#### DISEÑO DE TANQUE CRIOGÉNICO Y SELECCIÓN DE ACCESORIOS.

* 1. **Diseño de forma y cálculo de volumen requerido.**

En la actualidad el mercado de gases criogénicos es muy desarrollado en el mundo, sin embargo en México recién se está haciendo participe de las inmensas aplicaciones que tienen. Los líquidos criogénicos son suministrados de dos formas:

1. Por termos, cuando el requerimiento mensual es menor que 1.15 metros cúbicos de nitrógeno líquido por mes. Estos recipientes son suministrados a préstamos por empresas dedicadas a la comercialización de estos productos tales como Crio Infra S.A de C.V. ò Praxair S. A de C.V.

Se conoce que existen dos tipos de tanque de almacenamiento los que operan a baja presión con rangos entre 4.5 – 5.8 bares (65.27-84.12 psi), llamados tanques TL y los que operan a presión media con una presión de 17.5 bares (253.8 psi) y se denominan TM (ver apéndice A.2).

Dentro de los parámetros que se parten en esta fase, se conoce que el volumen requerido para el proceso de arranque de la planta y puesta en Servicio de tanque de almacenamiento de Amoniaco FB-1201 en el interior de terminal de Almacenamiento y Reparto de Guaymas Sonora es de 36 M3 ò 20 Toneladas Cubicas y posteriormente en periodos mensuales es de 2.5 metros cúbicos de Nitrógeno líquido con una presión de trabajo en promedio de 5.91 Kg/cm2 (5.79 bar - 80.85 psi), es decir se diseñará tanque TL 2400 denominado Así desde este a Partir de la Elaboración de estas bases de Usuario.

Con estos datos de entrada y observando la tabla 3.1 que presenta Pemex Petroquímica a través de la Gerencia de Ingeniería y construcción obtenemos el diseño de forma (ver figura 2.2). Cabe señalar que dentro de esta tabla se específica el espesor de el aislamiento térmico, dato tomado de tanques de la marca White Martins (ver apéndice A.3).

|  |  |
| --- | --- |
| **ESPECIFICACIONES** | **CARACTERÍSTICAS TL 2400** |
| Altura tanque externo (m) | 8.6 |
| Diámetro tanque externo (m) | 2.44 |
| Capacidad nominal (l) |  23700  |
| Capacidad criogénica (l) |  22710 |
| Peso metálico(Kg.) |  10320 |
| Presión de trabajo (Kg. / cm2) | 5.8 |
| Volumen de gas ( m3)  |  15820 |
| Peso lleno (Kg.) |  31536 |
| Peso de material aislante Perlita expandida (Kg.) | 683 1326 |
| Espesor de aislante (mm) | 142 a 200 como máximo |

**TABLA 3.1.- Características de tanque de almacenamiento**



**FIGURA 3.1.- Diseño de forma de tanque de nitrógeno**

****

**FIGURA 3.2. Típico de un Tanque de Nitrógeno TL-2400 Por proyecto.**

* 1. **Diseño de tanque interno.**

Para el diseño del tanque interno se considerará dos partes.

Diseño de manto

Diseño de domo

El material a usar será acero inoxidable del tipo AISI 304, recomendado por la COMISIÓN DE ENERGÍA ATÓMICA de los Estados Unidos de Norteamérica, en su catálogo 68-60897 pág. 35 (3). El acero inoxidable AISI 304 es un material austenítico con presencia de níquel que estabiliza a la austenita, que incrementa el tamaño del campo de austenita eliminando casi a la ferrita de la aleación hierro-cromo-carbono. Este acero tiene excelentes propiedades al impacto a bajas temperaturas.

Dentro de los cálculos a considerar para el diseño del tanque interno se usarán las fórmulas dadas por ASME Sección 8, norma UG-27 para el manto y norma UG-32 para el domo (4), en las que se contempla el diseño de reservorios sometidos a presión interna, puesto que el nitrógeno se encontrará a una presión promedio de 5.8 bares (80.84 psi - 5.91 Kg./cm2), y la presión externa la asumiremos como nula en el caso más crítico, siendo este vacío el generado entre la coraza y el tanque interno.

DISEÑO DEL MANTO

Para el diseño del espesor del manto (t) se aplica la fórmula

 (ver apéndice B.1):

t= P R / (S.E - 0.6 P) (1)

Donde:

P: Presión de diseño, en este caso es igual a 84.26 lbs/pulg2

R: Radio externo del manto igual a 38.03 pulg (965.962mm).

S: Esfuerzo de trabajo permisible para el acero inoxidable AISI 304 en función de la temperatura es igual en este caso a 18800 lbs/pulg2, este valor lo da la norma UCS-23, y hace referencia además a la tabla 3 en la sección 2, parte D (ver apéndice B.2).

E: Valor de eficiencia de la junta soldada en función de las inspecciones realizadas, en este caso igual a 0.85 a dimensional (ver apéndice B.3).



Dado que el resultado es igual a 5.12mm seleccionaremos el espesor de plancha inmediato superior al valor dado y este será 6mm. Ver figura 3.3



**DISEÑO DEL DOMO**

Para el diseño del espesor del domo (t) aplicamos la fórmula para cabezas elipsoidales (ver apéndice B.4):

t= P D / (2SE - 0.2 P) (2)

Donde:

P: Presión de diseño, en este caso es igual a 84.26 lbs/pulg2

D: Diámetro externo del domo igual a 76.063 pulg.

S: Esfuerzo de trabajo permisible para el acero inoxidable AISI 304 en función de la temperatura es igual en este caso a 18800 lbs/pulg2, este valor lo da la norma UCS-23, y hace referencia además a la tabla 3 en la sección 2, parte D (ver apéndice B.2)

E: Valor de eficiencia de la junta soldada en función de las inspecciones realizadas, en este caso igual a 0.85 adimensional (ver apéndice B.3).



Dado que el resultado es igual a 5.1mm seleccionaremos el espesor de inmediato superior al valor dado y este será 6mm. (Fig. 3.3)

Diseño de coraza.

Para el diseño del tanque externo se considerará dos partes.

Diseño de manto

Diseño de domo

El material a usar será acero al carbono ASTM A-36, permitido por el código ASME (4), y de fácil disponibilidad en el mercado ecuatoriano.

Dentro de los cálculos a considerar para el diseño del tanque externo se usarán las fórmulas dadas por ASME Sección 8, norma UG-28 para el manto y norma UG-33 para el domo (ver apéndice B.5 y B.6), en las que se contempla el diseño de reservorios sometidos a presión externa, puesto que al generarse vacío entre los dos tanques (disminuyendo la presión a 100 veces menos que la atmosférica, es decir 0.001033 Kg./cm2 (1) – 0.00147 psi), la presión que prevalecerá en la coraza será la atmosférica, la cual tenderá a pandear el manto de la coraza, siendo este el estado crítico. (Ver figura 3.4)

 **DISEÑO DE MANTO**

Para el diseño del manto aplicamos la fórmula (UG-28):

Pa = 4 B/ (3 (D0/t)) (3)

Donde:

Pa: Presión máxima admitida por la coraza y se compara con la presión externa a la cual esta se encuentra sometida.

B: Cuyo valor es 3625 adimensional hallado de la siguiente manera:

Se halla la relación L/D0 = 2.137, donde L es la longitud del tanque y D0 el diámetro exterior de este, siendo L =4800 mm (188.976 pulg) y D0 = 2246 mm (88.43 pulg.).

