



**Especificaciones Básicas de Diseño e Ingeniería (Especialidad Eléctrica), de  
una Plataforma Marítima de Comercio de Biocombustibles**

**AUTOR**

JOHANN SEBASTIÁN JIMÉNEZ HOYOS

JUAN DAVID GARCÍA ROJAS

**Monografía para optar al título de Ingeniero Electricista**

**DIRECTOR**

ENRIQUE VANEGAS CASADIEGO

INGENIERO ELECTRICISTA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARTAGENA, DICIEMBRE DEL AÑO 2012**



**Especificaciones Básicas de Diseño e Ingeniería (Especialidad Eléctrica), de  
una Plataforma Marítima de Comercio de Biocombustibles**

JOHANN SEBASTIÁN JIMÉNEZ HOYOS

JUAN DAVID GARCÍA ROJAS

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARTAGENA  
DICIEMBRE DEL AÑO 2012**

Cartagena de indias D. T. y C.

Señores:

COMITÉ CURRICULAR

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad

Tengo el agrado de presentar para su estudio y aprobación la monografía titulada **“Especificaciones Básicas de Diseño e Ingeniería (Especialidad Eléctrica), de una Plataforma Marítima de Comercio de Biocombustibles”** desarrollada por los estudiantes Juan David García Rojas

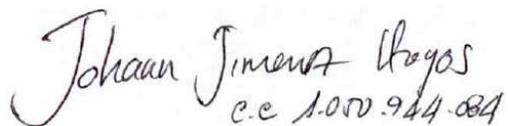
Y Johann Sebastián Jiménez Hoyos, presentada formalmente al comité de evaluación.

Atentamente,



---

Juan David García Rojas



---

Johann Sebastián Jiménez Hoyos

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

**Cartagena, Diciembre de 2012**

***A Dios, por todas las oportunidades que me ha brindado y por guiar mi vida en todo momento.***

***A mis padres, por el apoyo que me dieron a lo largo de todos los años de estudios universitarios.***

***A mi familia, que fueron de gran ayuda en todo mi proceso formativo.***

***A mis amigos, que estuvieron en las buenas y en las malas.***

***A la Facultad de Ingeniería, por toda la colaboración en lo concerniente a la realización de este documento.***

***Al Ingeniero Enrique Vanegas Casadiego por su asesoría y dirección en el trabajo de investigación.***

***A Johann Sebastián Jiménez Hoyos compañero y amigo en estos años de formación.***

**MUCHAS GRACIAS**

**Juan David García Rojas**

**Cartagena, Diciembre de 2012**

***A Dios creador del universo y dueño de mi vida que me permite construir otros mundos mentales posibles.***

***A mis padres, por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera.***

***A mis abuelos que me dieron el soporte, las bases y la fortaleza de mi formación personal.***

***A mis hermanos por enseñarme a apreciar la vida.***

***A todas las directivas de la Universidad Tecnológica de Bolívar, por su apoyo y colaboración para la realización de esta investigación.***

***A la Facultad de Ingeniería, por el soporte institucional dado para la realización de este trabajo.***

***Al Ingeniero Enrique Vanegas Casadiego por su asesoría y dirección en el trabajo de investigación.***

***A Juan David García Rojas compañero y amigo en estos años de formación.***

**MUCHAS GRACIAS**

***Johann Sebastián Jiménez***

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
3.1 Objetivo General	
3.2 Objetivo Específico	
<b>4. NORMAS APLICABLES</b> .....	<b>4</b>
4.1 Estándares Nacionales	
4.2 Estándares Internacionales	
<b>5. ALCANCE</b> .....	<b>8</b>
<b>6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA DISEÑO E INGENIERÍA     DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS – PLATAFORMA MARÍTIMA</b> ...	<b>9</b>
<b>6.1 Condiciones Ambientales</b> .....	<b>9</b>
<b>6.1.1 Medio Físico</b> .....	<b>9</b>
<b>6.1.2 Climatología</b> .....	<b>9</b>
<b>6.2 Datos de la red eléctrica</b> .....	<b>10</b>
<b>6.3 Descripción de distribución del sistema eléctrico en la instalación</b> .....	<b>11</b>
<b>6.3.1 Suministro y distribución de energía eléctrica</b> .....	<b>11</b>
<b>6.3.2 Suministro de energía eléctrica principal</b> .....	<b>11</b>
<b>6.3.3 Suministro de energía eléctrica de emergencia</b> .....	<b>12</b>
<b>6.3.3.1 Generador</b> .....	<b>12</b>
<b>6.4 Tensiones eléctricas normalizadas</b> .....	<b>13</b>
<b>6.4.1 Conductor puesto a tierra</b> .....	<b>13</b>
<b>6.4.2 Regulación de tensión</b> .....	<b>13</b>
<b>6.5 Clasificación de áreas</b> .....	<b>14</b>
<b>6.5.1 Divisiones de áreas de clasificación</b> .....	<b>15</b>
<b>6.5.1.1 División 1</b> .....	<b>15</b>
<b>6.5.1.2 División 2</b> .....	<b>15</b>

<b>6.6 Características de equipos principales .....</b>	<b>16</b>
<b>6.6.1 Transformadores .....</b>	<b>16</b>
<b>6.6.1.1 Criterios para el cálculo de la capacidad de cada transformador .....</b>	<b>17</b>
<b>6.6.1.2 Capacidad nominal.....</b>	<b>17</b>
<b>6.6.1.3 Consideraciones especiales.....</b>	<b>17</b>
<b>6.6.2 Equipos de aire acondicionado tipo Mini Split .....</b>	<b>18</b>
<b>6.6.3 Actuadores eléctricos para válvulas .....</b>	<b>19</b>
<b>6.6.4 Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI/UPS) .....</b>	<b>20</b>
<b>6.6.5 Sistema de estación meteorológica.....</b>	<b>22</b>
<b>6.7 Cables.....</b>	<b>23</b>
<b>6.7.1 Cables de Control.....</b>	<b>24</b>
<b>6.7.2 Cable Submarino .....</b>	<b>25</b>
<b>6.7.2.1 Instalación cable submarino .....</b>	<b>26</b>
<b>6.8 Tubería conduit eléctrica .....</b>	<b>27</b>
<b>6.8.1 Soportes tubería conduit.....</b>	<b>28</b>
<b>6.8.2 Accesorios tubería conduit .....</b>	<b>28</b>
<b>6.9 Sistema de Iluminación.....</b>	<b>29</b>
<b>6.9.1 Reflectores para iluminación exterior .....</b>	<b>30</b>
<b>6.9.2 Lámparas para iluminación interior.....</b>	<b>31</b>
<b>6.9.3 Sistema de luminarias de emergencia.....</b>	<b>31</b>
<b>6.9.4 Lámparas de señalización marina .....</b>	<b>33</b>
<b>6.10 Sistema de puesta a tierra .....</b>	<b>33</b>
<b>6.10.1 Conexión de puesta a tierra del sistema .....</b>	<b>34</b>
<b>6.10.1.1 Conductor de puesta a tierra.....</b>	<b>35</b>
<b>6.10.2 Conexión de puesta a tierra de equipos.....</b>	<b>36</b>
<b>6.10.3 Sistema de puesta a tierra de instrumentos y de RTU.....</b>	<b>36</b>
<b>6.10.4 Monitores de puesta a tierra (Indicador de falla a tierra).....</b>	<b>37</b>
<b>6.11 Sistema de apantallamiento .....</b>	<b>38</b>

<b>7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS – PLATAFORMA MARÍTIMA .....</b>	<b>41</b>
<b>7.1 Especificación de construcción banco de conduits y pipe racks.....</b>	<b>41</b>
<b>7.1.1 Instalación de conduits y accesorios .....</b>	<b>41</b>
<b>7.2 Especificaciones de cableado y conexionado.....</b>	<b>42</b>
<b>7.2.1 Marquillado de cables de conexión .....</b>	<b>43</b>
<b>7.2.2 Terminales ó conectores para cables.....</b>	<b>44</b>
<b>7.3 Llegada de ductos a motores .....</b>	<b>44</b>
<b>7.4 Especificación – Conexión sistema de puesta a tierra .....</b>	<b>45</b>
<b>7.4.1 Conexión a sistema de puesta a tierra de estructuras metálicas .....</b>	<b>45</b>
<b>7.4.2 Bornas terminales .....</b>	<b>46</b>
<b>7.4.3 Soldadura exotérmica .....</b>	<b>46</b>
<b>7.4.4 Barras de equipotencialidad .....</b>	<b>47</b>
<b>7.5 Especificaciones - Montaje ó instalación de equipos principales .....</b>	<b>47</b>
<b>7.5.1 Montaje – Instalación de reflectores.....</b>	<b>47</b>
<b>7.5.2 Montaje – Instalación de postes ó mástiles de iluminación .....</b>	<b>48</b>
<b>7.5.3 Montaje – Instalación de tableros de distribución y cajas junction Box</b>	<b>48</b>
<b>7.5.4 Montaje – Instalación de gabinetes para RTU/PLC en cuartos de control .....</b>	<b>49</b>
<b>7.5.5 Montaje – Instalación de gabinetes ó tablero para descargador de energía estática.....</b>	<b>50</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>9. GLOSARIO .....</b>	<b>53</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>54</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue realizado para el uso tanto de estudiantes de ingeniería eléctrica y electrónica como para profesionales de las mismas ramas. En este documento se desarrolla un conjunto de lineamientos básicos técnicos que le otorgará al lector las herramientas teórico-conceptuales necesarias para el diseño e implementación de instalaciones eléctricas en ambientes marítimos, y específicamente en plataformas marítimas del ámbito industrial.

El lector podrá encontrar referencias bibliográficas de gran importancia, relacionadas con las reglas nacionales e internacionales dispuestas para el diseño e implementación de ingeniería para este tipo de instalaciones eléctricas, constantemente citadas y expuestas detalladamente si el entorno lo demanda, con el objetivo de generar una correcta perspectiva en cuanto a las carencias y avances de este tipo de regulación en Colombia. Por esta razón las bases normativas sobresalientes que podrá observar serán: RETIE, NTC 2050, NEC, API, NFPA e IEEE.

A lo largo del documento se podrá encontrar dos ejes temáticos, el primero correspondiente a las especificaciones técnicas básicas a tener en cuenta para realizar el diseño e ingeniería de las instalaciones eléctricas de plataformas marítimas, y la segunda parte está relacionada con las especificaciones técnicas básicas constructivas de las instalaciones eléctricas de plataformas marítimas.

Esta división permitirá al lector conocer las herramientas y conceptos necesarios tanto para el diseño como para la construcción de este tipo de instalaciones eléctricas.

Específicamente los temas más sobresalientes que se desarrollarán en ambos ejes temáticos hacen referencia a las condiciones ambientales a las cuales se encuentran sometidos este tipo de instalaciones y así todos sus equipos eléctricos, datos de la red eléctrica y su correspondiente descripción, normatividad de los conductores puestos a tierra, clasificación de las áreas, características eléctricas y ambientales de los equipos principales y finalmente la estructura del cableado e iluminación de las plataformas marítimas.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Este documento se hace necesario debido al constante desarrollo e implementación de plataformas marítimas en el mundo y más específicamente en el área industrial de la ciudad de Cartagena de indias, siendo ésta uno de los puertos principales de toda Colombia y que se verá afectada de manera positiva en cuanto al caudal de operaciones relacionadas a la importación y exportación de crudo, derivados del petróleo y diversos productos causado por la reciente firma del tratado de libre comercio con el país de los Estados Unidos. Este contexto nacional hace necesarias mejoras a los sistemas existentes y a los futuros con el objetivo de optimizar y cumplir con todas las reglas y normativas de carácter nacional e internacional dispuestas para este tipo de instalaciones.

Con este conjunto de lineamientos básicos, se logra reunir los requerimientos mínimos exigidos y necesarios para poder desarrollar este tipo de instalaciones eléctricas tan especiales, y donde logre cumplirse con:

- Confiabilidad desde el punto de vista operacional y de negocio.
- Control de riesgos desde los puntos de vista ambientales, S&SO y operativos.
- Eficiencia desde el punto de vista de costos de inversión vs inversión futura por actividades de mantenimiento para los muelles.

De igual forma con ésta guía se logra cumplir con puntos de gran relevancia para el código eléctrico de Colombia y otros estándares internacionales aplicables.

Para culminar cabe mencionar que la gran beneficiada es la comunidad estudiantil de la Universidad Tecnológica de Bolívar, del área de ingeniería eléctrica, donde en su banco de proyectos y recursos bibliográficos es de poca frecuencia la temática relacionada en el presente documento.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVOS GENERALES**

Recopilar en un documento especificaciones básicas para el diseño de instalaciones eléctricas en el Muelle de buques tanque para el comercio de biocombustibles en la zona industrial de Mamonal, donde se encuentre solución a las inquietudes más frecuentes que surgen a la hora de afrontar proyectos de esta envergadura.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar especificaciones técnicas básicas para el diseño e ingeniería detallada de plataformas marítimas, abarcando la especialidad eléctrica.
- Explicar los criterios para seleccionar los equipos principales, cumpliendo requerimientos exigidos aptos para ambientes marinos y áreas clasificadas.
- Señalar especificaciones técnicas constructivas de sistemas eléctricos para una plataforma marítima.
- Señalar normativa vigente para diseño de sistemas eléctricos en áreas clasificadas.

## **4. NORMAS APLICABLES**

Dentro del mundo de la ingeniería, y más específicamente en la ingeniería eléctrica, se vive en un constante desarrollo e ingenio que hace parte fundamental de la ideología personal de cada profesional inherente a éste ámbito, promoviendo diariamente nuevas ideas y actualizaciones concernientes con temas relacionados a la ingeniería eléctrica, de ésta forma se hace imperativo la constante normalización de dichos sistemas que se prevean diseñar, se encuentren en vigor y que se deseen actualizar. De acuerdo a ésta necesidad, a continuación se documentará al lector sobre las normas nacionales e internacionales aplicables al diseño y construcción de las instalaciones eléctricas marítimas.

### **4.1 ESTÁNDARES NACIONALES**

- **REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS – RETIE<sup>1</sup>**

RETIE es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, cuya última actualización data de la Resolución 180195 de febrero 12 de 2009, que fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y utilización de la energía eléctrica en todo el territorio Nacional. La norma es de obligatorio cumplimiento y está regulado por la norma NTC 2050 "Código Eléctrico Colombiano".

El objetivo fundamental del Reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, minimizando ó eliminando los riesgos de origen eléctricos, a partir del cumplimiento de los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

El reglamento aplica para todas las instalaciones de corriente alterna ó continua, públicas ó privadas, con valor de tensión nominal mayor ó igual a 25V y menor ó igual a 500 KV de corriente alterna (CA), con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz y mayor ó igual a 50V en corriente continua (CD), que se construyan a partir de su entrada en vigencia. También aplica para todos los profesionales que ejercen la electrotecnia y para los productores ó importadores de materiales eléctricos, ya sean de origen nacional ó extranjero.

