considerados de la misma manera.

Motores de Inducción

La inercia de la carga tiene el mismo efecto sobre el rotor de un motor síncrono o de un motor de inducción, es decir, lo mantiene accionando después de que ocurre un cortocircuito en el sistema. Sin embargo, existe una diferencia importante, el motor de inducción no tiene devanado de excitación de corriente continua como en el motor síncrono, pero existe un flujo en el motor de inducción durante la operación normal producido por la inducción del estator sobre el rotor, en forma análoga al producido por el devanado de corriente continua.

El flujo del rotor permanece en la medida que el voltaje es aplicado al estator por la fuente externa. Sin embargo, si la fuente externa de voltaje fuera súbitamente removida, como ocurre cuando se presenta un cortocircuito en el sistema, el flujo en el rotor no puede decaer instantáneamente. Debido a lo anterior y a que la inercia de las partes rotatorias accionan al motor de inducción, se genera un voltaje en el devanado del estator, esto produce que una corriente de cortocircuito circule hacia la falla, hasta que el flujo del rotor decae a cero. La corriente de cortocircuito desaparece casi por completo en alrededor de cuatro ciclos.

El flujo no es suficiente como para mantener corriente de cortocircuito por mucho tiempo, debido a que la excitación de campo no se mantiene y por lo tanto no hay corriente de estado transitorio, ni corriente de estado síncrono o estable.

La magnitud de la corriente de cortocircuito producida por un motor de inducción, depende de la impedancia del propio motor y de la impedancia del sistema al punto de ocurrencia de la falla. La impedancia efectiva de la máquina en el momento de cortocircuito, corresponde muy aproximadamente a la impedancia a rotor bloqueado. Consecuentemente, el valor inicial de la corriente de cortocircuito es aproximadamente igual al valor de la corriente de arranque a rotor bloqueado del motor.

Otra vez, se usa el mismo circuito equivalente, pero los valores de las reactancias transitoria y síncrona se aproximan a infinito. Como consecuencia, a los motores de inducción se les asigna solamente un valor de reactancia subtransitoria X_d'' . Este valor varía arriba de la reactancia a rotor bloqueado para explicar el decaimiento de la contribución de corriente del motor al cortocircuito.

Acometida

La alimentación de las industrias se hace por lo general de una fuente externa que proporciona la compañía suministradora de energía. Los generadores del sistema de suministro de energía eléctrica son una fuente de corriente de cortocircuito a menudo entregada a través de un transformador en la subestación. La compañía suministradora en el punto de conexión a la industria, representa un equivalente de Thévenin de toda la red que se encuentra detrás, por lo que es en realidad una fuente importante de contribución de la corriente de cortocircuito. La compañía suministradora debe proporcionar en el punto de conexión el valor de la potencia o la corriente de cortocircuito, como un valor equivalente de la red o sistema detrás de ese punto.

Para representar la acometida se puede usar el mismo circuito equivalente de un generador. Los generadores, generalmente se encuentran muy alejados de la planta industrial, por lo que el sistema de suministro de energía eléctrica usualmente se representa en la planta por un solo valor de impedancia equivalente referida al punto de conexión.

Corriente de Cortocircuito Total

Cómo hasta ahora se ha visto, la corriente de cortocircuito se forma a partir de la aportación de corrientes de falla de las distintas fuentes. En la Figura 2.5.2 se muestra la aportación de la corriente de la acometida la cual es el punto en donde se recibe la energía por parte de la compañía suministradora la cual obtiene a partir de generadores los cuales a menudo se encuentran muy alejados de los centros de consumo y su contribución es una corriente de cortocircuito substancialmente constante. Si es el caso de que la planta industrial cuente con generación propia como es el caso de grandes plantas industriales o como es el caso muy común de plantas en las cuales se tiene cogeneración, estos generadores contribuirán con una corriente de cortocircuito simétrica la cual para propósitos prácticos es constante en los primeros ciclos aunque se considera un leve decremento como se observa.

Las otras fuentes son los motores síncronos los cuales actúan como generadores, excepto que estos motores tienen un alto grado de decaimiento de la componente simétrica; y los motores de inducción, los cuales tienen un grado de decaimiento de la componente de cortocircuito muy rápido. Cuando todas éstas aportaciones son agregadas a la corriente de cortocircuito se obtiene una corriente de cortocircuito simétrica total como se muestra en la parte inferior de la figura 2.5.2.

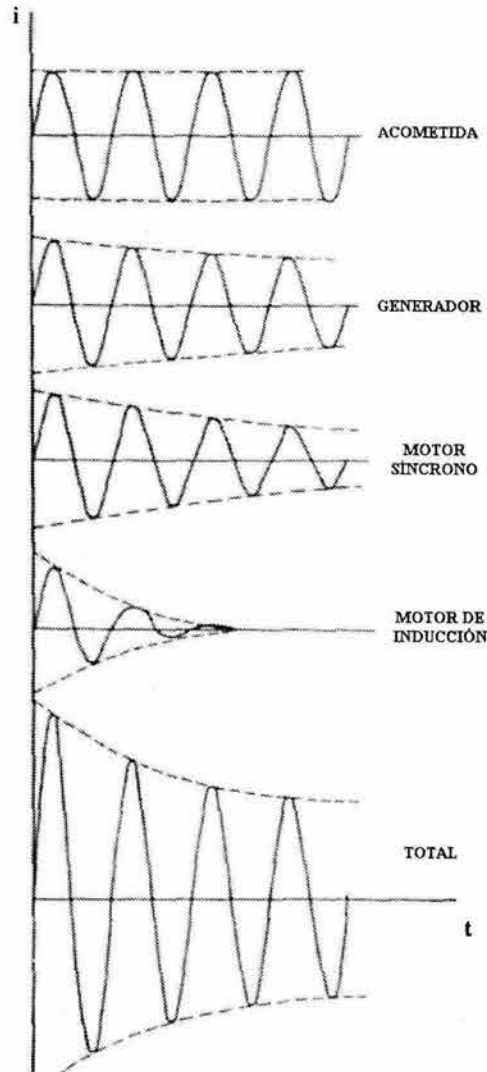


Fig. 2.5.2. Aportaciones a las corrientes de cortocircuito simétricas total desde la acometida, generadores, motores síncronos y motores de inducción.

La magnitud de la corriente de cortocircuito simétrica total se ve incrementada por la presencia de la componente de CD haciendo que la corriente de cortocircuito sea asimétrica durante los primeros ciclos hasta que la componente de CD decae a cero y se llega a la forma de onda de corriente nominal simétrica estable varios ciclos después de ocurrida la falla ver figura 2.5.3.

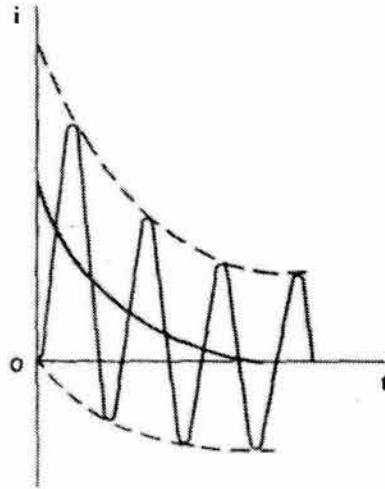


Fig. 2.5.3. Forma de onda de la corriente de cortocircuito asimétrica total

2.6 TIPOS DE FALLAS

Existen principalmente dos tipos de fallas, las fallas simétricas o balanceadas y las fallas asimétricas o desbalanceadas. La mayoría de las fallas que ocurren en los sistemas de potencia, son fallas asimétricas que consisten en cortocircuitos asimétricos, fallas asimétricas a través de impedancias o conductores abiertos. Las fallas simétricas son las fallas trifásicas y las fallas asimétricas que pueden ocurrir son fallas monofásicas a tierra o línea a tierra, fallas de línea a línea o doble línea a tierra. La trayectoria de la corriente de falla de línea a línea o de línea a tierra puede o no contener impedancia. Uno o dos conductores abiertos dan como resultado fallas asimétricas a través de la ruptura de uno o dos conductores o bien, de la acción de fusibles u otros mecanismos que no puedan abrir las tres fases simultáneamente. El método de las componentes simétricas es útil en un análisis para determinar las corrientes y voltajes en todas las partes del sistema después de que ha ocurrido una falla, porque cualquier falla asimétrica da origen a que fluyan corrientes desbalanceadas en el sistema. Se considerarán las fallas en sistemas de potencia mediante la aplicación del Teorema de Thévenin que permite encontrar la corriente en la falla al reemplazar el sistema por un generador y una impedancia en serie.

2.7 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

En este caso para obtener la corriente de corto circuito trifásica que es la que nos interesa para conocer la capacidad máxima de interrupción que deberán soportar los equipos se empleará para este cálculo el **método por unidad** recomendado por la Norma IEEE Std 141-1993 (Red Book). Que básicamente consiste en la determinación de los valores de las resistencias y las reactancias para cada uno de los elementos que aporten corrientes de falla al sistema y que intervienen en el cálculo de la corriente de corto circuito (incluyendo los alimentadores) para las diferentes etapas o duración de la corriente, posteriormente se procederá a convertir los valores de reactancia y resistencia obtenidos a valores por unidad formando su correspondiente diagrama de reactancias, resistencias. Ya formados estos diagramas se procederá a obtener el valor de la impedancia total (mediante la fórmula 1) reduciendo los valores de los elementos desde la fuente al punto de falla.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \text{Formula 1}$$

Donde:

R= Resistencia total desde la fuente al punto de falla.

X= Reactancia total desde la fuente al punto de falla.

Posteriormente a la obtención de la impedancia total desde la fuente hasta el punto de falla en el diagrama se calculará la corriente de corto circuito trifásica simétrica (mediante la fórmula 2).

$$I_{CC \text{ SIMETRICA}} = \frac{E_{p.u}}{Z_{p.u}} \times (I_{base}) \quad \text{Formula 2}$$

Donde:

E p.u = Voltaje del sistema en p.u

Z p.u = la impedancia total en p.u.

Y la corriente base esta determinada por la siguiente formula:

$$I_{base} = \frac{KVA_{base}(1000)}{(\sqrt{3})(V_{BASE})} \quad \text{Formula 3}$$

Donde:

KVA base = La potencia en KVA base del sistema.

V base = El voltaje en Volts base del sistema.

Después de obtenida esta corriente simétrica trifásica de corto circuito en algunos casos en donde la capacidad de los dispositivos de protección requieren para su calculo de la corriente asimétrica de corto circuito, implica que tendremos que aplicar ciertos factores de multiplicación que afecten a la corriente de corto circuito obtenida, dichos factores dependen del punto del sistema en el cual se analiza la falla, así como de la relación X/R (obtenido de la figura 4A-2 para pequeños generadores y del la figura 4A-3 para motores de inducción trifásicos en la norma IEEE-141-1993) correspondientes a los valores equivalentes obtenidos del sistema reducido, del tiempo en que se inicie la apertura de los contactos primarios del interruptor y del uso que se le da a la corriente calculada.

De acuerdo a la norma se considera la elaboración de tres redes de impedancias (circuitos equivalentes del sistema eléctrico) para la obtención de las corrientes de corto circuito. La diferencia entre cada red es el valor de la impedancia de las máquinas rotatorias, la cual varía en función de la aplicación, estas impedancias de las maquinas rotatorias las podremos obtener multiplicando el valor que conocemos para la primera red por un factor que encontramos en la norma IEEE-141-1993 tablas 4-1 y 4-2.

Primera Red.

Su finalidad consiste en obtener las corrientes de corto circuito momentánea, la cual circula durante el primer medio ciclo después de haber ocurrido la falla.

Para elaborar ésta red se deben tomar en cuenta los valores subtransitorios de todas las fuentes de corriente que contribuyen al corto circuito y los elementos pasivos (cables, transformadores, etc.), considerando que los motores menores de 50 HP se representan agrupados en un equivalente con una reactancia de 0.25 pu.

Con los valores de reactancias, resistencia de cada elemento y la relación X/R, finalmente se calculan las impedancias equivalentes del sistema eléctrico donde se desea analizar la falla, y se determinan los factores que serán aplicados al valor de E/Z multiplicados por la corriente base de acuerdo con los valores indicados en las tablas 4-1 y 4-2 del IEEE Std-141-1993 (Red Book).

Las corrientes calculadas con esta red, se utilizan para la selección de capacidades interruptivas de fusibles en cualquier nivel de tensión, e interruptores en baja tensión (debajo de 1000 Volts) las corrientes de corto circuito asimétricas utilizan los factores de asimetría indicados en las normas:

- NEMA AB 1-1986 y ANSI C37.13-1981, para interruptores en baja tensión.
- ANSI/IEEE C37.010-1979 y C37.5.1979, para interruptores en voltajes mayores a 1 KV.
- ANSI/IEEE C37.41-1988, para fusibles).

Segunda Red.

Por medio de esta red, se puede obtener la corriente de corto circuito interruptiva, que ocurre en el tiempo en que los contactos principales del interruptor inician su apertura, los resultados deberán usarse para seleccionar o verificar los interruptores de medio y alto voltaje (arriba de 1 KV).

Durante la elaboración de ésta red se deben afectar las impedancias subtransitorias de las máquinas rotatorias por los factores indicados en la Norma ANSI/IEEE C37.10-1979, página 40 (tablas 4-1 y 4-2 del IEEE Std 141-1993 (Red Book)).

Con la relación X/R de las reactancias equivalentes interruptivas al punto de falla, se determina el factor de multiplicación utilizando las curvas de las figuras 4-12 a la 4-15 de la norma de referencia, mismo que se debe aplicar al valor de corriente de falla simétrica para determinar la corriente interruptiva RMS total.

En esta red se desprecian los motores de capacidades menores a 50 HP.

Tercera Red.

En esta red se obtienen las corrientes de corto circuito que se requieren para el cálculo de los ajustes de dispositivos de protección contra sobre corrientes con retardo de tiempo (mayor a 6 ciclos).

El circuito equivalente de esta red, deberá elaborarse considerando únicamente los valores de impedancias transitoria de los generadores e impedancias de los equipos estáticos (cables, transformadores, reactores, etc.) instalados entre ellos y el punto de falla, despreciando las contribuciones de todos los motores de inducción. Para los ajustes de los relevadores instantáneos se utilizan las corrientes momentáneas obtenidas en la primera red.

2.7.1 CALCULO DE IMPEDANCIAS

Para el estudio de corto circuito, es necesario realizar los cálculos de las impedancias de los elementos del sistema eléctrico. Los elementos considerados para este calculo se indican en la siguiente lista:

- A. Generador.
- B. Motores de inducción.
- C. Cables o conductores.
- D. Impedancia conocida en ohms para algunos equipos.
- E. Motores menores de 50 hp (carga agrupada)
- F. Cantidades en por unidad

De acuerdo al procedimiento de cálculo recomendado en IEEE Std 141-1993 (Red Book). Los motores menores de 50 hp pueden agruparse en un solo motor equivalente tal como se agruparon los motores MT-01, MT-02, MT-03 y la CARGA-01 Y CARGA-E, indicando un valor de impedancia para ellos (de primera red). En caso de que su capacidad equivalente y factor de utilización son bajos, y son de uso intermitente, pueden ser despreciados.

El cálculo de las impedancias en por unidad, se realiza a partir de las siguientes ecuaciones:

MOTORES DE INDUCCIÓN MAYORES A 50 HP.

El valor de la reactancia subtransitoria en los motores de inducción que se utiliza para el estudio de corto circuito se calcula como sigue:

$$X''_{PU} = \left(\frac{\text{Corriente a plena carga del motor}}{\text{Corriente a rotor bloqueado del motor}} \right) \left(\frac{V_{MOTOR}}{V_{BASE}} \right)^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde la corriente a plena carga esta definida mediante la ecuación:

$$I_N = \left(\frac{746 \times HP}{\sqrt{3} \times E \times n \times F.P.} \right) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

E	Voltaje de línea en volts.
HP	Potencia del motor en hp.
n	Eficiencia del motor en por ciento.
F.P	Factor de potencia del motor en por ciento.

Estos valores cambian en función de la red, y de las condiciones específicas de operación de cada motor. En caso de no disponer de los datos de placa, se recomienda utilizar datos típicos de motores.

CABLES

Empleamos estas ecuaciones para determinar el valor de las reactancias y resistencias en omhs a valores por unidad del sistema:

$$R_{P.U} = \frac{R_{OMHS}}{Z_{BASE}} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$X_{P.U} = \frac{X_{OMHS}}{Z_{BASE}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

X_{OMHS}	Reactancia del cable en ohms.
R_{OMHS}	Resistencia del cable en ohms.
Z_{BASE}	Impedancia base del sistema.

Y la impedancia base se define como:

$$Z_B = \frac{KV_{BASE} / \sqrt{3}}{I_{BASE}}$$

Ecuación 5

Donde:

KVA base = La potencia en KVA base del sistema.

I base = La corriente en amperes base del sistema.

En caso de no contar con los datos precisos de los conductores y cables se deberán utilizar los datos típicos de resistencia y reactancia para los distintos tipos de conductores y cables, obtenidos de tablas de la base de datos del edsa y del IEEE Std 141-93 (Red Book), pags. 180 A 183.

GENERADORES.

Estas ecuaciones las empleamos para convertir los valores de las reactancias y resistencias en por ciento los generadores y motores a valores por unidad del sistema:

$$X_{P.U} = \left(\frac{X\% \times KVA_{BASE}}{100 \times \text{Capacidad en KVA}} \right)$$

Ecuación 6

$$R_{P.U} = \left(\frac{R\% \times KVA_{BASE}}{100 \times \text{Capacidad en KVA}} \right)$$

Ecuación 7

X% = Valor de la reactancia del generador en por ciento.

R% = valor de la resistencia del generador en por ciento.

KVA_{BASE} = La potencia en KVA base del sistema.

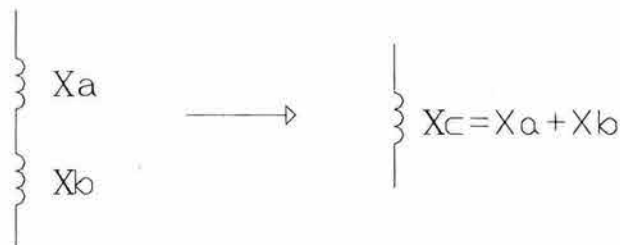
Capacidad en KVA = Potencia nominal del generador en KVA.

MOTORES AGRUPADOS.

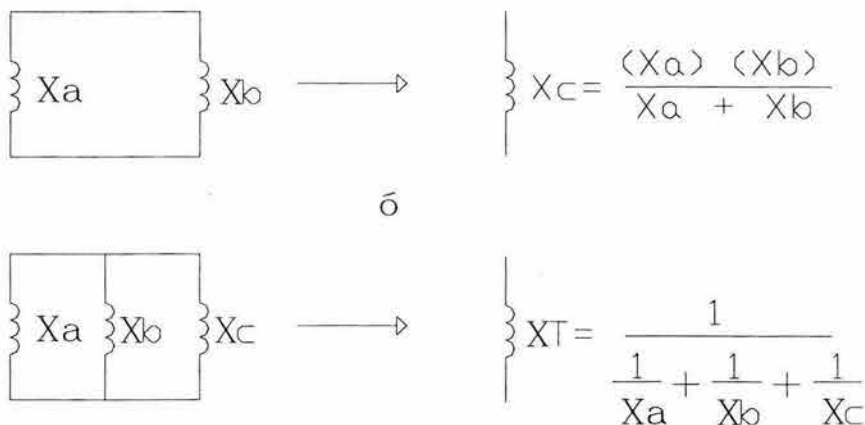
A pesar de que en los cálculos dentro de sistemas industriales para obtener la corriente de corto circuito, se consideran por lo regular solo los motores de capacidades mayores a 50 HP, para nuestro caso en donde tenemos un rango de voltaje bajo y además la capacidad individual de los motores instalados no es superior a 100 HP se tomarán en cuenta también los motores menores a 50 HP, los cuales se agruparán para formar motores de capacidades mayores, ya que la corriente de corto circuito que aportan estos motores nos ayudara a tener mayor precisión al obtener la corriente de falla. Para obtener las reactancias y resistencias de estos motores podemos consultar las grafica 4A-3 de la IEEE STD 141-1993 para localizar el valor típico de la relación x/r para motores trifásicos de inducción y las tablas 4.2 (IEEE STD 141-1993) de los multiplicadores de reactancias (o impedancias) de maquinas rotatorias para la combinación de red.

Una vez convertidos los valores en omhs o en por ciento de las resistencias y las reactancias a valores por unidad y ya conformado nuestro diagrama de resistencias y reactancias será necesario la reducción de los valores de estos elementos entre los buses a fin de encontrar la impedancia total necesaria para el calculo de la corriente de corto circuito, es por lo anterior importante emplear las fórmulas siguientes para obtener el valor de la combinación de elementos en serie o paralelo:

ELEMENTOS EN SERIE



ELEMENTOS EN PARALELO



2.8 CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO MEDIANTE EL METODO DE P.U.

CONSIDERACIONES BASICAS

Para el calculo de la corriente de corto circuito, se considero en operación a todos los equipos, excepto a aquellos que se consideran como respaldo y que están fuera de servicio habitualmente. Los equipos (motores y cargas instalados en el CCM-01 menores de 50 HP) se modelaron como motores agrupados, los motores de más de 50 HP se modelaron individualmente, de igual forma se utilizo este criterio para el CCM-E.

En la siguiente Tabla No 2.8.1 se presentan los equipos instalados en el CCM-01 (480 volts), en la Tabla No 2.8.2 se presentan los equipos instalados en el CCM-E (480 volts) Y en la figura 2.8 se muestra el diagrama unifilar resultante con la agrupación de cargas y motores que aportaran corriente en el momento de presentarse una falla.

NOMBRE	EQUIPOS			DESCRIPCION
	VOLTAJE (VOLTS)	OPERANDO (HP)	KW (NO MOTOR)	
CARGAS AGRUPADAS M-01	480	53		CARGAS MENORES DE 50 HP AGRUPADAS.
CARGAS AGRUPADAS M-02	480	53		CARGAS MENORES DE 50 HP AGRUPADAS.
CARGAS AGRUPADAS M-03	480	55		CARGAS MENORES DE 50 HP AGRUPADAS.
GB-2501	480	100		EQUIPO PAQUETE DE COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA.
GB-2502	480	100		EQUIPO PAQUETE DE COMPRESOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS.
CARGA AGRUPADA CARGA-01	480		90	CARGAS MENORES DE 50 HP AGRUPADAS.
TOTALES		361	105.3	

Tabla No 2.8.1. Equipos del CCM-01 en 480 volts

NOMBRE	EQUIPOS			DESCRIPCION
	VOLTAJE (VOLTS)	OPERANDO (HP)	KW (NO MOTOR)	
CARGA AGRUPADAS CARGA-E	480		90	CARGAS MENORES DE 50 HP AGRUPADAS.
TOTALES			90	

Tabla No 2.8.2. Equipos del CCM-E en 480 volts

DIAGRAMA UNIFILAR CARGAS AGRUPADAS

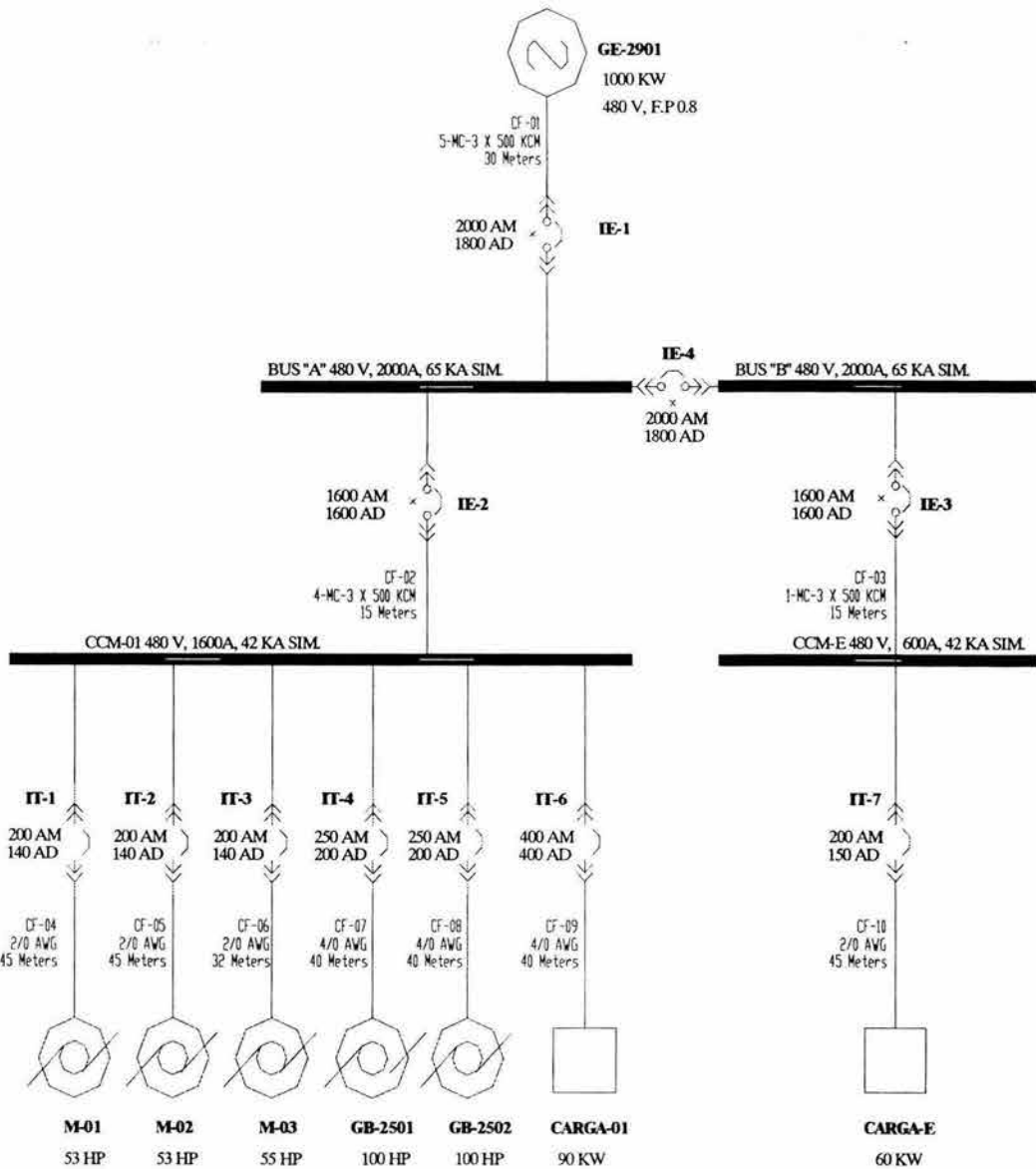


FIG.2.8 DIAGRAMA UNIFILAR CON EL VALOR DE LOS MOTORES Y LAS CARGAS AGRUPADAS TAL COMO SERAN CONSIDERADOS PARA FORMAR EL DIAGRAMA DE REACTANCIAS Y RESISTENCIAS EN P.U

DESARROLLO DEL CÁLCULO

PASO No 1. Convertir todos los elementos que intervengan para obtener la impedancia total a valores por unidad en una base común.

∴

$$\begin{aligned} \text{KVA}_{\text{BASE}} &= 1000 && \text{(Opcional)} \\ \text{V}_{\text{BASE}} &= 480 && \text{(Voltaje general del sistema)} \end{aligned}$$

$$I_{\text{BASE}} = \frac{1000 \times 1000}{(\sqrt{3})(480)} = 1202.8 \text{ A.} \quad \text{(Aplicando la fórmula 3)}$$

$$Z_{\text{BASE}} = \frac{(480) / (\sqrt{3})}{1202.8} = 0.2304 \Omega \quad \text{(Aplicando la ecuación 5).}$$

PASO No 2. Determinar el valor de las resistencias y las reactancias en **P.U** para cada uno de los elementos que conforman el diagrama unifilar de cargas agrupadas de la figura 2.8.

Reactancia en **P.U** del generador:

$$X_{\text{GEN}} = \frac{(16)^* \times (1000)}{1250(100)} = 0.128 \text{ P.U.} \quad \text{(Aplicando la ecuación 6).}$$

* Valor obtenido de la tabla 4A-1 IEEE 141-193.

De la relación X/R para pequeños generadores y motores síncronos en la gráfica 4A-2 de IEEE 141-1993, tenemos: para un generador de 1250 KVA

$$X/R = 8$$

∴ despejando R :

$$R = \frac{X\%}{8} = \frac{16}{8} = 2\%$$

∴ Resistencia en p.u del motor

$$R_{GEN} = \frac{(2) \times (1000)}{1250(100)} = 0.016 P.U. \quad (\text{Aplicando la ecuación 7})$$

Reactancia en P.U del motor **M-01**:

$$X_{M-01} = \frac{(28)^* \times (1000)}{53(100)} = 5.28 P.U. \quad (\text{Aplicando la ecuación 6})$$

* Valor obtenido de la tabla 4.1 Y 4.2 IEEE 141-193.

De la relación X/R para motores trifásicos en la grafica 4A-3 de IEEE 141-1993, tenemos, para un grupo de motores de 53 HP de capacidad:

$$X/R = 1.5$$

∴ despejando R :

$$R = \frac{X\%}{1.5} = \frac{28}{1.5} = 18.66\%$$

∴ Resistencia en p.u del motor

$$R_{MOT} = \frac{(18.66) \times (1000)}{53(100)} = 3.52 P.U. \quad (\text{Aplicando la ecuación 7})$$

Debido a que el procedimiento para calcular los valores de las resistencias y reactancias correspondientes a los demás motores y cargas agrupadas es el mismo al que se empleo para el motor **M-01**, se considero conveniente incorporar en la siguiente tabla 2.8.3 solo los valores obtenidos mediante el procedimiento para evitar que resulte muy repetitivo el desarrollo del cálculo.

"ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE."

NOMBRE	EQUIPOS			RESISTENCIAS	REACTANCIAS
	VOLTAJE (VOLTS)	OPERANDO (HP)	KW	P.U	
	CCM-01				
GE-2901	480		1000	0.0160	0.128
CARGAS AGRUPADAS M-01	480	53		3.52	5.28
CARGAS AGRUPADAS M-02	480	53		3.52	5.28
CARGAS AGRUPADAS M-03	480	55		3.52	5.1
GB-2501	480	100		1.2	2.4
GB-2502	480	100		1.2	2.4
CARGA AGRUPADA CARGA-01	480		90	1.4	2.75
CCM-E					
CARGA AGRUPADA CARGA-E	480		60	1.55	4.05

Tabla 2.8.3 Valores de resistencias y reactancias para el generador y las cargas conectadas a los CCM'S:

Reactancia en P.U de los **Conductores** que alimentan a los equipos:

CF-01

5 MC-3 X 500 KCM.

$$R_{OMHS}=0.104986\Omega/Km.*$$

$$X_{OMHS}=0.127652\Omega/Km.*$$

* Valores obtenidos de tabla 9 del NEC.

∴ Para 5 multiconductores en paralelo y 30 metros de longitud :

$$R_{MCCF-01}=\frac{(0.104986)(30)}{(5)(1000)}=0.00063\Omega$$

$$X_{MCCF-01}=\frac{(0.127652)(30)}{(5)(1000)}=0.00076\Omega$$

“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”

Convirtiendo esos valores en ohms a valores por unidad empleando las ecuaciones 3 y 4:

$$R_{p.u} = \frac{0.00063}{0.2304} = 0.0027_{p.u}$$

$$X_{p.u} = \frac{0.00077}{0.2304} = 0.0033_{p.u}$$

Ya que el procedimiento para calcular los valores de las resistencias y reactancias en p.u correspondientes a los todos los alimentadores es el mismo al que se empleo para el CF-01, se considera conveniente incorporar en la siguiente tabla 2.8.4 solo los valores obtenidos mediante el procedimiento para que no resulte repetitivo el desarrollo del cálculo.

NOMBRE	CALIBRE	LONG.(m)	DESDE	HASTA	R (Ω)	X(Ω)	R _{p.u}	X _{p.u}
CF-01	500 KCM	30	GE-2901	TD-01	0.1049	0.1279	0.0027	0.0033
CF-02	500 KCM	15	TD-01	CCM-01	0.1049	0.1279	0.0017	0.0021
CF-03	500 KCM	15	TD-01	CCM-E	0.1049	0.1279	0.0068	0.0083
CF-04	2/0 AWG	45	CCM-01	M-01	0.3280	0.1410	0.064	0.027
CF-05	2/0 AWG	45	CCM-01	M-02	0.3280	0.1410	0.064	0.027
CF-06	2/0 AWG	32	CCM-01	M-03	0.3280	0.1410	0.046	0.0195
CF-07	4/0 AWG	40	CCM-01	GB-2501	0.2198	0.1345	0.038	0.023
CF-08	4/0 AWG	40	CCM-01	GB-2502	0.2198	0.1345	0.038	0.023
CF-09	4/0 AWG	40	CCM-01	CARGA-01	0.2198	0.1345	0.038	0.023
CF-10	2/0 AWG	45	CCM-E	CARGA-E	0.3280	0.1410	0.064	0.027

Tabla 2.8.4 Valores de resistencias y reactancias calculados para los alimentadores de los equipos

PASO No 3 Dibujar por separado el diagrama de reactancias y el diagrama de resistencias y determinar la ubicación del punto o puntos de falla donde se requiere conocer la corriente de corto circuito.