Se halla la relación D0/t = (88.43 pulg./0.4724 pulg.)= 187.19, donde D0 está previamente definido en el paso 1 y t que es un espesor asumido para el manto, el que será probado con diferentes medidas hasta encontrar el valor admisible sin que resulte pandeo por presión externa, asumiremos de entrada que tendrá un valor de t=12 mm (0.4724 pulg.)

Se ingresa a la figura dada en la norma UGO-28 (ver apéndice B.7) con el valor L/D0 = 2.137 en el eje de la Y, para luego extenderse hasta la curva D0/t = 187.19, con esta intersección se define el factor A, especificado en el eje de las X y se halla el valor de A= 0.000125.

Con el valor de A= 0.000125 en el eje de las X, se ingresa a la figura dada en la norma UCS-28.2 (ver apéndice B.8), y en función de la curva de temperatura de trabajo (300 ºF) se halla B=3625 en el eje de las Y.

D0: Diámetro exterior del tanque 2246 mm (88.43 pulg.).

 t : Valor que deberá ser probado para diferentes espesores, hasta encontrar el valor admisible sin que resulte pandeo por presión externa, asumiremos el valor de t=12 mm (0.4724 pulg.)

Resolviendo la ecuación 3, tenemos:

Pa = 4 B/ (3 (D0/t))

Pa = (4x3625) / (3x88.4252pulg / 0.4724pulg)

 Pa = 25.8 lbs/pulg2 (1.75 atm – 1.81 Kg./cm2)

Dado que el valor de la presión admisible que soporta la coraza es 25.8 lbs/pulg2 (1.75 atm. - 1.81 Kg/cm2) y esta es mayor que la presión externa a la cual se encuentra sometida 14.7 lbs/pulg2 (1.033 Kg/cm2), el cuerpo se construirá con los 12 mm seleccionados para el espesor.

Cabe señalar que al realizar los mismos cálculos con un espesor de 10 mm que es el espesor de chapa inmediato inferior, el cual se encuentra en el mercado, el valor igual a la presión admisible es 14.8 lbs/pulg2 (1.0001 Kg/cm2), valor que está cerca de la presión atmosférica por lo que con cierta sobre presión podría pandearse. Dado esto, entonces seleccionamos el espesor inmediato superior, que es un t= 12mm.



FIGURA 3.5: Procedimiento para selección de espesor de manto bajo presión externa

**DISEÑO DEL DOMO**

Para el diseño del domo con cabeza elipsoidal de diámetro 2246 mm (88.43 pulg) y altura 640mm (25.197 pulg) (Ver figura 3.4), aplicamos la fórmula (UG-33):

Pa = B/ ( (R0/t)) (4)

Donde:

Pa: Presión máxima admitida por el domo de la coraza y se compara con la presión externa a la cual esta se encuentra sometida.

B: Cuyo valor es 6000 adimensional hallado de la siguiente manera:

Se halla la relación R0/t = (1796.8/6) = 300

Donde R0 es el radio equivalente esférico, y se halla de la siguiente manera:

Se halla la relación D/2h =2246/(2x640) = 1.75

Con esta relación se ingresa a la tabla UG-37 (ver apéndice B.9) y con el valor de D/2h=1.75, se obtiene el valor del factor de radio esférico K=0.8 adimensional.

El radio equivalente esférico será R0= KxD0 =0.8x2246, la operación da como resultado R0= 1796.8 mm., en el que D0 es igual al diámetro externo del domo.

Donde t resulta ser un espesor asumido para el domo, el que será probado con diferentes medidas hasta encontrar el valor admisible sin que resulte pandeo por presión externa, asumiremos el valor de t=6mm (0.2362 pulg).

Se halla el valor de A (ver apéndice B.6). Norma UG 33, literal d, página 36:

A=0.125/(R0/t)=0.125/(1796.8/6)=0.0004174.

Con el valor de A=0.0004174 en el eje de las X, se ingresa a la figura dada en la norma UCS-28.2 (ver apéndice B.8), y en función de la curva de temperatura de trabajo (300 ºF) se halla B=6000 en el eje de las Y.

Evaluando la fórmula (4), tenemos el siguiente resultado

Pa = B/ ( (R0/t))

Pa = 6000/ (1796.8mm / 6mm)

 = 6000/ (70.74pulg./0.236pulg.) …….(Equivalente en pulgadas)

Pa = 20.03 lbs/pulg2 (1.363 atm - 1.41 Kg./cm2)

Dado que el valor de la presión admisible que soporta el domo es 20.03 lbs/pulg2 (1.363 atm - 1.41 Kg/cm2) y esta es mayor que la presión externa a la cual se encuentra sometida 14.7 lbs/pulg2 (1.033 Kg/cm2), los domos se construirán con los 6 mm seleccionados para el espesor.

Cabe señalar que al realizar los mismos cálculos con un espesor de 4mm que es el espesor de chapa inmediato inferior, el cual se encuentra en el mercado, el valor igual a la presión admisible es 9.68 lbs/pulg2 (0.658 atm. - 0.6806 Kg/cm2), valor que está por debajo de la presión atmosférica por lo que se pandearía. Dado todo esto se asegura un espesor óptimo de t= 6mm.



FIGURA 3.6: Procedimiento para selección de espesor de domo

bajo presión externa

Diseño térmico.

Con el fin de obtener un óptimo aislamiento térmico y haciendo uso de la información existente, se usará perlita expandida con un espesor promedio de 142 mm como se expresa en el apéndice A.3.

Haciendo uso de la fórmula para estimar la transferencia de calor radial, se tiene (6):

 (5)

q´

Donde:

Tamb Es la temperatura ambiente, que en caso crítico asumimos 35ºC

TNitro Es la temperatura del Nitrógeno y corresponde a -196ºC

R´tot Está definida por la suma de las resistencias convectivas del nitrógeno y del ambiente, así como de las resistencias conductivas del tanque interno, del aislamiento térmico y de la coraza. Se expresa entonces la resistencia total:



 (6)

Donde:

R1int= Radio interno de tanque interno

R1ex= Radio externo de tanque interno

R2int= Radio interno de coraza

R2ex= Radio externo de coraza

Del apéndice C:

k1= 9.2 W/m.ºK

(Correspondiente al acero AISI 304 a 100ºK)

k2= 60.5 W/m.ºK

(Correspondiente al acero ASTM A-36 a 300ºK)

kAislante= 0.016 W/m2.ºK

(Correspondiente perlita expandida a 100ºK)

q’= 35ºC – (-196ºC) x 4.55 m = 754.63 W (42.9 BTU/min)

 1.3928 mºK/W



FIGURA 3.7: Resistividad térmica en paredes de tanque.

Selección de accesorios.

En este subcapítulo se plantea el tipo de material de las tuberías que intervendrán en el proceso de construcción del tanque. Los accesorios adicionales como medidores de nivel de líquido, dispositivos de seguridad, medidores de presión, válvulas de escape, válvulas de retirada de gas se los especifica en los planos correspondientes dados en el apéndice.

Respecto a las tuberías.- la tubería que sale del tanque interno hacia el externo serán de acero inoxidable AISI 304, y las tuberías externas de cobre (7); dato obtenido a través de manuales de operación y mantenimiento para tanques criogénicos estacionarios y carros tanques.