---

<sup>1</sup> Link descarga RETIE: <http://www.conte.org.co/files/reglamentacion/retie/anexo-general-retie.pdf>

- **CODIGO ELECTRICO NACIONAL - NTC 2050**

NTC 2050 corresponde al Código Eléctrico Nacional de Colombia, su entrada en vigencia data de 25 de noviembre de 1998. El principal objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente ó adecuada para el buen servicio ó para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

- **REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO – RETILAP<sup>2</sup>**

El objeto fundamental del reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidad de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando ó eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

El reglamento establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior; dentro de estos últimos los de alumbrado público, en el territorio colombiano, inculcando el uso racional y eficiente de energía (URE) en iluminación. En tal sentido, señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas.

La última actualización registrada se presenta Mediante la Resolución 182544 de diciembre 29 de 2010 se modifica el RETILAP con relación a modificar la transitoriedad sobre bombillas incandescentes y la eficacia mínima para tubos fluorescentes T8.

---

<sup>2</sup> Link descarga RETILAP:

[http://www.minminas.gov.co/minminas/energia.jsp?cargaHome=3&id\\_subcategoria=771&id\\_categoria=157](http://www.minminas.gov.co/minminas/energia.jsp?cargaHome=3&id_subcategoria=771&id_categoria=157).

## 4.2 ESTÁNDARES INTERNACIONALES

- **AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE<sup>3</sup>**

El objetivo principal de ANSI es mejorar la competitividad global de los negocios de EE.UU. y la calidad de vida americana, promoviendo y facilitando normas voluntarias de consenso y garantizar su integridad. El Instituto, que es activo tanto en la normalización nacional e internacional, es uno de los principales promovedores de “United States Standards Strategy” (USS). Este documento establece un marco que puede ser utilizado por todo interés, incluyendo las empresas, gobierno, organizaciones no gubernamentales, los creadores de normas y de los consumidores, para mejorar aún más EE.UU.

Además de facilitar la formación de las normas en los EE.UU., ANSI promueve el uso de estándares de Estados Unidos a nivel internacional, aboga por la política de EE.UU. y de cargos técnicos en las organizaciones de normalización internacionales y regionales y alienta la adopción de normas internacionales como normas nacionales cuando éstas satisfagan las necesidades de la comunidad de usuarios.

- **INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION<sup>4</sup>**

La Comisión Electrotécnica Internacional es la organización líder a nivel mundial que publica normas Internacionales y gestiona los sistemas de evaluación de la conformidad de los productos eléctricos y electrónicos, sistemas y servicios, conocidos colectivamente como la electrotecnia.

Las publicaciones de la IEC sirven como base para la normalización nacional y como referencia, para la redacción de licitaciones y contratos internacionales.

International Estándar reflejan los acuerdos de la descripción técnica de las características que debe cumplir el producto, sistema, servicio ó el objeto en cuestión. Son ampliamente adoptados a nivel regional ó nacional y son aplicados por los fabricantes, organizaciones de comercio, compradores, consumidores, laboratorios de ensayo, los gobiernos, reguladores y otras partes interesadas.

El IEC desarrolla estándares internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas. La adopción es voluntaria, aunque a menudo se hace referencia en la legislación nacional en todo el mundo.

---

<sup>3</sup> Link consulta ANSI: <http://www.ansi.org/>.

<sup>4</sup> Link consulta IEC: <http://www.iec.ch/about>

Dado que las normas internacionales generalmente reflejan la mejor experiencia de la industria, investigadores, consumidores y reguladores de todo el mundo, y cubren las necesidades comunes en una variedad de países, constituyen una de las bases importantes para la eliminación de obstáculos técnicos al comercio. Por esta razón, la Organización Mundial del Comercio recomienda a sus miembros aplicar las normas internacionales en vez de los regionales ó nacionales, siempre que sea posible. La adopción de las normas internacionales IEC ó su utilización como referencia en la legislación nacional facilita el comercio en el campo de la electrotecnia.

## **5. ALCANCE**

Por medio del presente documento se establecen los lineamientos, criterios, requisitos y especificaciones técnicas básicas a tener en cuenta, antes de iniciar la ejecución del diseño y la ingeniería detallada de una instalación eléctrica en nuevas plataformas marinas, en ampliaciones y modernizaciones que se deseen realizar en Muelles y Terminales Marítimas, concernientes a las actividades relacionadas con el comercio de Hidrocarburos, cumpliendo con el objetivo de acatar las principales normas nacionales e internacionales vigentes a la fecha.

A medida que se vayan presentando cada uno de los ítems desarrollados dentro del documento, se hará referencia ó la anotación igualmente de los equipos ó dispositivos más importantes y comunes que se han seleccionado en la ingeniería de otras instalaciones similares ya desarrolladas en la zona industrial de Mamonal de la ciudad de Cartagena.

## **6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA DISEÑO E INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS – PLATAFORMA MARÍTIMA**

### **6.1 CONDICIONES AMBIENTALES**

Cada entorno donde se requiera realizar un trabajo concerniente al ámbito eléctrico debe ser estudiado con cautela, con el objetivo de minimizar los inconvenientes debido a las condiciones ambientales de la ciudad y más específicamente el área donde se vaya a implementar el proyecto.

En general la ciudad de Cartagena presenta unas condiciones ambientales casi extremas y poco deseables en cuanto se refiere a la implementación de sistemas de distribución eléctrica, debido a la alta humedad y corrosión del ambiente. A continuación se encontrará una recopilación de los principales factores ambientales a tener en cuenta cuando se desee poner en marcha un proyecto de diseño de instalaciones eléctricas para plataformas marítimas.

#### **6.1.1 MEDIO FÍSICO**

- ✓ Altura sobre el Nivel del Mar: 0 m
- ✓ Máxima temperatura ambiente: 40 °C
- ✓ Mínima temperatura ambiente: 24°C
- ✓ Humedad relativa: 95%
- ✓ Clima: Tropical cálido – húmedo con atmosfera propia de zona Industrial
- ✓ Precipitación anual: 950 mm
- ✓ Condenadas geográficas: 10°25'N 75°32'O
- ✓ Sismicidad del área: Baja
- ✓ Densidad de descargas a tierra Promedio(DDT): 2

#### **6.1.2 CLIMATOLOGÍA**

El Clima de Cartagena de Indias posee un clima tropical-cálido y bastante húmedo a la vez su clima está influenciado por los vientos que soplan entre diciembre y marzo, dando lugar a estaciones secas y lluviosas.

En esta región el período de lluvias se presenta de mayo a noviembre, con máxima precipitación en el mes de octubre y el período seco entre diciembre y abril. Las precipitaciones anuales promedios oscilan en los 950 mm. La temperatura promedio es de 27°C.

## 6.2 DATOS DE RED ELÉCTRICA

El diseño de los sistemas de red eléctrica de una plataforma marítima deben cumplir a cabalidad con la normativa técnica para asegurar la integridad tanto de las personas que se encuentren el lugar de trabajo como la continuidad de la producción de la plataforma y el buen estado de los equipos que ésta alimente.

La ubicación de los equipos dispuestos en el diseño de las redes eléctricas en cualquier plataforma marítima deben ser ubicados en la medida de lo posible en áreas de bajo peligro, esto con el objetivo de minimizar al máximo la necesidad de utilizar equipos con requerimientos especiales que incrementen costos, además de disminuir zonas de peligro.

Los aspectos más importantes que se deben considerar para el diseño eléctrico son los siguientes:

- ✓ Niveles de tensión del sistema de distribución
- ✓ Magnitud y crecimiento previsto de la carga.
- ✓ Evaluación técnica y económica.
- ✓ Protección al medio ambiente (niveles de ruido, vibración, salida de gases, derrames, entre otros).
- ✓ Ubicación de las cargas.
- ✓ Características de las cargas mayores a conectarse.
- ✓ Identificación de las cargas críticas del proceso.
- ✓ Flexibilidad en la operación y facilidad de ampliación.
- ✓ Seguridad al personal en la instalación, operación y mantenimiento.
- ✓ Señalización de embarcaciones y de ayuda a la navegación.
- ✓ Respaldo a sistemas de control, medición y alarmas.
- ✓ Aplicación de tecnología de punta y calidad de los componentes.
- ✓ Dimensionamiento de cuartos eléctricos, cuartos de baterías y área de transformadores.
- ✓ Grado de automatización requerido.
- ✓ Consideraciones de los componentes y materiales para un medio ambiente general salino y corrosivo.
- ✓ Sistema de suministro de energía eléctrica de emergencia.

### **6.3 DESCRIPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA INSTALACIÓN**

Los sistemas eléctricos relacionados con plataformas marítimas deben cumplir con todas las normas y exigencias concernientes al ámbito industrial, debido a que la energía eléctrica desempeña un papel primordial en el funcionamiento y control de los equipos y en desarrollo de toda actividad productiva de una plataforma marítima, todo esto debe ser englobado en la meta del buen aprovechamiento de los recursos primarios, la eficiencia energética y el cuidado del medio ambiente, este último de vital importancia.

Se hace necesario encontrar maneras para reducir los costos operativos y de mantenimiento de equipos eléctricos y en la misma medida lograr aumentar la eficiencia de los mismos, y el primer paso para lograr tal cometido es implementar un diseño que se guíe por todas las normas eléctricas industriales y marítimas.

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

#### **6.3.1 SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

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

Para obtener la disponibilidad requerida de energía eléctrica, debe proveerse redundancia en el sistema de distribución para garantizar el suministro a las instalaciones, durante mantenimiento ó interrupción del servicio, por tal motivo se hace imprescindible en la hora de diseño del sistema eléctrico realizar las observaciones y análisis pertinentes con la inversión relacionada a este sistema.

#### **6.3.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PRINCIPAL**

Puede ser a través de generación local en la plataforma, de alimentadores provenientes de la generación de otros complejos; o cuando sea necesario, como en las plataformas periféricas, a través de generación eléctrica no convencional como sistema de celdas solares, Microgeneración, celdas de combustible ó sistema eólico, entre otros.

El principal sistema de alimentación se sugiere que se realice por medio de un sistema de cables submarinos que provenga de la subestación eléctrica más

cercana en tierra, dicha acometida debe ser calculada de acuerdo a la carga a alimentar y además suplir única y exclusivamente dicha plataforma marina. Este sistema de alimentación debe cumplir por lo mínimo con las siguientes normas internacionales:

- IEC 60228: Conductores de cables aislados.
- IEC 60287: Cálculo de la intensidad admisible de cables eléctricos (factor de carga 100%).
- IEC 60811: Cables eléctricos y de fibra óptica - métodos de prueba para materiales no metálicos.
- IEC 60793: Fibra óptica. Métodos de medición y procedimientos de ensayo. Parte 1-1: Generalidades y guía.
- IEC 60794: Cables de fibra óptica. Parte 1-1: Especificación genérica. Generalidades.
- IEC 60794: Cables de fibra ópticos - la Parte 1-2: La especificación genérica - el cable Básico óptico prueba procedimientos.
- IEC 60949: Cálculo de corrientes de cortocircuito termalmente permitidas, teniendo en cuenta efectos de calefacción no adiabáticos

### **6.3.3 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA**

El sistema debe suministrar energía a las cargas eléctricas de emergencia. Los sistemas deben estar compuestos por moto-generadores diesel ó de un sistema de potencia ininterrumpido (UPS), y de ser necesario, de una combinación de ambos. El moto-generador diesel debe ser capaz de operar en paralelo con la red principal para la prueba y mantenimiento del conjunto.

#### **6.3.3.1 GENERADOR**

En los sistemas de plataformas marítimos se debe contemplar la facilidad para la conexión alternativa de una acometida proveniente de una planta generadora fija ó portátil, que dado el caso pueda entrar y suplir con energía eléctrica todo el sistema, ó parte de él, de acuerdo con las necesidades y prioridades que se dispongan al momento del diseño.

El sistema de generación de emergencia debe ser independiente del sistema de suministro principal. En caso de ser fijo, el moto-generador deberá estar conectado a un sistema de transferencia ya sea automáticamente ó de tipo manual en caso de que el motogenerador sea de tipo móvil, y alimentar directamente a las cargas de la plataforma en caso de falla del suministro principal. Un moto-generador localizado en la plataforma operacional, debe tener la capacidad de alimentar la carga total de toda la instalación de la plataforma. La

utilización del moto-generador debe ser establecido por los requerimientos de cada tipo de instalación.

## 6.4 TENSIONES ELÉCTRICAS NORMALIZADAS

Las tensiones eléctricas que se deben emplear en instalaciones marinas son las mostradas en la siguiente tabla (Tabla 1.) de este documento.

**Tabla 1.** Tensiones Eléctricas de un sistema de distribución de energía en baja.

	Tensión eléctrica nominal del sistema de distribución de energía eléctrica [V]			Tensión eléctrica de servicio [V]		Tensión Eléctrica de utilización [V]
	1 Fase 2 Hilos	3 Fases 4 Hilos	3 Fases 4 Hilos	Máximo	Mínimo	
<b>Baja Tensión</b>	120			126	108	115
	-		220Y/120	231/133,3	198/114,3	208Y/120
	-		480Y/227	504/291	432/249,4	460Y/265
	-	480		504	432	460

Fuente: Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios

Las tensiones nominales para alimentar equipo en baja tensión, como motores, tableros de distribución y cargas de alumbrado pueden ser 480 V trifásicos, 220 V trifásicos y 127 V monofásicos.

### 6.4.1 CONDUCTOR PUESTO A TIERRA

Para sistemas de bajo voltaje a 208-120 VAC, (iluminación y tomacorrientes de servicios generales y tomacorrientes de UPS), se dispondrá de neutro independiente sólidamente aterrizado.

### 6.4.2 REGULACIÓN DE TENSIÓN

Se sugiere que se tenga en cuenta para todo el proceso de cálculo, montaje y prueba del sistema de regulación de tensión, la normativa IEEE Std C57.15 – 1999. IEEE Standards Requirements, Terminology, and Test Code for Step-Voltage Regulators.

Como mínimo para caídas de tensión, se sugiere:

- Para alimentadores de motores:

Durante el arranque: 10%  
En régimen normal a plena carga: 5%

- Para circuitos de iluminación:  
Alimentadores de tableros: 1%  
Circuitos Ramales: 2%

- Para alimentadores generales:

Alimentadores transformadores de baja tensión: 3%  
Alimentadores UPS: 3%

Los sistemas de corriente continua de 125 V y/o de 24 V son constituidos por transformador, rectificador-cargador (100 por ciento redundante), banco de baterías, e interruptor de transferencia.

El cargador de baterías se debe alimentar en 220 ó 480 VAC desde un tablero de cargas de emergencia, un segundo alimentador se debe alimentar en 220 ó 480 VAC desde un tablero de servicio normal. El cargador de baterías, después de transformar y rectificar la tensión, debe alimentar al banco de baterías de 125 y/o de 24 VDC.

## **6.5 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS**

Según la API RP 500<sup>5</sup>, basada en la National Electric Code (NEC) se puede tener la siguiente clasificación de áreas.

1. Clase 1: Éstas son áreas donde su atmosfera están ó pueden estar presentes gases ó vapores inflamables en cantidad suficiente como para producir una mezcla inflamable ó explosiva.
2. Clase 2: Estas son áreas peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles. Los polvos son categorizados en los grupos E, F y G.
3. Clase 3: Estas son áreas donde existe peligrosidad debido a la presencia de fibras ó materiales que produzcan pelusas inflamables. Esta clase de área no tiene grupos específicos que las identifiquen.