DIAGRAMA UNIFILAR DE REACTANCIA EN P.U

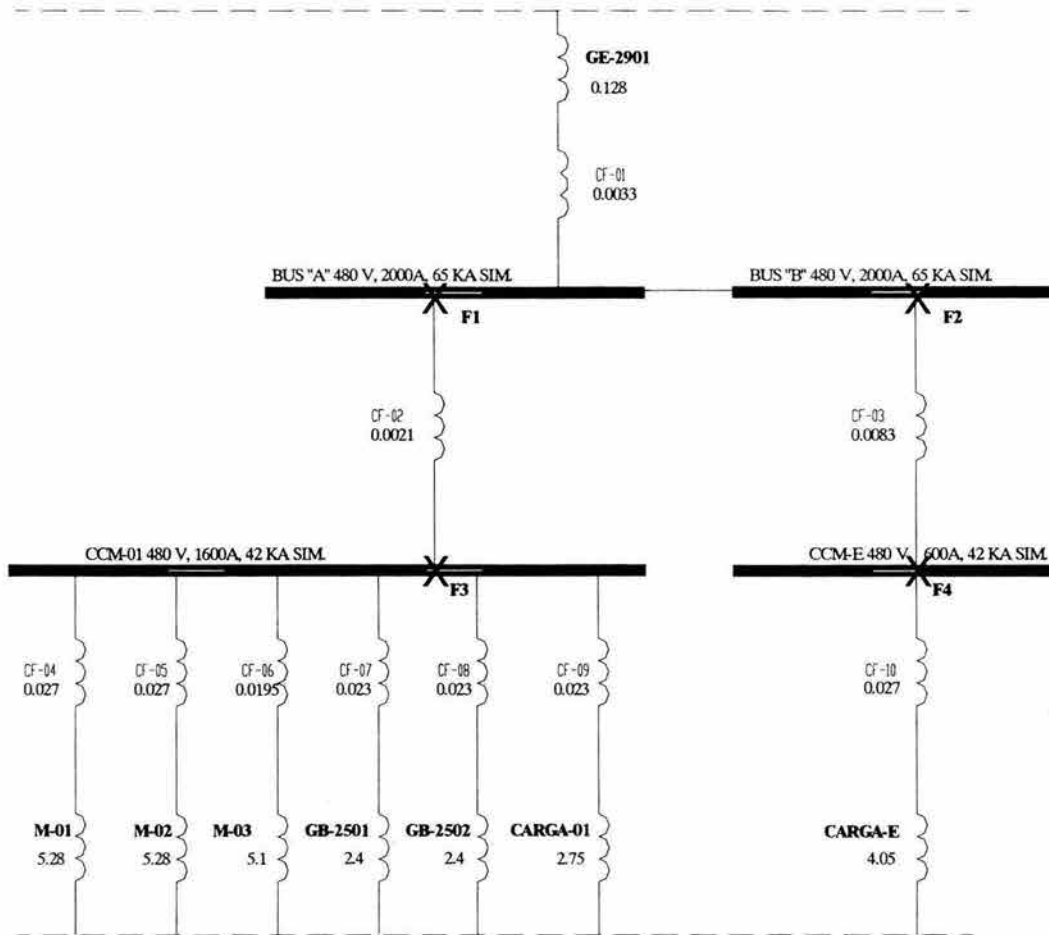


FIG.2.8.1. DIAGRAMA UNIFILAR CON LAS REACTANCIAS DE LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL CALCULO DE CORTO CIRCUITO Y LOS PUNTOS DE FALLA DONDE SE REQUIERE CONOCER EL VALOR DE LA CORRIENTE DE C.C.

DIAGRAMA UNIFILAR DE RESISTENCIAS EN P.U

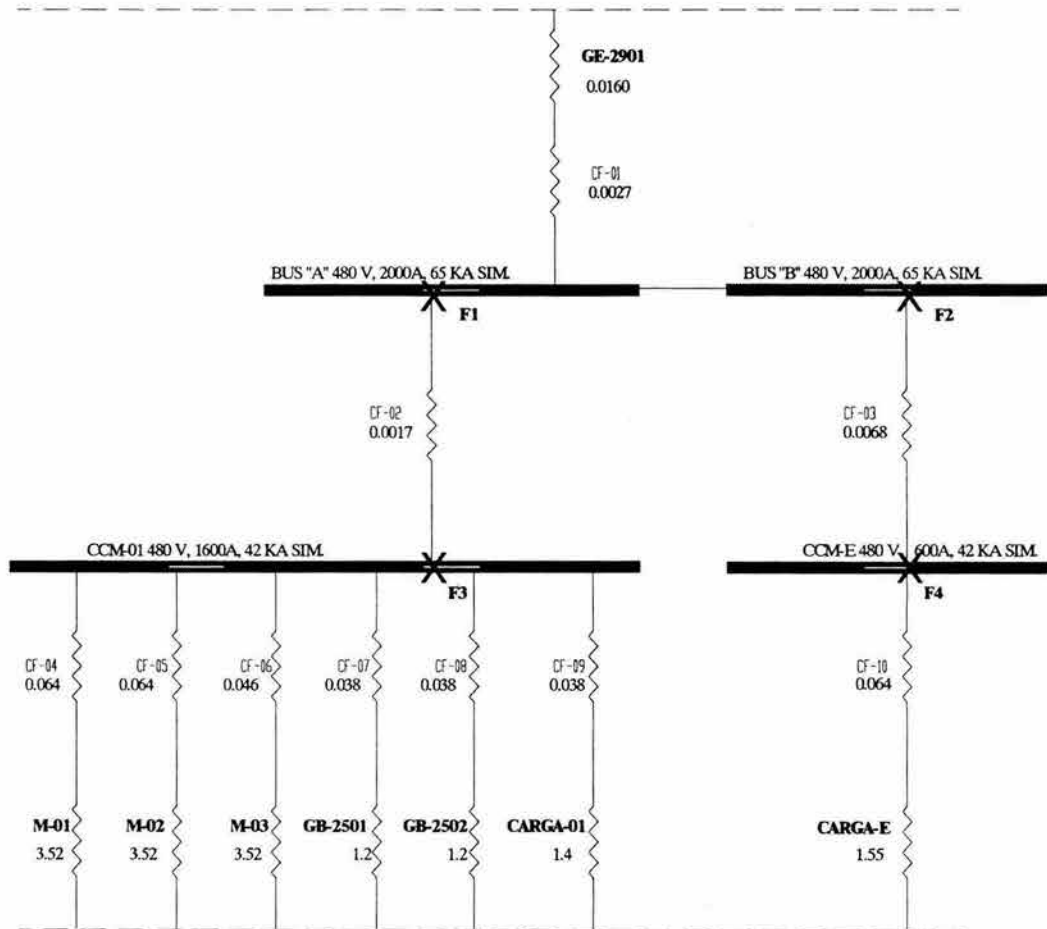


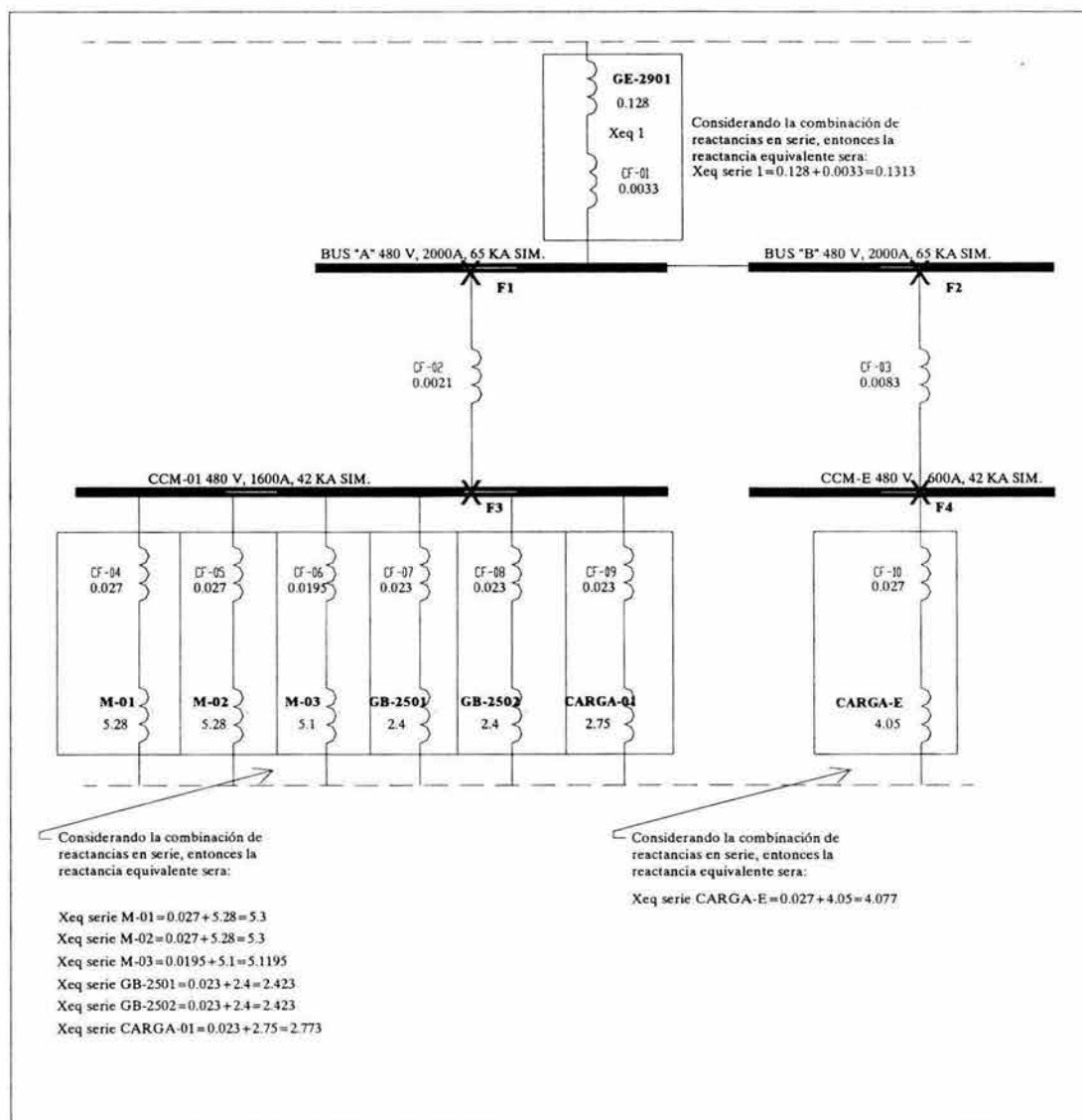
FIG.2.8.2. DIAGRAMA UNIFILAR CON LAS RESISTENCIAS DE LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL CALCULO DE CORTO CIRCUITO Y LOS PUNTOS DE FALLA DONDE SE REQUIERE CONOCER EL VALOR DE LA CORRIENTE DE C.C.

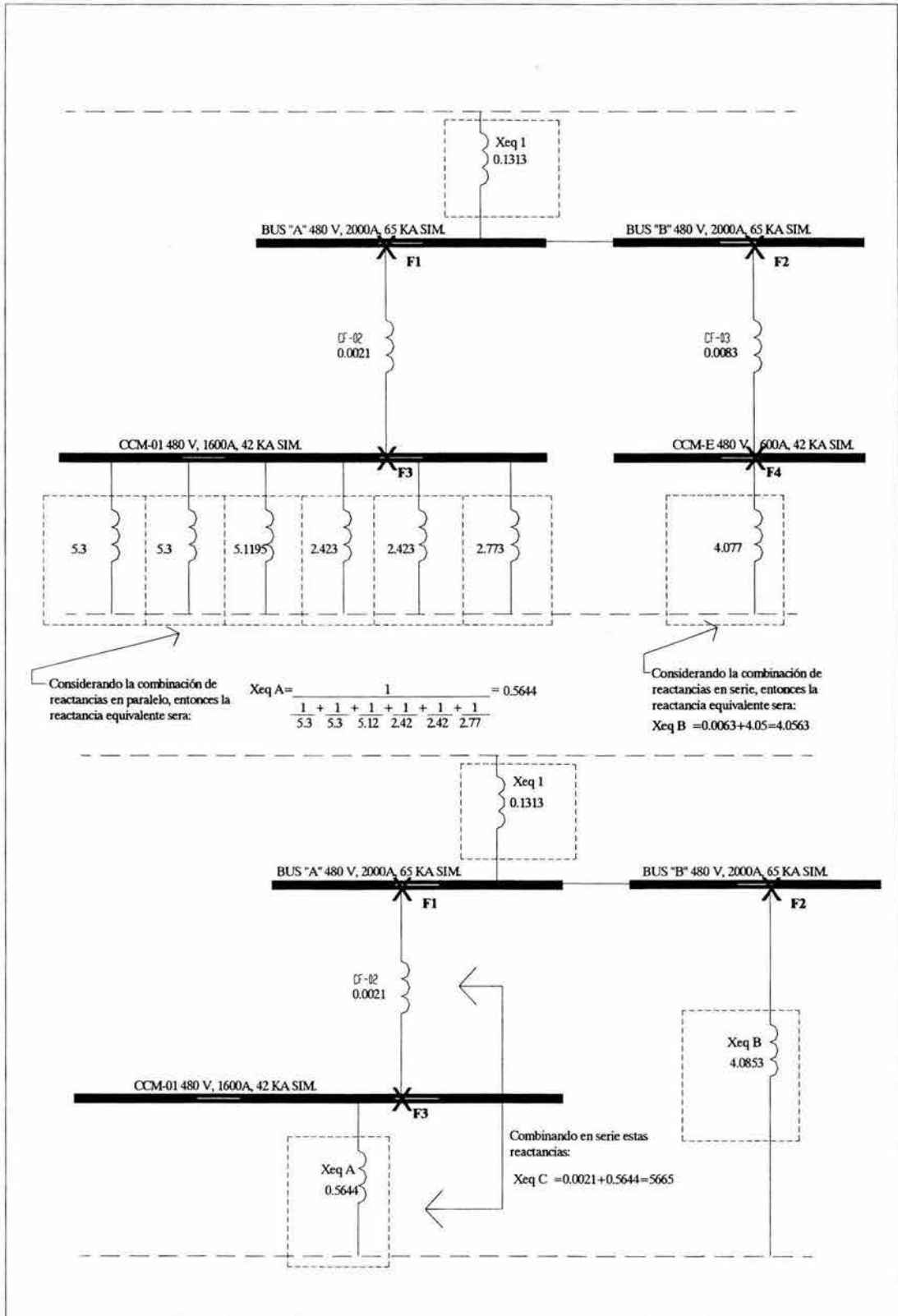
"ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE."

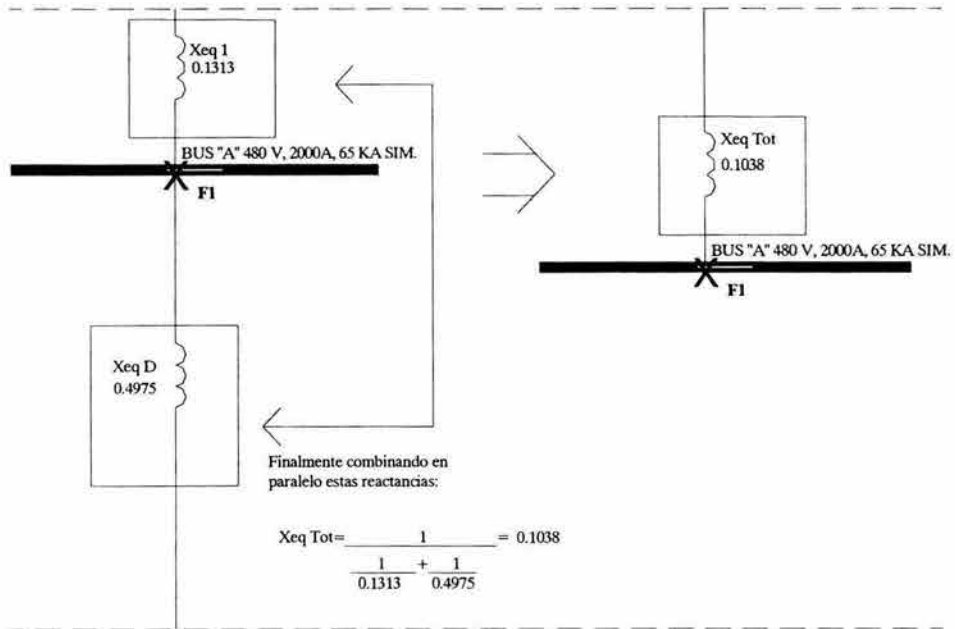
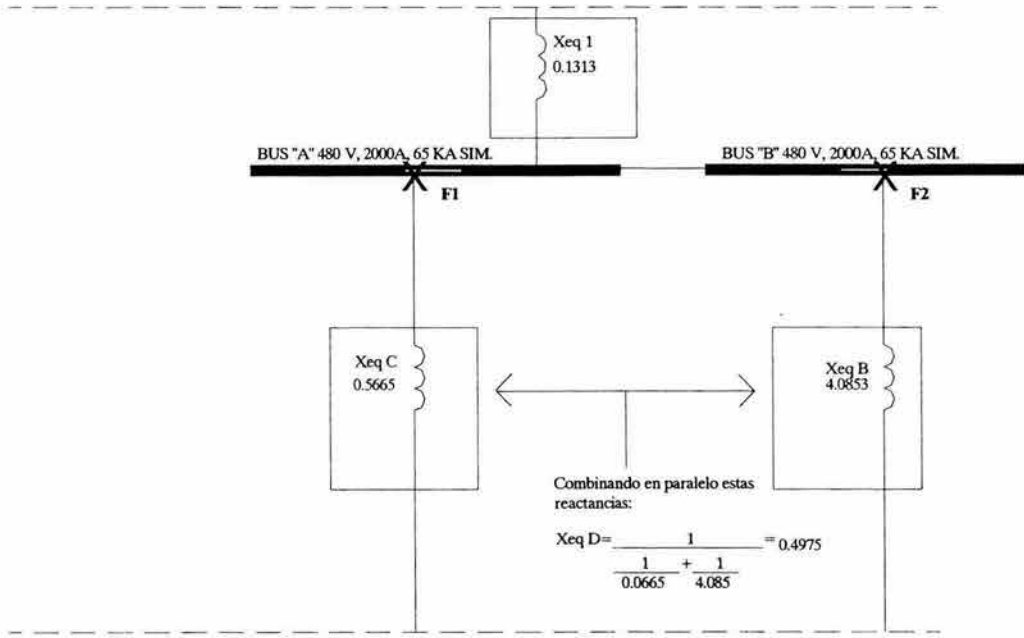
PASO No 4. A partir de los diagramas de reactancias y resistencias formados, se determinara el valor de la resistencia y reactancia total en el punto de la falla, no olvidando que se deberá determinar el valor total de resistencia y reactancia particular para cada punto de falla, para poder posteriormente calcular el valor de la impedancia total en ese punto.

Es necesario entonces comenzar por reducir gradualmente el valor de los elementos empleando las combinaciones en serie o paralelo como se muestra a continuación:

Reducción de las reactancias y resistencias de los elementos para la falla **F1**:







En el caso de la reducción del diagrama de resistencias de la figura 2.8.2 el procedimiento es el mismo que el utilizado anteriormente para el caso de las reactancias, por lo tanto solamente se mostrara el valor de la R_{eq_TOTAL} obtenido mediante la combinación de elementos, a fin de continuar con el cálculo de la corriente de falla, entonces:

$$R_{eq_TOTAL} = 0.0174_{P.U.}$$

Paso 5: Calcular la impedancia total en el punto de falla.

Entonces la Impedancia total para en el punto donde se presenta la falla F_1 es:

$$Z_{P.U.} = \sqrt{0.0174^2 + 0.1038^2} = 0.1052_{P.U.}$$

Paso 6: Calcular la corriente trifásica simétrica de corto circuito:

$$\frac{Ampers\ base}{Z_{p.u.}} = \frac{1202.8}{0.1052} = 11433\ Amp_{simetri\ cos.}$$

De igual manera que en el caso de la falla F1, se reducirán las reactancias de los elementos para cada uno de los puntos de las fallas F2, F3 Y F4, por lo tanto para evitar lo repetitivo de las reducción, se mostraran los valores finales de resistencia y reactancia para cada uno de los puntos de falla:

Reducción de las resistencias y reactancias de los elementos para la falla F2:



Reducción de las resistencias y reactancias de los elementos para la falla F3:



Reducción de las resistencias y reactancias de los elementos para la falla F4:



Paso 5: para la falla F2: Calcular la impedancia total en el punto de falla.

Entonces la Impedancia total para en el punto donde se presenta la falla F₂ es:

$$Z_{P.U} = \sqrt{0.0174^2 + 0.1038^2} = 0.1052_{P.U.}$$

Paso 6: Calcular la corriente trifásica simétrica de corto circuito:

$$\frac{\text{Ampers base}}{Z_{p.u}} = \frac{1202.8}{0.1052} = 11433 \text{ Amp}_{\text{simetri cos.}}$$

Paso 5: para la falla F3: Calcular la impedancia total en el punto de falla.

Entonces la Impedancia total para en el punto donde se presenta la falla F_3 es:

$$Z_{p.U} = \sqrt{0.0189^2 + 0.1052^2} = 0.1068_{p.U.}$$

Paso 6: Calcular la corriente trifásica simétrica de corto circuito:

$$\frac{\text{Ampers base}}{Z_{p.u}} = \frac{1202.8}{0.1068} = 11253 \text{ Amp}_{\text{simetri cos.}}$$

Paso 5: para la falla F4: Calcular la impedancia total en el punto de falla.

Entonces la Impedancia total para en el punto donde se presenta la falla F_4 es:

$$Z_{p.U} = \sqrt{0.024^2 + 0.1158^2} = 0.1182_{p.U.}$$

Paso 6: Calcular la corriente trifásica simétrica de corto circuito:

$$\frac{\text{Ampers base}}{Z_{p.u}} = \frac{1202.8}{0.1182} = 10170 \text{ Amp}_{\text{simetri cos.}}$$

2.9 ANÁLISIS DE LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO Y SELECCIÓN DE CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.

DATOS PARA EL MODELADO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS.

En los diagramas E2-10, E2-11, E2-12, y en específico en la figura 2.8 se resume el sistema eléctrico de la "Plataforma de enlace E2", que se modeló en el Software de aplicación en Ingeniería Eléctrica "EDSA" versión 2.7, para realizar el estudio de Corto Circuito Trifásico.

Básicamente el desarrollo del cálculo de la corriente de corto circuito mediante el software, consiste en "armar" el diagrama con las cargas ya reducidas, empleando para esto los iconos que proporciona el paquete, en los cuales se contiene la información específica de resistencias y reactancias para los elementos en sus diferentes redes de secuencia, requiriendo que aportemos la información específica sobre las capacidades, voltajes, corrientes de los equipos que intervienen en nuestro sistema.

Normalmente, los valores de los motores menores a 50 HP se agrupan en un equivalente con una reactancia de 0.28 pu, debido a que su contribución a las corrientes de corto circuito es muy baja; por tal motivo se representan como carga agrupada en su respectivo CCM.

“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”

La capacidad interruptiva de las protecciones, se obtuvo consultando los catálogos de los fabricantes del equipo propuesto. Para definir las capacidades interruptivas mínimas de los equipos, se utilizaron los resultados de la simulación de corto circuito realizada a la alternativa en estudio (*Alternativa de Primera Etapa*), de acuerdo al procedimiento IEEE Std. 141-1993 (Red Book).

- Para fusibles en todas las tensiones e interruptores instalados en tensiones abajo de 1000 volts, se utilizaron los resultados de la primera red.
- Para interruptores en tensiones arriba de 1000 volts se utilizarán los resultados de la segunda red (valores simétricos RMS).

Cuando en un bus, se encuentran localizados interruptores ó fusibles con distinta capacidad interruptiva, la capacidad interruptiva del bus ésta determinada por la mas pequeña de ellas, sin importar que algunos de estos equipos tengan capacidades interruptivas más altas.

En todos los casos anteriores, se consideraron los factores de multiplicación recomendados en los procedimientos descritos en las normas ANSI/IEEE.

Nodo	Equipo	Corriente Calculada 3F-@ 1 ciclo (kA)	Corriente Calculada I P-P(kA)	Capacidad Interruptiva Seleccionada (kA)
BUS A.	BUS A.	11.679	25.215	65.000
BUS B.	BUS B.	11.642	25.152	65.000
CCM-01.	CCM-01.	11.534	24.720	42.000
CCM-E.	CCM-E.	10.853	22.730	42.000
NODO A.	INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO IE-1.	11.769	25.565	65.000
NODO B.	INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO IE-2.	11.657	25.170	65.000
NODO C.	INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO IE-3.	11.611	25.097	65.000
NODO D.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO IT-1	11.441	24.566	42.000
NODO E.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO IT-2.	11.449	24.573	42.000
NODO F.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO IT-3.	11.445	24.570	42.000

Tabla No 2.9.1. Selección de capacidades interruptivas.

CAPITULO 3

ANTEPROYECTO PARA EL SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.

3.1. GENERALIDADES

Para comenzar un estudio en el que involucre al alumbrado, es preciso comenzar por definir dicho término; entiéndase por ello el hecho de disponer de cantidades convenientes de luz en áreas específicas de trabajo o actividad, de tal manera que puedan llevarse con toda seguridad y comodidad, conforme al requerimiento humano de apreciar por medio de la vista lo que a su alrededor se encuentra o acontece.

De acuerdo a lo anterior se deben de considerar el establecer sistemas de iluminación convenientemente diseñados, para satisfacer los objetivos perseguidos, mediante el cumplimiento de los aspectos fundamentales en todas las áreas, tales como:

- 1.-Confort visual
- 2.-Seguridad, protección de trabajadores, sistemas y equipos.
- 3.-Continuidad de operaciones y trabajo.
- 4.-Facilidad de mantenimiento
- 5.-Economía propia del sistema por implantación y operación del equipo de iluminación.

3.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE ILUMINACIÓN.

3.2.1 CONCEPTO SOBRE LA LUZ.

La luz es una forma de energía radiante que se evalúa en cuanto a su capacidad para producir la sensación de visión.

3.2.2 DEFINICIONES Y UNIDADES FUNDAMENTALES.

Para conseguir un buen diseño de alumbrado es fundamental la comprensión de por lo menos algunos de los términos básicos dentro de la tecnología de la iluminación. Es entonces necesaria la revisión de estos términos y conceptos más importantes:

- **FLUJO LUMINOSO (Φ)**

Podemos definir al flujo luminoso como la frecuencia de paso de la luz (energía radiante) medida en lúmenes. Se considera también como una medida del total de luz emitida por una fuente y se usa frecuentemente para la medición de la salida de la lámpara total.


Un lumen es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie de 1 metro cuadrado, siempre que esta superficie se encuentre exactamente a 1 metro en cada uno de sus puntos respecto a la fuente luminosa la cual emite una candela en todas direcciones.

Flujo luminoso	Símbolo: Φ
	Unidad: lumen (lm)

- **INTENSIDAD LUMINOSA (I)**

Es la densidad de flujo luminoso dentro de un ángulo sólido sobre una dirección concreta, en una superficie. Y la candela (cd) es la unidad de medida.

Una candela describe la cantidad de luz (en lúmenes) en una unidad de ángulo sólido. Se entiende por ángulo sólido al correspondiente en un cono que estará situado en una esfera de radio unidad, de manera que el vértice donde se encontrara la fuente luminosa, se encuentre en el centro de la esfera. A esta unidad de ángulo se le llama steradian (tal como se muestra en la ecuación 3.1).

Intensidad luminosa $I = \frac{\Phi}{\omega}$	Símbolo: I	
	Unidad: candela (cd)	

(Ecuación 3.1)

• **ILUMINANCIA (E)**

Es la cantidad de flujo luminoso que alcanza un área unitaria de superficie, sus unidades son los pies candela o luxes. Se define a partir de la intensidad (I) en candelas, dirigida hacia un punto P y dividida por la distancia (D) al cuadrado, de la fuente luminosa a la superficie (como se indica en la ecuación 3.2):

E =	I	Símbolo: E
	D²	Unidad: lux (lx)

(Ecuación 3.2)

Además podemos encontrar la iluminancia mediante una formula que involucra al flujo luminoso y a la superficie en cuestión, tal ecuación es la siguiente:

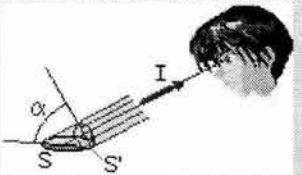
Iluminancia $E = \frac{\Phi}{S}$	Símbolo: E Unidad: lux (lx)	$lux = \frac{lumen}{m^2}$
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------

(Ecuación 3.3)

A medida que el área cubierta por un ángulo sólido dado se hace más grande con la distancia desde la fuente, el flujo de luz permanece igual. La densidad de iluminación de la luz en la superficie disminuye, tanto como el inverso de la distancia al cuadrado.

• **LUMINANCIA O BRILLANTEZ (L)**

Es el nombre dado a lo que vemos. La “brillantez” es una sensación subjetiva que varía de muy tenue a muy oscuro a muy brillante. Se define como la intensidad luminosa radiada por unidad de superficie. Cuando la Intensidad está en candelas y el área proyectada está en metros, la unidad de luminancia es candelas por metro cuadrado (cd/m²). Es conocida también la luminancia como la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m². También es posible encontrar otras unidades como el stilb (1 sb = 1 cd/m²) o el nit (1 nt = 1 cd/cm²). Como se muestra en la ecuación 3.4.

Luminancia	Símbolo: L	
$L = \frac{I}{S_{aparente}} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$	Unidad: cd/m ²	

(Ecuación 3.4)

3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Al encender una lámpara o algún otro tipo de fuente de flujo luminoso, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la superficie iluminada, directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.

- **ILUMINACIÓN DIRECTA.**

La **iluminación directa** se produce cuando prácticamente todo el flujo luminoso va dirigido directamente a la superficie a iluminar. (Ver figura 3.3) Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Aunque se consigue evitar este peligro si se adiciona placas verticales de vidrio difusor que corten o difundan la porción del haz luminoso que pudiera llegar directamente a la vista del observador. Este tipo de iluminación se consigue utilizando luminarias directas.

- **ILUMINACIÓN SEMIDIRECTA.**

En la **iluminación semidirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige directamente hacia la superficie de que se trata de iluminar y el resto (de 10 a 40%) es reflejado en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Se puede conseguir una iluminación semidirecta a partir de luminarias directas mediante la adición de un vidrio difusor adecuado, con esto se reduce en algo el rendimiento luminoso de la instalación, pero se consigue un efecto más agradable a la vista. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

- **ILUMINACIÓN DIFUSA O MIXTA**

Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de **iluminación difusa o mixta**. El riesgo de deslumbramiento es bajo y se consigue por completo la eliminación de las sombras, lo que le da un aspecto agradable aunque un tanto monótono a la vista del observador y además no resulta apropiado debido a que no da sensación plástica de relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con sustancias de elevado poder de reflexión, es decir, con pinturas de colores claros.

• **ILUMINACIÓN SEMIINDIRECTA**

Cuando la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el techo y paredes tenemos la **iluminación semiindirecta** algunas veces llamada iluminación semidifusa. El rendimiento es bajo debido a que las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con sustancias de elevado poder de reflexión, es decir, con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

• **ILUMINACIÓN INDIRECTA**

Por último tenemos el caso de la **iluminación indirecta** cuando casi todo el flujo luminoso se dirige al techo (Ver figura 3.3). El manantial luminoso queda completamente oculto a los ojos del espectador. Es la más parecida a la luz natural, carece absolutamente de deslumbramiento, esta exenta de sombras y carentes de brillo, pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por lo es imprescindible usar pinturas de elevado poder de reflexión. Colores blancos con reflectancias elevadas.

DIRECTA	<p>0-10%</p> <p>90-100%</p>	SEMI-DIRECTA	<p>10-40%</p> <p>60-90%</p>
GENERAL DIFUSA	<p>40-60%</p> <p>40-60%</p>	DIRECTA-INDIRECTA	<p>40-60%</p> <p>40-60%</p>
SEMI-INDIRECTA	<p>60-90%</p> <p>10-40%</p>	INDIRECTA	<p>90-100%</p> <p>0-10%</p>

FIGURA 3.3 Algunos sistemas de iluminación.

3.4 CLASIFICACIÓN DE LOS ALUMBRADOS

Para realizar un eficiente diseño de alumbrado es muy importante hacer una correcta elección de la fuente de luz a utilizar basándonos principalmente en las características de eficacia, o lúmenes por watt; color; vida de la lámpara; y depreciación de lumen de la lámpara, o en el porcentaje de salida que una lámpara pierde durante su vida. Claro que todo esto sin dejar fuera otros aspectos tan importantes como son la localización donde encontrarán operando, el tipo de área para el que se requiere el alumbrado, así como el propósito específico para cada fuente de luz.

Por esto a continuación se describen cada una de las características anteriores, con el fin de tener una mayor información que permita un adecuado criterio para el diseño del alumbrado.

3.4.1 POR EL TIPO DE SUS UNIDADES:

A pesar de que actualmente existe una amplia variedad de lámparas en el mercado, se pueden clasificar por su construcción y características operativas, en tres grupos principales: incandescentes, fluorescentes y alta intensidad de descarga (HID). Estas últimas se subdividen a su vez en cuatro clases principales: sodio de alta presión, aditivos metálicos, mercurio y sodio de baja presión, las cuales se describen a continuación:

- **INCANDESCENTES**

La lámpara de filamento incandescente es una fuente de luz empleada muy comúnmente en la iluminación de tipo residencial y comercial de decoración. La luz en esta lámpara es producida mediante el calentamiento de un alambre o filamento que alcanza la incandescencia por medio del flujo de corriente que pasa a través de él. Su uso se ha visto ampliamente limitado debido a la corta vida y baja eficacia (lúmenes por watt) que la caracteriza, aunque la eficacia varía con la potencia y el tipo de filamento en el caso de la lámpara incandescente su eficacia oscila entre los 15 y 25 lúmenes por watt para lámparas de servicio general.