Cabe señalar que el tipo de material del tanque externo es del tipo ASTM A-36; el material que intervendrán en las patas de sujeción, al igual que todo cuerpo construido y que se encuentra en contacto directo con este, también mantendrá la misma característica. El tipo de material a usarse en el tanque interno será de AISI 304, que es un material inoxidable austenítico, de igual forma todo cuerpo construido y que se encuentre en contacto con este. Los demás tipos de accesorios tendrán materiales especificados por las casas comerciales respectivas, que deberán poseer características técnicas como rangos de presión indicando, temperaturas, etc.

Capítulo 4

4. NORMAS APLICATIVAS EN FASE CONSTRUCTIVA

Normas de soldadura.

La información aquí presentada es extraída de la norma ASME SECCIÓN VIII, división 1, Subsección B, parte UW que corresponde a Requerimientos para Fabricación de recipientes a presión por Soldadura, así como la información presentada por AGA e Indura en manuales informativos en la aplicación de soldadura sustentados bajo la norma AWS. En caso de requerir información para calificación de procedimientos de soldadura y calificación de soldadores, se deberá consultar la norma ASME, SECCIÓN IX, Calificación de soldadura y de soldadores.

RESPECTO AL ACERO DE BAJO CARBONO

Generalmente los esfuerzos residuales no son de consideración en los aceros de bajo carbono, siempre que los procesos de soldadura aplicados al material sean satisfactorios y utilicen un procedimiento adecuado, para ello se usarán las especificaciones técnicas dadas por el código ASME normas UW para recipientes sometidos a presión (4).

Planteamos las dos posibilidades más comunes para aplicación de soldadura que son: Proceso MIG/MAG.- Se aplicará alambre ER 70S-6, cuyo contenido de Mn-Si es alto, para soldar con CO2 o mezclas de Ar en acero desoxidado o parcialmente desoxidado, con cantidades moderadas de escamas superficiales. Se usará un procedimiento con Arco Corto para raíz en las planchas de 6 y 12 mm con gas Ar+Co2 o Co2 y de Spray para las planchas de 12 mm. Tendrán las placas un espaciamiento de 1.5 y 2 mm respectivamente con un chaflán de 60º.

Se señala que la soldadura de arco corto se emplea para soldar material delgado, cordones de raíz y en caso que no se requiera pasar más de una vez la aplicación en el cordón. De esta forma se aporta con menos calor a la pieza de trabajo y se produce un baño de fusión pequeño, fácil de controlar.

Entre los gases recomendados se encuentra AGA MIX 28, AGA MIX 20 y AGA MIX T-55, aunque sólo se usa a veces CO2 puro para soldadura de arco corto.

 FIGURA 3.8

Proceso de Arco Eléctrico.- Se usarán electrodos revestidos E-6011 para raíz y E 7018 para acabado, siempre que sea acero al carbono dado por UW-27 del código ASME (ver apéndice B.3).

La soldadura será a tope, biselada a un ángulo de 60 grados entre las planchas de acero tanto para las planchas de 6 y 12 mm con separación de placas de 2 a 3 mm para ambas. En este caso el tratamiento térmico no será necesario debido a que el espesor de la junta es menor a 16 mm.

RESPECTO AL ACERO INOXIDABLE AISI 304

De igual forma planteamos las dos posibilidades más comunes para aplicación de soldadura que son:

Proceso MIG/MAG.- Para el caso de aceros inoxidables se usarán mezclas de argón con bajo porcentaje de CO2 o de Oxígeno como AGA MIX 22 o AGA MIX 12. Se usará un alambre AWS ER 308L cuyo bajo contenido de carbono impide la precipitación intergranular de carburo. Este tipo de alambre se usa para los tipos de acero AISI 304 y 304L.

Las placas tendrán un chaflán de 60º, con un espaciamiento de 0mm para las placas de 6 mm.

Proceso de Arco Eléctrico.- Se usará un electrodo tipo AWS-ASTM E308-16, INDURA sugiere un tipo INDURA-AIRCO 19-9, que es un electrodo formulado para soldar aceros como AISI 301, 302, 302B, 303, 304, 305 y 308 que se caracterizan por su gran resistencia a la corrosión. El material depositado es austenítico.

Tendrán las placas un espaciamiento de 2 mm con un chaflán de 60º.

RESPECTO AL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Aceros de bajo carbono.- Los mejores resultados se los obtiene manteniendo un arco mediano, con ello se segura una fusión adecuada permitiendo el escape de gases, además de controlar la forma y apariencia del cordón.

Para filetes planos y horizontales conviene mantener un ángulo de 45º respecto a la plancha y efectuar un pequeño avance y retroceso del electrodo en el sentido del avance.

Para filetes verticales ascendentes se mantienen el electrodo perpendicular a al plancha moviéndolo en el sentido del avance, este deberá ser rápido y la corriente adecuada para permitir alargar el arco y no depositar cuando se va hacia arriba, para luego bajar al cráter y depositar el metal fundido. Controlando la socavación y ancho del cordón.

Cuando se suelda vertical descendente, el cordón de raíz se hace con un avance continuo, sin oscilar y la fuerza del arco se dirige de tal manera que sujeta el baño de fusión. Para los pases sucesivos se puede usar una oscilación lateral.

Aceros inoxidables.- Se recomienda un arco corto. La corriente debe ser ligeramente superior cuando se suelda con CA que con CC, polaridad invertida.

Debido a que el acero inoxidable se expande un 50% más que los aceros dulces y siendo su disipación de calor por conducción 50% más lenta, tiende a pandearse y torcerse al ser soldados. Para evitar esto debe usarse la corriente más baja posible o soldar con máxima velocidad. La resistencia del núcleo es de 6 a 9 veces mayor y la temperatura de fusión 100 ºC menor que los núcleos de acero dulce.

Cuando la soldadura es en posición plana, se debe mantener un arco relativamente más corto y limitar las oscilaciones 2 ½ veces el diámetro del electrodo, prefiriendo hacer un mayor número de pases con cordones pequeños para evitar deformaciones producidas por exceso de temperatura en donde la oscilación deberá ser en U.

Cuando la soldadura es en posición vertical, no se recomienda oscilar el electrodo sino con un movimiento en forma de V cuyo vértice estará en la raíz de la unión. El arco se lo llevará entonces a 1/8” hacia un lado y hacia el otro, deteniéndose momentáneamente en el centro.

Cuando la soldadura es en filete horizontal, requiere un amperaje lo suficientemente alto para asegurar una buena penetración, cuando se sueldan placas de igual espesor el electrodo deberá apuntar hacia el avance, en caso en que una pieza sea mayor deberá el electrodo apuntar hacia este.

RESPECTO AL TIPO DE INSPECCIÓN A REALIZAR

El método a usar para inspección de la soldadura será radiográfico al 100% de los cordones, tanto en el tanque interno como en la coraza, esto especificado de acuerdo a las normas UW-11 y UW-12 (ver apéndice B.3).

Preparación de superficie y pintura.

Para la preparación de superficie y pintura se hará referencia a las normas SSPC, para la coraza, previa la observación de que esta es de acero al carbono y necesita tratamiento superficial, mientras que el tanque interno por ser de acero inoxidable AISI 304 no necesita tratamiento alguno.

Para la coraza la preparación será del tipo SSPC-SP-10, que contempla la eliminación hasta que por lo menos el 95% de la superficie este libre de óxido, escama de laminación (calamina), pintura y demás residuos visibles, para ambientes húmedos, marinos o corrosivos (8).