---

<sup>5</sup>Link información: <http://www.api.org/publications-standards-and-statistics.aspx>

## **6.5.1 DIVISIONES DE ÁREAS DE CLASIFICACIÓN**

Dentro de las clases mencionadas el NEC considera:

**6.5.1.1 DIVISIÓN 1.** Son Áreas en donde existen concentraciones peligrosas, gases, vapores, polvos o fibras inflamables en:

- En forma continua o periódica.
- Bajo condiciones de operación normales.
- Donde puede existir frecuentemente concentraciones peligrosas de tales sustancias debido a operaciones de mantenimiento o reparación, o debido a fugas.
- Áreas donde la interrupción de servicio u operaciones defectuosas de los equipos o procesos que pueden liberar concentraciones peligrosas de las sustancias inflamables.
- Fallas simultáneas de equipo eléctrico.

**6.5.1.2 DIVISIÓN 2.** Son áreas donde líquidos, vapores, gases, polvos o fibras inflamables son manejados, procesados o usados, pero estas sustancias inflamables pueden normalmente ser confinados dentro de depósitos o sistemas desde donde ellos pueden escapar sólo en caso de ruptura accidental o falla de tales depósitos o sistemas, o en caso de operación anormal de los equipos; o en lugares en donde las concentración es peligrosas de gases o vapores son normalmente prevenidas por ventilación artificial pero que pueden llegar a ser peligrosas debido a fallas u operación anormal del equipo de ventilación o áreas adyacentes a áreas de la División 1, desde donde pueden ocasionalmente ser comunicadas concentraciones peligrosas de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea prevenida, primero por adecuada ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio, y segundo por precauciones efectivas contra fallas de ventilación.

Después de haber generado los planos de clasificación de áreas de la instalación, se puede proseguir con la correcta selección de equipos a instalar dentro del Sistema Eléctrico de la Plataforma.

## **6.6 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PRINCIPALES**

### **6.6.1 TRANSFORMADORES**

Los transformadores deben ser seleccionados basándose en la normativa Técnica IEEE Std C57.13-1993 (Revisión de norma IEEE Std C57.13-1978). A continuación se hace aclaración a puntos clave a tener en cuenta.

Los transformadores hasta 150 kVA deben ser aislados en barniz impregnado ó en resina epoxy al vacío, y mayores de 150 kVA deben ser aislados en resina epoxy al vacío con bobinas moldeadas al vacío en ambos devanados.

Los transformadores y sus componentes utilizados en plataformas marinas deben considerar en su diseño, que sus características sean para operar en ambiente marino corrosivo, además de que el mismo sea dispuesto en una caseta protectora, ver “6.6.1.3 Consideraciones Especiales”. Los devanados deben ser de cobre y/o aluminio.

Los transformadores pueden contar con un sistema de monitoreo de puntos calientes mediante RTD'S ó termopares con medición digital en el frente del gabinete del transformador, con puerto de comunicación RS-485 con protocolo de comunicación Modbus y Ethernet, sus señales se deben integrar al sistema digital de monitoreo y control de la plataforma; el monitoreo a cada transformador debe estar por lo menos en cada una de las bobinas, el sistema debe ser capaz de desplegar digitalmente el punto más caliente en grados Celsius (°C), la diferencial mayor, compensación de temperatura, y alarma, el sistema debe efectuar un monitoreo continuo (“Barrido” ó “Escaner”) a todos los puntos de monitoreo, la pantalla del sistema debe ubicarse al frente del gabinete del transformador.

Los transformadores deben proporcionar los siguientes parámetros:

- ✓ Capacidad nominal.
- ✓ Relación de transformación.
- ✓ Número de fases.
- ✓ Número de devanados.
- ✓ Clase de enfriamiento.
- ✓ Frecuencia.
- ✓ Impedancia (Z en por ciento).
- ✓ Sobre - elevación de temperatura.
- ✓ Altura de operación sobre el nivel del mar.
- ✓ Clase de aislamiento.
- ✓ Nivel básico de aislamiento al impulso del rayo.
- ✓ Conexión.
- ✓ Cambiador de derivaciones.

- ✓ Ubicación interior o intemperie.
- ✓ Ubicación de boquillas o terminales de conexión.

#### **6.6.1.1 CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CADA TRANSFORMADOR**

Se debe considerar lo siguiente:

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

Se permite el aumento de capacidad del transformador por enfriamiento forzado del aire (FA), así como por la elevación de la temperatura máxima permitida de 80/115/150 °C, operando a plena carga del valor nominal sobre una temperatura ambiente promedio de 30 °C y una máxima de 40 °C. En el caso de los transformadores secos encapsulados en resina epoxy la elevación de temperatura máxima permitida debe ser 80/115°C.

#### **6.6.1.2 CAPACIDAD NOMINAL**

La capacidad nominal de transformadores utilizados en plataformas marinas para distribución primaria, así como alimentación a cargas eléctricas de fuerza y alumbrado es la siguiente:

- ✓ Transformadores monofásicos: 5, 10, 15, 25 KVA.
- ✓ Transformadores trifásicos: 15, 30, 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750, 1 000, 1 500, 2 000, 2 500, 3000, 3 750, 5 000, 7 500, 10 000 y 12 000 KVA.

Capacidades mayores pueden requerirse de acuerdo a las necesidades del proyecto.

#### **6.6.1.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES**

- ✓ Los Transformadores se deben instalar en exteriores, con gabinete para servicio intemperie, tipo 3R construido con lámina de acero estructural de calibre mínimo de 2,78 mm (12USG).
- ✓ Los transformadores con aberturas de ventilación deben instalarse de manera que no sean bloqueados por paredes u otras obstrucciones. Las

separaciones necesarias deben estar marcadas claramente en el transformador.

- ✓ En el gabinete se debe incluir un conector mecánico para conexión a tierra para cable de cobre desnudo calibre 33,62 mm<sup>2</sup> (2 AWG) a 67,43 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG).
- ✓ El nivel de ruido debe ser garantizado por el fabricante.
- ✓ Todas las partes de acero, excepto las galvanizadas deben recibir un tratamiento anticorrosivo.
- ✓ Deben tener aislamiento clase 185 °C, capacidad nominal con elevación de temperatura de 80 °C y temperatura máxima de 115 °C (capacidad adicional sin dañar los aislamientos de 15 por ciento). Lo anterior sobre una temperatura ambiente promedio de 30 °C y una máxima de 40 °C.

### 6.6.2 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO MINI SPLIT

Para la selección de los equipos de aire acondicionado, se deben tener algunos elementos en cuenta, entre los más sobresalientes se tiene la capacidad, eficiencia y tensión de operación. De acuerdo con la tabla que se muestra a continuación se puede hacer una correcta selección de la capacidad del aire acondicionado en BTU, teniendo en cuenta los metros cuadrados del lugar a adecuar y la temperatura de la zona, en este caso específico teniendo en cuenta las altas temperaturas de la ciudad de Cartagena, se tiene que tener en cuenta la columna de la ZONA 4.

**Tabla 2.** Caracterización aire acondicionado Rango área en metros cuadrados Vs. Zona. Zona 1: 10 a 20°C. Zona 2: 21 a 27°C. Zona 3: 28 a 32 °C. Zona 4: 33°C en adelante.

Superficie [m <sup>2</sup> ]	Zona 1 [BTU]	Zona 2 [BTU]	Zona 3 [BTU]	Zona 4 [BTU]
0 a 4	6000	5400	6600	7200
4 a 8	8000	7200	8800	9600
8 a 12	10000	9000	11000	12000
12 a 16	12000	10800	13200	14400
16 a 20	14000	12600	15400	16800
20 a 25	18000	16200	19800	21600
25 a 30	24000	21600	26400	28800

Fuente: <http://www.quecalor.com/aire-acondicionado-calculo.php>

En cuanto a la eficiencia de este tipo de dispositivos, debido a que se desea obtener un sistema energéticamente eficiente, se deben instalar aires

aconicionados tipo mini Split de 13 SEER, debido a que poseen un consumo de hasta un treinta por ciento menos que uno de 12 SEER que es el estándar de eficiencia para esta clase de equipos. Y finalmente en cuanto a la tensión nominal de operación se aconseja que sea 220V.

Estos equipos se encontrarían ubicados en los cuartos de control, donde se encuentren ubicados equipos electrónicos como UPS, Estación de supervisión, Gabinete de PLC ó RTU's. Dependiendo del área en que se ubique el equipo, se determinará si se exige el equipo como apto para área clasificada.

### **6.6.3 ACTUADORES ELÉCTRICOS PARA VÁLVULAS**

Los actuadores eléctricos deben cumplir con los requerimientos básicos:

- ✓ El actuador eléctrico debe ser capaz de montarse en cualquier posición sin ver afectado su desempeño.
- ✓ La acción a falla de los actuadores de las válvulas de seccionamiento debe ser a su posición segura, según su filosofía de control.
- ✓ Los actuadores eléctricos para válvulas de seguridad de proceso deben ser alimentados de un sistema ininterrumpible de energía y su acción a falla debe ser a posición segura.
- ✓ Los actuadores eléctricos deben tener capacidad para manejar cualquiera de las siguientes salidas:
  - Un cuarto de vuelta (Movimiento Rotatorio de la válvula).
  - Multi-vuelta (Movimiento lineal de la válvula).
- ✓ El método de aseguramiento del actuador a la válvula debe ser por medio de pernos ó tornillos. El número requerido debe estar de acuerdo al tamaño y a la clase de la brida de acoplamiento.
- ✓ Los actuadores eléctricos deben formar una unidad completa, para ser acoplada directamente sobre la válvula o a través del sistema de transmisión de barra de extensión con bridas y debe estar integrada por:
  - Motor eléctrico
  - Caja de engranes
  - Sistema de control
  - Indicador de posición
  - Interruptores de límite
  - Interruptores de par
  - Volante manual

Igualmente deben cumplir con las siguientes características particulares:

- ✓ Voltaje nominal: 460 voltios, trifásico.
- ✓ Frecuencia Nominal: 60 Hertz
- ✓ Temperatura ambiente máxima: 40 °C
- ✓ Humedad relativa: 95%
- ✓ Carga de arranque: Carga Nominal
- ✓ Apto para instalar en ambiente costero tropical húmedo e industrial corrosivo.
- ✓ Variación alimentación eléctrica a carga nominal: 5% frecuencia y 10% tensión.
- ✓ Aislamiento eléctrico: Clase de aislamiento: Clase F.
- ✓ Cerramiento: Nema 4X, apto para instalación en áreas clasificadas.

#### **6.6.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI ó UPS)**

La norma más sobresaliente con la cual se regulan los sistemas de alimentación ininterrumpida es la IEC 62040-3, se puede encontrar la dependencia de la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada, calidad de la tensión de salida del SAI, respuesta dinámica de la tensión de salida del SAI, tiempos de transferencia, entre otros.

La normativa IEC 62040-3 (y su versión europea EN 62040-3) permite establecer un sistema de clasificación objetivo y claro de los distintos tipos de SAI.

Estos sistemas deben suministrarse para servicios de emergencia que requieran energía permanente en AC ó DC en caso de falla del suministro normal ó por disturbios eléctricos.

Los equipos sensibles a disturbios eléctricos tales como transitorios de tensión y distorsión de armónicas deben ser alimentados por SAI. Deben ser tipo industrial, tecnología de modulación por ancho de pulso (PWM) para suministrar alimentación de A.C regulada y con forma de onda senoidal, transferencia automática con cero tiempos de interrupción.

En general, se requieren los sistemas de alimentación ininterrumpidos independientes para cada uno los siguientes sistemas:

- ✓ Proceso (instrumentación)
- ✓ Paro de emergencia
- ✓ Fuego y gas (Alarmas)
- ✓ Alumbrado de emergencia.

- ✓ Telecomunicaciones
- ✓ Sistema de seguridad (Cámaras).

Cada unidad de UPS ó SAI debe tener un diagrama mímico al frente del equipo, que muestre modos operacionales. Las características particulares finales para cada proyecto deben ser definidas en las bases técnicas de licitación. El sistema de alarmas debe ser monitoreado por el sistema de control central de la plataforma.

El sistema a suministrar estará conformado como mínimo por los siguientes elementos:

- ✓ Transformador de aislamiento de entrada.
- ✓ Interruptor manual externo para by pass de mantenimiento en línea.
- ✓ Interruptores C.A. ubicados a la entrada del transformador de aislamiento, a la entrada del by pass de mantenimiento en línea y a la entrada del rectificador.
- ✓ Filtros EMI y RFI, tanto a la entrada como a la salida de la UPS.
- ✓ Rectificador/cargador de baterías.
- ✓ Inversor.
- ✓ Interruptor C.C. para la carga del banco de baterías.
- ✓ Banco de Baterías, protegido dependiendo de la temperatura de diseño de las baterías.
- ✓ By-pass electrónico (Interruptor estático de transferencia).
- ✓ Transformador de aislamiento de salida.
- ✓ Un (1) gabinete que contenga los interruptores y el sistema de bypass manual para mantenimiento.

La UPS debe tener un display para indicación y control del sistema. En este display se deben registrar ajustes y verificación de todos los parámetros de control aplicados a un sistema de UPS.

Es recomendable que el equipo venga equipado con las siguientes tarjetas interfaces:

- ✓ Una (1) tarjeta con contactos secos NC de cuatro (4) salidas.
- ✓ Una (1) para comunicación MODBUS.
- ✓ Una (1) para comunicación Ethernet – SNMP.

Se recomienda que todo el sistema de tarjetas electrónicas debe ser tropicalizado, con el objetivo de prevenir cualquier avería por casusa de condiciones ambientales, y así mismo disminuir los costos de futuros mantenimientos.

### **6.6.5 SISTEMA DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

Para éste tipo de instalaciones es indispensable el uso de un sistema de estación meteorológico, dicho sistema debe ser integral que permita la recolección de datos ambientales de forma automática, permitiendo de este modo el análisis de los parámetros de la manera más rápida posible. En lo posible debe ser automática y autoabastecida, descartando posibles errores de procesamientos y almacenamiento de datos por motivos de corte de comunicación ó de energía eléctrica, de lo contrario su alimentación debe estar respaldada por el sistema de la UPS.

Estas unidades pueden ser portátiles, pero a su vez deben ser robustas permitiendo un uso continuo y bajo ambientes pesados y marinos, sucios y corrosivos.

A continuación se hace referencia a las características mínimas de sensibilidad de cada uno de los sensores y partes principales.

- ✓ Vientos (Velocidad y Dirección). Debe medir de 0 a 150 km/h con una resolución de 0,1 km/h.
- ✓ Pluviómetro, Autodescargable que mida de 0 a 10.000 mm con una resolución de 0,2 mm.
- ✓ Sensor de Temperatura y Humedad Atmosférica, debe medir de – 40°C a 60°C con una resolución de 0,1 °C. En cuanto al sensor de humedad debe medir de 0 a 100% con una resolución de 0,1%.
- ✓ Presión Atmosférica, de 880 a 1080 hPa con una resolución de 0,1 hPa.
- ✓ Radiación Solar debe poseer un piranómetro para medición de rayos ultravioletas.

La estación meteorológica seleccionada debe poseer una interfaz que permita al usuario visualizar y trabajar con los datos recolectados por las estaciones meteorológicas y además los procese brindando información conclúyete sobre las mediciones realizadas.