Sin embargo, la fuente incandescente produce un rendimiento de temperatura de color altamente aceptada. Además de ser más conveniente que otras fuentes de luz porque puede ser utilizada directamente de la línea de corriente, sin requerir balastro para esto y puede alterarse su intensidad mediante equipo simple. Y ya que este tipo de lámpara es de uso comercial decorativo, principalmente, las podemos encontrar de diferentes tamaños de foco, formas y distribuciones, para añadir un toque decorativo al área.

- **FLUORESCENTE**

Este tipo de lámpara produce su luz mediante la activación de fósforos seleccionados en la superficie interna del foco mediante energía ultravioleta que es generada por un arco de mercurio. Y es precisamente por las características de este arco gaseoso que esta lámpara necesita de un balastro para su inicio y operación.

Entre las ventajas de una fuente de luz fluorescente esta su eficacia mejorada y una mayor vida que las lámparas de tipo incandescente. Las eficiencias de estas lámparas oscilan entre los 45 y 90 lúmenes por watt. Debido a su baja brillantez de superficie y generación de calor se consideran ideales para escuelas y oficinas donde es importante el confort térmico y visual.

Para estas lámparas su desventajas radican en su gran tamaño para la cantidad de luz que producen, esto dificulta el control de luz, lo que da como resultado un ambiente difuso y sin sombras. Su uso en áreas exteriores es todavía menos económico, porque la salida de luz de esta fuente se reduce a medida que se reduce la temperatura ambiente.

- **ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID)**

Este tipo de lámparas incluyen a las lámparas de mercurio, aditivos metálicos, sodio de alta presión (HPS) y sodio de baja presión (LPS). En estas fuentes la luz es producida a través de la descarga de arco gaseoso, usando una variedad de elementos. Cada lámpara del tipo (HID) consiste en un tubo de arco que contiene ciertos elementos o mezcla de elementos, que al gasificarse generan una radiación visible cuando se genera un arco entre los electrodos en cada polo.

Entre las principales ventajas de las fuentes HID, son su alta eficacia en lúmenes por watt, larga vida de la lámpara y su buen control de luz, sus desventajas en cambio incluye la necesidad de un balastro para regular la corriente de la lámpara y su voltaje en su arranque, esto aunado a su retraso al reiniciar instantáneamente después de una interrupción momentánea.

- **MERCURIO (MV)**

La primera lámpara diseñada del tipo HID fue la de mercurio que en su principio llenó la necesidad de una lámpara de alta salida, más eficiente y también más compacta. Recién diseñada esta lámpara su desventaja principal era su pobre rendimiento de color, que posteriormente fue corregido por medio del uso de una capa de fósforo sobre el foco.

La vida promedio de una lámpara de mercurio es una ventaja, pues este tipo de lámpara tiene un promedio de vida de 24,000 horas, sin embargo, con el paso del tiempo su salida de luz disminuye, por lo que la vida operacional económica es muy corta. Su eficacia oscila entre los 30 y 60 lúmenes por watt, siendo de las potencias más altas.

Para el caso de estas lámparas al igual que otras lámparas HID, el arranque de una lámpara de mercurio no es inmediato lo cual es una desventaja de consideración.

- **ADITIVOS METÁLICOS**

Las lámparas de aditivos metálicos son de similar construcción que las lámparas de mercurio, con la diferencia que contienen otros elementos metálicos en el tubo de arco. Con este cambio, se consigue un incremento en la eficacia de 60 a 100 lúmenes por watt y una mejora en el rendimiento del color que la hace más adecuada para su utilización en áreas comerciales.

A pesar de esas mejoras que hacen más atractiva a lámpara de aditivos metálicos, esta cuenta con la desventaja de contar con una vida más corta (7,500 a 20,000 hrs.) en comparación con las lámparas de mercurio y sodio de alta presión. Otra característica a tomarse en cuenta es el tiempo que tarda en arrancar esta lámpara ya que es el mismo que la lámpara de mercurio, aunque a diferencia de esta última la lámpara de aditivos metálicos requiere de mayor tiempo a la hora de reencenderse dependiendo del tiempo que la lámpara requiera para enfriarse.

- **SODIO DE ALTA PRESIÓN**

Las lámparas de sodio se desarrollaron en la década de los sesenta, lograron su uso generalizado hasta la década de setenta con la mayor demanda de eficiencia en la iluminación. Con eficacias que van desde 80 a 140 lúmenes por watt, estas lámparas proveen hasta siete veces más luz por watt que las incandescentes y aproximadamente el doble que algunas de mercurio y fluorescentes. Además la eficacia de estas lámparas no es su única ventaja, ya que también ofrece una vida más larga (24,000) horas y las mejores características de mantenimiento de lumen que las demás fuentes HID. La objeción al uso de esta lámpara radica en su color amarillento; considerado propicio para la mayoría de las aplicaciones industriales y exteriores.

- **SODIO DE BAJA PRESIÓN**

Esta lámpara ofrece la eficacia inicial más alta de todas las lámparas existentes hoy día en el mercado, desde 100 a 180 lúmenes por watt, sin embargo, el que la salida de las LPS está en la porción amarilla del espectro visible, esto reduce el rendimiento de color en extremo pobre y desagradable. El control de esta fuente es más fácil que otras fuentes HID por el gran tamaño del tubo de arco. La vida promedio es medio (18,000 horas). Aunque el mantenimiento de lumen a lo largo de su vida es bueno, existe un inconveniente por el incremento en la potencia de la lámpara, lo que reduce su eficiencia.

3.4.2 POR SU LOCALIZACIÓN

a.- INTERIOR

b.- EXTERIOR

3.4.3 POR SU PROPÓSITO

A.-GENERAL

Para este método se considera la distribución uniforme de la luz, que logra obtener para todas las zonas de un interior, idénticas condiciones de visión. Se emplea frecuentemente en oficinas generales, aulas de escuela, fábricas, etc. y en general, donde se pretenda asegurar buenas condiciones generales de alumbrado (Ver figura 3.4)

B.-LOCALIZADO

Este método considera la distribución no uniforme de la luz, es decir, no es necesario mantener un nivel de iluminación uniforme en un área ya que las zonas iluminadas varían dependiendo de los requerimientos específicos de los equipos que se encuentren instalados (Ver figura 3.4).

C.-ALUMBRADO DE OBSTRUCCIÓN

En este tipo de alumbrado se considera la prioridad de colocar unidades de alumbrado para este objeto en las partes más elevadas de las instalaciones, como pueden ser: chimeneas, torres de proceso o edificios.

D.-ALUMBRADO DE SEÑALAMIENTO

Puede utilizarse alumbrado de señalamiento en las esquinas de las áreas perimetrales del predio en las calzadas interiores que tengan un nivel mucho muy bajo de iluminación.

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo.

Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

El alumbrado de señalización se instalará en los locales o dependencias que en cada caso se indiquen y siempre en las salidas de éstos y en las señales indicadoras que deban iluminarse con este alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización deberá pasar automáticamente al segundo suministro.

E.-ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Es aquel que entra en operación cuando falla el sistema de alumbrado normal y se **recomienda** en:

- Donde exista un tránsito elevado de personal.
- Trayectorias que permitan evacuar al personal Hacia lugares seguros.
- Cuartos de control eléctrico y de instrumentos.
- Zonas donde se localice equipo que sea básico para la operación o seguridad del Proceso.
- Cuarto de fuente de generación independiente y / o baterías.

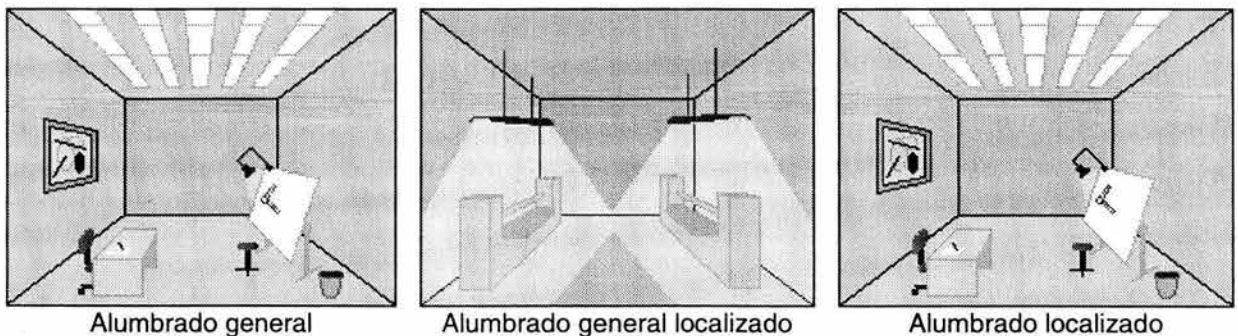


Figura 3.4. Algunos tipos de alumbrado.

3.5 NIVELES DE ILUMINACIÓN

A continuación en la tabla 3.5 se presentan algunos de los niveles de iluminación recomendados para las diferentes áreas de operación o proceso en la planta, de acuerdo a la normatividad de alumbrado para instalaciones industriales, por lo que deben considerarse como mínimo los siguientes niveles de iluminación para el satisfactorio diseño del alumbrado en la plataforma de enlace E2:

UBICACIÓN	INTENSIDAD EN LUXES
Cuarto de control ordinario	300
Tablero de instrumentos.	300
Consola.	300
Parte posterior del tablero	100b
Cuarto de control central.	500
Tableros de instrumentos.	500 b
Áreas de bombas interiores.	150
Áreas de bombas exteriores.	50
Área de control general.	150
Tablero de control.	200 b
CARGA, DESCARGA Y CASAS DE BOMBAS:	
Áreas de bombas interiores.	150
Áreas de bombas exteriores.	50
Área de control general.	150
Tablero de control.	200 b
AREA DE TANQUES:	
Escaleras (inactivas).	5
Escaleras (activas).	11
Área de medición.	10
Área de cabezales.	5
EDIFICIOS	600
LABORATORIOS:	
Para pruebas cualitativas, cuantitativas Y físicas.	500
Experimental y de investigación.	500
Plantas piloto, proceso y especialidades.	300
Pruebas de materiales.	300
Cristalería y cuartos de aseo.	300
Campanas recolectoras de humos.	300
Cuartos de almacenaje.	150
BODEGAS Y CUARTOS DE ALMACENAJE:	
Almacenaje interior apilado	50
Almacenaje exterior apilado.	5

Tabla 3.5 Niveles de iluminación.

Almacenaje de cajas grandes.	60
Almacenaje de cajas chicas.	100
Almacenaje de partes pequeñas.	200
Mostradores (almacenaje en Cajoneras de vitrinas).	300
TALLERES DE REPARACIÓN:	
Fabricación en grande.	200
Trabajos en máquina y banco.	500
Rieles de grúa, pasillos.	150
Máquinas pequeñas.	300
Metal laminado.	200
Eléctrico.	200
Instrumentos.	300
VESTIDORES:	
Cuarto de gavetas y regaderas.	100
Lavabos.	100

b. Indica iluminación en el plano vertical

Tabla 3.5 Niveles de iluminación. (continuación)

3.6 SELECCIÓN DEL TIPO DE LAMPARA

La selección del tipo de lámpara depende de el nivel de iluminación requerido, definición del color, altura de montaje, potencia suministrada, horas de vida, eficiencia, control de encendido, características del área a iluminar, y por las restricciones impuestas por la clasificación de áreas, tomando en cuenta las substancias manejadas, así como sus temperaturas de ignición, como se recomienda a continuación:

Para iluminación de áreas de la división 1, la temperatura en el exterior del luminario que debe ser a prueba de explosión, no debe exceder del 80% de la temperatura de ignición de la mezcla explosiva formada por gases o substancias en cuestión.

Para la iluminación de áreas de la división 2, la temperatura en el exterior del luminario, debe ser a prueba de vapor, no debe exceder del 80% de la temperatura de ignición de la mezcla explosiva formada por los gases o vapores de la sustancia en cuestión.

A continuación en la tabla 3.6 se muestran el tipo de lámparas a utilizar en el diseño de acuerdo a la norma de alumbrado para instalaciones industriales:

SELECCIÓN DE UNIDADES		
AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE LÁMPARA
Gases y vapores explosivos (Clase 1, Div.1).	A prueba de explosión.	Incandescente, vapor de mercurio, fluorescente, concentrada, cuarzo, concentrada incandescente.
Clase II Div.1, polvos combustibles.	A prueba de polvo.	Incandescente, vapor de mercurio.
Clase I Div.2, Clase II Div.2, Clase III, humedad, polvos incombustibles.	Cerrados y forrados a prueba de vapor.	Incandescentes, vapor de mercurio.
No peligrosos	Abiertos o cerrados y empacados.	Vapor de mercurio, aditivos metálicos.

Tabla 3.6 Selección de unidades de alumbrado.

La selección final de la luminaria, se efectuara aplicando las recomendaciones hechas en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas, en la que se especifica el tipo de luminaria a utilizar para cada área:

3.6.1 Selección e instalación de luminarios.

3.6.1.1 En la selección de luminarias para plataformas marinas se deben considerar los tipos de lámparas (incandescentes, vapor de mercurio etc.) que se van a usar. De igual manera si son a prueba de explosión, a prueba de vapor o del tipo para usos generales y si son adecuados para medio ambiente húmedo y salino.

3.6.1.2 Se utilizan 3 tipos de luminarias normalmente para la iluminación en plataformas marinas (incandescentes, vapor de mercurio y fluorescentes).

3.6.1.3 Incandescentes.- Los luminarios incandescentes son raramente recomendados para iluminación general en plataformas, porque estas lámparas tienen una vida muy corta, eficiencia pobre y susceptibilidad a la vibración. En áreas relativamente libre de vibración pueden utilizarse debido a su bajo costo y fácil reposición. Se recomienda el uso de lámparas incandescentes de larga vida.

3.6.1.4 Vapor de mercurio.- para alumbrado general en áreas exteriores e interiores, los luminarios de vapor de mercurio son los más usuales. Estos luminarios están disponibles en todos los estilos y proveen una eficiencia razonable. Las lámparas son aprovechadas donde se requiere corrección de color, asimismo el tipo de color no corregido es adecuado para iluminar áreas generales.

3.6.1.5 Fluorescentes.- Los luminarios fluorescentes son frecuentemente una buena selección para alumbrados interiores por alta eficiencia de lámpara (lúmenes por watt), larga vida, relativo bajo costo y baja proyección de sombras.

3.7 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA EL SISTEMA DE ALUMBRADO

Cuando deseamos realizar el diseño de la distribución de luminarias en un área y que este diseño cumpla con los requerimientos de iluminancia y uniformidad del trabajo, es necesario contar al menos con dos tipos de información: niveles de iluminancia promedio y de iluminancia en un punto dado.

Entonces cuando los niveles promedio han de ser calculados, pueden aplicarse básicamente 2 métodos.

- 1.-El método de cavidad zonal que se desarrolla mediante la determinación del coeficiente de utilización y que se aplica para situaciones de iluminación interior.
- 2.-En el caso de la iluminación de exteriores, se provee de una curva de coeficiente de utilización y entonces este valor de CU se lee directamente de la curva y se usa la fórmula de lumen estándar.

Además existen 2 métodos que deberán emplearse en el caso de que se desee determinar la iluminancia en un punto.

- 1.-Los niveles de iluminancia pueden ser leídos directamente curva isofootcandle.
- 2.-Los niveles de iluminancia pueden ser calculados usando el método de punto por punto si se cuenta con la suficiente información de candela.

A continuación se describen estos métodos de cálculo:

CONSIDERACIONES BÁSICAS:

1.-Determinación del nivel luminoso de acuerdo a las actividades realizadas en la industria petrolera de acuerdo a la normatividad existente.

2.-Determinación de las características físicas del área a iluminar, tales como:

- a) Dimensiones del área o local (largo, ancho y altura).
- b) Valores de reflectancia en la pared, techo y piso
- c) Localización del plano de trabajo.

3.-Selección de la luminaria, para esto hay que considerar los siguientes factores:

- 1.-tipo de lámpara
- 2.-Lúmenes por luminaria.
- 3.-potencia de la lámpara.
- 4.-numero de lámparas por luminaria.
- 5.-Restricciones físicas de montaje.
- 6.-Características de depreciación de la luminaria.
- 7.-Mantenimiento requerido (limpieza y reemplazo de lámparas)
- 8.-Costo, tamaño y su peso.
- 9.-Aspecto estético.
- 10.-Separación entre luminarias.
- 11.-Tipo de área en la que se va a instalar.

4.-Determinación del factor de mantenimiento (F.M), para lo cuales se consideran los siguientes aspectos:

- 1.-Las condiciones ambientales que dominan en le lugar.
- 2.-Depreciación de los lúmenes de la lámpara.

Para encontrar el factor de mantenimiento, podemos basarnos en los valores característicos proporcionados en las normas de Proyecto y diseño de instalaciones eléctricas en plantas industriales o en la formula siguiente:

$$FM = D X d$$

Formula 3.7.1

En donde:

D = Depreciación de lúmenes en la lámpara.

d = Depreciación del luminaria debido al polvo.

ESTA TERCERA NO SALE
DE LA BILLOTECA

MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL

Este método es ampliamente aceptado para el cálculo de los niveles de iluminancia promedio en áreas interiores por su mejor consideración de las cavidades o espacios donde se difunde la luz.

DESARROLLO.

1.-Primeramente se realiza los 4 pasos de las consideraciones básicas anteriormente mencionados

2.-Se calculan las relaciones de cavidad (Rc) (Ver figura 3.7)

- a) Cavidad del local (Rcc)
- b) Cavidad del techo (Rct).
- c) Cavidad del piso (Rcp)

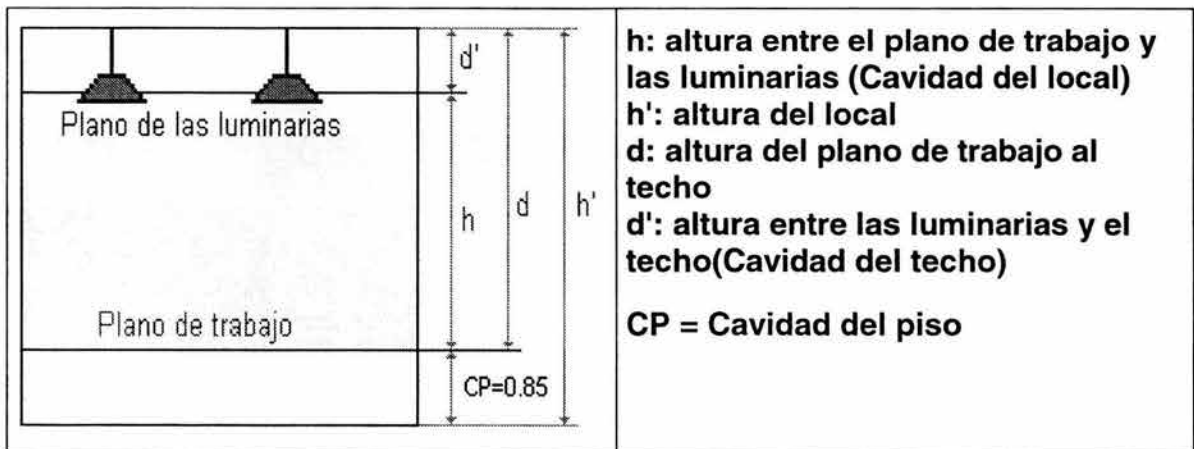


Figura 3.7 Cavidades para el área de trabajo.

Aplicando la fórmula:

$$Rc = \frac{5 \times \text{Altura} \times (\text{Largo} + \text{Ancho})}{\text{Largo} \times \text{Ancho}} \quad \text{Formula 3.7.2}$$

Donde:

Altura = Altura de cavidad del local, techo o piso.

3.-Determinar la reflectancia reflectiva de local, techo o piso para nuestro caso elegiremos este valor de acuerdo a lo especificado para la norma de instalaciones eléctricas en plantas industriales.

4.-Determinar el coeficiente de utilización "C.U" (el coeficiente de utilización es la relación entre los lúmenes que alcanzan el plano de trabajo y los lúmenes totales generados por la lámpara) con los valores de reflectancia efectiva del techo, piso y pared, seleccionando el coeficiente de utilización de los datos fotométricos del luminaria.

5.-Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la siguiente formula:

$$\text{No de luminarias} = \frac{\text{Área} \times \text{Nivel luminoso}}{(\text{No de lamp}) \times \text{Lumen por lámpara} \times \text{C.U} \times \text{F.M}} \quad \text{Formula 3.7.3}$$

6.-Calcular el espaciamiento promedio entre las luminarias (Es) aplicando la formula siguiente.

$$Es = \frac{\text{Área}}{\text{No de luminarias}} \quad \text{Formula 3.7.4}$$

7.-Calcular la disposición las luminarias aplicando la siguiente formula:

$$\begin{aligned} \text{Largo} &= \text{Largo/espaciamiento} \\ \text{Ancho} &= \text{Ancho / espaciamiento} \end{aligned} \quad \text{Formula 3.7.5}$$

8. -Se tendrá una especial atención que la relación de espaciamiento a altura de montaje no exceda lo especificado por el fabricante de la luminaria para garantizar un nivel de iluminación uniforme.

MÉTODO DEL LÚMEN.

Mediante el empleo de este método podemos obtener la iluminación media del un local, suele emplearse para las áreas más amplias en la que la iluminación es sensiblemente uniforme.

Para realizar este método es necesario aplicar los 4 puntos de las consideraciones básicas descritas anteriormente, y tomar en cuenta los siguientes puntos fundamentales, que se describen a continuación:

Punto 1.

Determinación del nivel de iluminación requerido para el área de interés de acuerdo a lo que se especifica en la tabla 3.5 tomada de la norma de alumbrado para instalaciones industriales

Punto 2.

Determinación del coeficiente de utilización con los valores de reflectancia de la pared, techo y piso, seleccionándolo de los datos fotométricos de la luminaria.

Por general, cuanto más alto y estrecho sea el local, mayor será la proporción de la luz absorbida por las paredes y más bajo el coeficiente de utilización. Los locales son clasificados de acuerdo con su forma en diez grupos, identificados por el valor de la cavidad del local. Entonces la relación de la cavidad local (RCL) puede calcularse con la siguiente formula:

$$\text{Relación de cavidad del local} = \frac{5H (\text{Longitud} + \text{Altura})}{\text{Longitud} \times \text{Altura}} \quad \text{Formula 3.7.6}$$

Donde H es la altura de la cavidad.

Punto 3.

Determinación del factor de conservación o de pérdidas de luz que aumenta su valor a medida que las lámparas envejecen y las luminarias acumulan suciedad. Son 8 los factores parciales de pérdida que se deben tener en cuenta. Para alguno de ellos se puede hacer una estimación y los demás pueden ser evaluados basándose en un gran número de datos o de información suministradas al respecto, Estos ocho factores son:

1.-Características de funcionamiento de la reactancia. Se localizara esta reactancia en las especificaciones de acuerdo al fabricante de la luminaria, de tal forma que se haga trabajar a la lámpara a niveles muy altos de emisión luminosa.

2.-Tensión de alimentación de las luminarias. Para el caso de las lámparas de filamento, al igual que para las lámparas de mercurio, las pequeñas desviaciones de la tensión nominal originan una variación del 3% de los lúmenes emitidos por cada 1% de la desviación de la tensión. En el caso de las lámparas fluorescentes la variación de lúmenes emitidos es de un 1% por cada 2.5% de variación de la tensión primaria.

3.-Variaciones de la reflectancia y transmitan cía de la luminaria. A pesar de que este efecto es generalmente muy pequeño, suele ser significativo después de un largo periodo de tiempo principalmente en luminarias con acabados o plásticos de inferior calidad.

4.-Fallo de lámparas. A fin de evitar perdidas de iluminación debido al fallo de las lámparas deben corregirse rápidamente cualquier problema que surgiera durante su funcionamiento.

5.-Temperatura ambiente de la luminaria. Las desviaciones significativas por encima y por debajo de la temperatura “normal” de la lámpara, puede producir perdidas sustanciales de la emisión luminosa. De ser necesario se pueden utilizar luminarias ventiladas a fin de mantener las temperaturas de trabajo satisfactorias en las lámparas.

6.-Luminarias con intercambio de calor. Estas luminarias tienen un doble propósito, el de suministrar iluminación y de actuar como retorno de aire en el sistema de ventilación. En estas luminarias su eficacia aumenta, hasta un 20% en los casos en que la luminaria esta sobrecargada con la potencia de las lámparas. Este incremento de eficacia esta en función de la temperatura del aire y de la cantidad de éste que pasa a través de la luminaria por minuto.

7.-Degradación luminosa de la lámpara. En el caso de la reducción gradual de la emisión luminosa, esta varía dependiendo del tipo de lámpara ya que en algunas transcurre de manera más rápida que en otras.

8.-Disminución de emisión luminosa por suciedad. Este factor depende tanto del tipo de lámpara como del tipo de ambiente al que estará destinada la lámpara. Con estos datos y la ayuda de graficas y tablas podemos clasificar a nuestra luminaria dentro de las categorías existentes y dentro de alguno de los cinco grados de suciedad: muy limpio, limpio, medio, sucio, muy sucio, dependiendo además del número de meses transcurridos entre dos limpiezas consecutivas de luminarias.

Punto 4

Calculo del número de lámparas y luminarias requeridas.

El número de luminarias y lámparas se puede calcular por las siguientes formulas:

$$\text{Número de lámparas} = \frac{\text{Nivel Luminoso en lux X Superficie}}{\text{Lúmenes por lámpara X C.U X F.M}} \quad \text{Formula 3.7.7}$$

$$\text{Numero de luminarias} = \frac{\text{Número de lámparas}}{\text{Lámparas por luminaria}} \quad \text{Formula 3.7.8}$$

Punto 5.

Fijación del emplazamiento de las luminarias

Para conseguir una correcta colocación de las luminarias es necesaria la consideración de la arquitectura general, las dimensiones del edificio, el tipo de luminaria, el emplazamiento de las salidas de los conductores existentes, y la separación máxima calculada para las luminarias.

MÉTODO DE PUNTO POR PUNTO.

Este método es reconocido por ser aplicado a la iluminación exterior, y no toma en cuenta la reflexión de las paredes.

- 1.-Desarrollar los 4 puntos de las consideraciones básicas.
- 2.-Determinar el número de luminarias requeridas para obtener una iluminación uniforme aplicando el procedimiento del método de cavidad zonal o método de lumen.
- 3.-Realizar la distribución uniforme de las luminarias de acuerdo al área y al número de luminarias obtenidas en el paso (2) anterior.
- 4.-Elegir los puntos críticos de iluminación en el local, en los cuales se desea obtener el nivel de iluminación.
- 5.-Calcular la contribución luminosa (lux) que cada luminaria aportara al punto crítico en el plano vertical y horizontal, mediante la aplicación de la siguiente formula (figura 3.7.1):

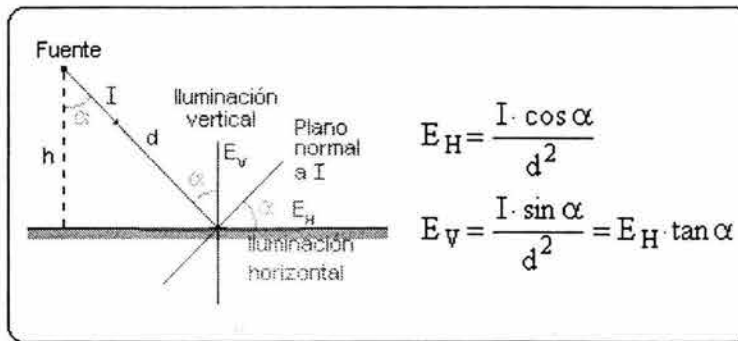


Figura 3.7.1 Componentes de la iluminación en un punto.

Donde:

(θ)= El ángulo de incidencia del haz luminoso que cada luminaria aporta al punto crítico de iluminación y se calcula con el valor de la intensidad luminosa a partir de los datos fotométricos.

EH = Nivel luminoso horizontal en lux.

EV = Nivel luminoso vertical en lux.

I = Intensidad luminosa en candelas.

d = Distancia de la luminaria en metros al punto crítico.

En el caso de que el valor de la altura de la luminaria en los datos fotométricos de la intensidad luminosa sea diferente a la altura del diseño; se aplicara el siguiente factor de corrección (FCA):

$$FCA = \frac{(ALTURA INDICADA EN LA CURVA)^2}{(ALTURA DE MONTAJE REAL)^2} \quad \text{Formula 3.7.9}$$

Posteriormente se calculara la intensidad luminosa corregida (IC), para esto se aplica la siguiente formula:

$$Ic = \frac{I}{FCA} \quad \text{Formula 3.7.10}$$

6.-Se determinara el nivel de iluminación en el punto crítico mediante la suma de la intensidad aportada por cada uno de las luminarias que contribuyen a este punto.

7.-Cuando no se satisface el nivel de flujo luminoso requerido, se dispondrá hacer la modificación de: la altura de montaje, la potencia de la luminaria o la distribución de luminarias y repetir el procedimiento desde el punto 2.

3.8 DISTRIBUCIÓN DEL ALUMBRADO EN LA PLATAFORMA

Para el desarrollo de la distribución del alumbrado en la plataforma de enlace E2, se utilizó el método de la cavidad zonal para las áreas interiores, tales como: los talleres de MEES, los talleres de MEDI Y los cuartos de control eléctrico y de instrumentos, el cuarto de baterías, y cuarto de cargadores y UPS, ubicados en el segundo nivel de la plataforma.

En el caso de las áreas libres y pasillos así como para las zonas abiertas y en las que se encuentran las trampas recuperadoras de hidrocarburos, se desarrollará el calculo de la distribución del alumbrado mediante el método de lumen, efectuando de manera demostrativa, la comprobación de estos cálculos, mediante el desarrollo del método de punto por punto para las áreas a iluminar.

Se desarrollará además mediante el programa para iluminación Visual 2.0 el cálculo de las zonas interiores y exteriores de la plataforma, con la finalidad de que los resultados obtenidos mediante esta valiosa herramienta de software, nos aproxime a una mejor comprensión sobre la distribución final de las luminarias y de sus niveles luminosos de manera más detallada.

3.9 DESARROLLO DEL CÁLCULO

Nivel 19.100

1.-Primeramente se determina según normas la cantidad de nivel luminoso que requerimos:

Para el caso de los pasillos y escaleras el nivel mínimo recomendado según la norma P.2.0227.04 es de 20 lux y para la zona abierta de la plataforma se considerará una iluminación de 60 Lux y como se indica en la tabla 3.5.

2.-Las características físicas del primer nivel de la plataforma se muestran en el dibujo E2-13 que aparecen al final de este trabajo, de los cuales extraemos para este cálculo las longitudes que son:

Largo= 51.816 mts.

Ancho= 30.635 mts.

Altura (de N.P.T A N.P.T)=8.5 mts.

Los valores de reflectancia para el caso de este nivel estarán asociadas al hecho de que no se cuenta con paredes, y que las estructuras que forman el techo y el piso son metálicas y no altamente reflexivas, añadiendo a esto que las operaciones realizadas en esta plataforma con consideradas de tipo industrial, tomaremos un valor mínimo de reflectancias para este calculo:

Techo= 10%

Pared = 0%

Piso= 20%

La localización del plano de trabajo se considerara a nivel de piso (0 metros), esto debido a que este nivel esta ubicado en una zona de alumbrado general y una zona libre donde se prevé el transito de los trabajadores de la plataforma y la operación de los equipos y trampas recuperadoras de hidrocarburos.

3.-Selección del tipo de luminaria.

El tipo de luminaria seleccionado esta conforme a lo especificado en la tabla 3.6 en la cual se indica la utilización de lámparas de vapor de mercurio para las zonas clase 1 div 1 a prueba de explosión y de acuerdo a las recomendaciones de la sección 3.6.1.

Características de la lámpara:

- a) Lúmenes por lámpara: 20500
- b) Potencia de la lámpara: 250 watts.
- c) Espaciamiento (factor): 1.36

4.-Factor de mantenimiento:

El factor de mantenimiento es un punto fundamental en el correcto cálculo del número de luminarias requeridas, su valor depende de las consideraciones descritas en la sección anterior.

Para el diseño del alumbrado de esta plataforma se tomara el valor proporcionado por la norma de alumbrado P.2.0227.04 en la cual se recomienda un valor de 0.65.

5.-Calculo de la relación de local:

$$RL = \frac{5 \times (5.5) \times (51.816 + 30.632)}{(51.816) \times (30.632)} = 1.428$$

6.-Apartir del RL y basándonos en los datos del fabricante determinamos el valor del coeficiente de utilización:

$$C.U = 0.3672$$

7.-Calculo del número de luminarios:

$$\text{No de luminarios} = \frac{1587.22 \times 60}{20500 \times 0.3672 \times 0.65} = 19.46 \text{ Luminarios}$$

Por lo que consideramos:

20 luminarias.

Espaciamiento entre luminarias:

Factor proporcionado por el fabricante x altura de montaje

Entonces:

$$1.36 \times 5.5 = 7.48 \text{ mts.}$$

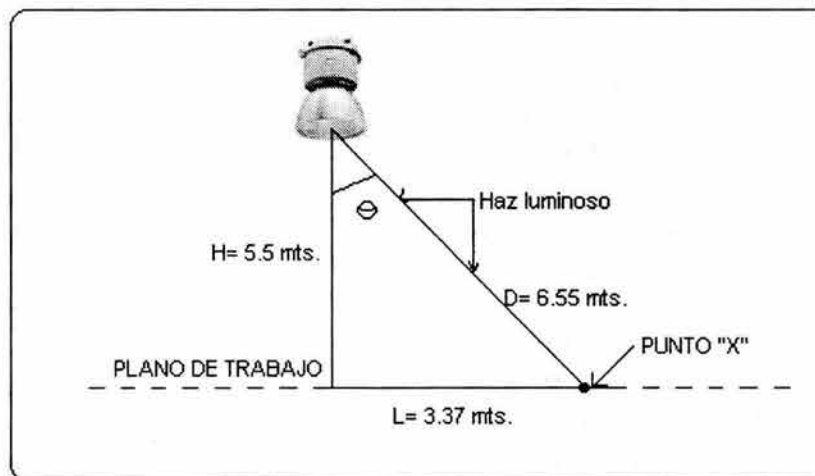
Nota: Debido a que la distribución uniforme de las 20 luminarias, se realizaría mediante 5 columnas (donde las luminarias estarían a 10.36 mts de espaciamiento una de otra) y con 4 filas (donde es espaciamiento entre luminarias sería 7.66 mts), no cumple con los espaciamientos máximos recomendados por el fabricante, se optó por la alternativa de aumentar el número de luminarias a 24, con lo que las luminarias se colocarían en 6 filas y 4 columnas, donde se encuentren espaciadas a 7.14 mts una de la otra, cumpliendo con esto el espaciamiento máximo de fabricante de 7.48 mts.

Comprobación por el método de punto por punto:

Altura de montaje 5.5 mts.

Distancia desde 5.5 mts bajo la luminaria al punto deseado=3.37 mts.

Entonces:



D= 6.55.mts.

$$\theta = \cos^{-1} \frac{5.5}{6.55} = 32.3^\circ$$

Con este ángulo y basándonos en las tablas de candelas proporcionada por el proveedor:

$$I (32.3^\circ) = 1641$$

Entonces:

$$E = \frac{1641 \times \cos 32.3^\circ}{(6.55)^2} = 32.34 \text{ lux}$$

Debido a que por lo menos 2 luminarias contribuyen a la iluminación de este punto, se multiplicará por 2 para obtener un valor más aproximado al real. (Ver punto “X” en el dibujo E2-13.

Finalmente

$$E = 32.34 \times 2 = 64.4 \text{ lux.}$$

Nivel +27.600

1.-Primeramente se determina según normas la cantidad de nivel luminoso que requerimos:

Para el caso de los pasillos y escaleras el nivel mínimo recomendado según la norma P.2.0227.04 es de 20 lux y la zona abierta del segundo nivel de la plataforma se considerará una iluminación de 60 Lux como se indica en la tabla 3.5.

2.-Las características físicas del segundo nivel de la plataforma se muestran en el dibujo E2-14 que aparece al final de este trabajo, de los cuales extraemos para este cálculo las longitudes, que son:

Largo = 48.768mts.

Ancho = 28.956mts.

Altura (del nivel +27.600 hasta la altura de luminaria)= 3 mts.

Los valores de reflectancia para este nivel se determinará considerando que por ser “zona abierta” no se cuenta con paredes, y no existe techo aunado a que el piso metálico, tiene un bajo valor de reflectancia, añadiendo a esto que las operaciones realizadas en esta plataforma son consideradas de tipo industrial, tomaremos un valor mínimo de reflectancias para este cálculo:

Techo 0%

Pared 0%

Piso= 20%

La localización del plano de trabajo estará ubicado a nivel de piso (0 metros), ya que este nivel se tomara como zona de alumbrado general y donde se prevé el tránsito de los trabajadores de la plataforma y la operación de los equipos.

3.-Selección del tipo de luminaria.

El tipo de luminaria seleccionado esta conforme a lo especificado en la tabla 3.6 en la cual se indica la utilización de lámparas de vapor de mercurio para las zonas clase 1 div 1 a prueba de explosión y de acuerdo a las recomendaciones de la sección 3.6.1.

Características de la lámpara:

a) Lúmenes por lámpara: 14000

b) Potencia de la lámpara: 213 watts.

c) Espaciamiento (factor): 1.35

4.-Factor de mantenimiento:

Para el diseño del alumbrado de esta plataforma se tomara el valor proporcionado por la norma de alumbrado P.2.0227.04 en la cual se recomienda un valor de 0.65.

5.-Calculo de la relación de local:

$$RL = \frac{5 \times (3) \times (48.768 + 28.956)}{(48.768) \times (28.956)} = 0.8256$$

6.-Apartir del RL y basándonos en los datos del fabricante determinamos el valor del coeficiente de utilización:

$$C.U = 0.358$$

7.-Calculo del número de luminarias:

$$\text{No de luminarias} = \frac{1412.26 \times 60}{14000 \times 0.358 \times 0.65} = 26 \text{ Luminarias}$$

Considerando finalmente:

26 Luminarias.

Espaciamiento entre luminarias:

Factor proporcionado por el fabricante x altura de montaje

Entonces:

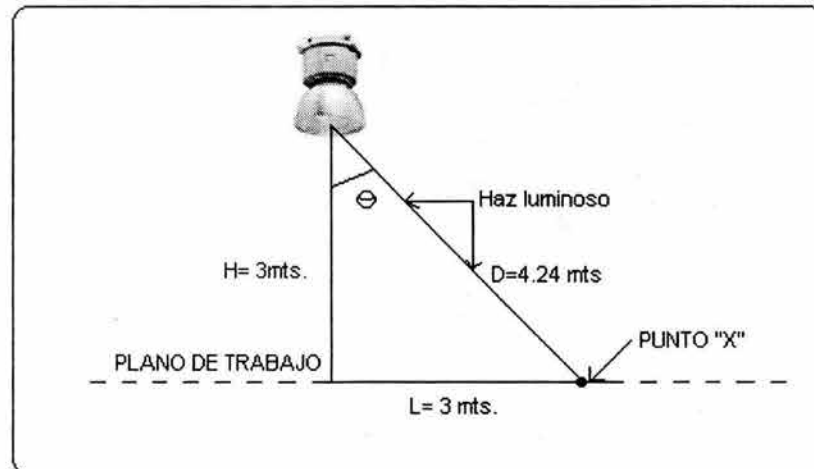
$$1.35 \times 3.0 = 4.05 \text{ mts.}$$

Comprobación por el método de punto por punto:

Altura de montaje 3.0 mts.

Distancia desde 3 mts bajo la luminaria al punto deseado = 3.0 mts.

Entonces:



D = 4.24mts.

$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{3}{4.24} = 45^\circ$$

Con este ángulo y basándonos en las tablas de candelas proporcionada por el proveedor:

$$I (45^\circ) = 1025.$$

Entonces:

$$E = \frac{1025 \times \cos 45^\circ}{(4.24)^2} = 40.26 \text{ lux}$$

Debido a que por lo menos 2 luminarias contribuyen a la iluminación de este punto, se multiplicara por 2 para obtener un valor mas aproximado al real (Ver punto “X ” en el dibujo E2-14).

Finalmente

$$E = 40.26 \times 2 = 80.50 \text{ lux.}$$

Áreas interiores

TALLERES DE MEESS Y MEDI

1. -Se determinarán los niveles luminosos para cada uno de las zonas interiores conforme a lo recomendado por la norma **P.2.0227.04 de DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS EN PLATAFORMAS MARINAS Y A LA NORMA P.2.231.01 de ALUMBRADO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES (VER INFORMACIÓN DE LA TABLA 3.5 NIVELES DE ILUMINACIÓN) QUEDANDO DE LA SIGUIENTE MANERA:**

TALLERES MECÁNICOS, SOLDADURA, ELÉCTRICO, DE ELECTRÓNICA	LUX 200
TALLER DE INSTRUMENTOS, CUARTO DE CONTROL ELÉCTRICO.	300
BODEGAS	200
VESTIDORES	100
OFICINAS	600
LABORATORIO	500

2.-Determinar las características físicas del local:

TALLER ELÉCTRICO (área de trabajo):

- a) Largo = 5.5 mts
- Ancho = 4.5 mts
- Altura = 3.3 mts
- Distribuido de la siguiente manera:



Fig. 3.9 Distribución interior para el taller eléctrico, de soldadura, y mecánico.

- b) Reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- c) Localización del plano de trabajo = 0.75 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- a) Tipo de lámpara: White Normal Beam Reflector.
- b) Lúmenes por luminaria: 1400
- c) Potencia de la lámpara: 64 Watts.
- d) Número de lámparas por luminaria: 4
- e) Características de depreciación del luminaria:0.70

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5)X(3)X(5.5+4.5)}{(5.5)X(4.5)} = 6.06$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización “C.U” a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$\text{“C.U”} = 0.3424$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(24.75) \times (200)}{(4) \times (1400) \times (0.3424) \times (0.65)} = 3.97 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

4 luminarias

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.29 \times 3 \text{ mts}^{**} = 3.87 \text{ mts}$.

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-15, estas luminarias están a un espaciamiento máximo de 2.75 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.87 mts.

TALLER ELÉCTRICO (pasillo)

1.-Nivel luminoso: 200 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

a) Largo = 2.5 mts.
Ancho = 1.2 mts.
Altura = 3.3 mts.

b) Reflectancias = Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.

c) Localización del plano de trabajo = 0.75 mts sobre el nivel del piso.

3.- Selección del luminario:

a) Tipo de lámpara: White Normal Beam Reflector.
b) Lúmenes por luminaria: 1400

- c) Potencia de la lámpara: 64 Watts.
 - d) Número de lámparas por luminaria: 4
 - e) Características de depreciación de la luminaria: 0.70
- 4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para él calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5)X(2.25)X(2.5+1.2)}{(2.5)X(1.2)} = 13.87$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización “C.U” a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$\text{“C.U” (RCL = 0.13)}$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(3) X (200)}{(4)X(1400)X(0.234)X(0.65)} = 0.704 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

1 luminaria

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: 1.29 *X 3 mts**= 3.87 mts.

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-15 esta luminaria está a un espaciamiento menor a 3 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.87 mts.

TALLER ELÉCTRICO (Oficina)

1.-Nivel luminoso: 600 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

- a) Largo = 2.5 mts
- b) Ancho = 1.2 mts
- c) Altura = 3 mts
- d) Reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- e) Localización del plano de trabajo = 0.75 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- a) Tipo de lámpara: White Normal Beam Reflector.
- b) Lúmenes por luminaria: 3000
- c) Potencia de la lámpara: 109.8 Watts.
- d) Número de lámparas por luminaria: 4
- e) Características de depreciación del luminaria:0.65

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5)X(2.25)X(2.5+3.2)}{(2.5)X(3.2)} = 8.0156$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización "C.U" a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

$$\text{"C.U"} = 0.32604$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(8) X (600)}{(4)X(3000)X(0.32604)X(0.65)} = 1.99 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

2 luminarias

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.27 * X 3 \text{ mts}^{**} = 3.81 \text{ mts.}$

*Valor de espaciamento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto, como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-15, estas luminarias están a un espaciamento máximo de 2 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamento de 3.81 mts.

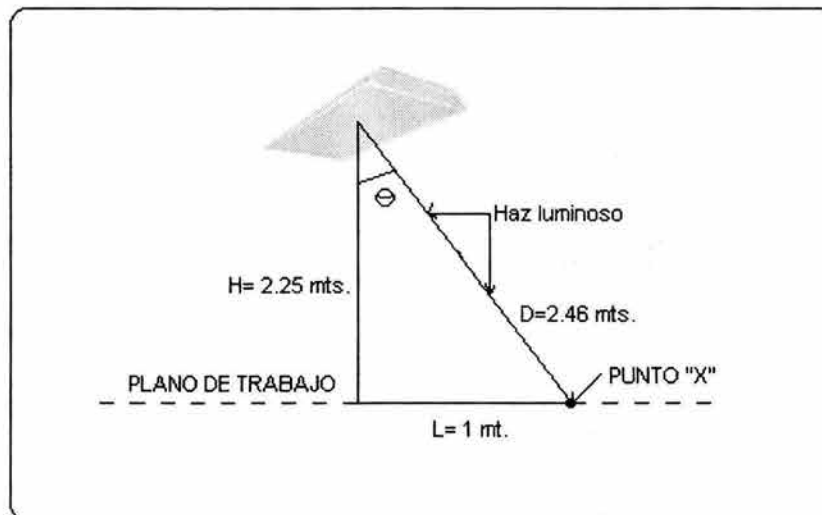
Comprobación por el método de punto por punto.

1.- Se determina:

La altura sobre el área de trabajo = 2.25 mts.

La distancia desde 2.25 mts bajo la luminaria al punto deseado = 1 mts.

Entonces:



$D = 2.46 \text{ mts}$ es la distancia desde la luminaria al punto en que deseamos conocer su cantidad de iluminación.

2.- A partir de los datos anteriores obtenemos el ángulo de incidencia del haz luminoso:

Así:

$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{2.25}{2.46} = 23.9^\circ$$

3.-Con el valor del ángulo anterior se busca en la curva de distribución fotométrica proporcionada por el fabricante, la intensidad luminosa de esa luminaria para ese ángulo específico, resultando:

$$I (23.9^\circ)=3502 \text{ candelas.}$$

4. –Aplicamos la siguiente fórmula para determinar el nivel luminoso en luxes:

$$E = \frac{I \cos \theta}{D^2} = \frac{3502 \times \cos 23.9^\circ}{(2.46)^2} = 528 \text{ luxes}$$

5.-Debido a que al menos 2 luminarias contribuirán en la iluminación del punto deseado, multiplicaremos el valor obtenido anteriormente por 2:

Finalmente:

$$E = 528 \times 2 = 1056 \text{ luxes.}$$

Este valor corresponde a un punto que llamaremos “X” y que está localizado en planta del taller eléctrico del dibujo número E2-15.

NOTA: Debido a que las características físicas y la distribución interior del taller eléctrico son prácticamente las mismas a las de los talleres mecánicos, eléctrico y de electrónica, el diseño del alumbrado para estos talleres será el mismo, por lo tanto se omitirá el desarrollo de los cálculos a fin de que no resulten repetitivos

BODEGA A

1.-Nivel luminoso: 200 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

- a) Largo = 4.0 mts
- b) Ancho = 3.163 mts
- c) Altura = 4 mts
- d) Reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- e) Localización del plano de trabajo = 0.75 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- a) Tipo de lámpara: Fluorescent Glass-Mat. Reinforced polyester.
- b) Lúmenes por luminaria: 3350
- c) Potencia de la lámpara: 78 Watts.
- d) Número de lámparas por luminaria: 2
- e) Características de depreciación del luminaria:0.70

Nota: El luminario anteriormente descrito corresponde a un luminario protegido contra explosión para lámparas fluorescentes con balastro electrónico, necesario de acuerdo a la clasificación de áreas realizada en el capítulo 1, ya que las sustancias manejadas en las bodegas son inflamables, se clasificaron como área clase 1 división 2.

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5)X(2.25)X(4+3.16)}{(4)X(3.16)} = 6.3$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización "C.U" a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$"C.U" = 0.277$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(12.652) X (200)}{(2)X(3350)X(0.277)X(0.65)} = 2.09 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

2 luminarias

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.25 * X 3 \text{ mts}^{**} = 3.75 \text{ mts.}$

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-16, estas luminarias están a un espaciamiento máximo de 3.0 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.75 mts.

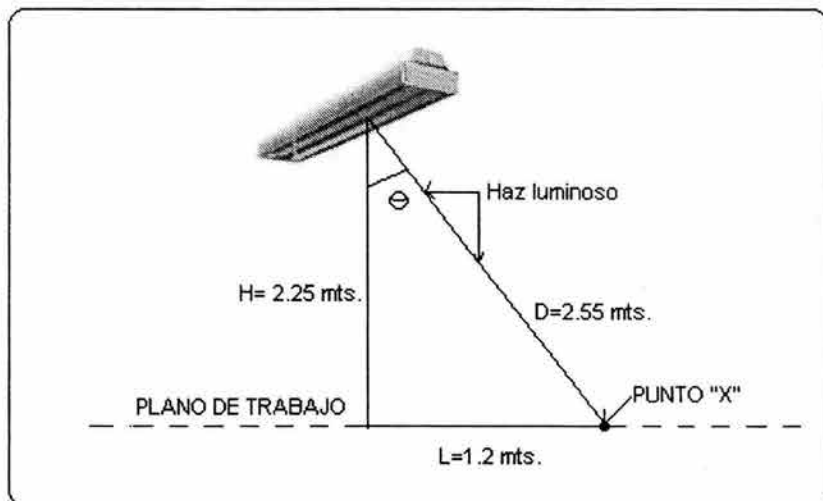
Comprobación por el método de punto por punto.

1.- Se determina:

La altura sobre el plano de trabajo = 2.25 mts.

La distancia desde 2.25 mts bajo la luminaria al punto deseado "X" = 1.2 mts.

Entonces:



D = 2.55 mts es la distancia desde la luminaria al punto en que deseamos conocer su cantidad de iluminación.

2.- A partir de los datos anteriores obtenemos el ángulo de incidencia del haz luminoso:

Así:

$$\Theta = \text{Cos}^{-1} \frac{2.25}{2.55} = 29^\circ$$

3.- Con el valor del ángulo anterior se busca en la curva de distribución fotométrica proporcionada por el fabricante, la intensidad luminosa de esta luminaria para ese ángulo, resultando:

$$I (29^\circ) = 1000 \text{ candelas.}$$

4. –Aplicamos la siguiente fórmula para determinar el nivel luminoso en luxes:

$$E = \frac{I \cos \theta}{D^2} = \frac{1000X \cos 29^\circ}{(2.55)^2} = 134.5 \text{ luxes}$$

5.-Debido a que al menos 2 luminarias contribuirán en la iluminación del punto deseado, multiplicaremos el valor obtenido anteriormente por 2:

Finalmente:

$$E = 134.5 \times 2 = 269 \text{ luxes.}$$

Este valor corresponde a un punto que llamaremos “X” y que está localizado en planta de las bodegas en el dibujo número E2-16.

Para el caso de la bodega B debido a que sus dimensiones son las mismas a la bodega A, se tomará el mismo cálculo de diseño de alumbrado realizado, con la finalidad de no ser repetitivos en los cálculos.

BAÑOS Y VESTIDORES

1.-Nivel luminoso: 100 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

- a) Largo = 8 mts
- b) Ancho = 4.5 mts
- c) Altura = 4 mts
- f) Reflectancias = Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- g) Localización del plano de trabajo = 0.75 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- a) Tipo de lámpara: White Normal Beam Reflector.
- b) Lúmenes por luminaria: 1400
- c) Potencia de la lámpara: 59 Watts.
- d) Número de lámparas por luminaria: 4
- e) Características de depreciación del luminaria: 0.72

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicará para el cálculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5) \times (2.25) \times (8+4.5)}{(8) \times (4.5)} = 4.136$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización "C.U" a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$"C.U" = 0.42$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(34) \times (100)}{(4) \times (1400) \times (0.42) \times (0.65)} = 2.2 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

2 luminarias

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje.

Entonces: $1.44 * 2.25 \text{ mts} = 3.24 \text{ mts}$.

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-17, estas luminarias están a un espaciamiento máximo de 4.2 mts con lo que no se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.24 mts.

Pero a causa de que con estas luminarias es suficiente para satisfacer los niveles de iluminación recomendados para el cuarto de vestidores, se tomara como valido este diseño.

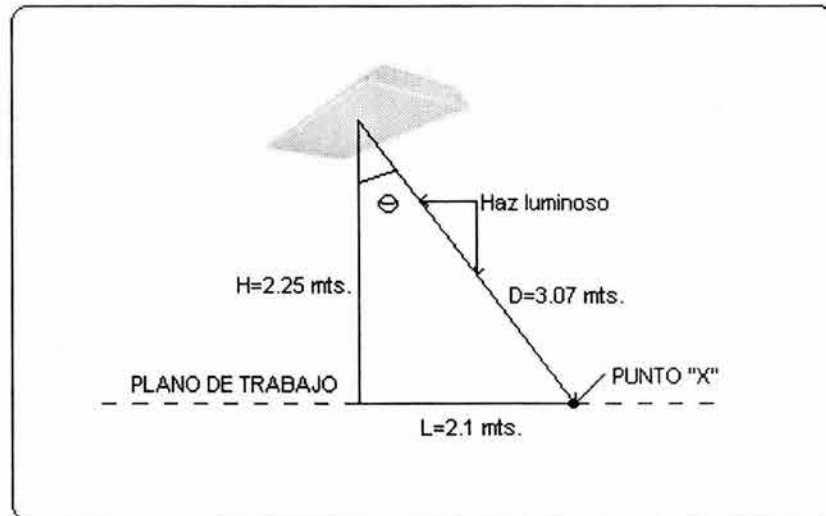
Comprobación por el método de punto por punto.

1.- Se determina:

La altura de montaje = 2.25 mts.

La distancia desde 2.25 mts bajo la luminaria al punto deseado = 2.1 mts.

Entonces:



D = 3.07 mts es la distancia desde la luminaria al punto en que deseamos conocer su cantidad de iluminación.

2.- A partir de los datos anteriores obtenemos el ángulo de incidencia del haz luminoso:

Así:

$$\Theta = \text{Cos}^{-1} \frac{2.25}{3.07} = 43^\circ$$

3.-Con el valor del ángulo anterior se busca en la curva de distribución fotométrica proporcionada por el fabricante, la intensidad luminosa de esa luminaria para ese ángulo, resultando:

$$I (43^\circ) = 1050 \text{ candelas.}$$

4. -Aplicamos la siguiente fórmula para determinar el nivel luminoso en luxes:

$$E = \frac{I \text{ Cos } \theta}{D^2} = \frac{1050 \times \text{Cos } 43^\circ}{(3.07)^2} = 81 \text{ luxes}$$

5.- Ya las 2 luminarias contribuirán en la iluminación del punto deseado y se encuentran a una distancia igual, multiplicaremos el valor obtenido anteriormente por 2:

Entonces:

$$E = 81 \times 2 = 162 \text{ luxes.}$$

Este valor corresponde al valor de un punto que llamaremos “X” y que esta localizado en la planta de los baños y vestidores del dibujo numero E2-17.

TALLER DE SOLDADURA (Area de trabajo)

1.-Nivel luminoso: 300 luxes. (Área de trabajo)

2.-Determinar las características físicas del local:

- a) Largo = 5.5 mts
- b) Ancho = 4.5 mts
- c) Altura = 3 mts
- d) Reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- e) Localización del plano de trabajo = 0 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- a) Tipo de lámpara: Fluorescent Glass-Mat. Reinforced polyester.
- b) Lúmenes por luminaria: 3350
- c) Potencia de la lámpara: 78 Watts.
- d) Número de lámparas por luminaria: 2
- e) Características de depreciación del luminaria:0.70

Nota: El luminario anteriormente descrito corresponde a un luminario protegido contra explosión para lámparas fluorescentes con balastro electrónico, necesario de acuerdo a la clasificación de áreas realizada en el capítulo 1, ya que las sustancias manejadas en este taller (como acetileno) son explosivas, se clasificaron como área clase 1 división 1.

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5) \times (3) \times (5.5 + 4.5)}{(5.5) \times (4.5)} = 6.06$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización “C.U” a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$\text{“C.U”} = 0.29$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(24.75) \times (300)}{(2) \times (3350) \times (0.29) \times (0.65)} = 5.87 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

6 luminarias

Para mantener una distribución uniforme de luminosidad en el área del taller.

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.25^* \times 3 \text{ mts}^{**} = 3.75 \text{ mts.}$

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-18 estas luminarias están a un espaciamiento máximo de 1.80 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.75 mts.

TALLER DE SOLDADURA (Oficina)

1.-Nivel luminoso: 600 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

- a) Largo = 3.2mts
- b) Ancho = 2.5 mts
- c) Altura = 3 mts
- d) Reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- e) Localización del plano de trabajo = 0 75mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- a) Tipo de lámpara: Fluorescent Glass-Mat Reinforced polyester.
- e) Lúmenes por luminaria: 5200
- f) Potencia de la lámpara: 110 Watts.
- g) Número de lámparas por luminaria: 2
- h) Características de depreciación del luminaria:0.70

Nota: El luminario anteriormente descrito corresponde a un luminario protegido contra explosión para lámparas fluorescentes con balastro electrónico, necesario de acuerdo a la clasificación de áreas realizada en el capítulo 1, ya que las sustancias manejadas en el taller (como acetileno) son explosivas, se clasificaron como área clase 1 división 1.

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5) \times (2.25) \times (3.2 + 2.5)}{(2.5) \times (3.2)} = 8.0$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización “C.U” a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$\text{“C.U”} = 0.277$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(8) \times (600)}{(2) \times (5200) \times (0.277) \times (0.65)} = 3.1 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

3 luminarias

Para mantener una distribución uniforme de luminosidad en el área de la oficina.

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.36 \times 3 \text{ mts} = 4.08 \text{ mts.}$

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-18, estas luminarias están a un espaciamiento máximo de 0.9 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.75 mts.

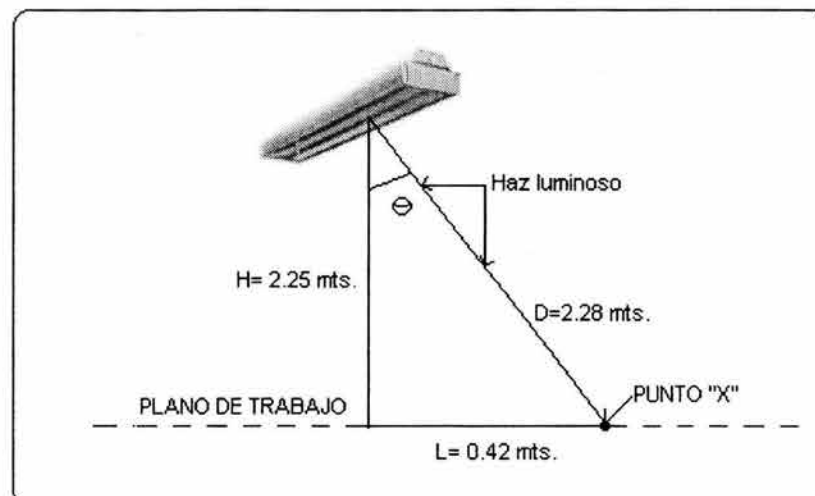
Comprobación por el método de punto por punto.

1.- Se determina:

La altura sobre el plano de trabajo = 2.25 mts.

La distancia desde 2.25 mts bajo la luminaria al punto deseado “X” = 0.42 mts.

Entonces:



D = 2.28 mts es la distancia desde la luminaria al punto en que deseamos conocer su cantidad de iluminación.

2.- A partir de los datos anteriores obtenemos el ángulo de incidencia del haz luminoso:

Así:

$$\Theta = \text{Cos}^{-1} \frac{2.25}{2.28} = 10.5^\circ$$

3.-Con el valor del ángulo anterior se busca en la curva de distribución fotométrica proporcionada por el fabricante, la intensidad luminosa de esa luminaria para ese ángulo, resultando:

$$I (10.5^\circ) = 1630 \text{ candelas.}$$

4. –Aplicamos la siguiente fórmula para determinar el nivel luminoso en luxes:

$$E = \frac{I \text{ Cos } \theta}{D^2} = \frac{1630 \times \text{Cos } 10.5^\circ}{(2.28)^2} = 309 \text{ luxes}$$

5.-Ya que 3 luminarias contribuirán en la iluminación del punto deseado y 2 de ellas a una distancia igual, multiplicaremos el valor obtenido anteriormente por 2:

Entonces:

$$E = 309 \times 2 = 617 \text{ luxes.}$$

Posteriormente y debido a que una tercera luminaria contribuye con la iluminación este punto, es necesario desarrollar el cálculo de punto para esta luminaria:

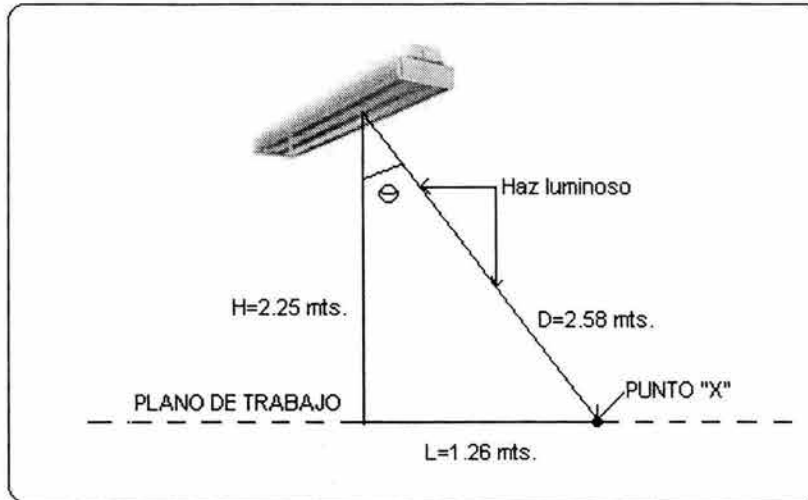
Entonces:

1.- Se determina:

La altura sobre el plano de trabajo = 2.25 mts.

La distancia desde 2.25 mts bajo la luminaria al punto deseado “X”= 1.26 mts.

Entonces:



D = 2.58 mts es la distancia desde la luminaria al punto en que deseamos conocer su cantidad de iluminación.

2.- A partir de los datos anteriores obtenemos el ángulo de incidencia del haz luminoso:

Así:

$$\Theta = \text{Cos}^{-1} \frac{2.25}{2.58} = 29.25^\circ$$

3.-Con el valor del ángulo anterior se busca en la curva de distribución fotométrica proporcionada por el fabricante, la intensidad luminosa de esa luminaria para ese ángulo especificó, resultando:

$$I (29.25^\circ) = 1550 \text{ candelas.}$$

4. –Aplicamos la siguiente formula para determinar el nivel luminoso en luxes:

$$E = \frac{I \text{ Cos } \theta}{D^2} = \frac{1550 \text{ Cos } 29.25^\circ}{(2.58)^2} = 194 \text{ luxes}$$

Finalmente se suman las contribuciones correspondientes a las 3 luminarias:

$$E = 617 + 194 = 811 \text{ luxes.}$$

Este valor corresponde a un punto que llamaremos "X" y que esta localizado en la planta del taller de estructuras en el dibujo numero E2-18.

TALLER DE SOLDADURA (Pasillo)

1.-Nivel luminoso: 300 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

- a) Largo = 2.5mts
- b) Ancho = 1.2 mts
- c) Altura = 3 mts
- d) Reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- e) Localización del plano de trabajo = 0 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario :

- a) Tipo de lámpara: Fluorescent Glass-Mat. Reinforced polyester.
- a) Lúmenes por luminaria: 3350
- b) Potencia de la lámpara: 78 Watts.
- c) Número de lámparas por luminaria: 2
- d) Características de depreciación del luminaria:0.70

Nota: El luminario anteriormente descrito corresponde a un luminario protegido contra explosión para lámparas fluorescentes con balastro electrónico, necesario de acuerdo a la clasificación de áreas realizada en el capítulo 1, ya que las sustancias manejadas en el taller (como acetileno) son explosivas, se clasificaron como área clase 1 división 1.

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5)X(3)X(2.5+1.2)}{(2.5)X(1.2)} = 17.53$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización "C.U" a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$"C.U" = 0.19$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(3) \times (300)}{(2) \times (5200) \times (0.19) \times (0.65)} = 1.3 \text{ luminaria.}$$

Por lo tanto, consideramos:

1 luminaria

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.25 * X 3 \text{ mts}^{**} = 3.75 \text{ mts.}$

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-18, estas luminarias están a un espaciamiento máximo no mayor a 2.5 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.75 mts.

CUARTO DE CONTROL

1.-Nivel de iluminación: 350 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

- a) Largo = 5.5 mts
- b) Ancho = 4.5 mts
- c) Altura = 3 mts)
- d) reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- e) Localización del plano de trabajo = 0.75 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- f) Tipo de lámpara: White Normal Beam Reflector.
- g) Lúmenes por luminaria: 1400
- h) Potencia de la lámpara: 64 Watts.
- i) Número de lámparas por luminaria: 4
- j) Características de depreciación del luminaria:0.70

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5)X(2.25)X(9+6.2)}{(6.2)X(9)} = 3.06$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización “C.U” a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$“C.U” = 0.4724$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(55.8) X (350)}{(4)X(1400)X(0.4724)X(0.65)} = 12 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

12 luminarias

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.29 * X 3 \text{ mts}^{**} = 3.87 \text{ mts.}$

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-19, estas luminarias están a un espaciamiento máximo de 2.4 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.87 mts.

LABORATORIO

1.-Nivel de iluminación: 500 luxes.

2.-Determinar las características físicas del local:

- e) Largo = 8 Pts
- b) Ancho = 4.5 mts
- c) Altura = 3.3 mts
- d) Reflectancias =Techo 50%, Pared 30% y Piso 10%.
- e) Localización del plano de trabajo = 0.75 mts sobre el nivel del piso.

3. -Selección del luminario:

- a) Tipo de lámpara: Fluorescent Glass-Mat Reinforced polyester.
- f) Lúmenes por luminaria: 5200
- g) Potencia de la lámpara: 110 Watts.
- h) Número de lámparas por luminaria: 2
- i) Características de depreciación del luminaria:0.70

Este tipo de luminaria corresponde a una luminaria fluorescente a prueba de explosión requerida para una clase 1 división 1 tal como se clasifico este laboratorio en el capitulo 1.

4.-Factor de mantenimiento.

De acuerdo a lo especificado en la norma **P.2.0227.04** de diseño e instalación de sistemas eléctricos en plataformas marinas se aplicara para el calculo un F.M = 0.65.

5. -Calcular la relación de cavidad (para la zona de trabajo):

$$RCL = \frac{(5)X(3)X(8+4.5)}{(8)X(4.5)} = 3.9$$

6.-Determinar el coeficiente de utilización “C.U” a partir del valor obtenido para la relación de cavidad y los valores de la reflectancia de piso y techo utilizando la tabla de coeficiente de utilización del fabricante de la lámpara.

Entonces:

$$“C.U” = 0.325$$

7. - Calcular el número de luminarias requeridas, aplicando la formula 3.7.3.

$$\text{No de Luminarias} = \frac{(36) X (500)}{(2)X(5200)X(0.325)X(0.65)} = 8.2 \text{ Luminarias}$$

Por lo tanto, consideramos:

8 luminarias

8.-Calcular el espaciamiento máximo entre luminarias multiplicando el valor del espaciamiento recomendado por el fabricante por la altura de montaje, teniendo especial cuidado en no rebasar este valor máximo en el diseño.

Entonces: $1.36 * X 3 \text{ mts}^{**} = 4.08 \text{ mts.}$

*Valor de espaciamiento máximo obtenido de las hojas del fabricante.

**Altura de montaje.

Por lo tanto y tal como se observa la distribución de las luminarias en el dibujo E2-20, estas luminarias están a un espaciamiento máximo de 2 mts con lo que se cumple satisfactoriamente con el criterio del máximo espaciamiento de 3.87 mts.

CAPITULO 4

ANTEPROYECTO PARA EL SISTEMA GENERAL DE TIERRAS Y SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS.

4.1 ANTECEDENTES

Los procedimientos para diseñar sistemas de puesta a tierra se basan en conceptos tradicionales, pero su aplicación puede ser muy compleja. Los conceptos son ciencia y la aplicación correcta depende un análisis completo de los factores y elementos físicos y materiales que influyen para un eficiente diseño, ya que cada instalación es única en su localización, tipo de suelo, y equipos a proteger.

La denominación "puesta a tierra" comprende toda la unión metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo (para el caso de esta plataforma se tomará una estructura, comúnmente conocida como pilote que tendrá la función de electrodo), o grupo de electrodos, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, cuartos y superficies próximas no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la descarga de origen atmosférico. La función principal de un sistema de puesta a tierra y de pararrayos de una instalación eléctrica es la de dirigir y dispersar las corrientes indeseadas de cualquier naturaleza que se pueden presentar ya sea por falla, descargas atmosféricas o debidas a maniobras.

Para realizar un diseño eficiente de la instalación de puesta a tierra se debe tener en consideración por lo menos los siguientes puntos:

- Seguridad de las personas
- Protección de las instalaciones
- Continuidad de servicio
- Establecimiento y continuidad de un potencial de referencia
- eliminación de ruidos eléctricos

Además un sistema de puesta a tierra debe cumplir con requisitos mínimos entre los cuales se encuentran:

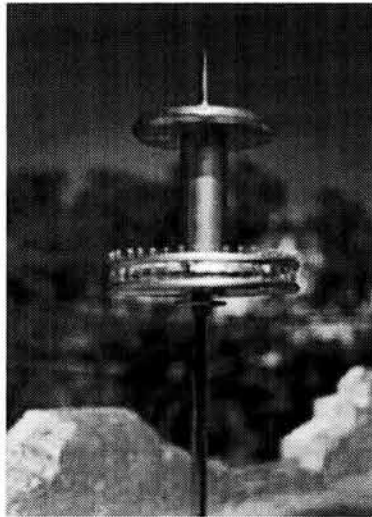
- El valor de la resistencia debe ser el adecuado para cada tipo de instalación.
- La variación de la resistencia debida a cambios ambientales debe ser mínima.
- Su vida útil debe ser mayor de 20 años.
- Debe ser resistente a la corrosión.
- Debe permitir su mantenimiento periódico.

La protección de edificios e instalaciones contra la acción de los rayos, se realiza por medio de pararrayos. Aunque en la actualidad existen muchos tipos de pararrayos que se diferencian por las técnicas que utilizan para proteger zonas e instalaciones, todos estos poseen sin embargo, en común, el establecimiento de un camino de baja impedancia que facilita el paso de la corriente y que permite del modo más sencillo la descarga a tierra del rayo.

Básicamente los pararrayos se dividen en dos clases:

Activos: Son los que tratan de facilitar el camino del rayo positivo, dirigiéndolo o provocando un camino de baja resistencia, actúa con el gradiente electroestático de la atmósfera, descargándolo en el lugar donde se encuentran instalados, evitando que ocurra el rayo en ese sitio, convirtiéndose en **preventivos**, además el encuentro entre el rayo positivo y negativo se realiza más alto, alejando con ello el punto de mayor temperatura de la descarga atmosférica. (ver un pararrayo activo en la figura 4.1).

Pasivos: estos permiten la descarga en el terreno en el que se encuentran instalados, únicamente por el efecto de las puntas por lo que materialmente **“esperan”** el rayo para disiparlo a tierra, por lo que tienen mayor probabilidad de impacto por rayo. (Ver pararrayo pasivo en la figura 4.1).



PARARRAYO PASIVO



PARARRAYO ACTIVO.

FIGURA 4.1 PRINCIPALES TIPOS DE PARARRAYOS.

Cualquiera que sea el tipo de pararrayos adoptado para la protección de un edificio o instalación, estará formado por los siguientes elementos básicos:

a) Elemento receptor, colocado en la parte más alta del edificio. Puede estar constituido por puntas metálicas o conductores dispuestos de varios modos según las dimensiones y la estructura de la instalación para proteger.

b) Conductor a tierra, puede estar formado por dos o varios conductores y tienen la misión de transportar a tierra la corriente del rayo, según el camino perfectamente determinado y de baja impedancia, pasando por la parte exterior del edificio, que queda así, fuera de peligro.

Por lo tanto:

La puesta a tierra de la protección atmosférica sirve para canalizar la **ENERGIA** de los rayos a tierra sin mayores daños a personas y propiedades y se logra con una malla metálica igualadora de potencial conectada al planeta tierra, que cubre los equipos o edificios a proteger.

La puesta a tierra de protección electrostática sirve para neutralizar las **CARGAS ELECTROSTATICAS** producidas en los materiales dieléctricos. Y es lograda uniendo todas las partes metálicas y dieléctricas, utilizando el planeta tierra como referencia de voltaje cero.

4.2 OBJETIVO

Presentar el diseño y especificaciones de los sistemas de tierras y protección contra descargas atmosféricas, que brinde la mayor seguridad tanto al personal como a la instalación dentro de la plataforma de enlace E2, utilizando para ello las técnicas y elementos apropiados, que cumplan con las normas y especificaciones nacionales e internacionales.

4.3 DEFINICIONES Y COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS

TERMINAL AEREA.

Es la componente de un sistema de protección contra descargas atmosféricas con la finalidad entendida de interceptar la descarga eléctrica (rayo)

UNION (BONDING)

Conexión eléctrica entre un objeto conductor eléctricamente y un componente de un sistema de protección contra descargas atmosféricas, que es entendida para reducir significativamente las diferencias de potencial creadas por las corrientes de descargas atmosféricas.

MATERIALES CLASE I.

Conductores, terminales aéreas y accesorios contra descargas atmosféricas requeridos por el estándar (NFPA 780) para la protección de estructuras que no excedan los 23 metros de altura (75 pies)

MATERIALES CLASE II.

Conductores, terminales aéreas y accesorios contra descargas atmosféricas requeridos por este estándar (NFPA 780) para la protección de estructuras que excedan los 23 metros de altura (75 pies)

CONDUCTOR DE UNION (CONDUCTOR, BONDING)

Conductor usado para igualación de potenciales entre cuerpos metálicos aterrizados y el sistema de protección contra descargas atmosféricas.

CONDUCTOR PRINCIPAL.

Conductor usado para llevar la corriente de la descarga atmosférica de las terminales aéreas a las terminales de tierra.

TERMINAL DE TIERRA.

Es la porción de un sistema de protección contra descargas atmosféricas como una varilla, placa o conductor de tierra que es instalado con el propósito de proveer contacto eléctrico con la tierra.

DESCARGA LATERAL (SIDEFLASH)

Arco eléctrico, causado por diferencias de potencial, que ocurren entre cuerpos metálicos conductivos o entre cuerpos metálicos y un componente del sistema de protección contra descargas atmosféricas o tierra.

DISTANCIA DISRUPTIVA (STRIKING DISTANCE)

Es el radio, del arco cóncavo ascendente que forma parte de la zona de protección generada por el mástil o hilos de guarda del sistema de protección contra descargas atmosféricas (distancia arriba de la cual ocurre el rompimiento de la descarga inicial.)

ZONA DE PROTECCION.

Es aquel espacio adyacente a un sistema de protección contra descargas atmosféricas que es sustancialmente inmune a una descarga atmosférica directa.

DESCARGA ATMOSFERICA A TIERRA.

Descarga eléctrica que ocurre en la atmósfera, sea entre dos nubes, sea entre una nube y la tierra o un objeto.

IMPACTO DE LA DESCARGA (LIGHTNING STROKE)

UNA O MÁS DESCARGAS ATMOSFERICAS A TIERRA.

PUNTO DE IMPACTO (STRIKING POINT)

Es un punto donde la descarga atmosférica contacta a tierra, a una estructura o un sistema de protección contra descargas atmosféricas.

DENSIDAD DE DESCARGAS ATMOSFERICAS. " Ng "

Numero de descargas atmosféricas al año por km²

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS.

Es el sistema completo utilizado para proteger estructuras y áreas abiertas contra los efectos de descargas atmosféricas. Consiste de una instalación de protección contra descargas atmosféricas exterior e interior (cualquiera de ellas)

PUESTA A TIERRA

Conexión intencional o accidental entre un circuito eléctrico o equipo y tierra, con algún cuerpo conductor que sirve en lugar de la tierra (suelo)

CONECTADO A TIERRA

Conexión a tierra o a un cuerpo conductor que sirva en lugar de tierra.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Conductor usado para conectar el equipo o el circuito de puesta a tierra, de un sistema de alambrado a un electrodo o electrodos de conexión a tierra.

PUESTA A TIERRA EFECTIVA

Unión permanente a tierra a través de un conductor de baja impedancia y que tenga suficiente capacidad de corriente, para que si ocurre una falla a tierra o rayo no ocasione diferencias de potencial que puedan ser peligrosas para el personal.

ELECTRODO DE TIERRA

Es un conductor enterrado en el suelo usado para mantener un potencial de tierra en todos los conductores que estén conectados a él y para disipar en el suelo todas las corrientes conducidas a él.

BARRA DE TIERRA

Es una red de protección de tierra usada para establecer un potencial uniforme en el y alrededor de la estructura, esta unida solidamente a los electrodos de tierra, a una profundidad que usualmente varía entre 0.50 metros y 1.0 metros.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Es un conductor usado para las carcazas del equipo o las cajas del sistema de alambrado al bus de tierra.

CONECTORES Y ACCESORIOS

Son aquellos elementos que nos sirven para unir a la red de tierras los electrodos profundos, las estructuras, los neutros de los bancos de transformadores, etc.

4.4 INFORMACIÓN TÉCNICA PARA EL DISEÑO

Para el diseño del sistema de tierras y de protección contra descargas atmosféricas y tierras se partió de un estudio previo, en el cual se establecieron los criterios de protección a ser utilizados, tipo y ubicación de los componentes de los sistemas tierras y de protección contra descargas atmosféricas a ser utilizados, trayectoria de los conductores de bajada así como el tipo y localización de las terminales de tierra (electrodos) de estos sistemas.

EL ESTUDIO SE DIVIDE EN LAS SIGUIENTES PARTES:

4.4.1 NECESIDAD DE UN SISTEMA DE PROTECCION.

4.4.2 LOCALIZACION DE TODOS LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACION A SER PROTEGIDOS POR LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS.

4.4.3 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES EMPLEADOS PARA EL DISEÑO.

4.4.1. NECESIDAD DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN:

Esta asignación de riesgo comprende el daño debido al impacto de una descarga atmosférica en la estructura a ser protegida y de la corriente que fluye a través del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

En muchos casos, la necesidad de protección es obvia, como es el caso de plataforma de enlace, la cual presenta las siguientes características:

- REQUIERE CONTINUIDAD EN EL SERVICIO.
- SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA DE INCIDENCIA DE DESCARGAS ATMOSFERICAS DE 3 A 5 RAYOS POR Km² POR AÑO.(Ver mapa de isodensidad en anexo A).
- CUENTA CON ESTRUCTURAS DE DIVERSAS ALTURAS Y APLICACIONES.
- LA INSTALACION RECIBE Y REENVIA GAS COMO MATERIA PRIMA.

Las anteriores consideraciones nos indican la importancia y la necesidad de contar con un sistema de protección contra descargas atmosféricas adecuado y confiable.

Algunas de las funciones que deben cumplir estos sistemas son:

- a) Interceptar las descargas que incidan sobre el área donde están ubicados los paquetes de aire, así como la azotea de los talleres de MEDI y MESS, mediante la utilización de terminales aéreas ubicadas convenientemente (ya que por cuestiones de mantenimiento de los equipos ahí instalados, se considera que existirá personal de mantenimiento trabajando eventualmente en esta zona)
- b) Proporcionar una trayectoria adecuada a tierra para las grandes corrientes generadas por la incidencia de las descargas atmosféricas, que pudieran terminar sobre los diferentes elementos (tanques, cilindros, tuberías, edificios, entre otros) Esto permite prevenir la formación de arcos eléctricos que liberan cantidades importantes de energía en forma de calor y chispas, capaces de provocar incendios.
- c) Establecer una protección confiable para los equipos en caso de un aumento excesivo en la corriente a causa de una falla en el sistema.

4.4.2. LOCALIZACIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACION A SER PROTEGIDOS POR LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS.

Se consideraron las siguientes áreas para ser protegidas por los sistemas de protección contra descargas atmosféricas:

- CUARTO DE CONTROL ELÉCTRICO Y DE INSTRUMENTOS.
- ÁREAS COMO AZOTEAS DE LA PLATAFORMA, DONDE SE UBICAN LOS PAQUETES DE VENTILACIÓN MECÁNICA.
- AZOTEAS DE LOS TALLERES DE MEDI Y MESS.

- TANQUE DE DIESEL
- ÁREAS O ZONAS DONDE FRECUENTEMENTE EL PERSONAL DE OPERACIÓN SE ENCUENTRE LABORANDO Y EXISTA UN RIESGO REAL DE LA INCIDENCIA DE UNA DESCARGA ATMOSFÉRICA.

4.4.3 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES EMPLEADOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE PÁRRAYOS.

En base a la norma (NFPA-1997), se considera que los edificios se dividen en dos categorías cada una en dos tipos diferentes.

Clasificación General.

- 1.-Basada en la altura de los edificios.
- 2.-Basada en la pendiente de los techos.

Subdivisiones

1)-La clasificación basada en la altura de las construcciones considera dos tipos diferentes:

- a)-Edificios de clase I.
- b)-Edificios de clase II.

Un edificio de clase I es todo edificio con una altura inferior a 23 metros. Un edificio de clase II es aquel cuya altura rebasa los 23 metros, o bien todo edificio que tiene una estructura de acero, de cualquier altura, cuya estructura puede sustituir los conductores de bajadas a tierra. La distinción, determina el tipo de conductor que se debe usar ya que los conductores para las estructuras de la clase II son de dimensiones más grandes y de conductancia más alta que los valores mínimos permitidos en los edificios de clase I.

2)-En lo referente a la inclinación o pendientes de los techos, estos quedan clasificados en los dos tipos que se indican a continuación.

a)-Techos o azoteas planos o de pendiente ligera.

Estos son todos aquellos que no exceden 2 metros de ancho y cuya inclinación es menor de 1/8.

Están considerados dentro de esta misma categoría los que sobrepasan los 12 metros de ancho, con una pendiente de 1/4 ó menos.

b)-Techos inclinados.

Son todos aquellos que tienen una inclinación mayor a las indicadas en el párrafo anterior.

Los materiales empleados en el sistema de protección contra descargas atmosféricas deben de ser resistentes a la corrosión y han de estar debidamente protegidos contra ella. No se utilizarán combinaciones de materiales que formen un par eléctrico de tal naturaleza que la corrosión se acelere en presencia de la humedad. Deberán estar contruidos con los siguientes materiales:

a)- Cobre. Cuando se use cobre, el mismo deberá de ser de la calidad que normalmente se exige para los trabajos eléctricos industriales, generalmente especificados teniendo 95 % de conductividad.

b)-Aleaciones de cobre. Estas deberán ser sustancialmente, tan resistentes a la corrosión como el cobre en igualdad de condiciones.

c)-Diseño. Los diseños de los materiales que se utilicen en protección contra rayos deberán ser los que permiten el mejor aprovechamiento de los materiales y que, además, sean adecuados para cada función determinada. Su diseño será especialmente para pararrayos. En ningún caso se aceptaran improvisaciones con materiales diseñados y contruidos para otros fines.

Terminales aéreas o puntas. Las terminales aéreas, deberán ser fabricadas con varilla maciza de cobre electrolítico. Su diámetro será de 13 milímetros y el largo de las mismas habrá de ser tal que su extremo cónico quede por lo menos a 25 centímetros sobre el objeto que haya de protegerse. Las terminales aéreas estarán soportadas por bases fundidas y sujetas directamente a ellas, mediante una cuerda roscada de no menos de 5 hilos, para su mayor conservación y presentación, deberán ser niqueladas o cromadas.

**“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA
MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”**

Cuando se unen terminales aéreas de mas de 60 metros estas deberán quedar sustentadas por tripies unidos en formas rígida y permanente al edificio. El punto de sustentación de éstos tripies con las seminales deberá quedar cuando menos a la mitad de su altura.

Conductores.- Los conductores que se emplearan para estas protecciones, deberán estar diseñados y fabricados especialmente para pararrayos. Estarán trenzados con alambres de cobre suave del calibre indicado adelante(ver tabla 4.1), y deberán también ofrecer en peso y conductividad lo que señalan las especificaciones; para usarse en edificios clases I o II, según sea el caso.

No se aceptaran conductores de cobre duro o semiduro normalmente usados para sistemas de tierras u otros usos eléctricos.

CONCEPTO	EN EDIFICIOS CLASE I	EN EDIFICIOS CLASE II
CALIBRE MINIMO DE CADA HILO	17 AWG	15 AWG.
PESO POR METRO LINEAL	278 GRS.	558 GRS.
CONDUCTIVIDAD	57,400 CM.	115,000 CM.
AREA	29 mm ²	58 mm ²

Tabla 4.1 TIPOS DE CONDUCTORES PARA EDIFICIOS CLASE I Y II.

Bases, conectores y desconectores.- Todo el material empleado en estas instalaciones para cruces, derivaciones y empalmes, así como las bases para terminales aéreas, abrazaderas para tierra y desconectores de tierra deberán ser fundidos en alguna aleación de cobre con un espesor mínimo, de 2.38 mm².

Terminales a tierra o electrodos.- Las terminales a tierra deberán ser de acero chapado con cobre, de cobre macizo de acero inoxidable de 13 mm de diámetro y 2.44 metros de largo, como dimensiones mínimas o bien rehiletos contruidos con lamina de cobre con un espesor mínimo, de 2.38 mm².

Abrazaderas para cable.- Las abrazaderas para sujetar los conductores deberán ser resistentes a toda rotura, y deberán ser, junto con los clavos, tornillos o pernos con que se fijen del mismo material que el conductor.

4.5 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA GENERAL DE PUESTA A TIERRA

Para el diseño del sistema general de puesta a tierra de la plataforma de enlace E2 se consideró como referencia la Norma oficial mexicana 1999 para instalaciones eléctricas (utilización) en particular en lo expuesto en su sección 250 “PUESTA A TIERRA” a fin de unificar criterios con respecto a las especificaciones y normatividad internacionales existentes.

El sistema de puesta a tierra que se empleo en este diseño es el de malla que consiste precisamente en una red formada por un conductor de cobre de calibre (4/0 ó 2/0 AWG) que estará unida por medio de electrodos (para nuestro caso en particular, los pilotes que soportan la superestructura de la plataforma). Posteriormente esta red servirá para conectar mediante conectores de tipo a compresión a los equipos ubicados en el nivel correspondiente a la red de general de tierras.

- **ESTABLECIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE TRAYECTORIAS DEL SISTEMA GENERAL DE PUESTA A TIERRA.**

EQUIPOS QUE DEBEN CONECTARSE A TIERRA

NIVEL +19,100

En el caso de esta plataforma marina característicamente representativa, en su primer nivel, se considera la conexión a tierra del siguiente equipo: carcasas de motores, estaciones de botones, trampas recuperadoras de hidrocarburos, equipos paquetes, tanques de almacenamiento de sustancias inflamables, así como las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente, como lo menciona la NOM en su sección 250-42.

NIVEL +27,600

Para el caso del segundo nivel, se incluye la conexión a tierra del siguiente equipo: tableros de distribución dentro del centro de control de motores, taller eléctrico tanque de diesel del motogenerador, encabinado del motogenerador, elevadores, carcasas de motores y estación de botones, así como el equipo portátil empleado en este nivel.

Para el caso de los interiores de los cuartos de control eléctrico, UPS, y de control, aplica la instalación de barras de cobre colectoras, que estará conectada a la red de tierras y sobre la cual se podrá conectar el equipo eléctrico existente en dichos cuartos.

CONEXIÓN A TIERRA DE MOTORES.

Todos aquellos motores que se encuentren sobre la plataforma, se deben conectar a tierra por medio de un conector a compresión tipo zapata con dos barrenos(ver figura No 4.2), fijado a un conductor en derivación de cobre con aislamiento tipo THW-LS, calibre 2 AWG, el cual estará conectado a la red general de puesta a tierra. Tal conductor se conectará al motor en algún lugar de la carcasa del motor fijándolo por medio de 1 tornillo de bronce (ver detalle No 5 del dibujo No E2-05) y se aplicará un recubrimiento especial para evitar la corrosión de conector.

CONEXIÓN A TIERRA DE EQUIPO PORTÁTIL

Debido a que el equipo considerado como portátil esta disponible para trasladarse de un sitio a otro para su operación, su conexión a tierra se dispondrá por medio de un cable que tenga una capacidad de conducción de corriente igual o mayor a la de los conductores del aparato y que estará unido por medio de una clavija que se conectara a una toma de corriente debidamente aterrizada.

CONEXIÓN A TIERRA DE TANQUES

Para el caso de los tanques de almacenamiento(como lo es el tanque de diesel, por ejemplo), la conexión a tierra se hará por dispondrá por medio de un conector a compresión/soldable (ver figura 4.2), unido a un conductor aislado tipo THW-LS calibre 2/0 AWG, mismo que será conectado a la red general de puesta a tierra, por medio de un conector a compresión tipo "T"de cobre electrolítico(Ver figura 4.2) Este conductor se conectará a la base o soporte del tanque por medio de un conector a compresión soldable (ver detalle No 3 del dibujo No E2-05) Para tal conexión se aplicara un recubrimiento especial a fin de que impida la corrosión en dicha zona.

CONEXIÓN A TIERRA DE LA ESTACION DE BOTONES

Todas aquellas estaciones de botones que se encuentren instaladas sobre la plataforma deberán ser conectadas a tierra a fin de evitar que en estas partes metálicas se forme una diferencia de potencial, que en caso de falla o descarga atmosférica, ocasioné el "salto" o desvió de la corriente eléctrica que debería seguir la trayectoria de la red de tierras. La protección de esta botonera se efectuara por medio de un conector tipo zapata terminal a compresión de un barreno y de barril largo unido a un conductor aislado tipo THW-LS calibre 2 AWG que estará conectado por medio de un conector de cobre electrolítico tipo "T" a compresión a la red general de puesta a tierra, la conexión de la zapata hacia la botonera se efectuara en la parte de mas accesible de la estructura metálica, empleando 1 tornillo de bronce (Ver detalle 5 No del dibujo No E2-05) Para este tipo de conexión debe de aplicarse además un recubrimiento especial para impedir la corrosión que deteriore la conexión del la botonera

CONEXIÓN A TIERRA DE TRAMPAS RECUPERADORAS DE HIDROCARBUROS.

Debido a que las operaciones de mayor peligrosidad que se efectúa en la plataforma es la del manejo de sustancias peligrosas en las plantas recuperadoras de hidrocarburos, estas deberán estar perfectamente conectadas a un sistema de tierras, ya que si llegara a caer o desviar una corriente en forma de rayo en este tipo de equipo sería muy probable que ocurriera un incendio de consecuencias graves tanto para el personal como para el equipo. La conexión a tierra de estas trampas recuperadoras deberá efectuarse por medio de 1 conector tipo zapata terminal a compresión unido respectivamente un conductor de cobre calibre 2/0 el cual estará conectado a la red general de puesta a tierra por medio de un conector de cobre tipo “T”, para este equipo se consideran 2 caminos de baja impedancia que garantice que este equipo se encuentre al mismo potencial de tierra y que sean dos las rutas disipen de forma más satisfactoria la corriente indeseable si esta llega a presentarse. Para este tipo de conexión debe de aplicarse además un recubrimiento especial para impedir la corrosión típica en el ambiente marino propio de la plataforma, que deteriore la conexión de puesta a tierras.

CONEXIÓN A TIERRA DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

Para el caso de las estructuras de acero que forman con su unión cuartos o edificios, así como para aquellas partes metálicas que cubren a los equipos pero que no están diseñadas para conducir corriente, se conectarán a tierra por medio de un conector tipo zapata a compresión unido a un conductor calibre 2/0 que estará conectado a la red general de tierras por medio de un conector a compresión de cobre tipo “T”, siempre y cuando cumplan con lo establecido a continuación:

Equipo fijo o conectados de forma permanente. Las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente, deben ponerse a tierra si se presenta cualquiera de las circunstancias mencionadas en los siguientes incisos:

a) Distancias horizontales y verticales. Si están a menos de 2,5 m en vertical o de 1,50 m en horizontal de tierra u objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con personas.

b) Lugares mojados o húmedos. Cuando estén instaladas en lugares mojados o húmedos y no estén aisladas.

c) Contacto eléctrico. Cuando estén en contacto eléctrico con metales.

d) Locales peligrosos (clasificados) Cuando estén en un local peligroso (clasificado) .

e) Método de alambrado. Cuando estén alimentados por medio de cables con forro metálico, recubiertos de metal, en canalizaciones metálicas u otro método de instalación que pueda servir de puesta a tierra del equipo, excepto lo que se permita en (NOM 250-33) para tramos cortos de envolventes metálicos.

NOM Artículo. 250-42

Acero estructural. El acero estructural interior expuesto que se conecta para formar la estructura de acero de un edificio, que no se conecta intencionadamente a tierra y que puede quedar energizado, se debe conectar al envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de tierra de la instalación.

NOM Artículo 250-80 Apartado C.

ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.

Debido a que la instalación del sistema general de puesta a tierra Será sobre la estructura de una plataforma marina y que es impracticable el poder enterrar electrodos de tierras convencionales, se emplearán como electrodos para disipar las corrientes provenientes tanto de fallas, como de descargas atmosféricas, los pilotes de acero que se encuentran enterrados en el lecho marino, ya que estos cuentan con una trayectoria eléctricamente permanente y continua, con capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica de falla que pueda producirse(tal como se menciona en NOM Artículo 250-51) además de que estos son los que forman la subestructura y que mantienen firme a toda la superestructura donde están colocados nuestros equipos. Dichos pilotes estarán conectados a la red general de puesta a tierra, por medio de conectores soldables/ a compresión(ver figura 4.2)(tal como se indica en NOM Artículo 250-113 y 250-115) de acero estructural que nos servirán para conectar la estructura metálica de los pilotes al cable de tierras. (ver detalle No 1 y 7 del Dib. No E2-05)



FIGURA NO 4.2 CONECTORES A COMPRESIÓN UTILIZADOS EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TIERRAS Y PARARRAYOS.

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA PARA EL ELECTRODO Y LOS EQUIPOS.

Para la determinación del tamaño nominal del conductor de puesta a tierra del electrodo se aplico la NOM en su Artículo 250-94 en el cual se indica que el calibre de este conductor de puesta a tierra esta en función del valor del conductor de tamaño mayor de entrada, en la acometida de acuerdo a la tabla correspondiente a este articulo (ver la tabla No 4.5.1), de acuerdo a lo anterior y considerando que el tamaño del conductor de entrada a la acometida en que corre desde el motogenerador hasta el CCM en la plataforma de enlace E2 es de 500 kcmil, se obtiene que el valor del conductor de puesta a tierra del electrodo es de 1/0, aunque por razones de mayor confiabilidad se determino utilizar el calibre 2/0 para este fin.

Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo mm ² (AWG o kcmil)		Tamaño nominal del conductor al electrodo de tierra mm ² (AWG o kcmil)	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
33,62 (2) o menor	53,48 (1/0) o menor	8,367 (8)	13,3 (6)
42,41 o 53,48 (1 o 1/0)	67,43 o 85,01 (2/0 o 3/0)	13,3 (6)	21,15 (4)
67,43 o 85,01 (2/0 o 3/0)	4/0 o 250 kcmil	21,15 (4)	33,62 (2)
Más de 85,01 a 177,3 (3/0 a 350)	Más de 126,7 a 253,4 (250 a 500)	33,62 (2)	53,48 (1/0)
Más de 177,3 a 304,0 (350 a 600)	Más de 253,4 a 456,04 (500 a 900)l	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
Más de 304 a 557,38 (600 a 1100)	Más de 456,04 a 886,74 (900 a 1750)	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
Más de 557,38 (1100)	Más de 886,74 (1750)	85,01 (3/0)	126,7 (250)

TABLA 4.5.1 CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRA DE INSTALACIONES DE C.A.

Para el caso del tamaño nominal del conductor de tierra para los equipos, se fundamento su elección conforme a lo establecido en NOM en su Artículo 250-96 en el cual se indica que el calibre de este conductor esta en función del valor en amperes de la capacidad del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, de acuerdo a la tabla correspondiente a este articulo (ver tabla No 4.5.2) Por lo anterior y tomando en cuenta que el valor en este dispositivo de protección es de 400 amperes(ver diagrama unifilar Dib. No E2-10) se obtiene que el valor mínimo de este conductor es 2 AWG.

"ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE."

Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (A)	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,082 (14)	---
20	3,307 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)
2500	177,3 (350)	304 (600)
3000	202,7 (400)	304 (600)
4000	253,4 (500)	405,37 (800)
5000	354,7 (700)	608 (1200)
6000	405,37 (800)	608 (1200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en este Tabla.

TABLA 4.5.2. TAMAÑO NOMINAL MÍNIMO DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPOS

LONGITUD DE LA RED GENERAL DE PUESTA A TIERRA.

Debido a que la aplicación de las normas que definen la longitud de la red de tierras están basadas en cálculos que involucran los valores propios de resistividad del terreno, no es posible la aplicación de estas normas para la determinación de este valor en una plataforma marina, por lo que se recomienda que la longitud de esta red este determinada por el valor que resulte del tendido de conductor, cuando este pase por todas las áreas donde se encuentran el equipo a proteger dentro de la plataforma y forme una malla con la unión del conductor en los electrodos de la red. (ver el sistema de tierras de los niveles +19.100 y +27.952 en los Dib. E2-03 Y E2-04 respectivamente)

IDENTIFICACIÓN LAS TERMINALES DE PUESTA A TIERRA.

Los elementos que conformen la red de puesta a tierras dentro de la plataforma de enlace E2 deberá estar identificadas por la utilización de pintura verde en sus terminales, conectores y color del aislante del conductor o por medio de las palabras verde o puesta a tierra de acuerdo a lo especificado en NOM Artículo250-119.

ARTICULOS DE LA NOM CITADOS PARA ESTE CAPITULO.

250-51. Trayectoria efectiva de puesta a tierra. La trayectoria a tierra desde los circuitos, equipo y cubiertas metálicas de conductores debe ser: (1) permanente y eléctricamente continua; (2) de capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica de falla que pueda producirse, y (3) de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión eléctrica a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito. El terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

250-94. Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de c.a. El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no puesta a tierra, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-94.(ver tabla 4.5.1)

250-95. Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo. El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95. (ver tabla 4.5.2)

250-113. A los conductores y equipo. Los conductores de puesta a tierra y los cables de puentes de unión se deben conectar mediante soldadura exotérmica, conectadores a presión aprobados y listados, abrazaderas u otros medios también aprobados y listados. No se deben usar medios o herrajes de conexión que sólo dependan de soldadura. Para conectar los conductores de puesta a tierra a los envoltentes no se deben usar pijas.

250-115. Conexión a los electrodos. El conductor de puesta a tierra de equipo se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, zapatas, conectadores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados y listados. No se deben usar conexiones que dependan únicamente de la soldadura. Las abrazaderas de tierra deben estar aprobadas y listadas para el material del electrodo de puesta a tierra y para el conductor del electrodo de puesta a tierra y, cuando se usen en tubería, varillas u otros electrodos enterrados, deben estar también aprobadas y listadas para su uso enterradas directamente en el terreno natural. No se debe conectar al electrodo de puesta a tierra con la misma abrazadera o accesorio más de un conductor, excepto si la abrazadera o accesorio está aprobada(o) y listada(o) para usarla con varios conductores. La conexión debe hacerse por uno de los métodos explicados en los siguientes incisos:

- a) **Abrazadera sujeta con pernos.** Abrazadera aprobada de latón o bronce fundido o hierro dulce o maleable.
- b) **Accesorios y abrazaderas para tubería.** Un accesorio, abrazadera u otro mecanismo aprobado, sujeto con pernos a la tubería o a sus conexiones.
- c) **Abrazadera de tierra de tipo solera.** Una abrazadera de tierra aprobada y listada de tipo solera, con una base de metal rígido que asiente en el electrodo y con una solera de un material y dimensiones que no sea probable que cedan durante o después de la instalación.
- d) **Otros medios.** Otros medios sustancialmente iguales a los descritos y aprobados.

250-119. Identificación de las terminales de los dispositivos de puesta a tierra. Las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo se deben identificar (1) mediante un tornillo terminal de cabeza hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente; (2) mediante una tuerca terminal hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente o (3) mediante un conectador a presión pintado de verde. Si la terminal del conductor de puesta a tierra no es visible, se debe marcar el orificio de entrada del cable de tierra con la palabra "verde" o "puesta a tierra", con las letras "V" o "T" o con el símbolo de puesta a tierra No. 5019 de la Comisión Electrotécnica Internacional o de cualquier otro modo en color verde.

Símbolo de puesta a tierra IEC No. 5019



4.6 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE PARARRAYOS

4.6.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA INSTALACION A SER PROTEGIDOS Y EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS Y ESPECIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE PROTECCION REQUERIDOS DE ACUERDO AL AREA O INSTALACIÓN DE QUE SE TRATE:

- **En general:**

De acuerdo a las características de la instalación y con base a la norma NFPA 780 se decidió proteger el área de los cuartos de control eléctrico y de instrumentos, cuarto de UPS, cuarto de baterías, talleres MEDI y MESS mediante un sistema híbrido compuesto por los sistemas tradicionales de protección por medio de puntas tipo faraday para un techo plano (ver sección 3-1.2 y 3-7, figura 3-1.2) y el método de la esfera rodante (ver sección 3-7.3 de la NFPA 780-1997)

- **En particular:**

Para el Edificio del cuarto de control eléctrico y de instrumentos, cuarto de baterías, cuarto de cargadores, la protección es a través de puntas tipo faraday de 30 cm de altura y 13 mm de diámetro, colocadas sobre una estructura de acero de 2.7 mts de altura, estas puntas serán interconectadas y posteriormente aterrizadas en puntos estratégicamente seleccionados como se indica en la planta correspondiente al Dib. E2-09.

En el caso de los talleres de MEDI la protección es a través de un sistema híbrido, compuesto por el método de la esfera rodante (como se especifica en la sección 3-7.3 de la NFPA 780) para el cual se tomara como punto mas alto, la punta pararrayos existente en el mástil de la grúa, que está a una altura de aproximadamente 52 mts sobre el nivel del mar, se aplicará este método ya que la altura a la que se encuentra este punto rebasa los 46 mts requeridos como mínimo, para aplicar el método de la esfera rodante, el cual establece una zona de protección que se forma bajo la curva de una esfera de radio igual a 46 mts, cuando esta es tangente a la punta del pararrayos de la estructura que deseamos proteger y Descansa contra la Punta que se encuentra sobre el mástil de la grúa. Con este método conseguimos proteger una distancia circular de un radio aproximado de 16.5 mts, cuya altura variará de 24.4 mts (punta mas alta) hasta 11 mts (punta de la estructura a proteger) sobre el nivel +27.952, que será suficiente para cubrir el área inferior de los talleres MEDI y la estructura que rodea al tanque de diesel, sin que se requiera colocar puntas sobre esta estructura para que esté protegida.

“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”

Además se complementará la protección mediante puntas tipo faraday de 30 CMS y 13 mm de diámetro distribuidas e interconectadas sobre una estructura de acero de 2.70 MTS de altura, tomando en cuenta las características y forma del techo de los talleres MESS, que son similares a las mostradas en la sección 3-7 de la NFPA-780 1997 para estructuras que son menores a 7.6 m y para la cual se establece una zona de protección de relación 1 a 2, como se puede apreciar en el corte A-A' del dibujo E2-09.

Para la zona de la azotea “baja” de los talleres de MEDI, donde se prevé que eventualmente suba personal, para realizar labores de mantenimiento, se considero el área de protección bajo la curva que esta formada desde la punta pararrayos existente en la punta del mástil de la grúa, hasta las puntas pararrayos colocadas de forma distribuida, en la azotea del laboratorio sobre los talleres MESS, esta zona será suficiente para cubrir parte de la azotea de los talleres de MEDI, sin que sean instaladas puntas pararrayos en la parte inferior de esta estructura. Ver detalle corte A-A' del dibujo numero E2-09.

4.6.2 CLASE DE MATERIALES PARA PROTECCION DE TALLERES, DE CUARTOS DE CONTROL ELÉCTRICO, INSTRUMENTOS, UPS Y BATERIAS.

DEBIDO A QUE LAS ESTRUCTURAS DE LOS TALLERES Y DE CUARTOS QUE SE DESEAN PROTEGER, NO REBASAN LOS 23 METROS DE ALTURA QUE INDICA LA NORMA, ESTAS DEBEN SER PROTEGIDAS CON MATERIALES CLASE I (VER TABLA SIGUIENTE TOMADA DE SECCION 3-3 DE LA NFPA-780 1997)

MATERIALES CLASE I					
TIPO DE CONDUCTOR		COBRE		ALUMINIO	
		Estándar	(Métrico)	Estándar	(Métrico)
Terminal Aérea Sólida	Diámetro min.	3/8"	9.5 mm	1/2"	12.7 mm
Terminal Aérea Tubular	Diámetro min.	5/8"	15.9 mm	5/8"	9.5 mm
	Pared Gruesa min.	0.33"	0.8 mm	0.68"	1.6 mm
Conductor Principal (cable)	Calibre min.	17 AWG		14 AWG	
	Peso por longitud	187 lb./1000ft	287 g/m	95 lb./1000ft	141 g/m
	Área de secc. transversal	57400 CM	29 mm ²	98600 CM	50 mm ²
Conductor Principal (sólido o trenzado)	Grueso	0.051"	1.30 mm	0.64"	1.63 mm
	Ancho	1"	25.4 mm	1"	25.4 mm
Bonding Conductor (Sólido o trenzado)	Calibre min.	17 AWG		14 AWG	
	Área de secc. transversal	26240 CM		41100 CM	
Bonding Conductor (sólido o trenzado)	Grueso	0.051"	1.30 mm	0.64"	1.63 mm
	Ancho	1"	12.7 mm	1/2"	12.7 mm

TABLA 4.6 MATERIALES EMPLEADOS EN ESTRUCTURAS QUE NO REBASAN LOS 23 MTS.

es por ello que las características del conductor que se utilizó son las siguientes:

- Cable conductor: 29 mm², 278 g/m

Y en cual el ángulo de cualquier curva no deberá ser menor a 90° ni deberá tener un radio de curvatura menor a 20.3 cm (ver Pág. 780-13 de la NFPA-780 1997). Esto aparece como una nota (no.4) en el dibujo E2-09.

4.6.3 ALTURA Y TIPO DE PARARRAYO.

La altura de la punta pararrayo debe ser de una longitud tal que sobresalga mínimo 25 cm. (10 pulg.) Por arriba del objeto o área a ser protegida, como se especifica en la sección 3.6.1 del NFPA 780.

En nuestro caso, las puntas pararrayo seleccionadas tienen una longitud de 30 cm. Y 13 mm de diámetro respectivamente. Con lo cual se satisface este punto para la correcta aplicación de la norma.

4.6.4 ESPACIAMIENTO ENTRE PUNTAS.

Debido a que las puntas sobre la azotea de los talleres de MESS sobresalen prácticamente los 3 m. De longitud (debido a que estas colocadas sobre una estructura de acero de 2.70 m), se respeta el espaciamiento máximo que deben tener entre ellas, el cual no debe ser mayor a 7.6 metros (25 pies) de acuerdo a sección 3-8.1 del NFPA 780, así como estar separadas de la orilla de la azotea a no más de 60 CMS. (2 pies) (E2-9)

En el edificio del cuarto de control eléctrico, UPS y baterías, se están utilizando puntas de 30cm. (1 pie) de longitud colocadas sobre una estructura de acero de 2.70 mts, por lo que la separación entre ellas no deben exceder los 6.0 metros (20 pies), de acuerdo a lo indicado en el NFPA 780, sección 3.8

4.6.5 CALCULO DEL NUMERO DE BAJANTES A TIERRA.

De acuerdo a NFPA 780 Art. 3-9.10 se debe proveer cuando menos dos bajantes en cualquier clase de estructura. Las estructuras que excedan de 76 metros (250 pies) de perímetro deberán tener un conductor de bajada por cada 30 metros o fracción de esta.

de acuerdo a lo anterior tenemos lo siguiente:

CUARTO DE CONTROL
ELECTRICO,
UPS Y BATERIAS:

LARGO = 9 MTS.
ANCHO = 6 MTS.
PERIMETRO = 2 (9 + 6) = 30 MTS.

TALLERES MESS

Y MEDJ:

LARGO = 20.662 MTS.

ANCHO = 8 MTS.

PERIMETRO = $2 (20.62 + 8) = 57.324$ MTS.

En todos los casos anteriores el perímetro no supera los 76.00 m. Por lo que en la realización del diseño se consideraron 2 bajantes para cada área mencionada, cumpliendo con lo indicado en NFPA 780 Art. 3-9.10

4.6.6 CONECTORES.

Para efectuar la interconexión de los bajantes del sistema de protección contra descargas atmosféricas a los pilotes de la plataforma que nos servirán como varillas de puesta a tierra, se utilizaron conexiones soldables/ A compresión ver Fig. 4.2. en sus diferentes tipos en las cuales se recomienda utilizar la cantidad y materiales de soldadura adecuados al tipo de conexión a realizar, así como moldes resistentes a altas temperaturas (1800 °c aproximadamente) del tamaño y tipo correspondiente. Ver detalle dibujo E2-09.

4.6.7 ELECTRODOS DE TIERRA.

Para los electrodos de tierra, se tomara la estructura principal (pilotes) de soporte en la plataforma elaborada de acero, que tiene una ruta asegurada hacia tierra física, que podremos emplear para dirigir las descargas eléctricas producidas a tierra.

4.6.8. PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS CONTENIENDO VAPORES INFLAMABLES, GASES INFLAMABLES Ó LÍQUIDOS QUE PUEDAN LIBERAR VAPORES INFLAMABLES.

El término “estructura” se aplicará al recipiente, tanque ó contenedor en el cuál este material es contenido.

Ciertos tipos de estructuras usadas para almacenar líquidos que puedan liberar vapores inflamables ó que se utilicen para almacenar gases inflamables, (como el tanque de diesel del motogenerador), están esencialmente auto-protegidas contra daños provocados por descargas atmosféricas y no necesitan protección adicional. Las estructuras metálicas que son eléctricamente continuas, selladas herméticamente para prevenir escapes de líquidos, vapores ó gases y de un adecuado espesor para soportar una descarga directa de acuerdo al Art. 6-3.2 del NFPA-780 son inherentemente auto-protegidas.

4.6.9 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE PROTECCIÓN.

La protección de estas estructuras y sus contenidos, de daños contra descargas atmosféricas requiere de la congruencia ó cumplimiento de los siguientes puntos:

- (a) Los líquidos que puedan liberar vapores tienen que ser almacenados en estructuras prácticamente herméticas.
- (b) Las aberturas donde las concentraciones inflamables de vapores o gas puedan escapar a la atmósfera tienen que ser cerradas ó protegidas contra la entrada de flamas ó chispas.
- (c) Las estructuras y sus accesorios (por ejemplo: U.T.R., indicadores de nivel, válvulas de venteo) tienen que mantenerse en óptimas condiciones de operación.
- (d) Las mezclas inflamables de vapores tienen que ser prevenidas, para evitar posibles concentraciones y acumulaciones fuera de tales estructuras.
- (e) Las diferencias de potencial entre partes conductoras tienen que ser evitadas, sobre todo en los puntos donde los vapores inflamables pueden escapar o acumularse.

4.6.10 MEDIDAS DE PROTECCIÓN.

Los conductores, terminales aéreas y conexiones a tierra tienen que ser seleccionadas e instaladas de acuerdo con los requerimientos que se describen en los dibujos correspondientes y secciones de este capítulo.

4.6.11 ZONAS DE PROTECCIÓN.

La zona de protección para estructuras menores o iguales a 15.2 m es de relación 1/1 (ver sección 3-7 de la NFPA 780 1997), Siempre y cuando se traten de estructuras ordinarias. Sin embargo cuando la estructura contiene vapores inflamables, gases inflamables o líquidos que puedan liberar a la atmósfera vapores inflamables la altura de protección varía con la distancia horizontal en metros a partir de la ubicación del poste que soporta el pararrayo. La altura de protección para cierta distancia horizontal desde el pararrayo se obtiene en forma gráfica haciendo pasar una curva cóncava hacia arriba de 45 metros de radio, que toque en el punto superior al pararrayos del mástil de la grúa y que sea tangente a la punta pararrayos localizadas en la azotea del primer nivel de los talleres MEDI, posteriormente se obtienen de forma gráfica, las diferentes distancias horizontales y verticalmente para conocer la zona de protección generada.

En el caso del pararrayo instalado en el mástil de la grúa y en los cuartos de control eléctrico u UPS de la altura total del pararrayo, soportado en el mástil es de 24.40 m. En la tabla 4.6-11 se presenta la altura de protección a diferentes distancias del mástil.

DISTANCIA HORIZONTAL DESDE EL PARARRAYO EN EL MASTIL (m)	ALTURA DE PROTECCIÓN EN CUARTO ELECTRICO (m)
3.00	21.35
6.00	18.70
9.00	16.50
12.00	14.65
15.00	13.10
18.00	11.90
20.50	11.50

**TABLA 4.6.11. ALTURA DE PROTECCIÓN DESDE LA
PUNTA SOBRE EL MÁSTIL DE LA GRÚA HASTA EL
LABORATORIO.**

INCREMENTANDO LA ALTURA DEL MÁSTIL MÁS ALLÁ DE LA DISTANCIA DE CONTACTO NO INCREMENTARÁ LA ZONA DE PROTECCIÓN.

4.6.12. PREVENCIÓN DE ARCOS ELÉCTRICOS.

Para prevenir los arcos eléctricos causados por diferencias de potencial entre dos cuerpos metálicos conductivos (sideflash) la distancia mínima entre un mástil o un hilo de guarda y la estructura a ser protegida no deberá ser menor que la distancia de unión o distancia de descarga lateral (sideflash), esta distancia de "flasheo" lateral, de un mástil puede ser calculada mediante la fórmula:

$$D = h/6$$

Donde:

h = ALTURA DE LA ESTRUCTURA (U OBJETO BAJO CONSIDERACIÓN)

Se tiene instalada la punta pararrayos a una altura de 24.40 metros sobre el nivel +27.600 en el mástil de la grúa por lo tanto la distancia mínima de "flasheo" será:

$$D = 24.40/6 = 4.06 \text{ METROS}$$

Como el mástil está ubicado a una distancia de 12.50 metros de la ubicación del tanque de diesel (que es una estructura que se desea proteger), es poco probable que con esta ubicación se llegará a presentar el "flasheo" lateral por diferencias de potencial en estas áreas, independientemente de cumplir con los requerimientos de los sistemas de puesta a tierra mencionados anteriormente.

4.7 RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS

Para el buen funcionamiento de estos sistemas pararrayos se recomienda realizar una inspección y mantenimiento a toda la instalación que forma parte del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Dicha inspección contempla entre otros aspectos, verificar que:

- La altura de los pararrayos esté conforme a lo indicado en los planos correspondientes para cada área.
- Todos los componentes que forman parte de la instalación se encuentren firmemente sujetos.
- Debido a maniobras propias de la instalación se recomienda verificar que tanto el sistema de tierra como el propio pararrayos no sufra daños por esfuerzos mecánicos.

- Verificar que la instalación no haya sufrido daños por corrosión y en caso de existir, sustituir los componentes afectados.
- Se recomienda realizar mediciones de continuidad eléctrica en toda la trayectoria de bajada del pararrayos.
- En condiciones normales de operación la norma recomienda que la inspección se realice dentro de un **período anual**, pero en caso de considerarse necesario el ingeniero de mantenimiento deberá programarla antes del tiempo estipulado.

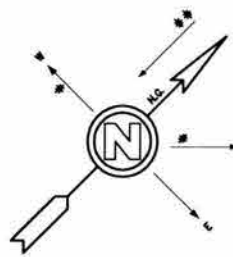
4.7.1. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES GENERALES PARA LOS SISTEMAS DE TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

Las recomendaciones para conservar en buen estado los sistemas de protección contra fallas a tierra y descargas atmosféricas en la plataforma de enlace E2:

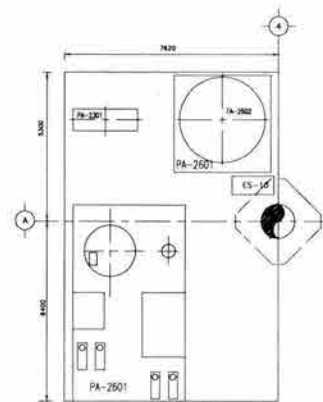
- a) A todas las conexiones y puntos expuestos al ambiente corrosivo se les protegerá con Gel antioxidante (si es que no cuenta con alguna otra protección para evitar la corrosión) con la finalidad de prevenir el efecto de la corrosión sobre los conectores y los extremos de los conductores de puesta a tierra y los que forman el sistema en anillo o el sistema de malla.
- b) Estructurar un plan de mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil de los elementos principales de los diferentes sistemas de tierra (fuerza, control y pararrayos)
- c) Tener precaución cuando existan movimientos de estructuras a través de cortes para no dañar los conductores que estén conectados a tierra.
- d) Supervisar que la instalación del material sea la correcta, ya que en algunas ocasiones los conectores son mal instalados provocando futuros problemas.

INDICE DE DIBUJOS

NO DE IDENTIFICACIÓN.	DESCRIPCIÓN DEL DIBUJO
E2-01	PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL NIVEL + 19.100
E2-02	PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL NIVEL + 27.952
E2-03	SISTEMA GENERAL DE TIERRAS NIVEL +19.100
E2-04	SISTEMA GENERAL DE TIERRAS NIVEL +27.952
E2-05	DETALLES DE INSTALACION DE TIERRAS.
E2-06	CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS NIVEL +19.100
E2-07	CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS NIVEL +27.952
E2-08	DETALLES DE CLASIFICACION DE AREAS
E2-09	SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS NIVEL +27.952.
E2-10	DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE DISTRIBUCION.
E2-11	DIAGRAMA UNIFILAR CCM-01
E2-12	DIAGRAMA UNIFILAR CCM-E
E2-13	DISTRIBUCION DE ALUMBRADO EN NIVEL + 19.100
E2-14	DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO EN NIVEL + 27.952
E2-15	DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO EN EL TALLER ELÉCTRICO.
E2-16	DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO EN BODEGAS.
E2-17	DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO EN BAÑOS Y VESTIDORES.
E2-18	DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO EN EL TALLER DE SOLDADURA.
E2-19	DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO EN ELCUARTO DE CONTROL LABORATORIO.
E2-20	LABORATORIO.
E2-21	DIAGRAMA UNIFILAR CON LOS RESULTADOS DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO.



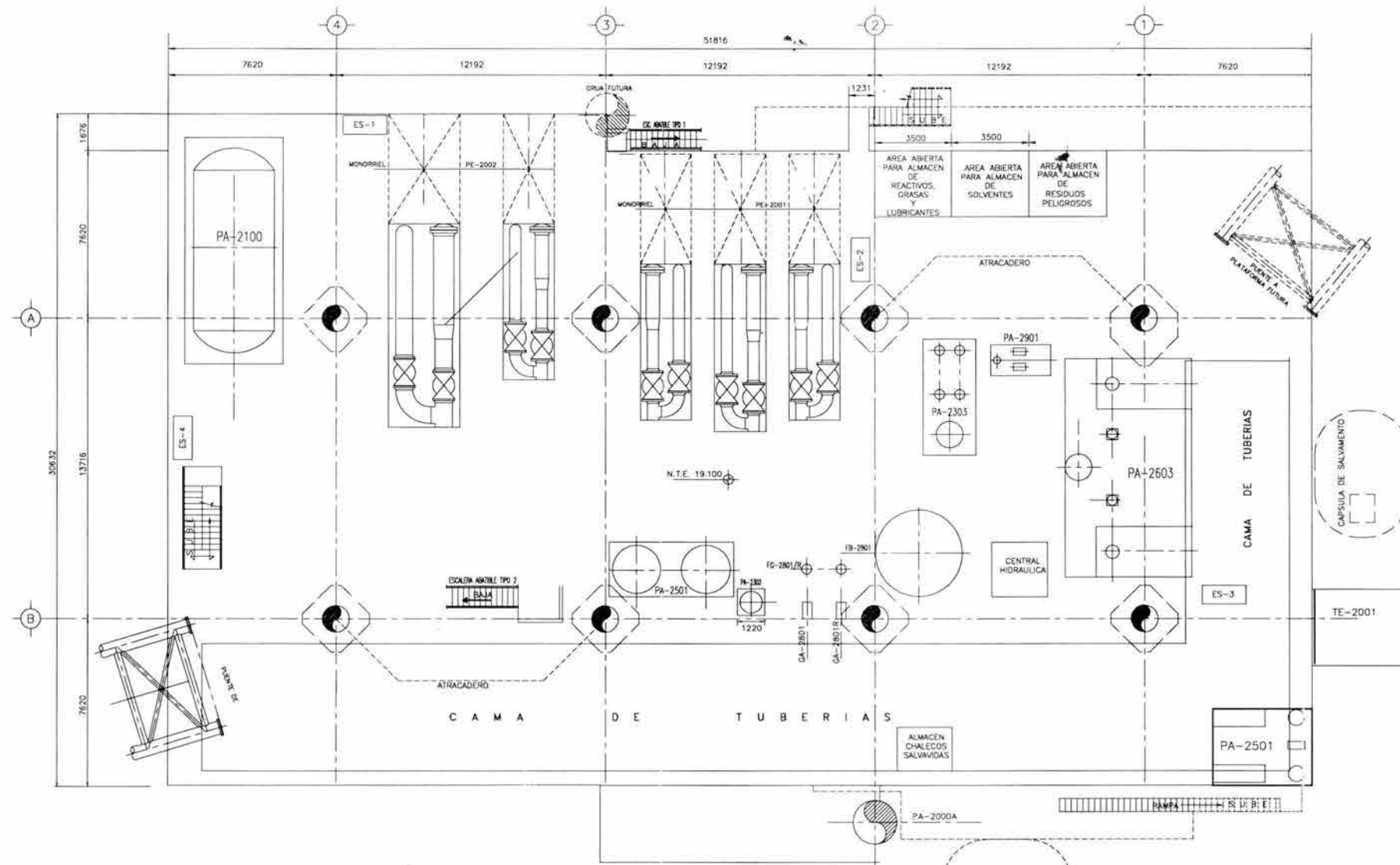
• VIENTOS REMANENTES
 ** VIENTOS DOMINANTES
 N.G. NORTE GEOGRAFICO



SUBNIVEL 14.500

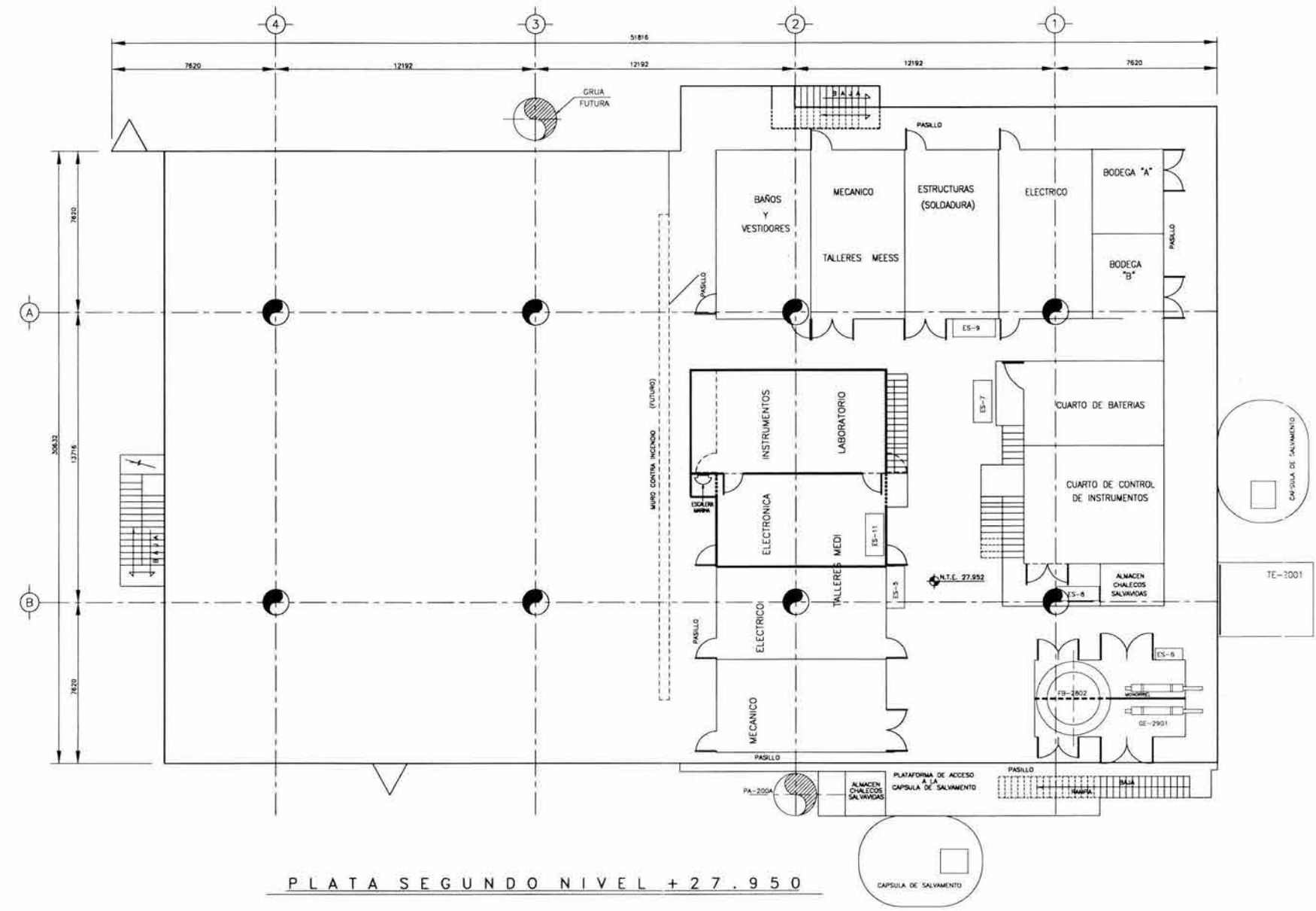
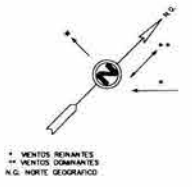
LISTA DE EQUIPO DE ENLACE

CLAVE	DESCRIPCION
FA-2801	TANQUE HIDRONEUMATICO DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO
FB-2801	TANQUE DE RECEPCION DE DIESEL
FD-2801/R	FILTRO DE DIESEL
GA-2301/R	BOMBA DE AGUA DE SERVICIO
GA-2801/R	BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO
GA-2802/R	BOMBA JOCKEY
GA-2801/R	BOMBA DE DISTRIBUCION DE DIESEL
HR-2801	TRAMPA DE DIABLOS GASODOCTO DE GAS AMARGO
HR-2802	TRAMPA DE DIABLOS GASODOCTO DE GAS AMARGO
HR-2803	TRAMPA DE DIABLOS GASODOCTO DE GAS B.N.
HR-2804	TRAMPA DE DIABLOS GASODOCTO DE GAS B.N.
HR-2805	TRAMPA DE DIABLOS GASODOCTO DE GAS B.N.
PA-2100	PAQUETE DEL SLUG CATCHER
PA-2301	PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS NEGRIAS
PA-2302	PAQUETE DEL SISTEMA PRESURIZADO DE AGUA POTABLE
PA-2303	PAQUETE DEL SISTEMA DE AGUA DE MAR
PA-2501	PAQUETE DE COMPRESION DE AIRE DE INSTRUMENTOS Y PLANTA INCLUYENDO SECADORA Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO
PA-2801	PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS ACIDOSAS
PA-2802	PAQUETE DEL TANQUE DE DRENAJE CERRADO
PA-2803	PAQUETE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD
PA-2901	PAQUETE DE DOSIFICACION DE HIPOCLORITO DE SODIO
PE-2001	POLIPASTO ELECTRICO
PE-2002	POLIPASTO ELECTRICO
PA-2003	POLIPASTO MANUAL
TE-2001	ELEVADOR INDUSTRIAL
PA-2000A	GRUA PEDESTAL



PLANTA ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA INFERIOR EN ELEVACION + 19.100

		FEBRERO-04		REVISO: ING. ABEL VERDE CRUZ ING. GIL VILLARRUEL FERNÁNDEZ		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN	
		FECHA		ALUMNO: SAÚL MENDIOLA TREJO		PLATAFORMA DE ENLACE E2 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL PLANTA EN ELEVACION +19.100	
NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.				ESC.: 1:100 ACOT.: mm.	MEXICO Dib. No E2-01 REV. 0

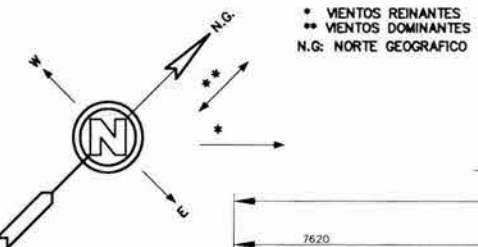


LISTA DE EQUIPO DE ENLACE

CLAVE	DESCRIPCION
FB-2802	TANQUE DE DIESEL DEL MOTOGENERADOR
GE-2901	MOTOGENERADOR ELECTRICO
TE-2001	ELEVADOR INDUSTRIAL

PLATA SEGUNDO NIVEL +27.950

			FEBRERO-04	REVISO: ING. ABEL VERDE CRUZ ING. GIL VILLARRUEL FERNÁNDEZ	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN		
			FECHA			ALUMNO: SAÚL MENDIOLA TREJO	
NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.			PLATAFORMA DE ENLACE E2 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL PLANTA EN ELEVACION +27.952		
				MEXICO	ESC.: 1:100 ACOT.: mm.	Dib. No E2-02	REV. 0



* VIENTOS REINANTES
 ** VIENTOS DOMINANTES
 N.G. NORTE GEOGRAFICO

SIMBOLOGIA

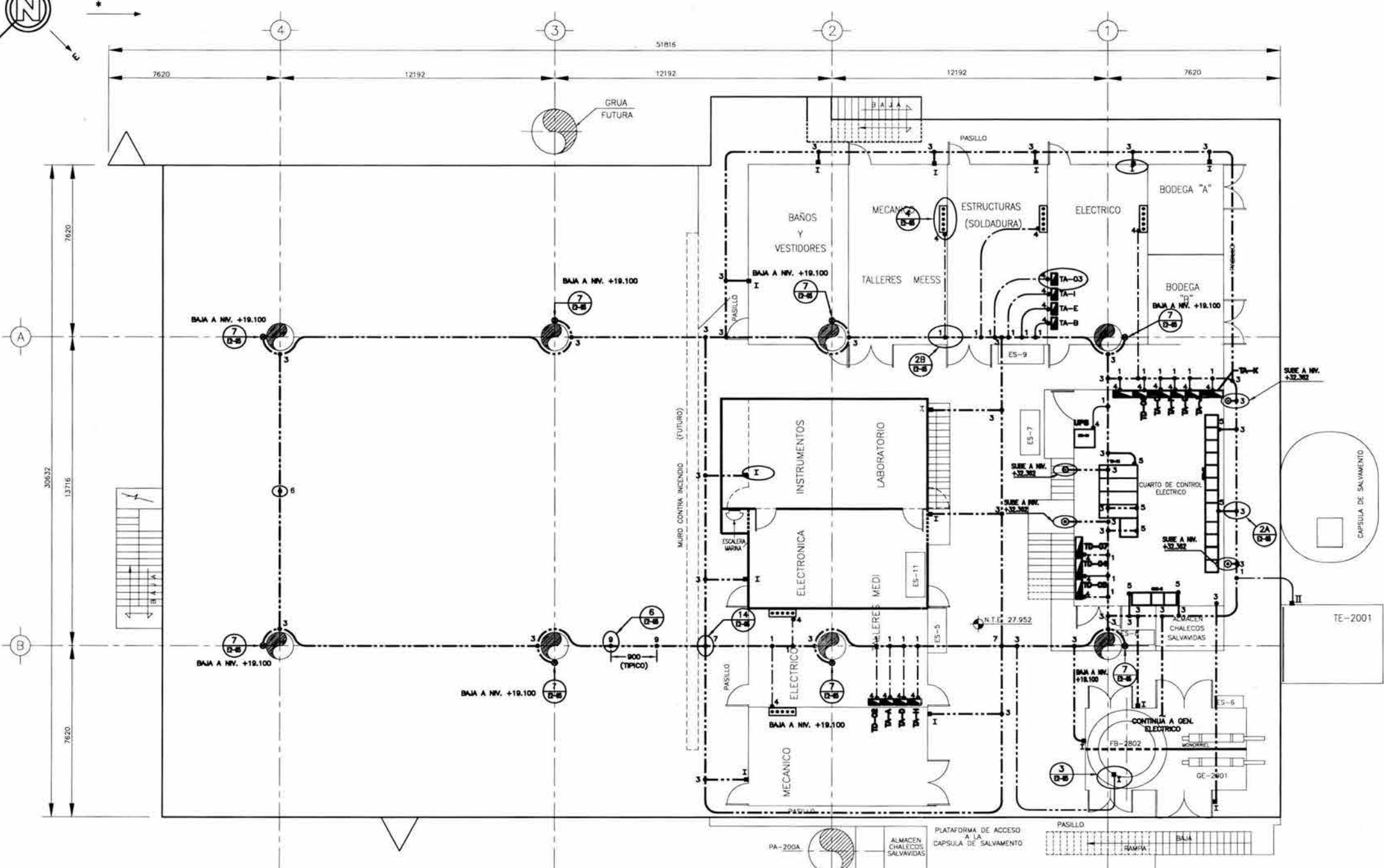
- I CONEXION A COMPRESION/SOLDABLES A EQUIPO (EL NUMERO INDICA TIPO DE CONEXION)
- CABLE DE COBRE CON AISLAMIENTO THW-LS COLOR VERDE PARA LA RED PRINCIPAL DE TIERRAS, SECCION 67 mm² (2/0 AWG).
- CABLE DE COBRE CON AISLAMIENTO THW-LS COLOR VERDE PARA DERIVACIONES DE LA RED DE TIERRAS, SECCION 33.82 mm² (2 AWG).
- CONEXION A COMPRESION/SOLDABLE A EQUIPO Y ESTRUCTURAS (EL NUMERO INDICA TIPO DE CONEXION)
- 5 INDICA NUMERO DE DETALLE
- (B-6) INDICA NUMERO DE DIB. QUE CONTIENE EL DETALLE (E2-05)
- TABLERO DE DISTRIBUCION SIN RESPALDO.
- ***** BARRA DE PUESTA A TIERRA
- ⊙ CABLE QUE SUBE o SE ACERCA AL OBSERVADOR
- ⊗ CABLE QUE BAJA o SE ALEJA DE OBSERVADOR

CLAVE	MATERIAL / ACCESORIO	DE	A
I	CONECTOR DE ACERO ESTRUCTURAL CORROZADO DE 15.8MM DE DIAM POR 144.3 MM DE LONGITUD.	DE PLACA DE ACERO ESTRUCTURAL VERTICAL U HORIZONTAL O PATA DE LA PLATAFORMA	A CONECTOR A COMPRESION TIPO DERIVACION DE CONECTOR DE ACERO A CABLE DE COBRE AISLADO CALIBRE 2/0 AWG.
II	CONECTOR DE ACERO ESTRUCTURAL CORROZADO DE 15.8 MM DE DIAM. POR 144.3 MM DE LONGITUD.	DE PLACA DE ACERO ESTRUCTURAL VERTICAL U HORIZONTAL O PATA DE LA PLATAFORMA	A CONECTOR A COMPRESION TIPO DERIVACION DE CONECTOR DE ACERO A CABLE DE COBRE AISLADO CALIBRE 2 AWG.