La coraza, por encontrarse sometida a gradientes térmicos dada la transferencia de calor entre el nitrógeno y el medio ambiente (aunque poco significativa), se encontrará con cierto grado de humedad, por lo que el sistema de pintura a utilizarse será de acuerdo a la norma SSPC-PS 11 que sugiere una pintura epóxica poliamídica de alquitrán de carbón.

Esta norma recomienda 2 manos de pintura cada una de 8 mils (8), sin embargo el nombre comercial de este tipo de pintura lo dará el respectivo proveedor.

Prueba de presión.

Una vez realizada la construcción tanto del tanque interno como de la coraza y luego de haber realizado las pruebas radiográficas es importante realizar las pruebas correspondientes para establecer la presión máxima de trabajo permitida de los recipientes. Aunque la norma UG-100 establece la disponibilidad del inspector para seleccionar esta presión nos acogeremos al literal B de dicha norma seleccionando 1.25 veces la presión de diseño. Para tal procedimiento la prueba será neumática (ver apéndice B.1).

**Cronograma de trabajo.**

La construcción e integración del tanque en el interior de la Terminal de Reabastecimiento y Reparto Diensa ajustar al siguiente cronograma de trabajo el cual contempla la adquisición de los materiales, construcción del tanque interno, coraza e instalación de los respectivos accesorios, tuberías y bomba.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Descripción detalla el cronograma de trabajo. | M E S E S |
| I | OBRA CIVIL | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|  | MOCHETAS, DIQUES, FOSA, |  |  |  |  |  |  |  |
|  | CIMENTACION Y ESTRUCTURA DE CONCRETO |  |  |  |  |  |  |  |
|  | GUARNICION Y BANQUETAS. PROCESO |  |  |  |  |  |  |  |
|  | GUARNICION Y CERCA PERIMETRAL |  |  |  |  |  |  |  |
|  | TERRACERIAS Y VIALIDADES DE ACCESO |  |  |  |  |  |  |  |
|  | SUMINISTRO DE MATERIALES PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS (PLATAFORMAS) |  |  |  |  |  |  |  |
|  | FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS (PLATAFORMAS) |  |  |  |  |  |  |  |
|  | MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS (PLATAFORMAS) |  |  |  |  |  |  |  |
|  | SOPORTERIA |  |  |  |  |  |  |  |
|  | PINTURA |  |  |  |  |  |  |  |
| II.A | EQUIPO, TRASLADO, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBA |  |  |  |  |  |  |  |
|  | FABRICACION Y TRASLADO TL- A TRD |  |  |  |  |  |  |  |
|  | PRUEBAS DE ARRANQUE DE EQUIPO Y ENTREGA-RECEPCIÓN DE OBRA |  |  |  |  |  |  |  |
| II. B | INSTRUMENTACIÓN, SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, INSPECCIÓN Y PRUEBA |  |  |  |  |  |  |  |
|  | VÁLVULAS DE CONTROL, MANÓMETROS, MIRILLAS DE NIVEL, VÁLVULAS DE SEGURIDAD, VÁLVULAS DE ALIVIO, INDICADORES Y TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION. |  |  |  |  |  |  |  |
| III | OBRA MECÁNICA |  |  |  |  |  |  |  |
|  | SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS |  |  |  |  |  |  |  |
|  | MANEJO Y ERECCIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS (AJUSTE DE CAMPO) |  |  |  |  |  |  |  |
|  | LIMPIEZA Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVA DE TUBERÍA |  |  |  |  |  |  |  |
|  | PRUEBA HIDROSTÁTICA |  |  |  |  |  |  |  |
| IV | OBRA ELECTRICA |  |  |  |  |  |  |  |
|  | REDES DE TIERRAS |  |  |  |  |  |  |  |
|  | REDES DE INSTRUMENTACIÓN |  |  |  |  |  |  |  |
|  | REDES DE ALUMBRADO |  |  |  |  |  |  |  |
|  | PRUEBA DE REDES ELECTRICAS |  |  |  |  |  |  |  |
| V | INFORME TÉCNICO (TRABAJOS EJECUTADOS) |  |  |  |  |  |  |  |
|  | INFORME TÉCNICO MENSUAL |  |  |  |  |  |  |  |
| VI | SIPA (INFORME OF. RESOLUTIVO ( S.G.P.A./DGIRA.DEI.2440.14) 2014 |  |  |  |  |  |  |  |
| VII | SIPA (INFORME OF. RESOLUTIVO S.G.P.A./DGIRA.DG.1666.07 2014 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | SEGURIDAD Y PROTECCIÓN AMBIENTAL |  |  |  |  |  |  |  |

Capítulo 5

5. ANALISIS DE COSTOS

El análisis de costos se realiza a partir de los precios de mercado utilizando software Opus o Neo-data versión resiente para su libre a bordo, construcción e integración en la Terminal de Distribución y Reparto Guaymas Sonora Costos en Moneda Nacional Pesos Mexicanos considerando mano de obra 100% Mexicana sin excepción.

En la tabla 5.1 se presentan los costos, de Referencia como precio del tanque TL de Nitrógeno Según dimensiones interno, coraza, accesorios, vacuómetros, medidores de temperatura, válvulas de seguridad, codos, Tee`s. Estos costos son de manera tentativa precios de Julio de 2014, en donde el kilogramo de acero ASTM A-36, se encuentra a un precio relativo de 2.90 USD, y el precio del acero AISI 3204, se encuentra en casi el doble.

Este listado de precio podría cambiar de acuerdo a la fluctuación en el precio del acero a nivel mundial y los Análisis de Precios Unitarios Recomendados para este contrato.

Al comparar este precio con un tanque comprado en el exterior e importado cuyo costo es de aproximadamente 245,000 USD, y que al importarlo, por tasa arancelaria se encontraría aproximadamente a 425,000 USD. Por tanto se observa una reducción de costo en 32.8%

Luego de observar esta reducción en costo, y el amplio factor de ganancia por parte de la empresa DIENSA Petroquímica Dictamina, se entiende este tanque se fabricara con al menos el 80% de contenido nacional en sus partes Civil y Mecánico, Estampado, Protección Mecánica, eléctrica e Instrumentación por que otros países cercanos al nuestro país no podrán involucrado ni parcial o total a este contrato en la fabricación de estos tanques.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La Terminal de Almacenamiento distribución y reparto de Guaymas Sonora requiere de consumo de nitrógeno líquido de 20 Toneladas, generando una demanda de aplicación mayor en las diferentes fases del Inertizado del Tanque FB-1201, empaquetado y criogenización, e inertizado de líneas de procesos en la planta dado su condición de aumentar la productividad, flexibilidad operativa durabilidad del proceso puesto que tiene la función de desplazar al oxigeno e inertizar la atmósfera.

Este trabajo cubre el diseño de los tres elementos constitutivos del tanque criogénico con capacidad de almacenamiento de 20 Toneladas 36 metros cúbicos de nitrógeno líquido, como son tanque interno cuyo material está conformado por AISI 304, el tanque externo conformado por Acero ASTM A-36 y el aislante térmico que lo constituye el vació entre los tanques y el material perlita expandida

El tanque interno, así como la coraza deberán ser diseñados bajo las normas ASME, UG, UCS, UW, UGO, de la sección 8 división 1, 1995. Para la preparación superficial de la coraza se usaron las normas SSPC, las NRF-PEMEX vigentes incluyendo códigos internacionales aceptadas para la construcción de tanques, sometidos a presión externa o interna, por lo que se asegura un diseño altamente eficiente.