Preferiblemente un Modem para comunicación vía GPRS. El dispositivo debe permitir a la estación comunicarse con el servidor de Internet a través de la red de telefonía celular.

Antena para comunicación a larga distancia por Aire. Debe brindar la posibilidad de acceso a los datos de la estación desde una PC.

HMI en Estación, poseer una pantalla que permita observar en tiempo real los datos que están siendo recolectados y transmitidos como así también realizar configuraciones y set up.

Poseer Vía Cable Serial y Puertos USB. Los datos recolectados por la estación debe poderse descargados a una PC de tipo Notebook ó Netbook a través de su puerto de comunicaciones seriales

## 6.7 CABLES

Los alimentadores de baja tensión para circuitos de fuerza y alumbrado deben dimensionarse por capacidad de corriente, caída de tensión y también por corto circuito.

Su cálculo se realizará según lo establecido en el NEC y en el estándar IEEE 141 (Red Book), excepto cuando se requiera el calibre mínimo.

El calibre mínimo de conductores a utilizar es el siguiente:

- ✓ Alumbrado: 3,31 mm<sup>2</sup> (12 AWG)
- ✓ Receptáculos: 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG)
- ✓ Fuerza 600 V y menor: 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG)

Los conductores de los alimentadores principales y derivados en baja tensión deben ser de cobre, cableado concéntrico, aislamiento THHN/THWN, termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido, 75 °C ambiente húmedo y 90 °C en ambientes secos.

Los conductores de los alimentadores principales aislados en baja tensión deben identificarse por algún medio de etiquetado, fijo e imborrable, en llegadas a cuartos eléctricos y a transformadores, así como al principio y final del conductor indicando el número de circuito y servicio del conductor.

Los conductores de los circuitos derivados aislados en baja tensión deben identificarse por algún medio de etiquetado, fijo e imborrable, indicando el número de circuito y fase. No se admiten empalmes intermedios entre puntos iniciales y finales.

Ningún conductor se debe usar de modo que su temperatura de operación supere la de su diseño para el tipo de conductor aislado al que pertenece.

Cuando se indique en bases técnicas de licitación y/o bases de diseño, los conductores de los alimentadores principales y derivados deben ser del tipo cable armado. La cubierta exterior de estos cables debe ser retardante a la flama, resistente a la luz solar y a los aceites, para soportar el ambiente presente en las instalaciones petroleras marinas.

Los cables de fuerza deberán cumplir el código de colores establecido en el RETIE.

El código de colores del aislamiento en cables monoconductores y multiconductores en baja tensión hasta 600 V, con sección transversal hasta 33,6 mm<sup>2</sup> (2 AWG) debe ser consistente en todo el circuito, como sigue:

- Fases (Fuerza y alumbrado):
  - ✓ A: Negro.
  - ✓ B: Rojo.
  - ✓ C: Azul.
- Conductor puesto a tierra (Neutro): Blanco.
- Conductor de puesta a tierra: Verde.
- Para corriente continua:
  - ✓ Conductor positivo: Rojo.
  - ✓ Conductor Negativo: Azul.

Los cables mencionados en esta sección no son los utilizados en el alambrado interno de equipo.

Cabe mencionar que para todo el cableado que se encuentre en el sistema de distribución eléctrica de la plataforma, se debe regir a la identificación de la tabla 13 del Artículo 11.4 del RETIE.

### **6.7.1 CABLES CONTROL**

Para los conductores de alimentación DC (instrumentación) el aislamiento deberá ser en Polietileno reticulado, 600 V, 90°C, tipo XHHW.

Según se requiera en la instalación, pueden utilizarse otros tipos de cables control con aislamientos termoplásticos ó termofijos permitidos.

Cuando se indique en las bases técnicas de licitación y/o bases de diseño, los cables control deben ser de tipo armado.

## 6.7.2 CABLE SUBMARINOS

La energía eléctrica requerida por alguna plataforma marítima ó puede ser suministrada desde otra plataforma ó desde una subestación en tierra, para lo cual puede ser necesario el tendido de alimentadores en el lecho marino. Para lo anterior deben cumplirse los requerimientos indicados a continuación:

Los cruzamientos submarinos deben ser instalados siguiendo una trayectoria tal, que estén protegidos de la erosión ocasionada por la acción de las olas ó las corrientes submarinas. En caso de requerirse ocupar el conductor submarino para disponer de servicios adicionales (fibra óptica, tubing para transporte de fluidos), estos deben ser considerados en su diseño para no poner en riesgo la función principal del conductor que es transportar energía eléctrica.

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

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

**Figura 1.** Cable Submarino 3X4/0AWG+3X8AWG+24A1



Fuente. Especificaciones Técnicas Zhongtian Technology CO. Submarine Power Cable.

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

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

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

#### **6.7.2.1 INSTALACIÓN CABLE SUBMARINO**

Los siguientes factores deben considerarse para evaluar la ruta potencial del tendido de cables submarinos, los cuales influyen en el costo, construcción, confiabilidad y mantenimiento del sistema propuesto y deben ponderarse en conjunto con los beneficios eléctricos del sistema:

- ✓ Comunicados con capitania y de instituciones ambientales para la selección de la ruta del tendido de cables.
- ✓ Información meteorológica del lugar, así como perfil del lecho marino.
- ✓ Existencia de obstáculos en la ruta del cable (tuberías, otros cables, depósitos minerales).
- ✓ Número de cables ó circuitos, incluyendo la posibilidad de cables de reserva.
- ✓ Protección del cable según la probabilidad de daño físico causado por actividades humanas.
- ✓ Actividad sísmica del lugar de la instalación.
- ✓ Falla hidráulica (para cables con fluido interno).
- ✓ Protección mecánica de cables en el mar.
- ✓ Probabilidad de daño ó falla del cable.
- ✓ Tiempo para obtener partes de repuesto y disponibilidad en el mercado.
- ✓ Equipo y herramientas especiales para realizar actividades de mantenimiento y reparaciones.
- ✓ Capacitación de personal para la operación en condiciones normales y de contingencia, mantenimiento, calibración y reemplazo de componentes, así como para la reparación de cables submarinos.

## **6.8 TUBERÍA CONDUIT ELÉCTRICA**

La tubería conduit a utilizar en distribución eléctrica visible debe ser:

Para instalaciones en interiores que cuenten con aire acondicionado debe ser de aluminio tipo pesado, sch. 40 de acuerdo con ANSI C80.5, UL 6A.

Para el caso de utilizar tubería conduit metálica galvanizada deberá ser del tipo RIGID de acuerdo con las normas ANSI C 80.1, (NTC-171), UL6. El material de fabricación será acero al carbono según normas AISI/SAE 1008, 1010, 1015, JIS SPHT 3132.

El galvanizado en caliente tanto interior como exterior se hará por inmersión en caliente según la norma ANSI C 80.1. El zinc utilizado para el galvanizado deberá cumplir la norma ASTM B6 SHG (Super High Grade). Las roscas serán NPT y deberán cumplir la norma ANSI B1.20.1 (NTC 332).

En instalaciones interiores que no cuenten con aire acondicionado y en áreas exteriores deben ser de aluminio tipo pesado, cédula o espesor (“Schedule”) 40 con recubrimiento exterior de PVC e interior de uretano, de acuerdo con ANSI C80.5, ó equivalente y deben cumplir con las pruebas requeridas para este tipo de material, como son:

- ✓ Dureza, adherencia y espesor del recubrimiento exterior de PVC.
- ✓ Dureza, adherencia y espesor del recubrimiento interior de uretano.

Lo anterior aplica también para todos los accesorios de canalización como curvas, acoples, cajas registro, sellos, tuercas unión y abrazaderas con cubierta exterior de PVC e interior de uretano.

Para el caso que se utilice tubería conduit metálica galvanizada deberá ser del tipo RIGID, como se menciona anteriormente, pero aplicando protección tricapa; poliamida verde, poliuretano blanco intermedio, poliuretano de acabado.

### **6.8.1 SOPORTES TUBERÍA CONDUIT**

Como primera opción debería ser contemplado el canal unistrut recubierto con PVC en su exterior. Brinda versatilidad y es muy confiable para soportería conduit y otro tipo de instalación electro-mecánica.

Otra muy buena alternativa se presenta con la opción de Acero inoxidable, en caso de seleccionarla, se especifica:

- ✓ Las grapas unistrut, ó grapas de doble ala, mordazas y tornillería serán igualmente en acero inoxidable.
- ✓ Para fijación de soportes a elementos estructurales de concreto se utilizarán anclas expansivas rosca interna.
- ✓ Las anclas expansivas como los pernos para la fijación del soporte serán de acero inoxidable.
- ✓ Para fijar los soportes a elementos estructurales metálicos se utilizarán pernos de acero inoxidable separando el soporte del elemento estructural por medio de una lámina de neopreno de 1/4" de espesor.

### 6.8.2 ACCESORIOS TUBERÍA CONDUIT

Los accesorios conduit deberán ser tipo pesado, de hierro galvanizado. Dadas las condiciones ambientales serán recubiertos en PVC exteriormente e interiormente en poliuretano.

Las condeletas en área no clasificada serán tipo NEMA 4X, en área clasificada serán del tipo LBH o NEMA 7+4X. En área clasificada se puede considerar el uso de cajas redondas tipo GUA revisando el diámetro de curvatura del conductor a instalar en el ducto.

**Figura2.** Accesorios tubería conduit. Cortafuegos (Izq.) – Conduleta LB (der.)



Fuente: Catalogo de equipos y accesorios Cooper Crouse Hinds.

La llegada de los ductos eléctricos a equipos sujetos a vibración ó movimiento se hará con acoples flexibles acordes a la clasificación de área del sitio de instalación, sin embargo se establece que en la plataforma se utilizarán acoples flexibles metálicos aptos para áreas clasificada. El uso de acoples del tipo Liquid Tigh no metálico estará limitado al sistema de alumbrado.

Se considerará el uso de sellos de cortafuego de acuerdo a lo indicado en el NEC (Sección 500) en la llegada de ductos a equipos en área clasificada, en las transiciones entre área clasificada y no clasificada, en la llegada de ductos a gabinetes, cuartos eléctricos, etc.

En todos los sitios donde sea constructivamente necesario y en todas las llegadas a cajas y gabinetes se deberá considerar el uso de uniones universales aptas para instalación según la clasificación del área del sitio.

El acople de los ductos a gabinetes en área no clasificada se hará con HUB.

Para la selección de accesorios deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura de los conductores que se vayan a instalar en los ductos.

## **6.9 SISTEMA DE ILUMINACIÓN**

El sistema de alumbrado debe ser diseñado para proporcionar la cantidad y calidad de iluminación requerida en las diversas áreas que conforman las plataformas marinas. Se debe cumplir con un nivel de iluminación horizontal (o vertical según sea el caso) sobre el plano de trabajo en base al tipo de actividad a desarrollar en dicha área, así mismo el sistema de alumbrado debe tener la capacidad de evitar el deslumbramiento directo ó reflejado con el fin de evitar la fatiga visual.

En las plataformas marinas se debe asegurar una operación y mantenimiento eficiente de las instalaciones y no ser un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

Las luminarias deberán ser aptas para la instalación de acuerdo al área en la que se encuentren localizadas. De acuerdo al ambiente todas deberán ser aptas para instalación en ambiente marino.

**Tabla 3.** Niveles mínimos de iluminación para trabajos de eficiencia visual

Área	Mínimo	Intensidad de Iluminación [Luxes]	Máximo
Oficinas área de escritorio	300	500	750
Áreas Generales de Trabajo	200	300	500
Cuartos de Control	300	500	750
Áreas de Circulación, Corredores	50	100	150
Pasillos y escaleras Exteriores	100	150	200
Cuarto de control eléctrico	300	500	750
Áreas Generales Interior de Fabricas /Industria	200	300	500

Fuente: RETILAP

Las luminarias deben tener certificado UL, con T-code de acuerdo al área en las que se instalen.

### 6.9.1 REFLECTORES PARA ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para el alumbrado exterior se recomienda el empleo de luminarias con lámparas de vapor de sodio de Alta Presión. Debido a que éstas son de las más eficaces para iluminación exterior, y aplicación de la iluminación en áreas no operativa, la calidad de apreciación correcta del color es de poca importancia, es decir, que el Índice de reproducción de color ó reproducción cromática (Ra) ó (CRI) % como se menciona en la tabla 200.3.6 B de la sección 203.6 del RETILAP debe estar entre 70 y 60 %, cabe anotar que los accesorios de esta fuente de iluminación son de los más comerciales.

Para el alumbrado de plataforma y piñas de atraque y amarre, es conveniente la instalación de reflectores en postes metálicos abatibles galvanizados en caliente, donde su longitud depende de los cálculos del diseño de iluminación.

Las luminarias y/o reflectores de la plataforma central como requisito básico, deberán ser aptas para instalación en área clasificada así como también para instalación en ambiente marino. Mientras que las luminarias de las piñas de atraque y amarre deberán ser aptas para instalación en ambiente marino, más no para áreas clasificadas ya que los manifolds, válvulas de venteo y seguridad, Brazos de Cargue y descargue ó posibles fuentes de liberación se encuentran

alejadas a distancias mayores (>15m). Desclasificando los equipos que se encuentren en dicha extensión de área.

Preferiblemente para los circuitos de alumbrado exterior se exige que sean trifásicos con la carga distribuida y balanceada en las tres fases y que la carga de cada circuito no exceda los 2KW.

### **6.9.2 LÁMPARAS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR**

Para las luminarias tipo interior, en caso de quedar localizadas en oficinas ó casetas de operaciones que queden dentro de las extensiones de las áreas clasificadas, éstas deberán ser aptas para instalación en área clasificada como mínimo Clase I, Div 2, así como también para instalación en ambiente marino. Deberán ser lámparas tipo fluorescente, poseer tubos tipo T5, debido a que la apreciación del color es un parámetro crítico, es decir se necesita un alto Índice de reproducción de color ó reproducción cromática (Ra) ó (CRI) %. Se recomienda para este tipo de tubos utilizar balastos electrónicos para lograr alto rendimiento de iluminación con un menor gasto de energía.

### **6.9.3 SISTEMA DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA**

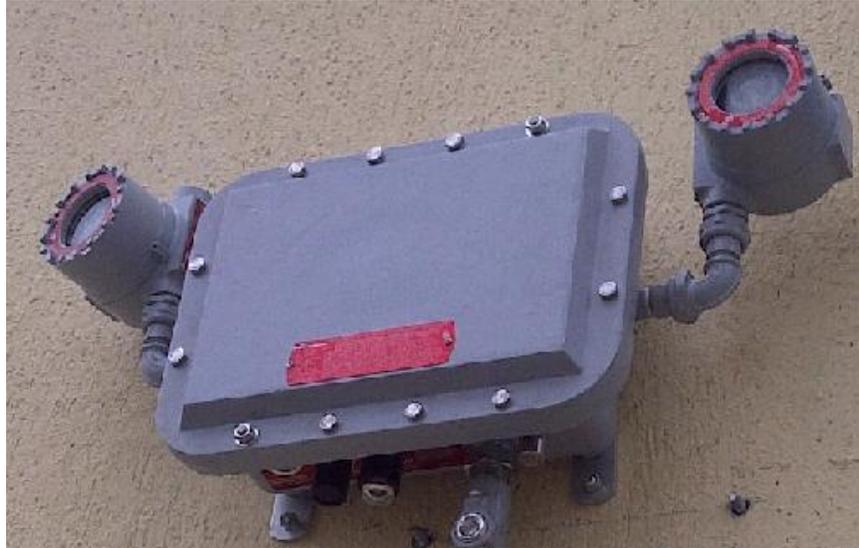
El sistema de iluminación de emergencia es una instalación diseñada para entrar en funcionamiento si ocurre una falla en el suministro normal de energía eléctrica. Este sistema debe servir para la evacuación del personal y para iluminar los controles del sistema de operación de la plataforma ó en caso extremo de shutdown de la plataforma. Se debe alimentar de un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI ó SAI), con un tiempo de respaldo mínimo de 1,5 h. Debe proporcionar una iluminación de acuerdo a la tabla de Niveles mínimos de iluminación para trabajos de eficiencia visual, que permita al personal la seguridad para transitar por las diversas áreas (principalmente en las cubiertas exteriores y en áreas con tableros de instrumentos), y para evitar que el personal sufra daños por el manejo de equipo al carecer de iluminación.

El alumbrado de emergencia en interiores debe ser a través de luminarias fluorescentes y ser alimentado por un sistema de fuerza ininterrumpible o por paquetes de baterías en la propia luminaria. El alumbrado de emergencia exterior se debe aplicar en pasillos, escaleras, puentes de comunicación y todas aquellas áreas donde se tengan instalados equipos electromecánicos y/o de proceso.

Se considerará la instalación de equipos de alumbrado de emergencia al interior del cuarto de control del operador de la plataforma, del cuarto eléctrico donde se

encuentra la subestación ó centro de distribución de carga, de las piñas de atraque y amarre, de las escaleras de acceso a la plataforma y zona de embarcadero.

**Figura 3.** Iluminaria de emergencia para aéreas clasificadas.



Fuente. Fotografía tomada por el Ing. Johan Jiménez Hoyos.

Este sistema debe estar formado por luminarios de aditivos metálicos y/o luminarios fluorescentes y ser alimentados por un sistema de fuerza ininterrumpible.

Preferiblemente el equipo de emergencia contará con dos fuentes luminosas a base de LED's y encenderán automática e instantáneamente al faltar la energía, manteniéndose en operación por un tiempo mínimo de 60 minutos. Este equipo deberá recibir carga constantemente mientras haya fluido eléctrico, de manera que en caso falla del sistema eléctrico, las baterías estén cargadas al 100% de su capacidad.

El sistema de alumbrado de emergencia deberá estar de conformidad con la NFPA 101 Life Safety Code, Sección 5-9: Emergency Lighting.

Se debe cumplir con la Sección 700 del Capítulo 7 de la NTC-2050.

Las especificaciones de construcción y marcado de los luminarias para alumbrado de emergencia deben cumplir con las secciones 22.5 y 22.6 de IEC 60598-2-22 y UL-924 o equivalente.

#### **6.9.4 LÁMPARAS DE SEÑALIZACIÓN MARINA**

Para el sistema de señalización de atraque de los buques hacia la plataforma marina, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones generales:

- ✓ Fuente de luz: LEDS de alta intensidad luminosa
- ✓ Luz: Azul (IALA)
- ✓ Cubrimiento horizontal: 360 grados
- ✓ Alcance: 3 millas
- ✓ Cumplimiento: IALA
- ✓ Cerramiento: IP 68/Nema 4X
- ✓ Voltaje de Operación: 12 Voltios DC
- ✓ Encendido: Automático por fotocelda integrada dentro de la unidad
- ✓ Autonomía: 10 días mínimo

Las lámparas de señalización deberán incluir:

- ✓ Baterías Selladas de 12 V (Plomo-Acido) de 5 años de vida útil
- ✓ Sistema fotovoltaico para cargar las baterías.
- ✓ Fotoceldas para encendido nocturno
- ✓ Base circular para montaje sobre soporte
- ✓ Frecuencia de operación seleccionable por el usuario dentro de opciones disponibles preprogramadas de acuerdo a IALA.

#### **6.10 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Todo tipo de instalaciones eléctricas en plataformas marinas deben contar con un sistema de tierras para protección del personal, equipo e instalaciones contra choques eléctricos, descargas atmosféricas y corrientes de falla. El sistema general de tierras debe incluir la conexión a tierra del neutro del sistema eléctrico, la conexión a tierra de los neutros de los generadores.

Se debe considerar como mínimo la conexión al sistema de puesta a tierra, los siguientes equipos y elementos:

- ✓ Carcazas equipos eléctricos, motores y actuadores.
- ✓ Brazos de carga de productos
- ✓ El neutro y carcasa de transformadores.
- ✓ Ductos conduits metálicos y accesorios metálicos aislados.
- ✓ Todos los soportes metálicos.
- ✓ Todas las barandas, pasarelas.
- ✓ Toda estructura metálica sujeta a carga estática.
- ✓ Todos los recipientes metálicos.
- ✓ Gabinetes que contengan equipo eléctrico.

La puesta a tierra de sistemas, de circuitos, equipos, canalizaciones y cubiertas metálicas de cables, debe ser permanente y continúa; los elementos que la constituyan deben ser de una capacidad suficiente para conducir las corrientes de falla, y con la impedancia suficientemente baja tanto para limitar el potencial a tierra, como para facilitar la operación de los dispositivos de protección.

Debido a la baja impedancia que ofrece el acero de las pilotes de la plataforma, éstas se consideran como electrodos de puesta a tierra. El puente de unión principal de cada sistema debe estar conectado a 3 m sobre el nivel del mar, en cada pilote que se esté considerando como electrodo principal.

#### **6.10.1 CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA**

Todos los generadores, transformadores y otros sistemas derivados separados que alimenten directamente cargas monofásicas que utilicen un neutro, deben tener sus neutros sólidamente puestos a tierra. Esto aplica a sistemas monofásicos en 120 V, o trifásicos en 220/127 y 480/277 V. Los Sistemas trifásicos que alimenten solamente cargas trifásicas o cargas monofásicas que no usen neutro, pueden operar sólidamente puestos a tierra, o si la tensión de línea a neutro es mayor de 150 V, pueden operar no- puestos a tierra, puestos a tierra con alta impedancia o puestos a tierra con baja impedancia.

Para el caso de conexión de neutros a tierra, esta conexión se debe realizar con conductores de cobre aislados que tengan el mismo nivel de aislamiento que la tensión de fase del sistema a aterrizar.

Los circuitos secundarios de transformadores de corriente y potencial deben ser puestos a tierra, donde los devanados del primario estén conectados a 300 V o más con respecto a tierra.

### 6.10.1.1 CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Los electrodos de puesta a tierra de los sistemas eléctricos deben estar accesibles y preferentemente en la misma zona del puente de unión principal del sistema. El conductor de tierra que se conecta al electrodo de puesta a tierra (pierna de acero ó pilotes de la plataforma) debe ser de cobre, trenzado desnudo o aislado calibre mínimo 67,43 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG).

Los conductores de puesta a tierra deben protegerse si están expuestos a daños mecánicos y ser eléctricamente continuos, desde el punto de unión a las cubiertas o equipos hasta el electrodo de puesta a tierra.

El sistema de electrodos de puesta a tierra se forma interconectando todos los sistemas de puesta a tierra, que en plataformas marinas son los siguientes:

a) Red del sistema general de puesta a tierra - La malla consiste de un circuito cerrado formado con cable de cobre desnudo ó con aislamiento color verde, calibre 67,43 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG), que rodea todas las estructuras de la plataforma.

Esta malla debe conectarse directamente a las columnas principales de la estructura de la plataforma marina. Todas las mallas del arreglo de la plataforma deben estar conectadas a las columnas principales de la estructura de la plataforma marina.

b) Red de protección contra descargas atmosféricas - El sistema de protección contra descargas atmosféricas, debe diseñarse con terminales aéreas interconectadas entre si con cable de cobre desnudo, toroidal, calibre 67,43 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG), como mínimo, y dos bajadas opuestas a las piernas de la plataforma, que funcionan como electrodos de puesta a tierra.

c) Red de tierras aisladas para instrumentación y equipos de control - Este sistema interconecta una barra de cobre aislada de la pared del cuarto de instrumentación, donde se conectan todas las tierras de los diferentes equipos de instrumentación, con un cable con aislamiento 600V, 90°C, color verde, calibre 67,43 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG), se conecta directamente a un pilote de la plataforma que funciona como electrodo. Esta tierra aísla todos los ruidos de campos magnéticos que perturban la precisión de la instrumentación.

d) Red de tierras de neutros de generadores y/o transformadores principales - Cuando existe un desbalanceo de fases, la corriente circula por el conductor del neutro, por lo que debe aterrizar por separado hasta una pierna de la plataforma que sirve como electrodo de puesta a tierra.

### **6.10.2 CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS**

La puesta a tierra de equipo en plataformas marinas es de particular importancia, debido a que el personal que se encuentra en contacto con la estructura metálica presenta una trayectoria de baja impedancia a tierra.

Además, la humedad y el ambiente salino contribuyen a que se degraden los aislamientos de equipo eléctrico, con la posibilidad de corrientes de fuga en la superficie de los aisladores y dispositivos similares.

Todos los equipos metálicos, tales como cuartos de control eléctrico, de instrumentación, plataformas habitacionales, patines y recipientes deben ser puestos a tierra a la red general de tierras. Deben ser puestas a tierra las partes metálicas expuestas, no conductoras de corriente de equipo fijo, que puedan energizarse por cualquier condición. Para asegurar una buena conexión a tierra, debe tomarse la precaución de tener completamente libre de capas de pintura y anticorrosivo las partes de contacto de los miembros estructurales y/o equipo.

Todas las conexiones entre cables del sistema de puesta a tierra ó entre estos y las estructuras deben ser realizadas con soldadura exotérmica.

La ignición y fundición de los elementos no deberá producir gases ó vapores tóxicos.

Las partes metálicas expuestas, no conductoras de corriente de equipo eléctrico portátil deben ser puestas a tierra a través de un conductor en el cable de puesta a tierra del equipo.

El valor de la resistencia de la red general de tierras no debe ser mayor de 10 Ohms en plataformas y áreas de proceso.

### **6.10.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE INSTRUMENTOS Y DE RTU**

Para los sistemas electrónicos se debe diseñar una red de tierra independiente, interconectando la barra aislada de cobre localizada en el cuarto de control de instrumentos, con cable aislado calibre 67,43 mm<sup>2</sup> (2/0AWG), con aislamiento color verde.

Este sistema utilizará para su aterrizamiento pilotes de la estructura, de forma independiente al sistema general de tierras, del sistema de protección contra descargas atmosféricas y del sistema de tierras de neutros.

Se puede considerar el calibre del conductor principal de este sistema, como 2/0 AWG, y las derivaciones en cable 2 AWG. Todos los conductores serán aislados, tipo THHN/THWN 90° color verde aislamiento 600V.

Para todo lo demás aplica lo indicado para el sistema de puesta a tierra general.

Al completar la instalación, se deben realizar pruebas para verificar que todos los envoltentes de los equipos, motores, tableros, estaciones de botones y receptáculos estén conectados a la red general de tierras, con cable de cobre desnudo o con aislamiento color verde, calibre 33,62 mm<sup>2</sup> (2 AWG).

#### **6.10.4 MONITORES DE PUESTA A TIERRA (INDICADOR DE FALLA A TIERRA)**

Consiste en la instalación de equipos de monitoreo y/o verificación para la puesta a tierra de las embarcaciones.

El sistema de verificación de puesta a tierra será conectado a los buques tanque antes de empezar el descargue ó cargue de producto al mismo. Mientras esté conectado, el sistema aterrizará toda la energía estática y continuamente verifica el aterrizamiento del buque. El sistema deberá estar en capacidad de actuar equipos remotos y dar indicación de que se ha establecido una trayectoria segura de puesta a tierra del buque ó por el contrario dar indicación que dicha trayectoria se ha interrumpido. El sistema contendrá contactos auxiliares que permitan su interconexión ó enclavamiento con los circuitos de control de las bombas para prevenir que sean puestas en servicio hasta cuando el circuito de descarga estática haya sido establecido y produzca el apagado de la misma en la eventualidad que dicho circuito se abra.

**Figura 4.** Monitor de falla a tierra



Fuente. Catalogo Técnico Cooper Crous Hinds. Indicador de falla a tierra.

Debido al entorno en que se encontrará éste equipo, el gabinete del sistema de verificación de puesta a tierra debe ser apto para instalación en áreas clasificadas como mínimo como Clase 1, Div. 2 además de ser aptos para ambientes marinos.

Considerando que el sistema de verificación de puesta a tierra será usado para la puesta a tierra de buques tanque que poseen normalmente sistemas de protección catódica con ánodos de sacrificio, éste deberá ser capaz de detectar esta condición y evitar la fuga de corriente desde el mismo a través del sistema de verificación de aterrizamiento.

### **6.11 SISTEMA DE APANTALLAMIENTO<sup>6</sup>**

El sistema de protección contra descargas atmosféricas se debe aplicar a todas las edificaciones mayores de 7.5 metros de altura y estructuras de 15 metros de altura o mayor, igualmente en espacios abiertos. En general este sistema debe estar de diseñado de acuerdo a la norma NFPA-780 ó equivalente. Con el fin de garantizar la protección de las personas, instalaciones y equipos que puedan quedar expuestos a daños en caso de descargas atmosféricas.

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

---

<sup>6</sup> Ver anexos.

de rayos. Dicha zona para éste tipo de instalación en especial, debe estar incluida como mínimo:

- ✓ Zona peatonales de operarios
- ✓ Zona de Actuadores Eléctricos y válvulas
- ✓ Zona de Equipos de Instrumentación
- ✓ Zonas de Tableros Eléctricos
- ✓ Zona de Equipos de iluminación
- ✓ Áreas de oficinas ó loading master

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

1. Terminales de aire ó puntas pararrayos tipo franklin ó según diseño, distribuidas adecuadamente en el techo ó cubiertas elevadas de las estructuras que son factibles de recibir una descarga atmosférica directa. Deben estar ubicadas a suficiente altura arriba de las estructuras para evitar el peligro de fuego por arco

Los brazos de cargue/descargue actúan como puntas de descarga. Así mismo deberán utilizarse las estructuras (postes abatibles) que se utilicen para alumbrado tanto en la plataforma como en las piñas (plataformas) de atraque y amarre, para la colocación de las puntas Franklin.

2. Terminales de tierra (varillas ó placas de tierras) que aseguren una conexión a tierra adecuada y provean amplio contacto con la tierra para permitir la disipación sin peligro de la energía liberada por la descarga atmosférica.
3. Conductores y conexiones que unen las terminales de aire y las terminales de tierra propiamente localizadas e instaladas, y que aseguren al menos dos trayectorias directas de bajada a tierra de las descargas atmosféricas.

Para este tipo de instalaciones se recomienda seguir el método de la esfera rodante, considerando un nivel máximo de riesgo de descarga atmosférica, de acuerdo con el valor típico de densidad de descarga DDT promedio: 2 para la ciudad de Cartagena de indias.

Se debe cumplir con las normas de seguridad entre las cuales se cuenta la norma ANSI/NFPA 780 "Standard for the Installation of Lightning Protection Systems", la norma IEC 1024 "Protection of Structures against Lightning", la norma ICONTEC 4552 "Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas" y la norma ANSI/IEEE Std. 80 "IEEE Guide for safety in A.C. Substation Grounding".

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

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

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

## **7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS – PLATAFORMA MARÍTIMA**

### **7.1 ESPECIFICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN BANCO DE CONDUITS Y PIPE RACKS**

Para cuando se tenga definido la planimetría de la Especialidad Mecánica, en lo que concierne a tuberías de proceso, sistema de contraincendio, etc, se procederá al trazado de las trayectorias preliminares de los bancos conduits (para el cableado de las acometidas de alimentación y/o control de equipos) que se definirán de manera final en los planos de la ingeniería detallada.

Durante la construcción se deberá verificar que las rutas definidas sean viables y seguras. Toda la tubería conduit será instalada a la vista. La tubería a instalar será del tipo RMC recubierta en PVC excepto la de interconexión de tableros y transformadores la cual será RMC sin recubrimiento.

#### **7.1.1 INSTALACIÓN DE CONDUITS Y ACCESORIOS**

Consideraciones a tener en cuenta al momento de la etapa de montaje ó construcción, para el sistema de canalización y ductos conduit.

- ✓ No se permitirá para el doblado de tubos metálicos el uso de tees o norsas. Para tubos con recubrimiento de PVC se deberá tener cuidado de no dañar el revestimiento durante la fabricación de las curvas.
- ✓ Donde sea necesario, parte de la tubería conduit podrá ir embebida en las bases, pisos ó mampostería. Como por ejemplo: Cuartos de Control, Cuarto de tableros eléctricos ó subestación.
- ✓ Cuando los tramos de conduit no permitan el uso de acoplamientos normales, se deberán usar uniones universales donde sea necesario; llegadas a tableros, cajas de conexión, equipos, etc.
- ✓ Los conduits instalados a la vista se deberán soportar de acuerdo con lo indicado en el NEC 2008 y el Código Eléctrico Colombiano/RETIE. Los soportes se fabricarán en canal unistrut de acero inoxidable, todas las mordazas, tornillos y demás accesorios unistrut serán de acero inoxidable. La fijación del tubo conduit al soporte se hará utilizando grapas en “U” de acero inoxidable del diámetro acorde al diámetro de la tubería ó de lo contrario con abrazaderas ajustables en acero inoxidable. La fijación de los soportes cuando se instale sobre alguna estructura metálica se hará mediante soldadura,

cuando se instale sobre un elemento estructural de concreto se hará utilizando tornillos inoxidables por ejemplo de: 3/8" x 2" y ancla expansiva rosca interna inoxidable de 3/8". No se descarta la utilización de abrazaderas ajustables ó grapas en "U" recubiertas exteriormente en PVC.

- ✓ Para la tubería conduit, sin ninguna excepción, todos los extremos se deberán tapar inmediatamente después de ser instalado cada tramo, para evitar que se alojen elementos extraños durante la construcción y con esto evitar obstrucciones al momento de la actividad del cableado, así como también evitar que sustancias ó líquidos afecten la vida útil de los aislamientos de los cables.
- ✓ Durante el roscado y acople de tubos con recubrimiento externo en PVC, se deberá evitar el deterioro del recubrimiento cuando se utilice la llave para tubos.
- ✓ Todos los tramos de conduit cortados en la obra se escariarán para evitar rebabas que puedan dañar los cables.
- ✓ La tubería conduit deberá inspeccionarse cuidadosamente antes de la instalación de los conductores para verificar que no existen obstrucciones, soportes inadecuados ó flojos, acoples de conexión sueltos u otros defectos que hagan que la instalación no cumpla con estas especificaciones y no esté lista para el cableado.
- ✓ Las curvas de los conduit deberán ser de radio uniforme. Luego de fabricada la curva, el recubrimiento de PVC debe quedar libre de grietas, pliegues y otros daños. No se permitirá la instalación de conduits aplastados ó deformados.
- ✓ Las tapas de las conduletas se deberán conservar en su lugar hasta que se haga la instalación del cable para evitar la entrada de elementos extraños ó agua.

## **7.2 ESPECIFICACIONES DE CABLEADO Y CONEXIONADO**

- ✓ Cuando se vaya a realizar el cableado a través de las tuberías conduit, al extender el cable, éste no se hará directamente sobre el suelo sino sobre plástico y utilizando la cantidad suficiente de mano de obra para proteger el aislamiento del cable.
- ✓ Antes de iniciar el cableado se efectuará una verificación final de la limpieza y sondeo de los ductos conduits.

- ✓ Antes de iniciar el cableado se harán chequeos iniciales de continuidad y medida de la resistencia de aislamiento con medidor de aislamiento megger ó similar.
- ✓ No se aceptará ningún deterioro del aislamiento, la mínima imperfección determinará el reemplazo del mismo.
- ✓ Se evitará el uso de lubricantes para halar los cables, en caso de ser necesario se usará polywater de 3M ó producto equivalente. Por ningún motivo deberá emplearse vaselina, aceites, agua ó grasa de cualquier otro tipo.
- ✓ No se permite el uso de poleas para cambio de dirección de la fuerza de halado.
- ✓ No se aceptarán empalmes entre los puntos inicial y final del cableado. Se debe medir con exactitud la cantidad de cable requerido, teniendo en cuenta la cantidad de curvas en el recorrido y la longitud necesaria de cable en los extremos para arreglo y presentación del cable y el conexionado.
- ✓ Durante la actividad de cableado, la fuerza de halado se hará siempre en el sentido axial ó longitudinal de los ductos conduits.
- ✓ Los radios de curvatura no serán en ningún caso inferiores a los mínimos recomendados por el Código Eléctrico Nacional y el fabricante. Sección 300-34. Radio de curvatura de los conductores y sección 373-6 en la NTC-2050.
- ✓ Una vez instalados los cables, se harán nuevos chequeos de continuidad y medida de la resistencia de aislamiento con medidor de aislamiento (Megger ó similar) y se sellarán sus extremos hasta su conexión a los equipos, para evitar la penetración de agua.
- ✓ La instalación de los cables, incluirá la colocación de todas las marquillas de identificación, la instalación de terminales y la conexión a los tableros y equipos.

### **7.2.1 MARQUILLADO DE CABLES DE CONEXIÓN**

El proceso del marquillado ó sistema de identificación se realizará utilizando marquillas termoencogibles preimpresas. Por ningún motivo se aceptarán marquillas adhesivas ni marquillas impresas a mano.

Todos los cables se identificarán adecuadamente de acuerdo con los listados de cables y acometidas generados para el sistema de distribución eléctrica. Las marquillas se escogerán de acuerdo al calibre del cable donde se vayan a instalar. La inscripción corresponderá al TAG para los cables, será establecido cuando se desarrolle por completo y en definitiva la ingeniería detallada.

## **7.2.2 TERMINALES Ó CONECTORES PARA CABLES**

Todos los cables a conectar hacia los equipos ó borneras, se realizará por medio de terminales apropiados para tal fin, como es el caso de terminales pre-aislados tipo pin, terminales pre-aislados tipo ojo, terminales pre-aislados tipo horquilla, en caso que se requiera. La instalación de los terminales se hará de acuerdo con las prácticas más recientes y de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Se usarán las herramientas apropiadas para la fijación de las terminales.

El terminal del conductor estará arreglado como se especifica a continuación:

Donde deba hacerse la conexión con terminales bimetálicos modulares (Burndy ó equivalente), se coloca una funda termoretractil ó termoencogible al cable con el terminal de compresión debidamente ponchado; no se aceptan terminales soldados. Donde deba hacerse la conexión con tornillo, se aplicará un conector de compresión.

Se emplearán siempre terminales de compresión (excepto en los casos donde el equipo viene acondicionado con terminales especiales para la sujeción de los cables ó alambres trenzados).

## **7.3 LLEGADA DE DUCTOS A MOTORES**

Para los motores que se encuentren localizados dentro de la extensión de un área clasificada como peligrosa, la conexión se hará utilizando acoples flexibles macho-hembra aptos para uso en sitio por lo menos para Clase 1, División 2. Se deberá colocar unión universal, más sello cortafuego macho-hembra al cual se le aplicará el compuesto sellante una vez se haya cableado y probado el circuito. La distancia entre el sello conduit cortafuego y la caja de conexiones del motor no debe ser superior a 45 cm (18”).

Para los motores que se encuentren fuera de la extensión de áreas denominadas como peligrosas, el acople flexible será de tipo Liquid Tigh No metálico.

En las estaciones de control de los motores de las bombas se utilizarán pulsadores (por ejemplo: EFS 315 marca Crouse Hinds ó similares). En la llegada a la caja que contiene los pulsadores se instalará una unión universal apta para

uso en sitio Clase 1, División 2, Grupo D y un sello cortafuego macho-hembra al cual se le aplicará el compuesto sellante una vez se haya cableado y probado el circuito.

La caja que contiene los pulsadores se deberá soportar sobre un chanel ó canal en "C" de por lo menos 4" x 2" x 1/4" y 1.5m de longitud el cual se empotrará en el piso con su respectiva base de concreto.

## **7.4 ESPECIFICACIÓN - CONEXIÓN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

### **7.4.1 CONEXIÓN A SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Partiendo del entorno, condiciones ambientales; la alta salinidad y la humedad al cual se encontrará sometido la instalación eléctrica. Las conexiones cable a estructuras metálicas para la puesta a tierra de éstas últimas serán realizadas con soldadura exotérmica. Dentro de la ingeniería detallada se determinará el tipo de molde a utilizar en cada caso, de acuerdo a los distintos tipos de estructuras que requieran ser puestas a tierra dentro de las estructuras de la Plataforma Marítima.

Los conductores de tierra que por disposición de la instalación se requieran aislados, deben ser de color verde, verde con rayas amarillas ó identificados con marcas verdes en los puntos de inspección y los extremos. El calibre mínimo será 2 AWG.

Todos los cruces y derivaciones de conductores irán unidos mediante soldadura exotérmica. Todas las soldaduras serán entre conductores pasantes, es decir el conductor principal no deberá cortarse para realizar la pega. El tendido de conductores será continuo, es decir el conductor principal de la malla a tierra no tendrá empalmes.

Todos los conductores de la malla a tierra que sobresalgan del nivel del piso se protegerán con tubería PVC extra pesada.

## **7.4.2 BORNAS TERMINALES**

Las bornas terminales son accesorios necesarios para la unión final de los cables de puesta a tierra a las bornas de los tableros que se requieran aterrizar. Se deberá tener en cuenta que:

- ✓ Las bornas terminales deben ser de compresión y de cobre estañado.
- ✓ Deberán tener alta resistencia a la corrosión de ambientes contaminados.
- ✓ Deberán tener alta conductividad.
- ✓ Alta resistencia mecánica.
- ✓ Marcación con la referencia y el calibre del conductor.

Las bornas terminales se seleccionarán de acuerdo con el calibre del cable. Para su instalación el cable se deberá cortar adecuadamente de manera que no queden sus hilos deformes ó desordenados. El ponchado se hará utilizando la ponchadora con el dado adecuado según el calibre de la borna.

## **7.4.3 SOLDADURA EXOTÉRMICA**

Todas las conexiones entre cables de puesta a tierra ó entre estos y las estructuras metálicas deben ser unidos con este tipo de soldadura.

La soldadura será exotérmica, dentro de un crisol de grafito y sobre los conductores de cobre ó piezas a conectar. La unión tendrá una capacidad de corriente mayor ó igual a la de los conductores conectados y será capaz de soportar corrientes de falla repetidas y será inmune a la oxidación ó deterioro con el tiempo.

Durante la ejecución de las soldaduras deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Seleccionar el molde de acuerdo con el calibre de los cables a soldar y el tipo de conexión y en el caso de soldaduras a varillas, tener en cuenta el diámetro de estas.
- ✓ Utilizar la carga fundente recomendada para el tipo de soldadura a realizar.
- ✓ Limpiar bien las superficies de los materiales a soldar, de manera que quede libre de impurezas.

- ✓ Realizar un secado de las partes a unir para evitar la humedad, la cual afecta la ejecución de una buena soldadura. No se realizarán soldaduras en ambientes húmedos.

#### **7.4.4 BARRAS DE EQUIPOTENCIALIDAD**

Consiste en una platina de cobre estañada normalmente de 500mm x 50mm x 10mm, con perforaciones de 10 mm, para tornillos de 1/2". Si la platina es del sistema de puesta a tierra de referencia de instrumentos esta irá asegurada con aisladores en dos tramos de canal de acero galvanizado de 50mm x 25mm x 5mm mediante tornillos de 1/2" de acero inoxidable. Si es para el sistema de puesta a tierra de potencia podrá montarse directamente con pernos expansivos y bujes. En caso de no poder soportarse la platina sobre una pared firme, los canales de acero quedarán embebidos en una base en concreto 3000PSI en el terreno.

Los conductores aislados de color verde que sobresalgan de tierra se unirán a la platina de cobre mediante conectores terminales de compresión y con tornillos de 1/2" de acero inoxidable.

Todos los conductores que afloren se protegerán con un niple de tubería conduit PVC extrapesada.

### **7.5 ESPECIFICACION - MONTAJE Ó INSTALACIÓN DE EQUIPOS PRINCIPALES**

#### **7.5.1 MONTAJE – INSTALACIÓN DE REFLECTORES**

Debido a la condición del área en la instalación, al ser tipo exterior ó descubierta. La lámpara a utilizar para el alumbrado de las áreas operativas de los muelles se tiene previsto utilizar reflectores con bombilla de vapor de sodio de alta presión.

Todos los reflectores deberán ser aptos para uso en ambiente marino. La tornillería para la fijación de los reflectores al soporte será de acero inoxidable.

La llegada de la acometida a los reflectores se deberá realizar con coraza flexible tipo liquid tight no metálica de por lo menos  $\frac{3}{4}$ " de diámetro que será instalada con sus respectivos conectores LT rectos para  $\frac{3}{4}$ ".

Para los que se instalen en sitios de la plataforma donde dicha área se denomine como peligrosa, se colocará sello cortafuego y unión universal a su llegada. Para los que se instalen en áreas que no estén expuestas a la extensión de zonas denominadas peligrosas, como por ejemplo: en las piñas de atraque y amarre para Buques tanques, no será necesario la implementación de sellos.

### **7.5.2 MONTAJE - INSTALACIÓN DE POSTES Ó MÁSTILES DE ILUMINACIÓN**

Los postes de alumbrado ó mástiles de iluminación se fijarán utilizando pernos de anclaje en “J” a la placa de concreto de la plataforma y piñas ó la base que se haga para tal fin de acuerdo a lo que se indique en la ingeniería detallada. La longitud y diámetro de los pernos será indicada por el fabricante ó proveedor de acuerdo a las características del poste.

El cuerpo del poste abatible será galvanizado en caliente desde fábrica.

Una vez instalado, nivelado y aplomado el poste abatible se aplicará grouting en su base para evitar la entrada de agua entre la base de concreto y la base metálica del mismo. Igualmente se deberá evitar la entrada de agua por la parte superior del mismo.

### **7.5.3 MONTAJE DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y CAJAS JUNCTION BOX**

Para el montaje de los tableros de distribución eléctrica, Junction Box ó Marshalling Box, debido a el peso de dichas cajas se instalarán sobre estructuras metálicas construidas con canal estructural en “C” de por lo menos 4” x 2” x 1/4” galvanizadas en caliente. A la llegada de todos los ductos a los tableros se deberá colocar sello cortafuego macho-hembra y unión universal macho - hembra apta para uso en área clasificada en caso de encontrarse localizados en áreas clasificadas. El sello no deberá colocarse a mas de 45 cm, (18”), de la caja.

**Figura 5. Montaje de Caja Junction Box**



Fuente. Fotografía tomada por el Ing. Johan Jiménez Hoyos.

#### **7.5.4 MONTAJE DE GABINETES PARA RTU EN CUARTO DE CONTROL**

Los PLC y/o RTU's se instalarán en gabinetes con cerramiento Nema 4X. En general éstos gabinetes serán contruidos con lámina de acero inoxidable calibre 14. Por su tamaño este gabinete podrá ser autosoportado ó bien para montaje sobre muro, dentro de una ingeniería detallada se definirá el tamaño y tipo de gabinete desde éste punto de vista, cuando se tenga dimensionamiento y especificaciones de las paredes del cuarto donde será instalado. Contarán con puerta, cerradura con llave, empaque, tarjetero, doble fondo, bornera de puesta a tierra, orejas de fijación. La llegada de todos los ductos al gabinete se hará utilizando HUB's, no se permitirá el uso de tuercas y contratueras para este fin.

Toda la tornillería y accesorios para la fijación de estos gabinetes serán en acero inoxidable.

### **7.5.5 MONTAJE DE GABINETES Ó TABLERO PARA DESCARGADOR DE ESTÁTICA**

- ✓ El gabinete deberá contener la instalación de indicadores de aterrizamiento ó verificación de la puesta a tierra y descarga de energía estática de los buques antes de iniciar la actividad de cargue ó descargue de productos.
- ✓ El gabinete se montara sobre una estructura construida en canal estructural en "C" de 4"x2"x1/4".
- ✓ El gabinete para los equipos de verificación de aterrizamiento deberá ser apto para uso en sitio como mínimo para Clase 1, División 2.
- ✓ Todas las llegadas ó salidas de acometidas al gabinete del equipo de verificación de aterrizamiento deberá tener sello cortafuego macho-hembra y unión universal macho-hembra apta para instalación en sitio como mínimo para Clase 1, División 2.

## 8. CONCLUSIONES

En los sistemas ó tipos de instalaciones especiales, como lo son las plataformas marítimas de comercio de biocombustibles, el dimensionamiento de cada uno de los elementos que hacen parte del sistema eléctrico está regido principalmente por la capacidad a la cual se quiere ajustar dicha plataforma, pero es de vital importancia, que independientemente de la capacidad y alcance económico del proyecto, se tomen las medidas preventivas y de seguridad necesaria para brindar finalmente un entorno de trabajo seguro y productivo, sin limitar el diseño y visión a futuras ampliaciones de la misma instalación.

Para el diseño de sistemas eléctricos para plataformas marítimas existen innumerables especificaciones técnicas, en esta recopilación de especificaciones básicas se logró hacer referencia a las normas principales y más actualizadas que se tienen en cuenta durante proyectos de construcción y ampliación de este tipo de plataformas para el comercio de biocombustibles.

Se logro hacer énfasis en los criterios de selección de los equipos principales, cumpliendo con los requerimientos exigidos aptos para ambientes marinos y áreas clasificadas, detallando en la caracterización para la selección de transformadores, equipos de aire acondicionado tipo Mini Split, actuadores eléctricos para válvulas, sistema de alimentación ininterrumpida, estación meteorológica, alimentadores de baja tensión, entre otros.

Se realizó una sección detallada concerniente a especificaciones técnicas constructivas de sistemas eléctricos para plataformas marítimas donde se logró plasmar una serie de descripciones que le permitirán al lector realizar los procesos de la manera más optima posible en cuanto se refiere a los procesos constructivos y de selección de material y equipos, permitiendo finalmente el correcto funcionamiento del sistema eléctrico.

Durante el proceso de desarrollo de ingeniería e instalación de la plataforma marítima se obtuvo en base a la experiencia una serie de aspectos que se desean compartir, para que de esta manera el lector pueda tener en cuenta posibles situaciones problemáticas que se le puedan presentar durante un proyecto similar, así como sus posibles soluciones o alternativas.

- ✓ En cuanto a la instalación del cable submarino, es preferible dejar una reserva de  $\pm 20\text{m}$  en el fondo del lecho marino a la subida de la plataforma. Con el fin de tener disponibilidad de cambiar de ubicación el tablero principal de alimentación de la plataforma.
- ✓ Para los mástiles abatibles de iluminación se debe hacer énfasis en que el sistema debe ser totalmente galvanizado en caliente, no se debe realizar

perforaciones u otras modificaciones a menos que se recubra nuevamente con zinc tape ó se aplique galvanizado en frío. Los malacates de accionamientos del sistema de poleas no se debe instalar a menos que se vaya a realizar una maniobra de abatir ó elevar dicho poste.

- ✓ Tener muy en cuenta la temperatura a la cual estará expuesto el sistema eléctrico, esto puede influir en la selectividad hacia la coordinación de protecciones de los tableros de distribución ubicados dentro de la plataforma.
- ✓ Para cuando se realice la selección del diámetro de la tubería conduit, se recomienda utilizar diámetros superiores a  $\frac{3}{4}$ " , adicional a esto manejar una holgura considerable debido a que este tipo de instalaciones son muy propensas hacia la ampliación e instalación de nuevos equipos constantemente. Por consiguiente la instalación de nuevas acometidas podría originar paradas ó búsqueda de intervalos de tiempo muertos para poder desarrollar éste tipo de actividades.
- ✓ No sólo basta con seleccionar equipos con características especiales como tipo intemperie ó de áreas clasificadas, es indispensable que los equipos seleccionados cuenten con sus respectivos certificados de conformidad de producto y que sean avalados ó reconocidos. Un mal funcionamiento ó falla ocurrida por tal equipo podría ocasionar daños irreparables y pérdidas económicas elevadas.
- ✓ Tener siempre presente que los productos de mayor frecuencia en este tipo de instalaciones son: Fuel oil, diesel, crudo, Naptha, Jet, por lo tanto es requisito básico conocer sus fichas técnicas, hojas de seguridad y propiedades por ejemplo: presión y temperatura a la que se encontrarán lo que influirá en la selección de los grupos y distancias de seguridad a manejar dentro de la plataforma.

Se puede concluir que el lector de este documento poseerá una base para las herramientas teóricas y prácticas necesarias, para cumplir con el primer paso como es el de realizar un diseño e ingeniería de este tipo de instalaciones eléctricas, de acuerdo con la confiabilidad desde el punto de vista operacional y de negocio, control de riesgo desde los puntos de vista ambientales, S&SO y operativos, y finalmente desde el punto de vista de costos de inversión Vs. inversión futura por actividades de mantenimiento.

## 9. GLOSARIO

- **Buques tanque.** Son buques que se dedican al transporte de crudo o productos derivados del petróleo, desde puertos hasta otras refinerías.
- **Estación Meteorológica.** Equipo ó dispositivo adecuado para realizar mediciones y observaciones puntuales de los diferentes parámetros meteorológicos utilizando los sensores ó instrumentos adecuados para así poder establecer el comportamiento atmosférico y dar confiabilidad ó viabilidad para ejecutar actividades críticas u operaciones determinadas dentro de una instalación.
- **Luminaria:** Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.
- **Piña.** Plataforma de concreto soportada por pilotes de acero rellenos de concreto, que sirven para el atraque o amarre de los buquestanque.
- **Plataforma Operacional.** Plataforma de concreto soportada por pilotes de acero rellenos de concreto, donde se encuentra establecido todo el sistema de la plataforma marina.
- **Reflector:** Dispositivo que se usa para modificar la distribución especial del flujo luminoso de una fuente por medio del fenómeno de reflexión. También se emplea el término “reflector” para un luminario cuya función principal sea la de reflejar la luz a una lámpara.
- **Sistemas de alumbrado:** Conjunto de componentes y accesorios instalados y distribuidos para aplicar iluminación a escenarios, objetos o sus alrededores para que puedan ser vistos. Los sistemas de alumbrado se pueden dividir, por su localización, en: Interior y Exterior, y por su propósito, en: General, Localizado, Obstrucción, Señalamiento y Emergencia.
- **Sistema de fuerza ininterrumpible (SFI):** La combinación de convertidores, interruptores y dispositivos de energía almacenada (baterías) que constituyen un sistema de energía para mantener la continuidad del suministro de energía eléctrica.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Nelson Morales Osorio, Sistemas de Puesta a Tierras, ProCobre. Adaptación y traducción de la publicación N° 119 de Copper Development Association, Inglaterra "Earthing Practice". Cap 4, Pagina 15.
- PEMEX, Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, Sistemas Eléctricos en Plataformas Marinas, 21 de Febrero de 2011.
- Ministerio de Minas y Energía. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Julio de 2008.
- Ministerio de Minas y Energía. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público en Colombia. 2010.
- Ministerio de Minas y Energía. Código Eléctrico Colombiano. NTC 2050. Resolución 180466 de 2 de abril de 2007.
- BlogSpot. EVIDENCIA 13: Código Retie y norma NTC 2050. <http://evidencia13codigoretieynormantclina.blogspot.com/2008/06/evidencia-13-cdigo-retie-y-norma-ntc.html>
- American National Standards Institute. <http://www.ansi.org/>.
- API-RP-14F: 2008. - Práctica recomendada para diseño e instalación de sistemas eléctricos para plataformas petroleras costa afuera fijas y flotantes para lugares no clasificados y Clase 1 División 1 y División 2.
- IEEE Std. 141: 1993 (R1999). - IEEE. Práctica recomendada para la distribución de fuerza eléctrica para plantas industriales.
- ANSI C84.1: 2006. Sistemas Eléctricos de Potencia y Equipo – Rangos de Tensión (60Hz).
- IEEE Std. 576: 2000. - IEEE Práctica recomendada para la instalación, terminación y prueba de cables de fuerza aislados, tal como se utilizan en aplicaciones comerciales e industriales.
- Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. Diagnóstico del Distrito de Cartagena en Materia de Ordenamiento Territorial.

[http://190.27.248.91/portal/images/stories/modulodescargas/3.documento%20base%20para%20expediente%20urbano\\_revisado.pdf](http://190.27.248.91/portal/images/stories/modulodescargas/3.documento%20base%20para%20expediente%20urbano_revisado.pdf)

- Universidad Tecnología de Bolívar. 2012. Análisis de Riesgo Contra Descargas Atmosféricas en los Edificios A3, A4 y A5 de la Universidad Tecnológica Bolívar. Rosterling Delanoys. Robert Sjogreen .
- Los Mejores Destinos. El Clima de Cartagena de Indias.  
[http://www.losmejoresdestinos.com/destinos/cartagena/cartagena\\_clima.htm](http://www.losmejoresdestinos.com/destinos/cartagena/cartagena_clima.htm)
- Que Calor. Guía de Selección Equipos de Refrigeración.  
<http://www.quecalor.com/aire-acondicionado-calculo.php>
- Climatium. Sistema Integral de Recolección de Datos Ambientales.  
[http://www.climatium.com.ar/documentos/Estacion\\_Meteorologica\\_Climatium\\_2010.pdf](http://www.climatium.com.ar/documentos/Estacion_Meteorologica_Climatium_2010.pdf)

## **ANEXOS**

**A continuacion se presenta un diagrama unifilar de referencia para la visualizacion de las probables cargas que puede manejar una plataforma maritima.**

↕ B

↕ A

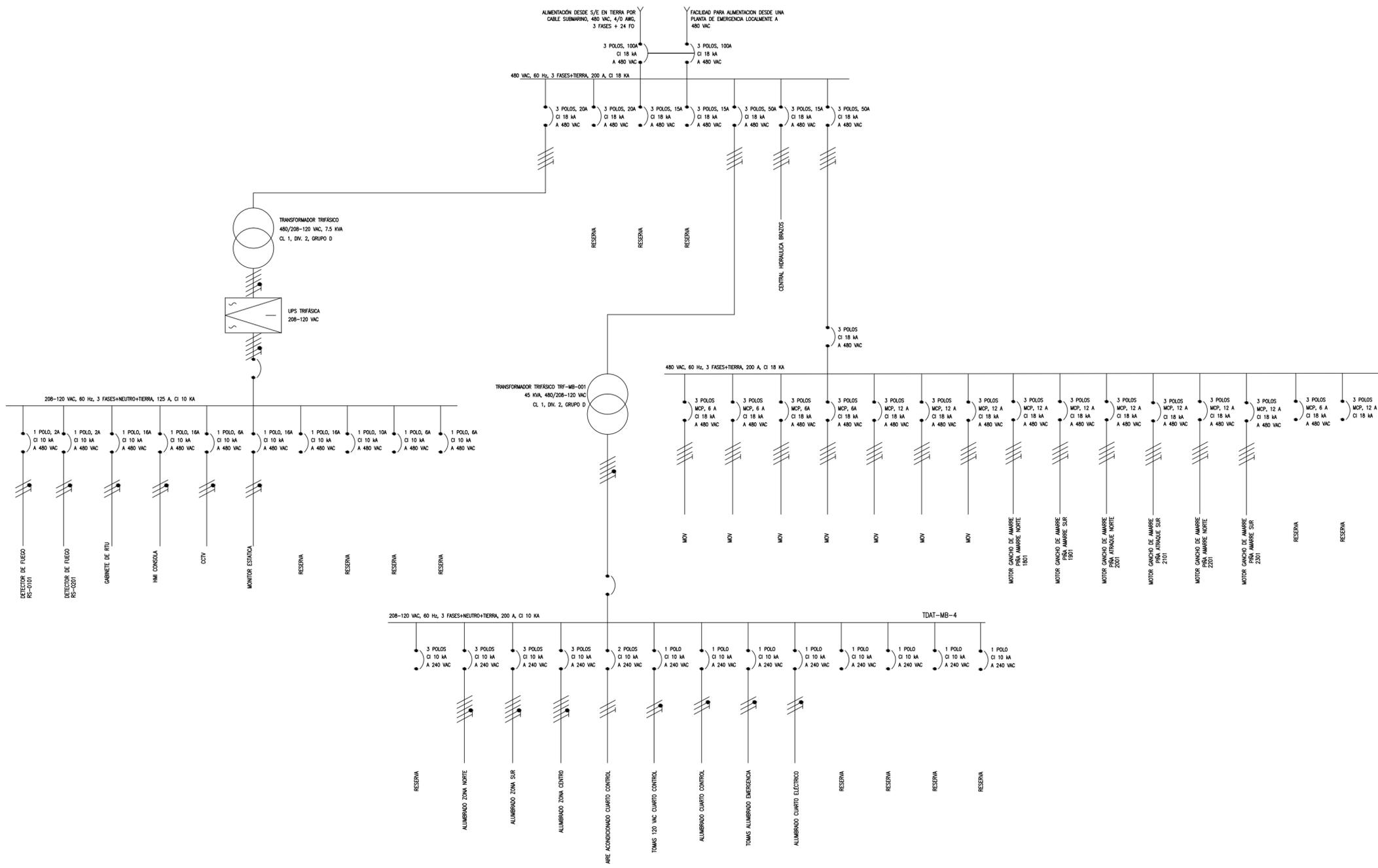
↕ A

↕ A

↕ B

↕ A

↕ A



LOCALIZACIÓN GENERAL

PLANOS DE REFERENCIA

PLANO No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS GENERALES

- EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES SERÁ REALIZADO POR LA INGENIERIA DETALLADA.
- EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES SERÁ REALIZADO POR LA INGENIERIA DETALLADA.
- LOS COLORES DE LOS CONDUCTORES SE DEFINIRÁN SEGUN RETE.
- LOS INTERRUPTORES DE PROTECCION DE MOTOS SERAN DEL TIPO MOTOR CIRCUIT PROTECTOR.
- TODOS LOS TABLEROS SERAN APTOS PARA INSTALACION EN AREA CLASE I, DIV. 2 GRUPOS C Y D SEGUN EL NEC.
- LOS TRANSFORMADORES SERAN EMBEJIDOS EN RESINA EPOXICA, APTOS PARA INSTALACION EN AREA CLASE I, DIVISION 2, GRUPOS C Y D.
- EL DIMENSIONAMIENTO DE TRANSFORMADORES Y UPS SERA REALIZADO POR LA INGENIERIA DETALLADA.
- LOS CABLES SERAN MULTICONDUCTORES HASTA EL CALIBRE 2 AWG, CALIBRES MAYORES SERAN MONOPOLARES. TODOS THHN/THWN.
- EL CABLE SUBMARINO PROVENIENTE DE LA PLATAFORMA LLEGARA A UNA CAJA DE TRANSICION UBICADA EN DOLLA DE PLAYA EN TIERRA.

CONVENCIONES

- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- ACOMETIDA DE ALIMENTACION
- TRANSFORMADOR TRIFASICO
- CONDUCTOR DE FASE
- CONDUCTOR DE TIERRA
- CONDUCTOR NEUTRO
- UPS TRIFASICA

INCLUIDOS COMENTARIOS	J. JIMENEZ	15-08-12
EMITIDO PARA COMENTARIOS	J. JIMENEZ	5-07-12

REVISIONES					
No.	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROB.	FECHA

JEFE ING.	INTERV.
FECHA	FIRMA:

DIBUJÓ:	FECHA:	15-08-12
REVISÓ:	ARCHIVO:	
APROBÓ:	PLANO No.:	

APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN

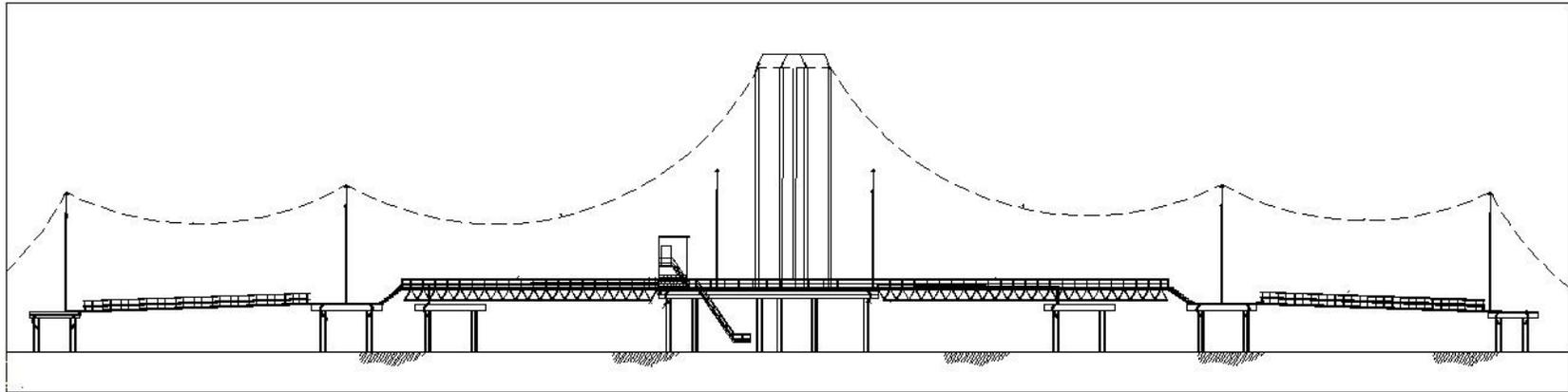
PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUELLES DE BUQUETANQUES

CONTIENE: DIAGRAMA UNIFILAR MUELLE BUQUETANQUES

DIBUJÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:	FECHA:
ESCALA:	ARCHIVO:	PLANO No.:	REV.:
INDICADAS			B

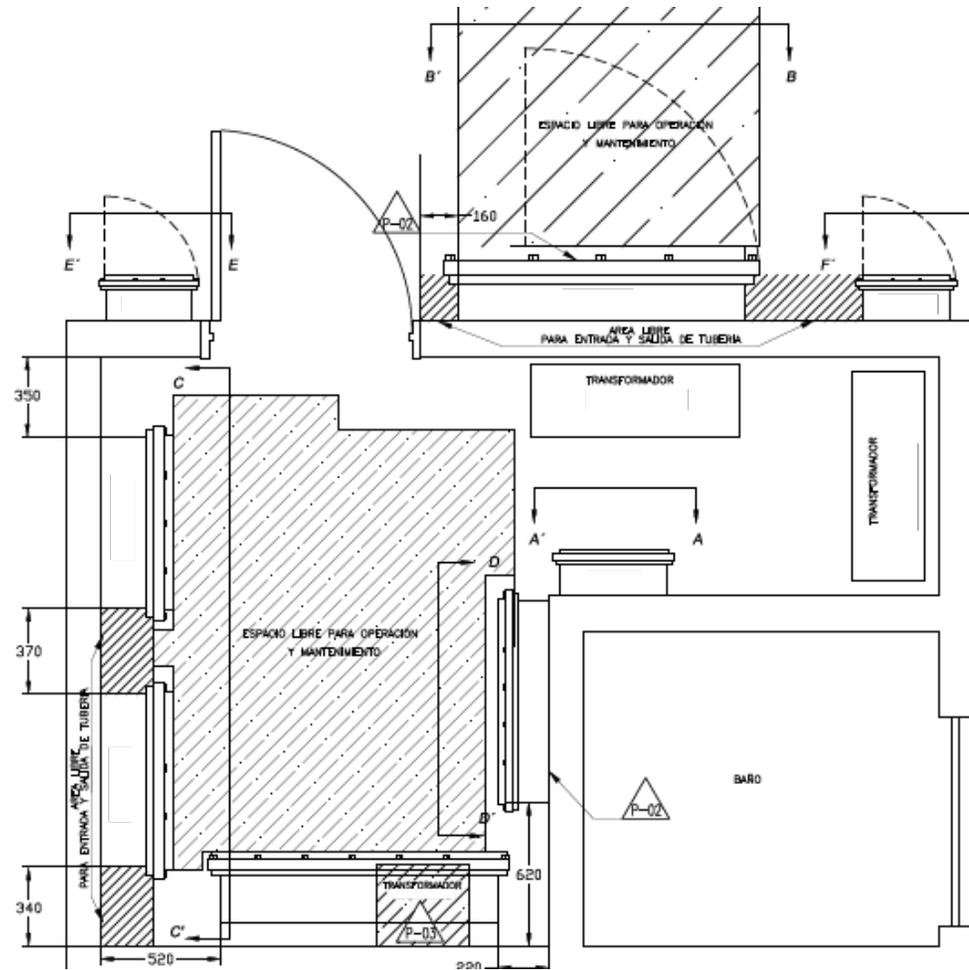
ESTE PLANO FUE ELABORADO POR MENOS ELECTRONICOS, NO CORREGIR A MANO

## SISTEMA DE APANTALLAMIENTO

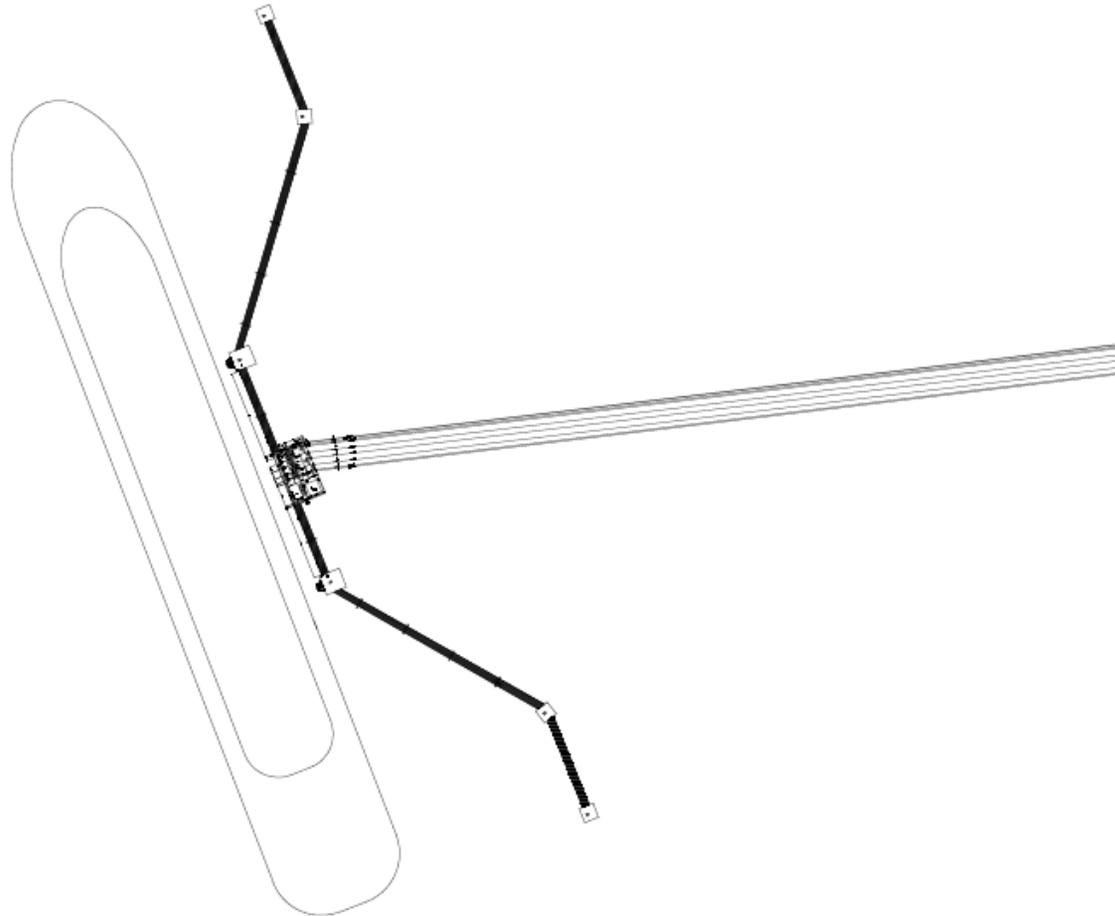


Visualización de Plataforma marítima para el diseño del sistema de apantallamiento a través del método de la esfera rodante, utilizando como puntas de descarga los Brazos de Cargue/descargue y las puntas instaladas en los mástiles de iluminación de la plataforma.

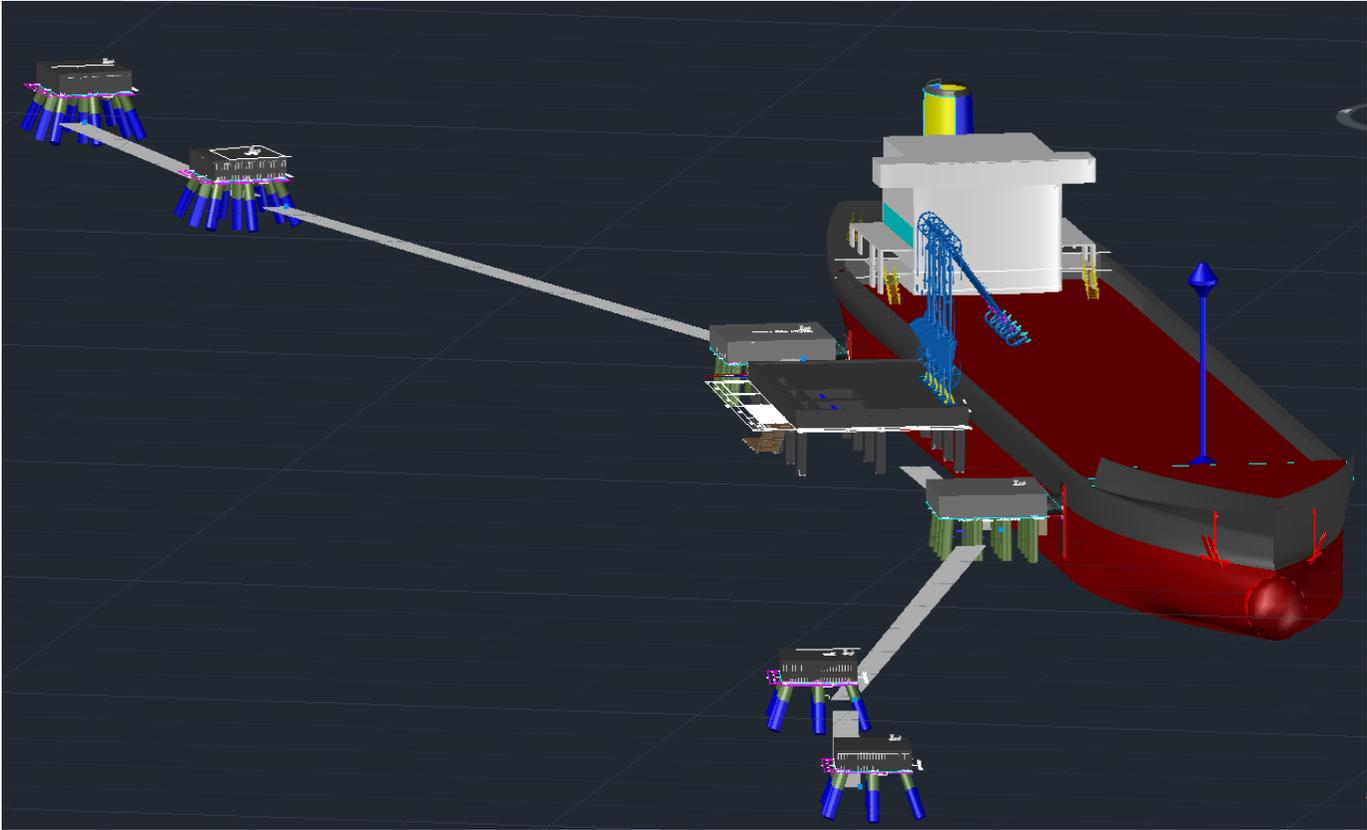
## DISTRIBUCIÓN DE ESPACIO Y UBICACIÓN DE TRANSFORMADOR Y TABLEROS ELÉCTRICOS.



## VISTA SUPERIOR PLATAFORMA MARÍTIMA



**ESQUEMA GENERAL PLATAFORMA**



## PLATAFORMA MARÍTIMA