CLAVE	TIPO	DE	A
1	T ^h HORIZONTAL	CABLE DE COBRE AISLADO, DE PASO CALIBRE 2/0 AWG	DERIVACION A TOPE DE CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE 2 AWG
2	T ^h HORIZONTAL	CABLE DE COBRE AISLADO, DE PASO CALIBRE 2 AWG	DERIVACION A TOPE DE CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE 2 AWG
3	T ^h HORIZONTAL	CABLE DE COBRE AISLADO, DE PASO CALIBRE 2/0 AWG	DERIVACION A TOPE DE CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE 2/0 AWG
4	ZAPATA TERMINAL DE COBRE ELECTROLITICO ESTARADO, SIN VENTANA CON UN BARRENDO DE 13 MM DE DIAMETRO	PARA CONECTAR CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE 2 AWG.	A SUPERFICIE PLANA CON UN BARRENDO DE 13 MM DE DIAM.(CON TORNILLO DE BRONCE AL SILICIO DE 9.52 MM DE DIAM. X 25.4 MM DE LONGITUD CON ARANDELA DE PRESION Y TUERCA HEXAGONAL.
5	ZAPATA TERMINAL DE COBRE ELECTROLITICO ESTARADO, SIN VENTANA CON UN BARRENDO DE 13 MM DE DIAMETRO	PARA CONECTAR CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE 2/0 AWG.	A SUPERFICIE PLANA CON UN BARRENDO DE 13 MM DE DIAM.(CON TORNILLO DE BRONCE AL SILICIO DE 9.52 MM DE DIAM. X 25.4 MM DE LONGITUD CON ARANDELA DE PRESION Y TUERCA HEXAGONAL.
6	EMPALME DE COBRE ELECTROLITICO ESTARADO PARA UNIR DOS CABLES DE COBRE "C"	CABLE DE COBRE AISLADO CALIBRE 2/0 AWG	CABLE DE COBRE AISLADO CALIBRE 2/0 AWG
7	CONECTOR EN CRUZ "X"	CABLE DE COBRE AISLADO, DE PASO CALIBRE 2/0 AWG	CABLE DE COBRE AISLADO, DE PASO CALIBRE 2/0 AWG
8	CONECTOR "L"	CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE 2/0 AWG	A DERIVACION A TOPE DE CABLE DE COBRE AISLADO CALIBRE 2 AWG
9	CONECTOR GROUNDLINK	DE VIGA ESTRUCTURAL PRINCIPAL DE LA PLATAFORMA	A CABLE DE COBRE AISLADO DE PASO CALIBRE 2/0 AWG. CON TORNILLO DE BRONCE AL SILICIO DE 9.52MM DE DIAM. X 25.4MM DE LONGITUD CON ARANDELA DE PRESION Y CONECTOR DE ALEACION ALTA EN COBRE PARA SUJETAR CABLE A BARRA PLANA

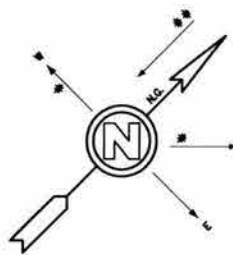
NOTAS

- 1.- PARA DETALLES DE INSTALACION, VER DIB. E2-05
- 2.- PARA TODOS LOS EQUIPOS QUE VAN CONECTADOS A TIERRA SE UTILIZARA LA PREPARACION QUE TENGA CADA UNO PARA ESTE FIN, EN CASO DE QUE NO EXISTA ESTA PREPARACION SE REALIZARA EN EL LUGAR MAS ACESIBLE.
- 3.- EL CABLE DE CONEXION A TIERRA SE SUJETARA A LAS ESTRUCTURAS CON CONECTORES A COMPRESION
- 4.- EL DISEÑO CUMPLE CON LA ESPECIFICACION PEMEX P.2.0227.04 PRIMERA EDICION, CON LAS BASES DE DISEÑO Y LA NORMA NOM-001-SEDE-1996.
- 5.- EN LA COLOCACION DE LOS CONECTORES A COMPRESION, TERMINALES TIPO ZAPATA, TIPO "T", "L", "C", "X", ETC, SE DEBERA RETIRAR EL AISLANTE DEL CABLE PARA LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE TIERRAS.

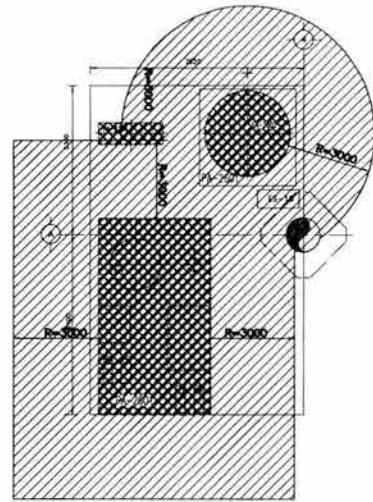


PLATA SEGUNDO NIVEL +27.950

E2-02	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL NIVEL +27.600	0	FEBRERO-04	TESIS PROFESIONAL	REVISO: ING. ABEL VERDI CRUZ ING. GIL VILLARUEL FERNÁNDEZ	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.	FECHA		ALUMNO: SAÚL MENDIOLA TREJO	
					ESC.: 1:100 ACOT.: mm.	MEXICO
					Dib. No E2-04	REV. 0



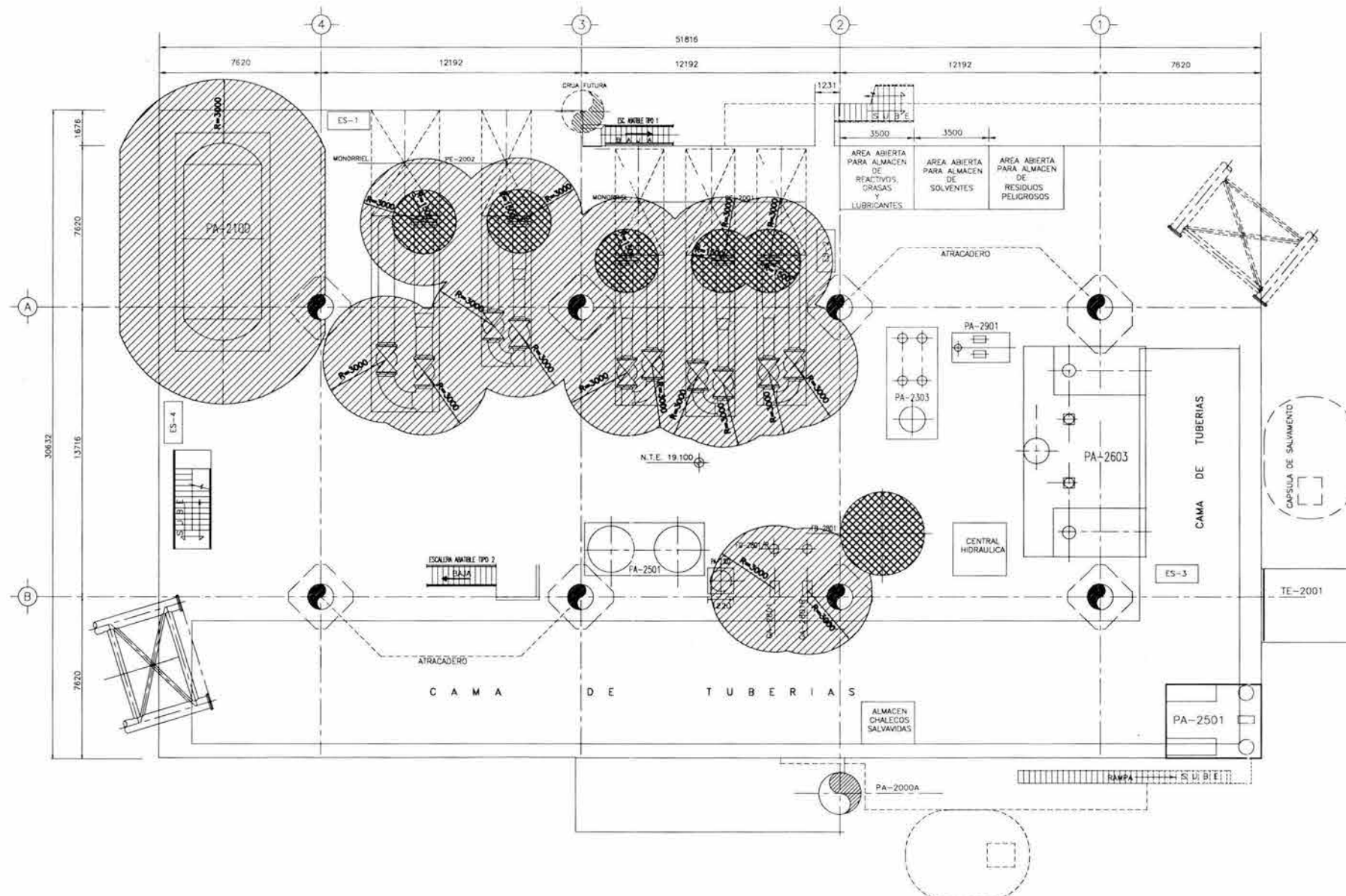
* VIENTOS REMANENTES
 ** VIENTOS DOMINANTES
 N.G.: NORTE GEOGRAFICO



SUBNIVEL 14.500

LISTA DE EQUIPO DE ENLACE

CLAVE	DESCRIPCION
FA-2801	TANQUE HIDRONEUMATICO DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO
FB-2801	TANQUE DE RECEPCION DE DIESEL
FD-2801/R	FILTRO DE DIESEL
GA-2301/R	BOMBA DE AGUA DE SERVICIO
GA-2801/R	BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO
GA-2802/R	BOMBA JOCKEY
GA-2801/R	BOMBA DE DISTRIBUCION DE DIESEL
HR-2801	TRAMPA DE DIABLOS GASODUCTO DE GAS AMARILLO
HR-2802	TRAMPA DE DIABLOS GASODUCTO DE GAS AMARILLO
HR-2803	TRAMPA DE DIABLOS GASODUCTO DE GAS B.H.
HR-2804	TRAMPA DE DIABLOS GASODUCTO DE GAS B.H.
HR-2805	TRAMPA DE DIABLOS GASODUCTO DE GAS B.H.
PA-2100	PAQUETE DEL SLUG CATCHER
PA-2301	PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS NEGRAS
PA-2302	PAQUETE DEL SISTEMA PRESURIZADO DE AGUA POTABLE
PA-2303	PAQUETE DEL SISTEMA DE AGUA DE MAR
PA-2501	PAQUETE DE COMPRESION DE AIRE DE INSTRUMENTOS Y PLANTA INCLUYENDO SECADORA Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO
PA-2801	PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS ACETOSAS
PA-2802	PAQUETE DEL TANQUE DE DRENAJE CERRADO
PA-2803	PAQUETE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD
PA-2801	PAQUETE DE DOSIFICACION DE HIPOCLORITO DE SODIO
PE-2001	POLIPASTO ELECTRICO
PE-2002	POLIPASTO ELECTRICO
PM-2003	POLIPASTO MANUAL
TE-2001	ELEVADOR INDUSTRIAL
PA-2000A	GRUA PEDESTAL



PLANTA ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA INFERIOR EN ELEVACION + 19.100

NOTAS

- LA CLASIFICACION DE AREAS ESTA BASADA EN LAS NORMAS NOM-001-SEDE-1999 Y PEMEX-P.02.0203.01-2000, Y EN LAS BASES DE DISEÑO.
- LA CLASIFICACION DE AREAS SE REALIZO EN BASE AL Dib. No. E2-01 DE LOCALIZACION GENERAL.
- LAS DIMENSIONES MOSTRADAS ESTAN EN MM.
- CLASIFICACION DE AMBIENTES:
 AREA CLASE 1:
 LOS LUGARES CLASE 1 SON AQUELLOS EN LOS CUALES ESTAN O PUEDEN ESTAR PRESENTES EN EL AIRE, GASES O VAPORES INFLAMABLES EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.
 a) AREA CLASE 1, DIVISION 1:
 ES UNA ZONA EN DONDE, BAJO CONDICIONES NORMALES DE OPERACION, EXISTEN CONCENTRACIONES DE GASES O VAPORES INFLAMABLES, (O EN DONDE FRECUENTEMENTE, DEBIDO A LABORES DE REPARACION, MANTENIMIENTO O FUGAS, EXISTEN CONCENTRACIONES EN CANTIDADES PELIGROSAS DE GASES O VAPORES, O EN DONDE EXISTA ALGUN MAL FUNCIONAMIENTO).
 b) AREA CLASE 1, DIVISION 2:
 ES UNA ZONA DONDE SE MANEJA, PROCESA O SE USAN LIQUIDOS VOLATILES INFLAMABLES O GASES INFLAMABLES, PERO EN DONDE NORMALMENTE LOS LIQUIDOS, VAPORES O GASES, ESTAN CONFINADOS DENTRO DE RECIPIENTES CERRADOS O SISTEMAS CERRADOS EN DONDE ELLOS PUEDEN ESCAPAR SOLAMENTE EN CASO DE RUPTURA ACCIDENTAL O AVERIA DE RECIPIENTES O SISTEMAS Y/O LUGARES QUE SE ENCUENTRAN ADYACENTES A UN LUGAR CLASE 1, DIVISION 1.
 c) AREA NO PELIGROSA:
 ES EL AREA DONDE LAS MEZCLAS DE GAS-AIRE NO ESTAN PRESENTES EN CANTIDADES TALES QUE SE REQUIERAN PRECAUCIONES ESPECIALES PARA LA CONSTRUCCION Y USO DE APARATOS.
 5.- ESTA CLASIFICACION DE AREAS ES SOLA PARA LA SELECCION DE EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS, SIN EMBARGO LA ESPECIFICACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS ESTA REALIZADA DE ACUERDO A LAS BASES DE DISEÑO DEL PROYECTO.
 6.- LA TEMPERATURA MAXIMA QUE DEBEN ALCANZAR LOS EQUIPOS EN LAS SUPERFICIES, EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION & CON SOBRECARGAS NO DEBE EXCEDER EL 80 % DE LA TEMPERATURA DE IGNICION DE LAS MEZCLAS EXPLOSIVAS ADYACENTES. (ESPECIFICACION PEMEX No. P.2.0203.01, SECCION 11.4).
- LAS TUBERIAS AL AIRE LIBRE QUE CONTENGAN VALVULAS, CONEXIONES ATORNILLABLES O DISPOSITIVOS SIMILARES QUE LLEVEN LIQUIDOS INFLAMABLES O ALTAMENTE VOLATILES SE CONSIDERAN COMO AREAS CLASE 1, DIVISION 2, HASTA UNA DISTANCIA EN TODAS DIRECCIONES DE UN METRO DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DE LOS DISPOSITIVOS MENCIONADOS, SE EXTENDERA TAMBIEN 60 cm. POR ENCIMA DEL NIVEL DE PISO DENTRO DE LOS 3 m. HORIZONTALES A PARTIR DEL DISPOSITIVO MENCIONADO. PEMEX P.2.0203.01, PAG. 45; FIG. No. 4.
- LAS AREAS NO CERRADAS ADECUADAMENTE VENTILADAS DONDE SON ALMACENADOS COMBUSTIBLES Y PRODUCTOS DE PINTURA, SERA UNA AREA NO CLASIFICADA.
- EL AREA ALREDEDOR DE LA INSTALACION DE UN RECEPTOR O LANZADOR DE DIABLOS EN UN AREA LIBREMENTE VENTILADA, SE CLASIFICA COMO DIVISION 1 DESDE EL CENTRO DE LA TAPA DEL LANZADOR DE DIABLOS HASTA UNA DISTANCIA DE 1.5 m. EN TODAS DIRECCIONES RODEADA POR OTRA AREA DIVISION 2 DE 1.5 m. DE DISTANCIA EN TODAS DIRECCIONES. PEMEX P.2.0203.01, PAG. 48.

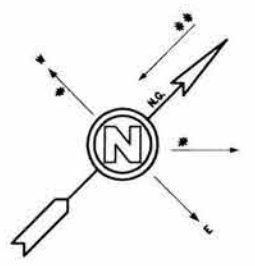
TABLA No. 1

SUSTANCIA	(NEC) GRUPO	TEMP. DE IGNICION * C	CLASE TEMP. REQUERIDA POR EQUIPO ELECTRICO
BUTANO	D	288	T2A
MONOXIDO DE CARBONO	D	608	T1
CICLOHEXANO	D	245	T2C
ETANO	D	472	T1
HEPTANO	D	204	T3
HEXANO	D	225	T2D
ACIDO SULFURICO	D	280	T2C
METANO	D	537	T1
METANOL	D	385	T2
PENTANO	D	243	T2C
PROPANO	D	450	T2
TOLUENO	D	480	T1

SIMBOLOGIA

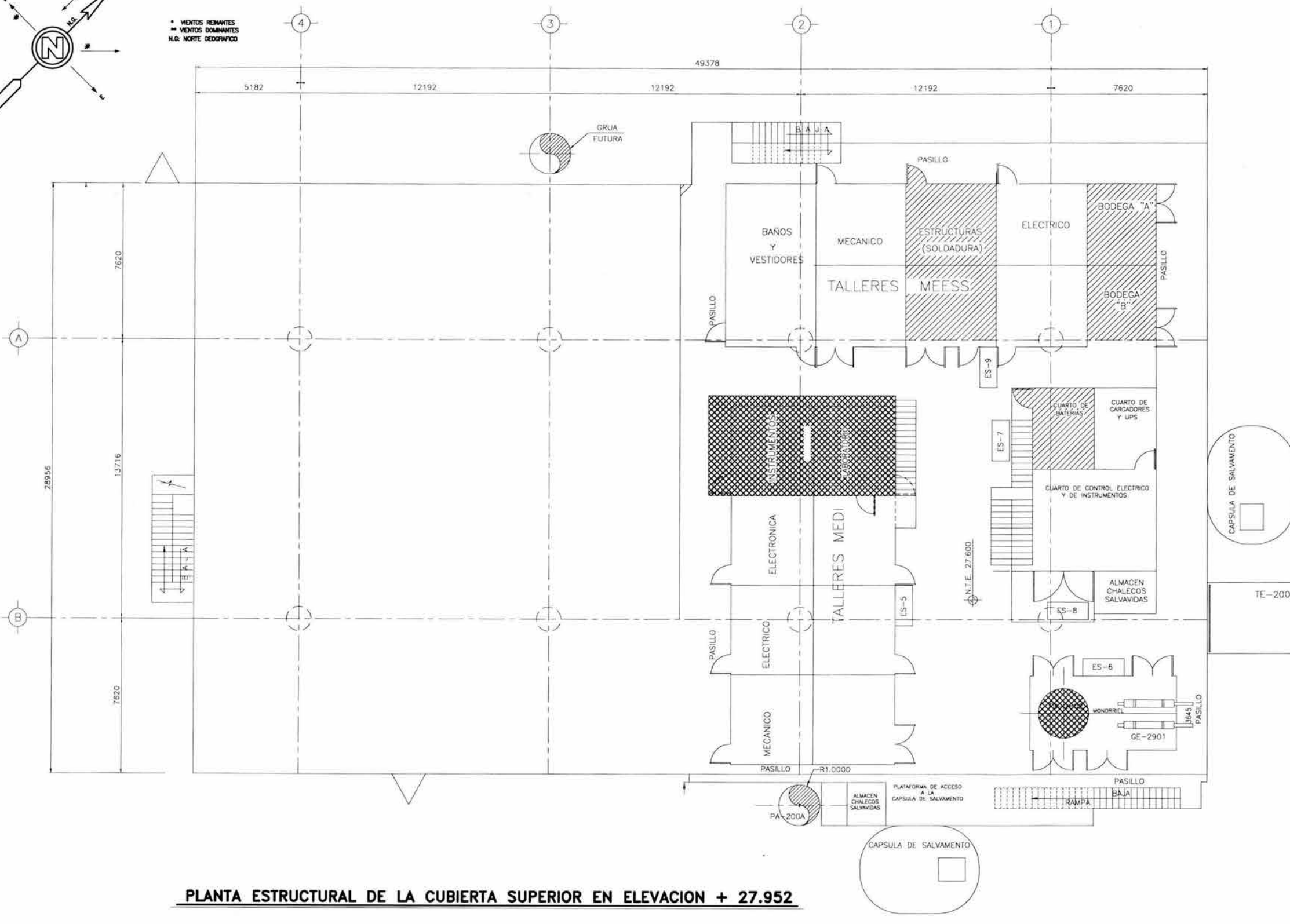
- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2
- AREA NO PELIGROSA
- INDICA NUMERO DE DETALLE
- INDICA NUMERO DE DIB. QUE CONTIENE EL DETALLE (E2-08)-P

E2-02	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL NIVEL +19.100	FEBRERO-04	REVISO: ING. ABEL VERDE CRUZ ING. GIL VILLARRUEL FERNANDEZ	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGON
		FECHA	ALUMNO: SAUL MENDIOLA TREJO	PLATAFORMA DE ENLACE E2 CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS NIVEL +19.100
NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.		ESC.: 1:100 ACOT.: mm. Dib. No E2-06 REV. 0



• VIENTOS REMANENTES
 = VIENTOS DOMINANTES
 N.G.: NORTE GEOGRAFICO

SUSTANCIA	(NEC) GRUPO	TEMP. DE IGNICION * C	CLASE TEMP. REQUERIDA POR EQUIPO ELECTRICO
BUTANO	D	288	T2A
MONOXIDO DE CARBONO	D	609	T1
CICLOHEXANO	D	245	T2C
ETANO	D	472	T1
HEPTANO	D	204	T3
HEXANO	D	225	T2D
ACIDO SULFURICO	D	280	T2C
METANO	D	537	T1
METANOL	D	385	T2
PENTANO	D	243	T2C
PROPANO	D	450	T2
TOLUENO	D	480	T1



SIMBOLOGIA

- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2
- AREA NO PELIGROSA
- INDICA NUMERO DE DETALLE
- INDICA NUMERO DE DIB. QUE CONTIENE EL DETALLE (E2-08)

NOTAS

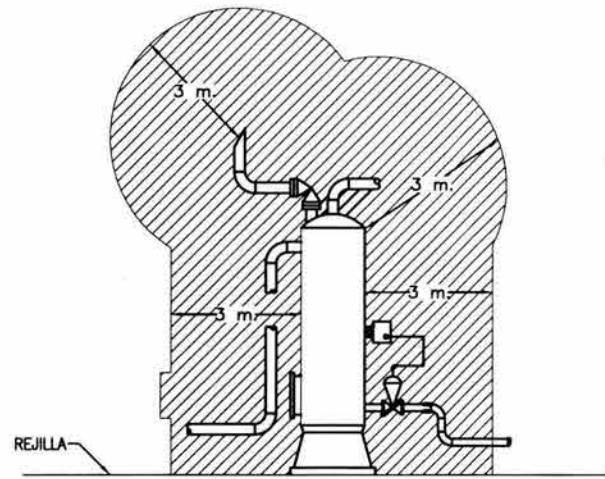
- 1.- LA CLASIFICACION DE AREAS ESTA BASADA EN LAS NORMAS NOM-001-SEDE-1999 .
- 2.- LA CLASIFICACION DE AREAS SE REALIZO EN BASE AL DIB. No. E2-02 DE LOCALIZACION GENERAL.
- 3.- CLASIFICACION DE AMBIENTES:
 AREA CLASE 1:
 LOS LUGARES CLASE 1 SON AQUELLOS EN LOS CUALES ESTAN O PUEDEN ESTAR PRESENTES EN EL AIRE, GASES O VAPORES INFLAMABLES EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.
 a) AREA CLASE 1, DIVISION 1:
 ES UNA ZONA EN DONDE, BAJO CONDICIONES NORMALES DE OPERACION, EXISTEN CONCENTRACIONES DE GASES O VAPORES INFLAMABLES, (O EN DONDE FRECUENTEMENTE, DEBIDO A LABORES DE REPARACION, MANTENIMIENTO O FUGAS, EXISTEN CONCENTRACIONES EN CANTIDADES PELIGROSAS DE GASES O VAPORES, O EN DONDE EXISTA ALGUN MAL FUNCIONAMIENTO).
- 4.- ESTA CLASIFICACION DE AREAS ES SOLO PARA LA SELECCION DE EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS.
- 5.- EL CRUDO, ACEITE Y GAS AMARGO SON UNA MEZCLA DE ELEMENTOS INFLAMABLES, DONDE EL PUNTO DE IGNICION SE MUESTRA EN LA TABLA No. 1.
- 6.- PARA ELEVACIONES DE CLASIFICACION DE AREAS, VER DIB. No. E2-08

LISTA DE EQUIPO DE ENLACE

CLAVE	DESCRIPCION
FB-2802	TANQUE DE DIESEL DEL MOTOGENERADOR
GE-2901	MOTOGENERADOR ELECTRICO
TE-2001	ELEVADOR INDUSTRIAL

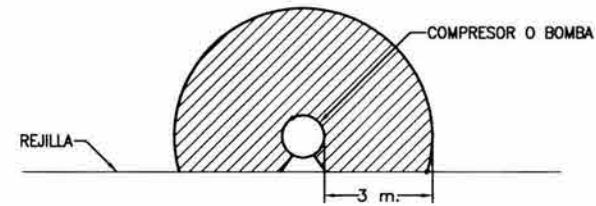
PLANTA ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA SUPERIOR EN ELEVACION + 27.952

E2-02	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL NIVEL +27.600	FEBRERO-04	REVISO: ING. ABEL VERDE CRUZ ING. GIL VILLARRUEL FERNÁNDEZ	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
		FECHA	ALUMNO: SAÚL MENDIOLA TREJO	PLATAFORMA DE ENLACE E2 CLASIFICACIÓN DE AREAS PELIGROSAS NIVEL +27.952
NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.	ESC.: 1:100 ACOT.: mm.	MEXICO Dib. No E2-07 REV. 0
			TESIS PROFESIONAL	



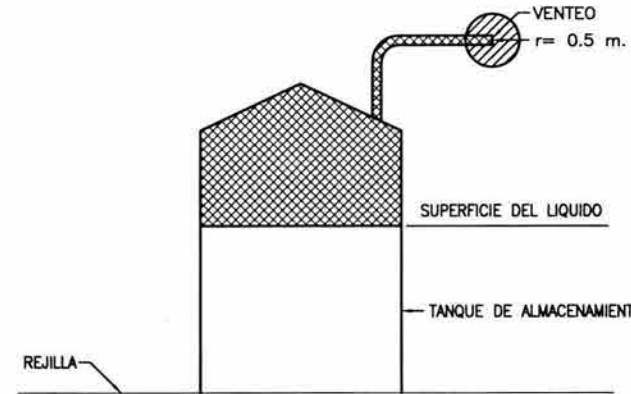
TANQUE SEPARADOR DE HIDROCARBURO EN AREAS NO CERRADAS, LIBREMENTE VENTILADAS

DETALLE No. 1



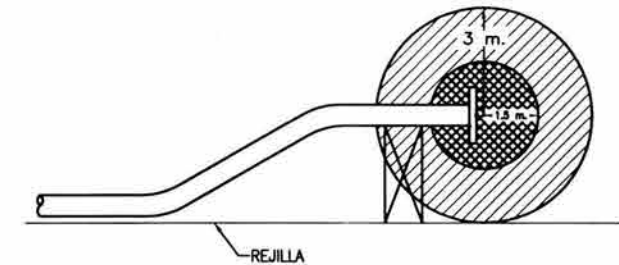
COMPRESOR O BOMBA INSTALADOS EN AREAS NO CERRADAS, LIBREMENTE VENTILADAS

DETALLE No. 2



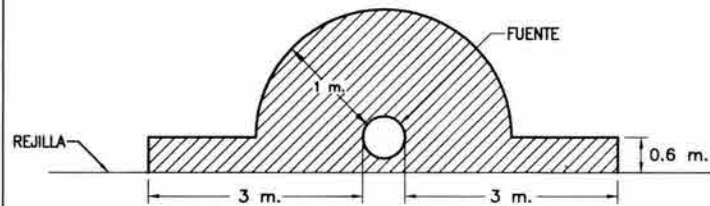
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (DIESEL) EN AREA NO CERRADA, LIBREMENTE VENTILADA

DETALLE No. 3



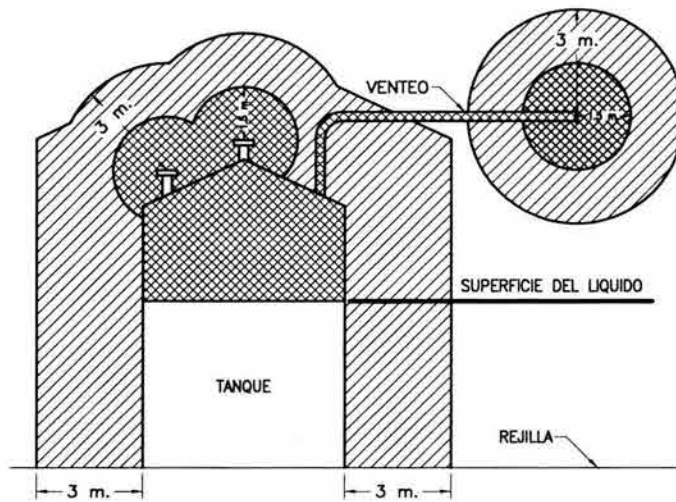
LANZADOR O RECIBIDOR DE DIABLOS EN AREAS NO CERRADAS, LIBREMENTE VENTILADAS

DETALLE No. 4



TUBERIAS CON VALVULAS QUE MANEJAN LIQUIDOS ALTAMENTE VOLATILES ò LIQUIDOS INFLAMABLES

DETALLE No. 5



TANQUE DE DRENAJES

DETALLE No. 6

SUSTANCIAS PELIGROSAS				
SUSTANCIAS	GRUPO (NEC)	TEMP. IGNICION	TEMP. REQUERIDA EN EQUIPOS ELECTRICOS	DENSIDAD DE GAS (AIRE= 1.0)
METANO	D	537 °C	T1 (450 °C)	0.556
ETANO	D	472 °C	T1 (450 °C)	1.04
PROPANO	D	450 °C	T1 (450 °C)	1.53
BUTANO	D	288 °C	T2A (280 °C)	2.02
PENTANO	D	243 °C	T2C (230 °C)	0.630
HEXANO	D	225 °C	T2D (215 °C)	0.654
MONOXIDO CARBONO	C	609 °C	T1 (450 °C)	1.52

SIMBOLOGIA:

- CLASE 1, DIVISION 1.
- CLASE 1, DIVISION 2.
- AREA NO CLASIFICADA

E2-06	CLASIFICACIÓN DE AREAS PELIGROSAS NIVEL +19.100	
E2-07	CLASIFICACIÓN DE AREAS PELIGROSAS NIVEL +27.600	
NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.

FEBRERO-04

FECHA

TESIS PROFESIONAL

REVISO:
ING. AREL VERDE CRUZ
ING. GIL VILLARUEL FERNÁNDEZ

ALUMNO:
SAÚL MENDIOLA TREJO

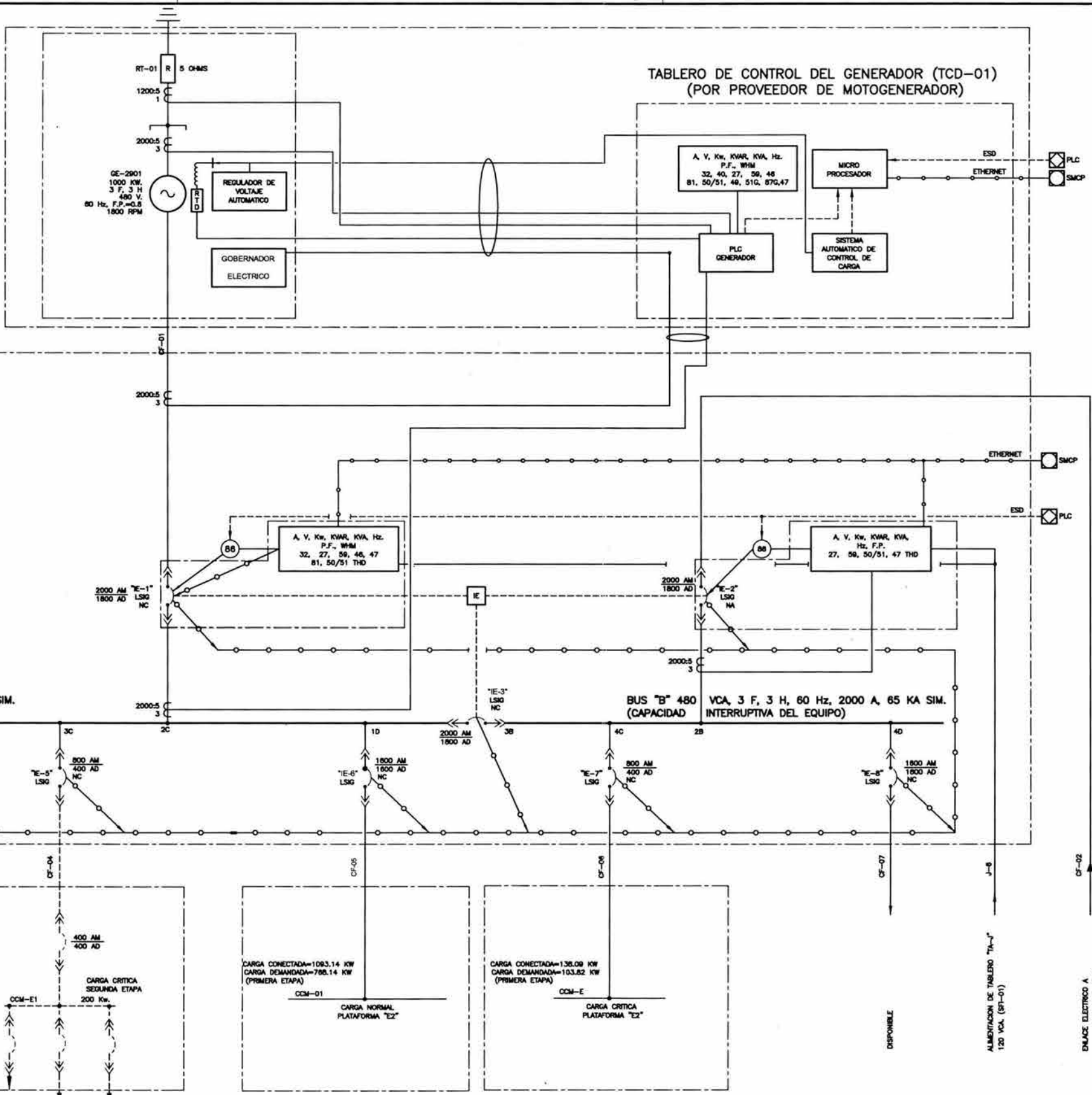
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN

PLATAFORMA DE ENLACE E2
DETALLES DE CLASIFICACIÓN DE AREAS

ESC.: 1:100
ACOT.: mm

Dib. No E2-08

REV. 0



GE-2901
 CARGA CONECTADA=1212.79 KW (PRIMERA ETAPA)
 CARGA DEMANDADA=836.20 KW (PRIMERA ETAPA)
 TABLERO DE DISTRIBUCION (TD-01)

BUS "A" 480 VCA, 3 F, 3 H, 60 Hz, 2000 A, 65 KA SIM.
 (CAPACIDAD INTERRUPTIVA DEL EQUIPO)

BUS "B" 480 VCA, 3 F, 3 H, 60 Hz, 2000 A, 65 KA SIM.
 (CAPACIDAD INTERRUPTIVA DEL EQUIPO)

SIMBOLOGIA:

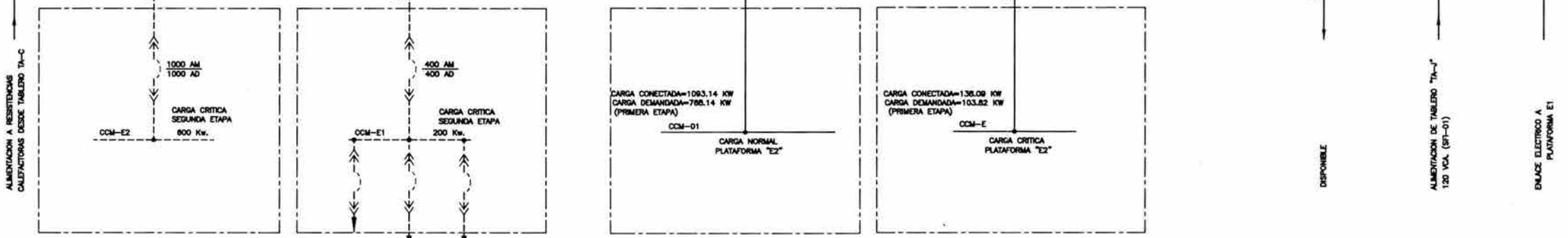
- MOTOGENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA
- RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.
- INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO, REMOVIBLE
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, ATORNILLABLE EN SILLETA REMOVIBLE.
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (EL NUMERO INDICA LA CANTIDAD)
- TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (EL NUMERO INDICA LA CANTIDAD)
- PUNTO DE CONEXION DEL NEUTRO DEL GENERADOR
- UNIDAD MULTIPLE DE ESTADOS SOLIDOS PARA MEDICION Y PROTECCION
- CONTACTO NORMALMENTE CERRADO
- CABLE DE COMUNICACIONES
- SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE PROCESO
- CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE
- RESISTENCIAS CALEFACTORAS CONTROLADAS POR TERMOSTATO
- ACOMETIDA A TABLERO.

RELEVADORES:

- 27 RELEVADOR DE BAJO VOLTAJE
- 32 RELEVADOR PARA POTENCIA DIRECCIONAL
- 40 RELEVADOR PARA EL CAMPO
- 46 RELEVADOR CONTRA CORRIENTE DE FASE INVERSA
- 47 RELEVADOR DE VOLTAJE PARA SECUENCIA DE FASE
- 49 RELEVADOR TERMICO PARA MAQUINA
- 50 RELEVADOR INSTANTANEO CONTRA SOBRECORRIENTE
- 51 RELEVADOR CONTRA SOBRECORRIENTE CON RETARDO
- 51G RELEVADOR CONTRA SOBRECORRIENTE DEL GENERADOR CON RETARDO
- 59 RELEVADOR DE SOBREVOLTAJE
- 81 RELEVADOR POR FRECUENCIA
- 86 RELEVADOR PARA BLOQUEO
- 87G RELEVADOR DIFERENCIAL DEL GENERADOR

NOTAS:

- 1.- EL MOTOGENERADOR LLEVARA DETECTORES DE TEMPERATURA TIPO RESISTENCIA EN SEIS PARTES DE LOS DEVANADOS DEL ESTATOR; EXCITATRIZ CON RECTIFICADORES DE ONDA COMPLETA Y SUPRESOR DE TRANSitorios DE CORRIENTE, CORONA DE DIODOS LOCALIZADA FUERA DE LA EXCITATRIZ PARA FACILITAR EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO.
- 2.- EL SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOGENERADOR "GE-2901" ESTARA BASADO EN UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE, TARJETAS ELECTRONICAS CON RECUBRIMIENTO EPOXICO PARA AMBIENTE MARINO.
- 3.- EL PROVEEDOR DEL EQUIPO SERA EL RESPONSABLE DE LA INTERCONEXION DEL CABLEADO DE CONTROL DESDE EL MOTOGENERADOR "GE-2901" AL TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR, DESDE EL MOTOGENERADOR A LA RESISTENCIA DE 800 A Y AJUSTE PARA LA CARGA, PUESTA A TIERRA Y DEL TABLERO DE CONTROL DEL MOTOGENERADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION "TD-01".



CARGAS CRITICAS (FUTURO)
 CARGAS CRITICAS (FUTURO)
 CARGAS CRITICAS (FUTURO)

E2-11	DIAGRAMA UNIFILAR CCM-01		
E2-12	DIAGRAMA UNIFILAR CCM-E		
NUMERO	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV.	

FEBRERO-04
TESIS PROFESIONAL
 FECHA

REVISOR:
 ING. ABEL VERDE CRUZ
 ING. GIL VILLARRUEL FERNANDEZ
 ALUMNO:
 SAÚL MENDIOLA TREJO

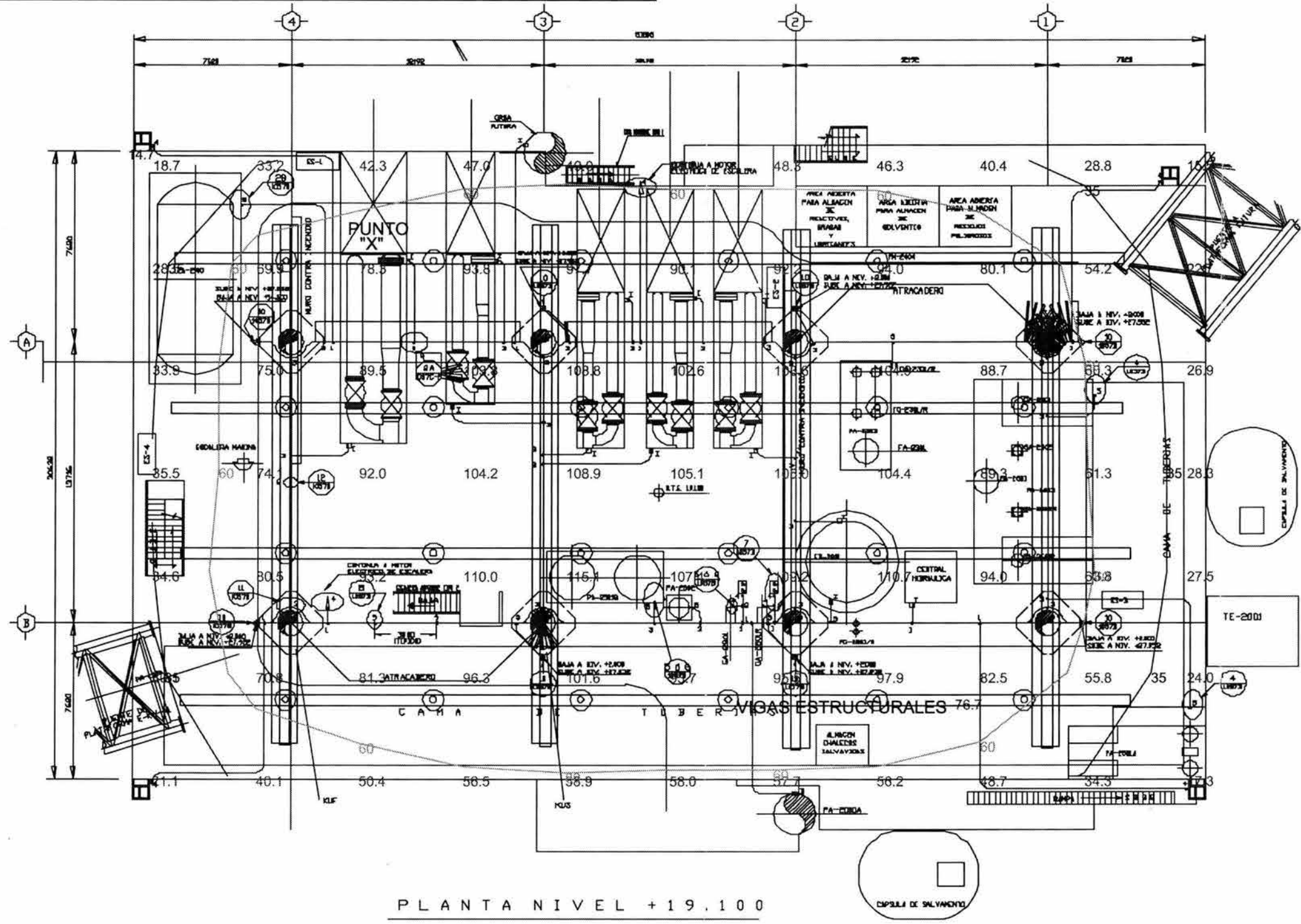
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGON
 PLATAFORMA DE ENLACE E2
 DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE DISTRIBUCION
 ESC.: 1:100
 ACOF.: mm.
 MEXICO
 Dib. No E2-10
 REV. 0

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts
⊙	LM-1	24	EVMA93251 (D)	HAZARD-GARD FIXTURE, PENDANT W/ GUARD MTG. MODULES, COVER, BALLAST HSG., GUARD, GLOBE RING ARE COPPER-FREE ALUM. GLOBE IS HEAT AND IMPACT RESISTANT GLASS, UL 844,595	ONE CLEAR 250 WATT METAL HALIDE RATED AT 20500 LUMENS	EVMA93251.ies	20500	0.65	295

STATISTICS

Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
PUNTO "X"	76.7 lux	76.7 lux	76.7 lux	1.0:1	1.0:1
ZONA DE TRABAJO	68.8 lux	115.1 lux	15.5 lux	7.4:1	4.4:1



PLANTA NIVEL + 19.100

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
TESIS PROFESIONAL

PLATAFORMA DE ENLACE "E2"
 NIVEL + 19.100

Designer
 SMT
 Date
 FEBRERO 2004
 Scale
 1:300
 Drawing No.
 E2-13

Calculated values include direct and interreflected components.

STATISTICS					
Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
AREA DE TRABAJO	246.6 lux	326.6 lux	123.2 lux	2.7:1	2.0:1
PUNTO *X*	997.5 lux	997.5 lux	997.5 lux	1.0:1	1.0:1
OFICINA	722.6 lux	948.0 lux	140.7 lux	6.7:1	5.1:1

LUMINAIRE SCHEDULE				
Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description
	A	5	EGS22DNH46O24 EP11	2X2 RECESSED TROFFER
	B	2	EGS24DNH24O44 EP11	2X4 RECESSED TROFFER



Plan View
Scale 1:60

Calculated values include direct and interreflected components.

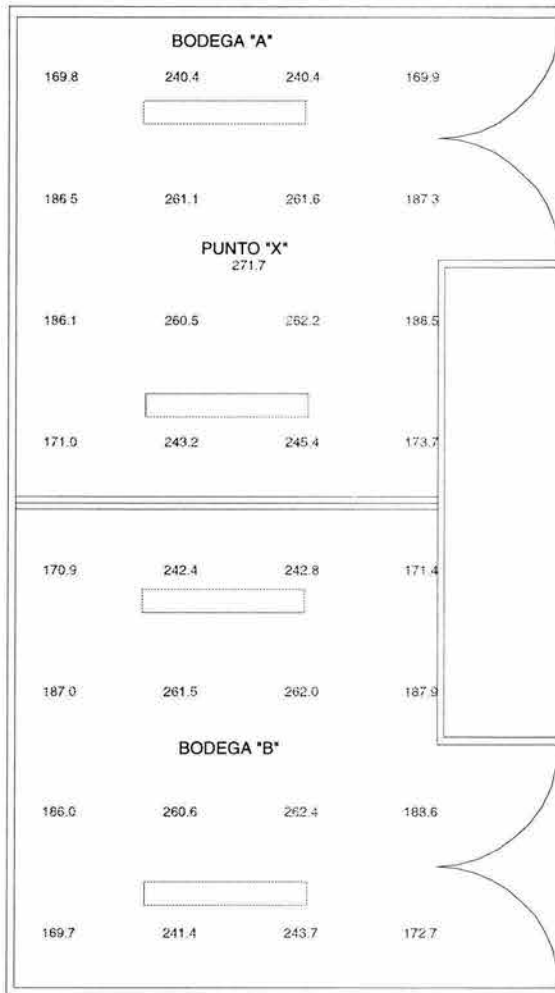
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
TESIS PROFESIONAL

TALLER ELECTRICO

Designer
SMT
 Date
FEBRERO 2004
 Drawing No.
E2-15
 1 of 1

STATISTICS					
Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
PUNTO "X"	271.7 lux	271.7 lux	271.7 lux	1.0:1	1.0:1
BODEGA "A"	215.5 lux	262.2 lux	169.8 lux	1.5:1	1.3:1
BODEGA "B"	215.7 lux	262.4 lux	169.7 lux	1.5:1	1.3:1

LUMINAIRE SCHEDULE									
Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts
	A	4	ELX 9209626	FLUORESCENT GLASS-MAT REINFORCED POLYESTER POLYCARBONATE LENS, IP66 ACC. TO EN60529	TWO TL-D36W800 LAMPS PER FIXTURE	ELX9209626-36IES	3950	0.65	78



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
TESIS PROFESIONAL

BODEGAS

Designer
SMT

Date
FEBRERO 2004

Drawing No.
E2-16

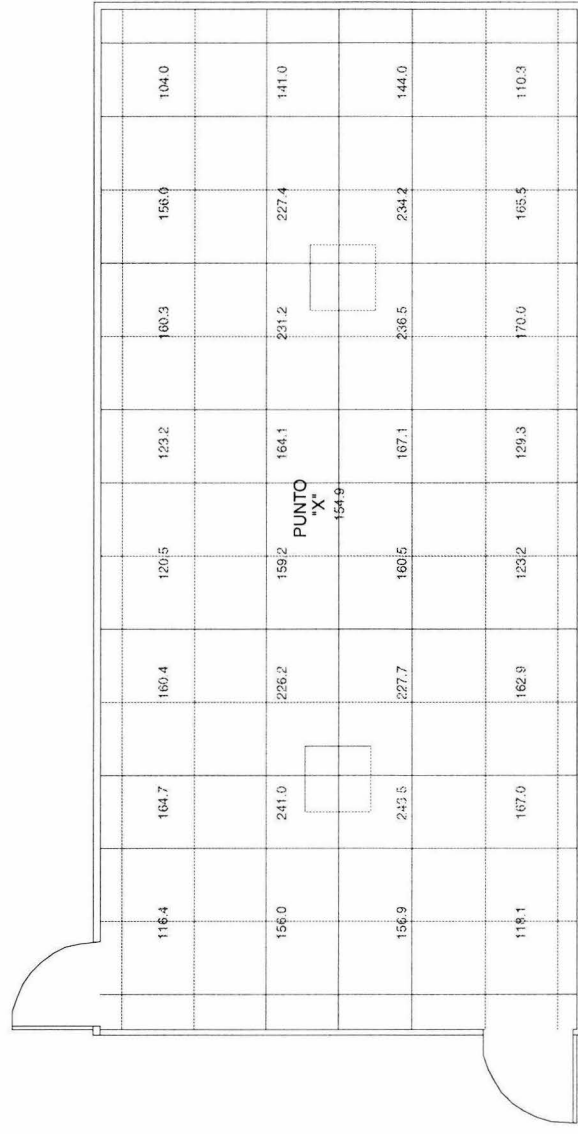
1 of 1

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts
	LM-1	2	EGS22DNH24024 EFT1	2X2 RECESSED TROOPER	WHITE NORMAL BEAM REFLECTOR	48546/IES	1400	0.67	58

STATISTICS

Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
PUNTO "X"	154.9 lux	154.9 lux	154.9 lux	1.0:1	1.0:1
VESTIDORES	167.8 lux	243.5 lux	104.0 lux	2.3:1	1.6:1



Calculated values include direct and interreflected components.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
TESIS PROFESIONAL

VESTIDORES

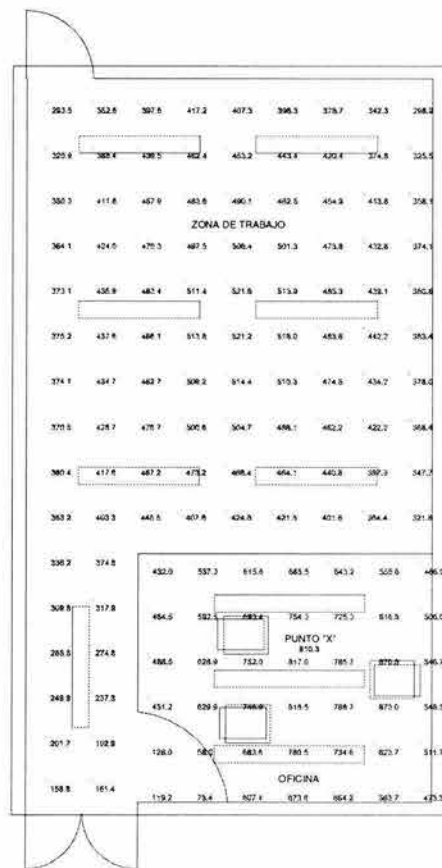
Designer
SMT
 Date
FEBRERO 2004
 Drawing No.
E2-17

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts
—	A	3	ELLK 92058/58	FLUORESCENT GLASS-MAT REINFORCED POLYESTER POLYCARBONATE LENS, IP66 ACC. TO EN60529	TWO TL-D58W/84 LAMPS PER FIXTURE	eLLK92036-36.IES	5200	0.65	110
—	B	7	ELLK 92036/36	FLUORESCENT GLASS-MAT REINFORCED POLYESTER POLYCARBONATE LENS, IP66 ACC. TO EN60529	TWO TL-D36W/830 LAMPS PER FIXTURE	eLLK92058-58.IES	3350	0.65	78

STATISTICS

Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
PUNTO "X"	810.3 lux	810.3 lux	810.3 lux	1.0:1	1.0:1
ORIGNA	578.1 lux	818.5 lux	58.0 lux	14.1:1	10.0:1
ZONA DE TRABAJO	409.7 lux	521.6 lux	158.8 lux	3.3:1	2.6:1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
TESIS PROFESIONAL

TALLER DE SOLDADURA

Designer
 SMT

Date
 FEBRERO 2004

1 of 1

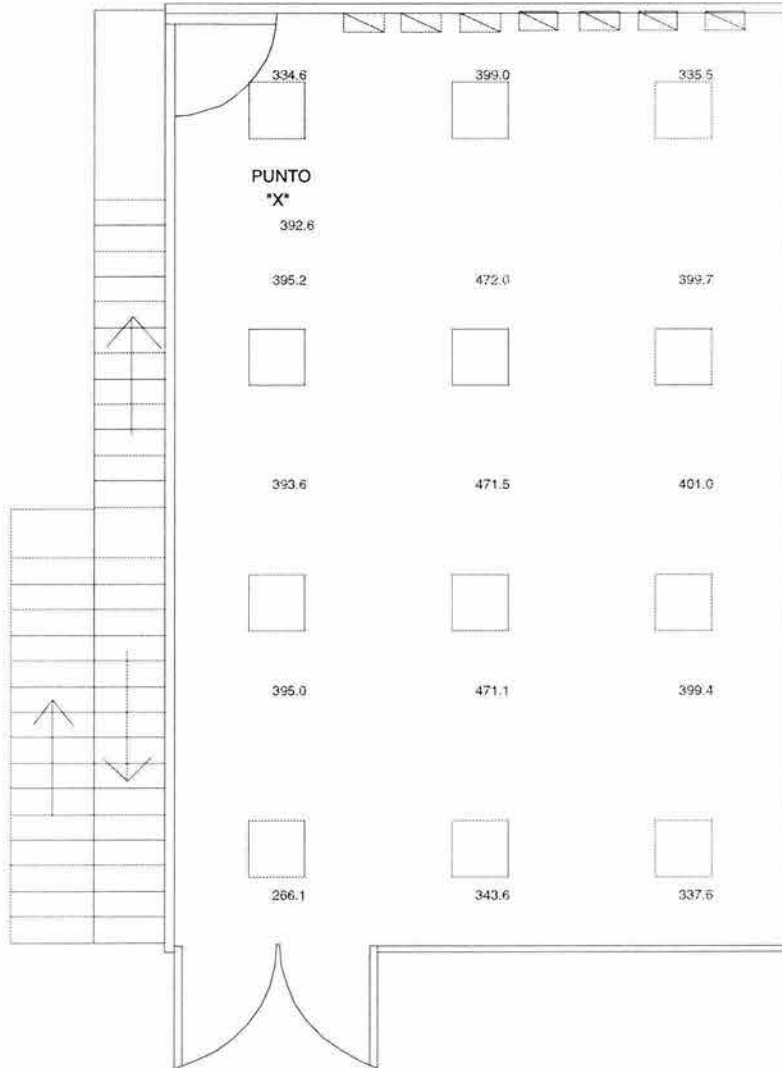
Drawing No.
 E2-18

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts
□	LM-2	12	EGS22DNH46C24 EP11	2X2 RECESSED TROFFER	WHITE NORMAL BEAM REFLECTOR	48546.IES	1400	0.65	60

STATISTICS

Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
CUARTO DE CONTROL	387.7 lux	472.0 lux	266.1 lux	1.8:1	1.5:1
PUNTO *X*	392.6 lux	392.6 lux	392.6 lux	1.0:1	1.0:1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN
TESIS PROFESIONAL

**CUARTO DE CONTROL
ELÉCTRICO**

Designer
SMT

Date
FEBRERO 2004

1 of 1

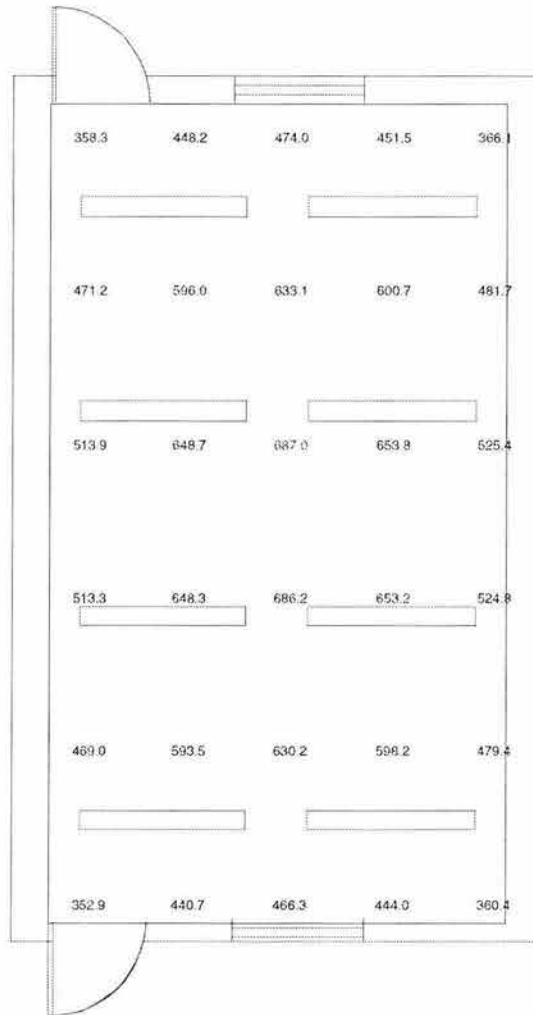
Drawing No.
E2-19

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts
—	LM-1	B	ELLK92058/58	FLUORESCENT GLASS-MAT REINFORCED POLYESTER POLYCARBONATE LENS, IP66 ACC. TO EN60529	TWO TL-D58W/84 LAMPS PER FIXTURE	eLLK92058-58.IES	5200	0.65	110

STATISTICS

Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
LABORATORIO	525.7 lux	687.0 lux	352.9 lux	1.9:1	1.5:1



Calculated values include direct and interreflected components.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAJÓN
TESIS PROFESIONAL

LABORATORIO

Designer
 SMT

Date
 FEBRERO 2004

Drawing No.
 E2-20

1 of 1

Es muy importante y de hecho constituye un punto crucial en el buen y eficiente diseño de las instalaciones eléctricas el realizar de manera correcta el desarrollo de la clasificación de áreas, no solo en las plataformas marinas como se vio en esta tesis, sino también en instalaciones terrestres donde se realizan procesos que involucren constantemente el manejo de sustancias peligrosas las cuales en contacto con un punto o fuente de ignición ocasionen un incendio o peor aún una explosión que pueda afectar a las personas cercanas así como a los equipos de trabajo.

Es sugerible entonces hacer una clasificación de áreas profunda, en la que se tenga un pleno conocimiento de los procesos que han de efectuarse en el lugar de trabajo, realizar un estudio del tipo de sustancias a manejar en estos procesos, conocer si es posible físicamente el lugar para identificar lugares o zonas que presenten fallas o discontinuidad en su superficie y que puedan derivar en futuras filtraciones de algún tipo de gas o vapor peligroso hacia la ubicación de algún tipo de equipo o maquinaria que en su operación normal o arranque produzca algún tipo de chispa que ponga en riesgo la integridad de la zona de trabajo.

En caso de existir un continuo contacto entre el equipo eléctrico y las sustancias peligrosas manejadas debido al proceso mismo, será necesario utilizar equipos adecuados dependiendo de las características del tipo de sustancia manejada, ya sea que se emplee equipo a prueba de vapores o a prueba de explosión que por su construcción interna eviten que cualquier tipo de chispa salga de su interior y entre en contacto con las sustancias acumuladas en su exterior.

Para el desarrollo del sistema de fuerza es importante la selección adecuada del calibre de los alimentadores ya que de esta selección depende la vida útil tanto de los conductores como de los propios equipos que se alimentan, es necesario entonces conocer la filosofía de operación que seguirá el proceso, incluyendo las posibles ampliaciones en la capacidad de los equipos o inclusive el aumento en el número de estos para evitar el sobrecalentamiento y fatiga mecánica de los conductores. Esta selección deberá hacerse siempre con el respaldo de los cálculos efectuados según los procedimientos técnicos y la normatividad aplicable vigente.

Otra de las maneras en las que podemos aumentar la seguridad y la operabilidad dentro de nuestra instalación eléctrica, es realizar un estudio eficiente de corto circuito que permita conocer el valor de la corriente máxima que habría de surgir en el caso de una falla, ya que será la corriente que deberán soportar los equipos, los cables, las barras etc.

Una vez obtenido el valor de la corriente de corto circuito se seleccionara la capacidad interruptiva que deberá tener cada uno de los dispositivos de protección ya sean fusibles, interruptores, cuchillas, dependiendo de la magnitud de voltaje en la que opera el sistema y también se deberá de realizar una coordinación selectiva de estos dispositivos a fin de aislar la falla para que se perjudique al menor numero de elementos del sistema y como consecuencia mantener la continuidad en el servicio.

**“ANTEPROYECTO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA PARA UN PROTOTIPO DE PLATAFORMA
MARINA DE ENLACE EN LA SONDA DE CAMPECHE.”**

Actualmente podemos apoyarnos en el uso de las herramientas de software para el cálculo de la corriente de corto circuito, pues nos permite ahorrar tiempo en el desarrollo teórico, además de proporcionarnos un respaldo en los resultados obtenidos en forma convencional, es importante considerar que la similitud y la exactitud de los resultados obtenidos mediante el programa con respecto a los obtenidos teóricamente dependen de que tan iguales sean los valores utilizados en el método teórico con respecto a los valores introducidos en el programa.

El eficiente cálculo de la iluminación dentro de la plataforma traerá beneficios reales como una reducción de los costos, al optimizar el ahorro de energía mediante el uso de lámparas de balastro de encendido electrónico que representara menores perdidas de energía por disipación de calor, con respecto a los balastos que anteriormente se utilizaban. Seguridad en las instalaciones al seleccionar luminarias protegidas que correspondan tanto a su tipo de área peligrosa en la que ubicaran, como a su tipo de ambiente y uso al que se destinen. Resulta también recomendable el uso del software de iluminación mediante el cual podemos simular las condiciones mas prioritarias del cuarto o zona que queramos iluminar así como el tipo de lámpara que empleemos para determinar la cantidad de iluminación que se tendrá en el área de trabajo.

Mediante un buen desarrollo del sistema de tierras y de protección contra descargas atmosféricas se reduce muy significativamente el riesgo de daño en los sistemas eléctricos y en cada uno de los equipos y el personal, ya que se definirá una ruta por la cual la sobre corriente indeseada se dirigirá hacia tierra física, causando el menor daño posible, por lo tanto es también imprescindible hacer una constante revisión del correcto diseño y estado físico de los elementos que forman la red de tierras y la de pararrayos para que no se pierda todo un efectivo diseño del sistema eléctrico a causa de una descarga atmosférica o una falla.

CONCLUSIONES

- **FUNDAMENTOS DE PROTECCION DE SISTEMAS ELÉCTRICOS POR RELEVADORES.**

AUTOR: GILBERTO ENRIQUE HARPER.

EDITORIAL: LIMUSA

- **IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS STD 141-1986.**

- **MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE.**

EDITORIAL: DOSSAT, S.A .,1990.

- **INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA. P.3.0223.01 PRIMERA EDICION SEPTIEMBRE 2000.**

- **DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS EN PLATAFORMAS MARINAS P.2.0227.04 PRIMERA EDICION AGOSTO 2000.**

- **CLASIFICACIÓN DE AREAS PELIGROSAS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO P.2.0203.01 SEGUNDA EDICION AGOSTO 2002.**

- **ALUMBRADO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES P.2.231.01 PRIMERA EDICION ENERO 1999.**

- **INSTALACION DE SISTEMAS DE ALUMBRADO PARA PLANTAS INDUSTRIALES P.3.231.01 PRIMERA EDICION JULIO DE 1999.**

- **RECOMMENDED PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF LOCATIONS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS AT PETROLEUM FACILITIES, (API-RP-500) 1991.**

- **NOM-001-SEDE-1999-INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**