Se utilizan parámetros para el diseño de forma dados por empresas vinculadas al almacenamiento de líquidos criogénicos, Tales como Praxare S.A de C.V. ò Crio Infra S.A. DE C.V. por lo que se permite tener un tanque de acuerdo a las exigencias del mercado en un perímetro cercano a la Terminal de almacenamiento y Reparto TAR Guaymas Sonora.

La reducción de costos en la fabricación nacional sería de hasta de un 32.8%, comparado con el producto importado, sin que aún intervenga el impuesto al valor agregado (IVA).

RECOMENDACIONES

Deberá ejecutarse un mantenimiento periódico de todas las líneas y equipos del sistema del tanque criogénico después de un Año de puesta en operación de las mismas.

Deberá controlarse la presión de vacío la misma que debe ser mantenida con un promedio de 1/100 la presión atmosférica

El montaje del tanque en sitio deberá de efectuarse con grúa de hasta 50 Ton, herramientas y Mano de obra especializada para este tipo de reservorios a Presión, con el fin de no dañar el sistema de inyección de Nitrógeno.

El ensamble de todo el tanque deberá ser realizado por personal técnico con experiencia en el campo de reservorios de presión, manteniendo procedimientos que permita el desarrollo de las buenas prácticas de ingeniería, procuración de materiales y construcción.

En caso de dudas la firma de ingeniería y la cia. contratista (constructor) deberá remitirse a las normas ASME, sección VIII, o a su vez a cualquier código internacional cuyas exigencias no sean menores a la de ASME. Y Normatividad Pemex vigente

El cimiento del tanque deberá ser previamente calculado por un ingeniero civil, debido a la altura y al peso del mismo con amplia experiencia en estudios de mecánica de suelos, resistencia de materiales con control de laboratorio para el aseguramiento de la calidad del los mismo.

Como recomendación fuera del contexto del diseño y dimensionamiento de tanques criogénicos, este Bases de Usuario o Ingeniería conceptual puede ser aplicada como texto guía para el diseño de tanques sometidos a presión externa y tanques sometidos a presión interna, bajo el código ASME, en su sección VIII.

APÉNDICES

I.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

PARA PRECISAR ALGUNOS TÉRMINOS QUE SE EMPLEAN, A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE SU SIGNIFICADO.

|  |  |
| --- | --- |
| Abreviatura | Definición |
| V.D | VIENTOS DOMINANTES |
| N.C | NORTE DE CONSTRUCCION |
| N.T.C | NIVEL TOPE DE CONCRETO |
| N.P.T | NIVEL DE PISO TERMINADO |
| N.R.P | NIVEL DE RASANTE DE PROYECTO |
| N.D.C | NIVEL DESPLANTE DE CIMENTACION |
| N.T.N | NIVEL TERRENO NATURAL |
| N.B. | NIVEL DE BANQUETA |
| N.P.R. | NIVEL DE PISO REVESTIDO |
| B.N. | BANCO DE NIVEL |
| VAR | VARILLA |
| L.I | LECHO INFERIOR |
| L.S | LECHO SUPERIOR |
| @ | A CADA |
| KM | KILOMETRO |
| TON | TONELADA |
| PZA | PIEZA |
| N.D.E | NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA |
| N.T.E | NIVEL TOPE DE ESTRUCTURA |
| No. | NUMERO. |
| N.T.R | NIVEL TOPE DE REJILLA |
| N.G | NORTE GEOGRAFICO |
| J.C | JUNTA DE CONSTRUCCION |
| J.E | JUNTA DE EXPANSION |
| J.C.T. | JUNTA DE CONTRACCION |
| J.CT.B. | JUNTA DE CONTRACCIÓN EN BANQUETA |
| J.E.B. | JUNTA DE EXPANSIÓN EN BANQUETA |
| MCA | MARCA |
| P.T. | PUNTO DE TRABAJO |
| E.I. | EXCEPTO INDICADO |
| P.L | PLACA |
| PE | PLACA EMBEBIDA |
| CA | CÁRCAMO |
| F | FOSA DE RECOLECCION DE RESIDUOS |
| S.M.  | SOPORTE MOCHETA |
| C.L | CENTRO DE LINEA |
| N | NIVEL |
| STPS | SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVISION SOCIAL |
| PEP  | PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION |

APENDICE A

A-1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL NITRÓGENO (FICHA TECNICA DEL NITROGENO).



A-2. TANQUES ESTANDARIZADOS DE PRAXAIR Ò CRIO INFRA

A-3. DATOS TÉCNICOS DE TANQUES CRIOGÉNICOS DE

 WHITE MARTINS

APENDICE B

EXTRACTO DE NORMAS ASME SECCIÓN 8, DIVISIÓN 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 |  NORMA UG | 27 |
| 2 |  NORMA UCS | 23 |
| 3 |  NORMAS UW |  11,12, 27 |
| 4 |  NORMA UG | 32 |
| 5 |  NORMA UG | 28 |
| 6 |  NORMA UG |  33 |
| 7 |  DIAGRAMA UGO | 28 |
| 8 |  DIAGRAMA UCS | 28.8 |
| 9 |  TABLA UG | 37 |
| 10 |  NORMA UG | 100 Y 101 |

IV.- NORMAS, ESPECIFICACIONES Y CÓDIGOS.

LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE LLEVARÁN A CABO DE ACUERDO A LAS NORMAS, ESPECIFICACIONES Y CÓDIGOS, QUE SE SEÑALAN A CONTINUACIÓN. ADEMÁS PODRÁN APLICARSE, PREVIA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL SUPERVISOR DE PEMEX PETROQUIMICA, AQUELLAS YA COMPROBADAS Y ACEPTADAS QUE COMO CONSECUENCIA DE LOS ADELANTOS TECNOLÓGICOS, SUPEREN O MEJOREN A LAS SEÑALADAS EN COSTO, FUNCIONAMIENTO Y CALIDAD.

LEYES Y REGLAMENTOS NACIONALES

|  |  |
| --- | --- |
| DNV.LY.002 | LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE |
|  | CÓDIGO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS  |
|  | LEY AMBIENTAL DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN  |
| DNV.LY.009 | LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS. |
| DNV.LY.046 | LEY GENERAL DE LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS |
| DNV.RG.004 | REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO |
| DNV.RG.002 | REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS |
| DNV.LY.075 | LEY GENERAL DE SALUD |
| DNV.RG.012 | REGLAMENTO DE TRABAJOS PETROLEROS. |
| DNV.RG.041 | REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS |
| DNV.RG.013 | REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN  |
| DNV.LY.039 | LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTNENTABLE. |
| DNV.RG.031 | REGLAMENTO DE LA LEY DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE |
| NORMAS OFICIALES MEXICANAS |
|  |
| DNV.INS.015 | RELACIÓN DE ORGANISMOS DE CERTIFICACIÓN, LABORATORIOS DE PRUEBAS Y UNIDADES DE VERIFICACIÓN QUE PODRÁN CERTIFICAR Y VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y DEMÁS FUNCIONES QUE ESTABLEZCAN LAS DISPOSICIONES. |
| NOM-001-SEMARNAT-1996 | LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES. |
| NOM-002-SEMARNAT-1996 | QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL (ACUERDO DNV.AC.019). |
| NOM-001-SEDE-2005 | NORMA OFICIAL MEXICANA, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACIÓN). |
| NOM-004-STPS-1999 | SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE UTILICE EN LOS CENTROS DE TRABAJO. |
| NOM-005-STPS-1998 | RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO PARA EL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y PELIGROSAS.  |
| NOM-006-STPS-2000 | MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES-CONDICIONES Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD. |
| NOM-008-SECRE-1999 | CONTROL DE CORROSIÓN EXTERNA EN TUBERÍAS DE ACERO ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS. |
| NOM-009-STPS-1999 | EQUIPO SUSPENDIDO DE ACCESO-INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO-CONDICIONES DE SEGURIDAD. |
| NOM-010-STPS-1999 | CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE MANEJEN, TRANSPORTEN, PROCESEN O ALMACENEN SUSTANCIAS QUÍMICAS CAPACES DE GENERAR CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE LABORAL (MODIFICADA DOF 27/FEB/2001). |
| NOM-011-STPS-2001 | CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERA RUIDO. |
| NOM-017-STPS-2008 | EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL, SELECCIÓN, USO Y MANEJO EN LOS CENTROS DE TRABAJO. |
| NOM-018-STPS-2000 | SISTEMA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO. |
| NOM-020-STPS-2002  | NORMA OFICIAL MEXICANA, RECIPIENTES A PRESIÓN Y CALDERAS-FUNCIONAMIENTO-CONDICIONES DE SEGURIDAD. |
| NOM-022-STPS-2008 | NORMA OFICIAL MEXICANA, ELECTRICIDAD ESTATICA EN CENTROS DE TRABAJO-CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE. |
| NOM-026-STPS-2008 | COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE, E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCIDOS EN TUBERÍAS. |
| NOM-027-STPS-2008 | SOLDADURA Y CORTE CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE. |
| NOM-052-SEMARNAT-2005 | QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS. |
| NOM-059-SEMARNAT-2001 | ESPECIES Y SUBESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES Y ACUATICAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN, AMENAZADAS, RARAS Y LAS SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL. |
| NOM-080-STPS-1993 | HIGIENE INDUSTRIAL – MEDIO AMBIENTE LABORAL -DETERMINACIÓN DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE, AL QUE SE EXPONEN LOS TRABAJADORES EN LOS CENTROS DE TRABAJO. |
| NOM-081-SEMARNAT-1994 | LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN (ACUERDO DNV.AC.019). |
| NOM-085-SEMARNAT-1994 | CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS - PARA FUENTES FIJAS QUE UTILIZAN COMBUSTIBLES FÓSILES SÓLIDOS, LÍQUIDOS O GASEOSOS O CUALQUIERA DE SUS COMBINACIONES, QUE ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS...(ACUERDO DNV.AC.019) |
| NOM-113-STPS-2009 | CALZADO DE PROTECCIÓN |
| NOM-115-STPS-2009 | CASCOS DE PROTECCIÓN, ESPECIFICACIÓNES, MÉTODOS DE PRUEBA Y CLASIFICACIÓN. |
| NOM-116-STPS-2009 | SEGURIDAD, RESPIRADORES PURIFICADORES DE AIRE CONTRA PARTÍCULAS NOCIVAS. |
| NMX-B-482-1991 | CAPACITACION, CALIFICACION Y CERTIFICACION DE PERSONAL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. |
| NMX-B-133/01-1988 | MÉTODOS DE INSPECCIÓN CON LÍQUIDOS PENETRANTES. |
| NMX-B-133/02-1976 | MÉTODOS DE INSPECCIÓN CON LÍQUIDOS PENETRANTES (PRUEBA DE FUGAS). |
| NMX-B-498-1991 | PATRONES DE CALIDAD DE PIEZAS VACIADAS PARA VÁLVULAS, BRIDAS Y OTROS COMPONENTES (INSPECCIÓN VISUAL). |
| NMX-H-079-1982 | VÁLVULAS DE ACERO FUNDIDO - TIPO COMPUERTA.. |
| NOM-025-2-NUCL-1996 | REQUISITOS PARA EQUIPO DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL. PARTE 2: OPERACIÓN. |
| NOM-026-NUCL-1999 | VIGILANCIA MÉDICA DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES |
| NOM-031-NUCL-1999 | REQUERIMIENTOS PARA LA CALIFICACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES. |
| NMX-S-039-SCFI-2000 | GUANTES DE PROTECCIÓN CONTRA SUSTANCIAS QUÍMICAS - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. |
| NOM-008-SCFI-2002 | SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA. |
| NOM-093-SCFI-1994 | VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN (SEGURIDAD, SEGURIDAD-ALIVIO Y ALIVIO) OPERADAS POR RESORTE Y PILOTO; FABRICADAS DE ACERO Y BRONCE |
| NMX-S-058/1-SCFI-2005 | SEGURIDAD – SISTEMAS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA INTERRUMPIR CAÍDAS DE ALTURA – PARTE 1: ARNESES DE CUERPO COMPLETO – REQUISITOS Y MÉTODOS DE PRUEBA. |
| NMX-S-058/5-SCFI-2005 | SEGURIDAD – SISTEMAS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA INTERRUMPIR CAÍDAS DE ALTURA – PARTE 5: CONECTORES CON DISPOSITIVOS DE CIERRE Y BLOQUEO AUTOMÁTICOS – REQUISITOS Y MÉTODOS DE PRUEBA. |
| NOM-093-SCFI-1994 | VÀLVULAS DE RELEVO DE PRESION (SEGURIDAD, SEGURIDAD-ALIVIO Y ALIVIO) OPERADAS POR RESORTE Y PILOTO; FABRICADAS DE ACERO Y BRONCE. |
| NMX-U-075-1979 | RECUBRIMIENTO PARA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA -RECUBRIMIENTO PARA ALTAS TEMPERATURAS. |
| NOM-054-SEMARNAT-1993 | QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA INCOMPATIBILIDAD ENTRE DOS O MÁS RESIDUOS CONSIDERADOS COMO PELIGROSOS POR LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005. |
| NOM-058-SEMARNAT-1993 | REQUISITOS PARA LA OPERACIÓN DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS (ACUERDO DNV.AC.019). |
| NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 | LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACIÓN Y REMEDIACIÓN. |
| NOM-143-SEMARNAT-2003 | QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES AMBIENTALES PARA EL MANEJO DE AGUA CONGÉNITA ASOCIADA A HIDROCARBUROS. |
| NMX-J-093-ANCE-2009 | CONDUCTORES. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE INCENDIO EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS. MÉTODO DE PRUEBA. |
| NMX-J-118-1-ANCE-2000 | PRODUCTOS ELÉCTRICOS – TABLEROS DE ALUMBRADO Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN –ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA |
| NMX-J-235/1-ANCE-2008 | GABINETES PARA EQUIPOS ELÉCTRICOS DE CONTROL Y DISTRIBUCIÓN (A PRUEBA DE AGUA, ÁREAS PELIGROSAS ETC.) |
| NMX-J-534-ANCE-2008 | TUBOS METÁLICOS RÍGIDOS DE ACERO TIPO PESADO Y SUS ACCESORIOS PARA LA PROTECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. |
| NMX-J-535-ANCE-2001 | TUBOS (CONDUIT) DE ACERO TIPO SEMIPESADO PARA LA PROTECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS Y SUS ACCESORIOS- ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA |

|  |
| --- |
| NNORMAS DE REFERENCIA |
|  |  |
| NRF-001-PEMEX-2007 | TUBERIA DE ACERO PARA LA RECOLECCION Y TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS |
| NRF-004-PEMEX-2003 | PROTECCIÓN CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS. |
| NRF-006-PEMEX-2007 | ROPA DE TRABAJO PARA TRABAJADORES DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS. |
| NRF-007-PEMEX-2008 | LENTES Y GOGLES DE SEGURIDAD, PROTECCIÓN PRIMARIA DE LOS OJOS. |
| NRF-008-PEMEX-2007 | CALZADO INDUSTRIAL DE PIEL PARA PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS. |
| NRF-009-PEMEX-2004 | IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS TRANSPORTADOS POR TUBERÍAS O CONTENIDOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO. |
| NRF-010-PEMEX-2004 | ESPACIAMIENTOS MÍNIMOS Y CRITERIOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EN CENTROS DE TRABAJO DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS. |
| NRF-015-PEMEX-2008 | PROTECCIÓN DE ÁREAS Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES |
| NRF-017-PEMEX-2007 | PROTECCIÓN CATÓDICA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO |
| NRF-020-PEMEX-2005 | CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SOLDADORES Y SODADURA. |
| NRF-024-PEMEX-2009 | REQUISITOS MÍNIMOS PARA CINTURONES, BANDOLAS, ARNESES, LÍNEAS DE SUJECIÓN Y LÍNEAS DE VIDA. |
| NRF-026-PEMEX-2008 | PROTECCIÓN CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA TUBERÍAS ENTERRADAS Y/O SUMERGIDAS.  |
| NRF-027-PEMEX-2009 | ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA. |
| NRF-030-PEMEX-2009 | DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTOS TERRESTRES PARA TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN DE HIDROCARBUROS |
| NRF-031-PEMEX-2011 | SISTEMAS DE DESFOGUES Y QUEMADORES EN INSTALACIONES DE PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN. |
| NRF-032-PEMEX-2005 | SISTEMAS DE TUBERÍAS EN PLANTAS INDUSTRIALES-DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES. |
| NRF-035-PEMEX-2005 | SISTEMAS DE TUBERÍAS EN PLANTAS INDUSTRIALES - INSTALACIÓN Y PRUEBAS.  |
| NRF-036-PEMEX-2010 | CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCIÓN DE EQUIPO ELECTRICO. |
| NRF-048-PEMEX-2007 | DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES. |
| NRF-049-PEMEX-2009 | INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE ARRENDAMIENTOS Y SERVICIOS DE BIENES MUEBLES  |
| NRF-053-PEMEX-2006 | SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVOA BASE DE RECUBRIMIENTOS PARA INSTALACIONES SUPERFICIALES. |
| NRF-058-PEMEX-2004 | CASCOS DE PROTECCIÓN PARA LA CABEZA. |
| NRF-070-PEMEX-2004 | SISTEMA DE PROTECCIÓN A TIERRA PARA INSTALACIONES PETROLERAS. |
| NRF-084-PEMEX-2004 | ELECTRODOS PARA SOLDADURA EN LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS. |
| NRF-088-PEMEX-2005 | EQUIPO DE PROTECCIÓN FACIAL. |
| NRF-096-PEMEX-2004 | CONEXIONES Y ACCESORIOS PARA DUCTOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS |
| NRF-113-PEMEX-2007 | DISEÑO DE TANQUES ATMOSFÉRICOS. |
| NRF-114-PEMEX-2006 | GUANTES DE CUERO, ALGODÓN Y/O COMBINADOS PARA TRABAJOS GENERALES. |
| NRF-122-PEMEX-2006 | GUANTES DE PROTECCIÓN CONTRA ÁCIDOS, ÁLCALIS Y SUSTANCIAS ORGÁNICAS. |
| NRF-137-PEMEX-2006 | DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO |
| NRF-139-PEMEX-2006 | SOPORTES DE CONCRETO PARA TUBERÍA. |
| NRF-140-PEMEX-2005 | SISTEMAS DE DRENAJE |
| NRF-142-PEMEX-2006 | VÁLVULAS MACHO. |
| NRF-148-PEMEX-2005 | INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA TEMPERATURA. |
| NRF-150-PEMEX-2005 | PRUEBAS HIDROSTATICAS DE TUBERÍAS Y EQUIPOS. |
| NRF-156-PEMEX-2008 | JUNTAS Y EMPAQUES |
| NRF-157-PEMEX-2006 | CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO. |
| NRF-159-PEMEX-2006 | CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS Y EQUIPO |
| NRF-160-PEMEX-2007 |  DEMOLICIONES Y DEMANTELAMIENTOS |
| NRF-161-PEMEX-2006 | INSTRUMENTOS DE NIVEL TIPO SERVO-OPERADOR. |
| NRF-163-PEMEX-2006 | VÁLVULAS DE CONTROL CON ACTUADOR TIPO NEUMÁTICO. |
| NRF-164-PEMEX-2006 | MANÓMETROS. |
| NRF-172-PEMEX-2007 | VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN Y VACÍO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO. |
| NRF-195-PEMEX-2008 | CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO |
| NRF-203-PEMEX-2008 | ARRESTADORES DE FLAMA |

|  |
| --- |
| NNORMAS INTERNACIONALES |
|  |  |
| ISO-9001 | DESIGN AND DEVELOPMENT, PRODUCTION, INSTALLATION AND SERVICES. |

|  |
| --- |
| ESPECIFICACIONES DE PEMEX |
|  |  |
| P.2.0135.01 | ANALISIS Y DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TANQUES |
| P.2.0143.01 | DRENAJES EN ZONAS INDUSTRIALES |
| P.2.0220.01 | DISEÑO DE SISTEMAS DE TIERRA. |
| P.2.220.02 | CANALIZACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS |
| P.2.0317.02 | VÁLVULAS DE COMPUERTA DE PASO COMPLETO Y TIPO VENTURI. |
| P.2.0341.02 | REQUISITOS PARA LA ADQUISICIÓN DE RECIPIENTES ATMOSFÉRICOS. |
| P.2.0341.03 | DISEÑO DE TANQUES ATMOSFÉRICOS |
| P.2.0343.01 | DISEÑO DE RECIPIENTES A PRESIÓN. |
| P.2.0351.01 | SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVA A BASE DE RECUBRIMIENTOS PARA INSTALACIONES SUPERFICIALES |
| P.2.0401.01 | SIMBOLOGÍA DE EQUIPO DE PROCESO. |
| P.2.0401.02 | SIMBOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS. |
| P.2.0451.01 | INSTRUMENTOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, PARTE I. (NUM. ANTERIOR 2.618.01). |
| P.2.451.02 | INSTRUMENTOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, PARTE II. (NUM. ANTERIOR 2.618.02). |
| P.3.0103.01 | DEMOLCIONES Y DESMANTELAMIENTOS |
| P.3.120.02  | TRAZO Y NIVELES. (NUM. ANTERIOR 3.108.01). |
| P.3.120.01 | CONSTRUCCION DE TERRACERIAS. |
| P.3.123.01 | BASES, SUB-BASES Y REVESTIMIENTOS. |
| P.3.0133.01 | CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE ACERO |
| P.3.0135.01 | CIMBRAS PARA CONCRETO. (NUM. ANTERIOR 3.112.04) |
| P.3.0135.02 | ELABORACIÓN Y CONTROL DE CONCRETO. (NUM. ANTERIOR 3.112.01). |
| P.3.0135.03 | ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO (NUM. ANTERIOR 3.113.01). |
| P.3.0135.04 | UNIÓN MECÁNICA DE VARILLAS DE REFUERZO PARA CONCRETO (NUM. ANTERIOR 3.113.02).  |
| P.3.0135.10 | VACIADO DE CONCRETO POR BOMBEO |
| P.3.0135.12 | SOPORTES ELEVADOS DE CONCRETO PARA TUBERIAS |
| P.3.0143.01 | DRENAJES EN PLANTAS INDUSTRIALES |
| P.3.0151.02 | ZAPATAS Y CIMIENTOS DE MAMPOSTERÍA. |
| P.3.0151.03 | MUROS, DALAS Y CASTILLOS. |
| P.3.0151.05 | BANQUETAS Y GUARNICIONES DE CONCRETO. |
| P.3.0153.04 | PAVIMENTOS DE CONCRETO. (NUM. ANTERIOR 3.222.02) |
| P.3.0135.04 | UNIÓN MECÁNICA DE VARILLAS DE REFUERZO PARA CONCRETO (NUM. ANTERIOR 3.113.02).  |
| P.3.0223.01 | INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA. |
| P.3.0226.01 | CONSTRUCCION DE CANALIZACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS |
| P.3.0341.01 | FABRICACIÓN DE TANQUES ATMOSFÉRICOS. |
| P.3.0343.01 | FABRICACIÓN DE RECIPIENTES A PRESIÓN |
| P.3.0351.01 | REPARACIÓN DE SUPERFICIES, APLICACIÓN E INSPECCIÓN DE RECUBRIMIENTOS PARA PROTECCIÓN ANTICORROSIVO. |
| P.3.0364.01 | CERCAS Y BARDAS. |
| P.3.0403.01 | COLORES Y LETREROS PARA IDENTIFICACIÓN DE INSTALACIONES Y EQUIPO DE TRANSPORTE. |
| P.3.231.01 | ESPECIFICACIÓN PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ALUMBRADO PARA PLANTAS INDUSTRIALES |
| P.4.0121.03 | PRUEBAS DE COMPACTACIÓN (MECÁNICA DE SUELOS). (NUM. ANTERIOR 5.214.02).  |
| P.4.0137.01 | CEMENTOS HIDRAULICOS. (NUM. ANTERIOR 4.112.01). |
| P.4.0137.02 | AGREGADOS PARA CONCRETO. (NUM. ANTERIOR 4.112.02). |
| P.4.0137.03 | ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO. |
| P.4.0137.04 | AGUA PARA ELABORAR CONCRETO |
| P.4.0137.05 | ADITIVOS PARA CONCRETO |
| P.4.0137.08 | ELABORACIÓN Y CURADO EN OBRA DE ESPECÍMENES DE CONCRETO. (NUM. ANTERIOR 5.112.08). |
| P.4.0137.10 | CONCRETO PREMEZCLADO |
| P.4.0141.01 | TUBOS DE CONCRETO PARA DRENAJES INDUSTRIALES CONTROL DE CALIDAD, MUESTREO Y PRUEBAS (APLICABLE PARA SISTEMAS DE TIERRAS) |
| P.4.0351.01 | ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA PARA RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS. |
| NMX-U-051-1978, NMX-U-052-1978 | RECUBRIMIENTO PARA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA. |
| ANEXO “S” | OBLIGACIONES DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS PROVEEDORES O CONTRATISTAS QUE REALIZAN ACTIVIDADES EN INSTALACIÓNES DE PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN. CUARTA VERSIÓN, REV. 01 DE MAYO DE 2010 |
| 274-25320-CO-117-0004 | PROCEDIMIENTO PARA EL LLENADO DE BITÁCORA DE OBRAS Y SERVICIOS. ESTE PROCEDIMIENTO ES DE LLENADO CON LIBRO Y VERIFICACIÓN DE CUAL ES EL PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE BITACORA ELECTRONICA. |
| NO.03.0.03 | ACCESO DE PERSONAS A INSTALACIONES DE PETRÓLEOS MEXICANOS. |
| 200-22100-M-105-0001 | MANUAL DEL SISTEMA DE PERMISOS PARA TRABAJOS CON RIESGO. |
| 800-80000-DCSIPA-L-002 | LINEAMIENTO PARA EL CONTROL DE ACCESO Y CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES Y VEHÍCULOS PESADOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO. |
| NE-249-10000-SI-209-0001 | CRITERIOS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE VEHÍCULOS. |
| RE.SN.01 | REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS. |
| PG-AF-TC-001-2007 | PROCEDIMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE CONTRATISTAS Y PROVEEDORES EN MATERIA DE SEGURIDAD, SALUD Y PROTECCIÓN AMBIENTAL |
| S.G.P.A./DGIRA.DEI.2440.04 | PROYECTO INTEGRAL CUENCA DE BURGOS 2004-2022 |
| S.G.P.A./DGIRA.DG.1666.07 | PROYECTO REGIONAL CUENCA DE SABINAS PIEDRAS NEGRAS 2007-2027 |

|  |
| --- |
| NNORMAS Y CODIGOS EXTRANJEROS |
|  |  |
| ACI-318-95 ACI-318R-95 | REGLAMENTO PARA LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS. |
| A.I.S.C. | AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION |
| ANSI | AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE. |
| ANSI B16.5 | STEEL PIPE FLANGES AND FLANGED FITTING. |
| ANSI B16.9 | FACTORY-MADE WROUGTH STEEL BUTTWELDING FITTINGS. |
| ANSI B16.11 | FORGED STEEL FITTING, SOCKET WELDIG AND THREADED. |
| ANSI B16.20 | RING-JOINT GASKETS AND GROOVES FOR STEEL PIPE FLANGES. |
| ANSI B16.21 | NON-METALLIC GASKETS FOR PIPE FLANGES. |
| ANSI B16.34 | VALVES-FLANGED, THREADED AND WELDING END. |
| ANSI B31.3 | PETROLEUM REFINERY PIPING. |
| API RP-520 PARTE I | SIZING, SELECTION AND INSTALLATION OF PRESSURE-RELIEVING DEVICES IN REFINERIES. |
| API RP-520 PARTE II | SIZING, SELECTION AND INSTALLATION OF PRESSURE-RELIEVING DEVICES IN REFINERIES. |
| API RP-521 | GUIDE FOR PRESSURE-RELIEVING AND DEPRESSURING SYSTEMS. ULTIMA EDICIÓN. |
| API STD 526 | FLANGED STEEL PRESSURE RELIEF VALVES. |
| API RP-550 | MANUAL ON INSTALLATION OF REFINERY INSTRUMENTS AND CONTROL SYSTEMS. (PART I AND II). |
| API RP-551 | PROCESS MEASUREMENT INSTRUMENTATION. |
| ASME SECC. VIII DIV. 1 | AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE |
| API-SPEC-6FA | SPECIFICATION FOR FIRE TEST FOR VALVES. |
| ASTM | AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS STEEL-PIPING, TUBING, FITTINGS. |
| ASTM-01.01 | AMERICAN SOCIETY OF AMERICA STANDARS AND PRACTICES FOR INSTRUMENTATION. |
| IEEE | INSTITUTE OF ELECTRICAL & ELECTRONIC ENGINEERS. |
| ISA | INSTRUMENTS SOCIETY OF AMERICA STANDARS AND PRACTICES FOR INSTRUMENTATION. |
| NEC | NATIONAL ELECTRICAL CODE. |
| NEMA | NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION. |
| NEMA-ICS-6 | ENCLOSURES FOR INDUSTRIAL CONTROLS AND SYSTEMS. |
| NFPA | NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION |