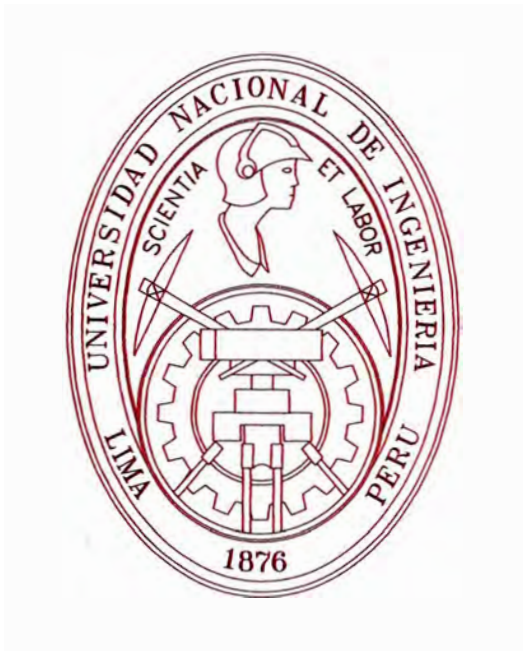


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE
10 840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR

PROMOCION 2006-I

LIMA-PERU

2010

INDICE

| | |
|---|----|
| PROLOGO | 1 |
| 1. INTRODUCCION | 3 |
| 1.1. ANTECEDENTES: | 3 |
| 1.2. OBJETIVO | 3 |
| 1.3. LIMITACIONES | 3 |
| 1.4. ALCANCES | 4 |
| 1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| 2. MARCO TEORICO | 6 |
| 2.1. GENERALIDADES: | 6 |
| 2.2. NORMAS | 15 |
| 3. DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO | 17 |
| 3.1. GENERALIDADES | 17 |
| 3.2. DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10 840 GALONES DE CAPACIDAD | 17 |
| 4. EVALUACION DE COSTOS | 57 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 59 |
| BIBLIOGRAFIA | 61 |
| ANEXOS | 63 |
| PLANOS | 64 |

11299507 B

REGISTRO
No. 2744A

PROLOGO

Los procedimientos y criterios para el diseño, fabricación, montaje e inspección de tanques de almacenamiento de petróleo son recomendados por diversos códigos de reconocimiento mundial. En el presente trabajo se a utilizado el estándar API 650 11th edición Adenda 1 del Noviembre del 2008, adecuando los criterios y procedimientos de calculo recomendados y proponiendo los métodos analíticos pertinentes a fin de reunir los requerimientos mínimos que el código exige Es sobre el método de calculo y proyecto de tanque de almacenamiento que se trata el presente informe de ingeniería, donde se muestra el procedimiento empleado en el diseño de un tanque vertical de almacenamiento de diesel atmosférico, detallado en los siguientes capítulos.

En el capitulo 1, corresponde a la parte introductoria, donde se indican los antecedentes, el objetivo del informe, las limitaciones que se pueden presentar para la elaboración del informe, el alcance que abarcara el informe, y el planteamiento del problema para el desarrollo del informe.

En el capitulo 2, corresponde al marco teórico del informe, en el cual se hacen mención algunas generalidades como son materiales a emplear, clasificación de tanques, tipos de techos de tanques, boquillas en tanques de almacenamiento, entradas hombres y accesorios, y escaleras y plataformas. Además se hacen mención de la formativa a emplearse.

En el capítulo 3, corresponde a la parte de diseño mecánico del tanque, donde se indican las condiciones de diseño, el procedimiento de cálculo de espesores del cilindro del tanque, espesores de plancha del techo, espesores de plancha del fondo, cálculo y selección de la estructura de soporte del techo, cálculo por efectos de cargas por sismo, cálculo por efectos de cargas de viento.

En el capítulo 4, corresponde a la parte de costos, donde se indica el costo estimado para la construcción del tanque de almacenamiento.

Luego se indican las conclusiones y recomendaciones respectivas, correspondientes al presente informe, así como también la bibliografía empleada para la elaboración del presente informe.

Finalmente en los anexos se muestran los planos de detalle como resultado del diseño del tanque de almacenamiento.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES:

Debido al crecimiento de las excavaciones de los socavones en el interior de las minas, en busca de aumentar la producción de los recursos minerales, los vehículos que trabajan en su interior, no tienen las facilidades de abastecimiento de combustible diesel D-2, esto se debe a que los puntos de abastecimiento de combustible se encuentran en la superficie de la mina, quedando estas mas lejanas conforme va en crecimiento las excavaciones en el interior de las minas.

1.2. OBJETIVO

Diseñar un tanque vertical atmosférico de 10 840 galones de capacidad para la recepción y el almacenamiento de combustible diesel 2, en base a la norma API 650.

1.3. LIMITACIONES

Una de las limitaciones más resaltantes son las condiciones ambientales del lugar en donde se realizará la instalación y montaje del tanque de almacenamiento de diesel.

Otra de las limitaciones que se presenta, es el espacio proporcionado por parte de la compañía minera para la instalación del tanque de almacenamiento.

1.4. ALCANCES

El presente informe solo se centrará en el diseño mecánico y la elaboración de la ingeniería de detalle para un tanque vertical atmosférico para la recepción y el almacenamiento de diesel D-2, cuya capacidad será de 10 840 galones.

El diseño mecánico del tanque se realizará según lo estipulado en la norma API 650 décima edición. Para el cálculo de espesores del casco se utilizara el método de diseño del Apéndice A, de la norma API 650. Para las consideraciones de sismo en el análisis del tanque, además de lo indicado en la norma API 650, se tendrá en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, y para las consideraciones de viento el estándar internacional ASCE #7-02, según lo estipulado en la norma API 650.

La elaboración de la ingeniería de detalle del tanque, se tendrá en cuenta los detalles para unión de planchas, traslapes de planchas, detalle boquillas, distribución de planchas del fondo y del techo, desarrollo del casco del tanque, distribución de boquillas; los cuales se realizaran según se indica en la norma API 650.

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el interior de las minas se encuentran trabajando maquinarias que necesitan ser abastecidas de combustible, donde deben salir hasta la superficie para ser abastecidas y nuevamente regresar al interior de la mina, lo cual lleva un consumo de tiempo muerto por reabastecimiento de combustible de las maquinas. Debido al crecimiento de las minas estos tiempos muertos se están incrementando, de tal manera que se requiere disminuir estos tiempos utilizados por el reabastecimiento de combustible, para ello se requiere la

implementación de un sistema de abastecimiento de combustible en el interior de las minas, el cual debe estar cerca del taller de mantenimiento de equipo pesado, que se encuentra instalado en el interior de la mina.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. GENERALIDADES:

2.1.1. MATERIALES A EMPLEAR EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Para el mejor diseño, cálculo y manufactura de tanques de almacenamiento es importante seleccionar el material adecuado dentro de la variedad de aceros que existen en el mercado, por lo que a continuación listamos los materiales más usados con su aplicación.

Estándar A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials):

A-36: Acero estructural.

Solo para espesores iguales o menores a 38 mm (1 ½ pulg.). Este material es aceptable y usado en los perfiles, ya sean comerciales o ensamblados de los elementos estructurales del tanque.

A-131: Acero estructural

Grado A para espesor menor o igual a 12,7 mm (1/2 pulg.)

Grado B para espesor menor o igual a 25,4 mm (1 pulg.)

Grado C para espesores iguales o menores a 38 mm. (1 ½ pulg.)

Grado EH36 para espesores iguales o menores a 44,5 mm. (1 ¾ pulg.)

A-283: Placas de acero al carbón con medio y bajo esfuerzo a la tensión.

Grado C para espesores iguales o menores a 25 mm. (1 pulg.). Este material es el mas conocido, porque se puede emplear tanto para perfiles estructurales como para la pared, techo, fondo y accesorios del tanque.

A-516: Placa de acero al carbón para temperaturas de servicio moderado.

Grados 55, 60, 65 y 70; para espesores iguales o menores a 38 mm. (1 ½ pulg.). Este material es de alta calidad y, consecuentemente, de un costo elevado, por lo que se recomienda su uso en casos en que se requiera de un esfuerzo a la tensión alta, que justifique el costo.

A-53 Grados A y B (para tuberías en general); A-106 grados A y B (tubos de acero al carbón sin costura para servicios de alta temperatura).

En el mercado es fácil la adquisición de cualquiera de estos dos materiales, por lo que puede usarse indistintamente, ya que ambos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos exigidos por el estándar y la diferencia no es significativa en sus propiedades y costos.

A-105: forja de acero al carbón para accesorios de acoplamiento de tuberías.

A-193 grado B7.

Material para tornillos sometidos a alta temperatura y de alta resistencia, menores a 64 mm. (2 ½ pulg.), de diámetro.

A-194 grado 2H.

Material para tuercas a alta temperatura y de alta resistencia.

A-307 grado B.

Material de tornillos y tuercas para usos generales.

2.1.2. ELECTRODOS DE SOLDADURA.

1.- Para la soldadura de materiales con un mínimo de esfuerzo de tensión menor que 550 MPa (80 Kpsi), los electrodos de soldadura por arco manual serán de acuerdo a las clasificaciones de series E60XX y E70XX (adecuadas para las características de la corriente eléctrica, la posición de la soldadura, y otras condiciones de intención de uso) en AWS A 5.1.

2.- Para la soldadura de materiales con un mínimo de esfuerzo de tensión de 550 – 585 MPa (80 – 85 KSI), los electrodos de soldadura por arco manual deberán adecuarse para la clasificación de series E80XXCX en AWS A 5.5.

2.1.3. SOLDADURAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

El estándar API 650, se auxilia del Código ASME Sección IX para dar los lineamientos que han de seguirse en la unión y / o soldado de materiales.

El Código ASME Sección IX, establece que toda junta soldada deberá realizarse mediante un procedimiento de soldadura de acuerdo a la

clasificación de la junta y que, además, el operador deberá contar con un certificado que lo acredite como soldador calificado, el cual le permite realizar cierto tipo de soldaduras de acuerdo con la clasificación de esta. Una vez realizada la soldadura o soldaduras, estas se someterán a pruebas y ensayos como: ultrasonido, radiografiado, líquidos penetrantes, dureza, etc., donde la calidad de la soldadura es responsabilidad del fabricante.

2.1.3.1. Uniones de casco verticales.- Las juntas verticales deberán ser de penetración y fusión completa, lo cual se podrá lograr con la soldadura doble, de tal forma que se obtenga la misma calidad del metal depositado en el interior y el exterior de las partes soldadas para cumplir con los requerimientos del procedimiento de soldaduras. Las juntas verticales no deberán ser colíndales, pero deben ser paralelas entre sí en una distancia mínima de 5 veces el espesor de la plancha del casco (5t).

2.1.3.2. Uniones de casco horizontales.- Las juntas horizontales, deberán ser de penetración y fusión completa, excepto la que se realiza entre el ángulo de coronamiento y el cuerpo, la cual puede ser unida por doble soldadura a traslape, cumplimiento con el procedimiento de soldadura. A menos que se especifique lo contrario, la junta tope con o sin bisel entre las

placas del cuerpo, deberán tener una línea de centros o fibra media común.

2.1.3.3. Uniones de fondo

a) Soldadura a traslape: Las placas del fondo deberán ser rectangulares y estar escuadradas. Las uniones traslapadas de soldadura simple están permitidas en las planchas del fondo, donde el traslape necesario no excederá de 25 mm (1 pulg.). Para todas las juntas: las uniones de dos o tres placas, como máximo que estén soldadas, guardaran una distancia mínima de 300 mm. (12 pulg.) con respecto a cualquier otra junta y / o a la pared del tanque. Cuando se use placa anular, la distancia mínima a cualquier cordón de soldadura del interior del tanque o fondo, será de 600 mm. (24 pulg.).

b) Soldaduras a tope: las placas del fondo deberán tener sus cantos preparados para recibir el cordón de soldadura, ya sea escuadrando estas o con biseles en “V”. Si se utilizan biseles en “V”, la raíz de la abertura no deberá ser menor a 6 mm (1/4 pulg.). Las placas del fondo deberán tener punteada una placa de respaldo de 3 mm. (1/8 pulg.) de espesor o mayor que la abertura entre placas, pudiéndose usar un separador para conservar el espacio entre las placas. Cuando se realicen juntas entre tres placas en el fondo del tanque, estas deberán conservar una distancia mínima de 300 mm. (12 pulg.) entre sí y / o con respecto a la pared del tanque.

2.1.3.4. Uniones de casco y fondo.- Para el fondo y las planchas anulares con un espesor nominal de 12,5 mm (½ pulg.), y menos, la conexión entre el borde inferior del cordón mas bajo de la plancha de casco y la plancha de fondo deberá ser un soldeo de filete continuo colocado en cada lugar de a plancha del casco. El tamaño de cada soldadura no será mas de 12,5 mm (½ pulg.) y no será menor del espesor nominal de la mas delgada de las planchas unidas, (esto es, la plancha de casco o la plancha de fondo inmediatamente debajo del casco) o menor que los siguientes valores:

Tabla 2.1: Tamaño Mínimo del Cordón de Soldadura

| Espesor nominal de la plancha del casco | | Tamaño mínimo del filete soldado | |
|---|----------------|----------------------------------|---------|
| (mm) | (pulg.) | (mm) | (pulg.) |
| 5 | 0,1875 | 5 | 3/16 |
| >5 a 20 | >0,1875 a 0,75 | 6 | ¼ |
| >20 a 32 | >0,75 a 1,25 | 8 | 5/16 |
| >32 a 45 | >1,25 a 1,75 | 10 | 3/8 |

(Fuente API 650)

2.1.3.5. Uniones de techo y anillo de rigidez

- a) Las placas del techo deberán soldarse a traslape por el lado superior con un filete continuo igual al espesor de las mismas.
- b) Las placas del techo serán soldadas al perfil del anillo de rigidez del tanque con un filete continuo por el lado superior

únicamente y el tamaño del filete será igual al espesor más delgado.

c) Las secciones que conformen el perfil del anillo de rigidez para techos auto soportados estarán unidas por cordones de soldadura que tengan penetración y fusión completa.

2.1.4. TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- 1.- Cilíndricos Horizontales.
- 2.- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques Cilíndricos Horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión. Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños.

Los Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas. Estos tipos de tanques se clasifican en:

- De techo fijo
- De techo flotante
- Sin techo

2.1.5. TIPOS DE TECHOS.

De acuerdo al estándar API 650, clasificaremos los tanques de acuerdo al tipo de techo, lo que nos proporcionará el servicio recomendable para éstos.

2.1.5.1. Techo Fijo.- Se emplean para contener productos no volátiles o de bajo contenido de ligeros (no inflamables) como son: agua, diesel, asfalto, petróleo crudo, etc. Debido a que al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso.

Los techos fijos se clasifican en:

- Techo auto soportados
- Techo soportados

2.1.5.2. Techo Flotante.- Se emplea para almacenar productos con alto contenido de volátiles como son: alcohol, gasolinas y combustibles en general.

Este tipo de techo fue desarrollado para reducir o anular la cámara de aire, o espacio libre entre el espejo del líquido y el techo, además de proporcionar un medio aislante para la superficie del líquido, reducir la velocidad de transferencia de calor al producto almacenado durante los periodos en que la temperatura ambiental es alta, evitando así la formación de gases (su evaporación), y consecuentemente, la contaminación del ambiente y, al mismo tiempo se reducen los riesgos al

almacenar productos inflamables.

2.1.5.3. Los Tanques sin Techo.- Se usan para almacenar productos en los cuales no es importante que éste se contamine o que se evapore a la atmósfera como el caso del agua cruda, residual, contra incendios, etc. El diseño de este tipo de tanques requiere de un cálculo especial del anillo de coronamiento.

2.1.6. BOQUILLAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Todos los tanques de almacenamiento deberán estar provistos de boquillas, las que a continuación se enlistan como las mínimas requeridas que deberán ser instaladas en los tanques de almacenamiento.

- 1.- Entrada (s) de producto (s).
- 2.- Salida (s) de producto (s).
- 3.- Drene (con o sin sumidero).
- 4.- Venteo (s).
- 5.- Entrada (s) de hombre.
- 6.- Conexiones para indicador y/o control de nivel.

2.1.7. ENTRADAS DE HOMBRE Y ACCESORIOS

2.1.7.1. Entradas Hombre Horizontales y Verticales.

Los tanques de almacenamiento contarán, por lo menos con una entrada hombre en el cuerpo o en el techo con la finalidad de poder realizar limpieza, revisiones o reparaciones en el interior del tanque.

2.1.7.2. Venteos

Los tanques de almacenamiento contarán con una boquilla exclusiva para venteo, la que tendrá que ser diseñada y calculada, con la finalidad de que dentro del tanque no se genere presión interna al ser llenado o vaciado, el cual debe colocarse de ser posible, en la parte más alta del tanque.

2.1.7.3. Drenes y Sumideros.

Los tanques de almacenamiento también deberán contar con una boquilla por lo menos para el drenado de lodos, la cual podrá estar al ras del fondo, dirigidas a un sumidero o por debajo del tanque.

2.1.8. ESCALERAS Y PLATAFORMAS

Las escaleras, plataformas y barandales tienen la finalidad de situar al personal que así lo requiera en una zona del tanque que necesite de constante mantenimiento o supervisión, generalmente sobre el techo donde se localizan diversas boquillas y la entrada hombre, además de brindar protección y seguridad al personal.

2.2. NORMAS

Para el cálculo y diseño del tanque de almacenamiento vertical se utilizarán las siguientes normas:

- API STANDARD 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage. Publicación de la American Petroleum Institute. Undécima Edición, Junio de 2007 Washington, D.C.

- Ley Orgánica de Hidrocarburos: Decreto Supremo N° 052-93-EM Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, Noviembre 1993.
- ASME B 36.10, Welded and Seamless Wrought Steel Pipe, Publicación de ASME, Junio de 2004.
- ASME B 16.5, Pipe Flanges and Flanged fittings. Publicación ASME, Octubre de 1996.
- RNE 2006, Reglamento Nacional de Edificaciones, Publicación de ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia), Junio 2006.
- ASCE #07-02 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. Publicación de American Society of Civil Engineers 2002

CAPITULO III

DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

3.1. GENERALIDADES

Para el diseño del tanque de almacenamiento vertical, se deberán tener las condiciones de operación del tanque, el lugar donde será instalado el tanque, el estudio de suelos del sitio, la velocidad del viento, la condiciones sísmicas del lugar, el sobre espesor de corrosión, donde es responsabilidad del usuario proporcionar toda la información necesaria para elaborar un correcto diseño de un tanque de almacenamiento vertical.

Con toda la información necesaria dada por el usuario, se procederá a realizar el diseño del tanque, diseño del fondo, diseño techo, diseño del casco, análisis por efectos de efectos de sismo y viento, calculo de anclajes, etc.

El diseño del tanque de almacenamiento vertical será de acuerdo a los lineamientos dado por el estándar API 650.

3.2. DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10 840 GALONES DE CAPACIDAD

3.2.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO:

Las consideraciones para e diseño del Tanque Atmosférico don las siguientes:

- a) Capacidad : 10 840 galones
- b) Diámetro: 3 810 mm

- c) Altura: 4 500 mm
- d) Producto: Diesel 2
- e) Gravedad específica del D-2: 0,8
- f) Temperatura de Diseño: 20°C
- g) Presión de diseño (manométrica): 0 psig
- h) Código de Diseño: API-650 11th edición
- i) Método de diseño: Apéndice A
- j) Material: ASTM A-36 (S= 250 MPa)
- k) Velocidad de viento: 63 MPH
- l) Factor de zona sísmica (Z): 0,40
- m) Sobre espesor por corrosión: 1,50 mm (1/16 pulg.).

3.2.2. CALCULO DE ESPESORES DEL TANQUE

3.2.2.1. CALCULO DE ESPESORES DEL CASCO

Se tiene que el espesor mínimo de las planchas del casco, según se indica en el punto **5.6.1.1** del API 650, es de 5 mm (3/16 pulg.).

Para el diseño del casco del Tanque emplearemos planchas de dimensiones 1 500mm x 6 000mm. Además tenemos que la altura total del tanque es de 4 500 mm, por lo tanto el casco estará formado por tres anillos de 1 500 mm de altura.

Se utilizara el método de diseño del Apéndice A del API 650, para el cálculo de espesores del casco del tanque, donde tenemos la siguiente expresión:

$$t = \frac{4,9 \times D \times (H - 0,3) \times G}{E \times 145} + CA \text{ (Punto A.4.1 API-650)}$$

Donde:

t: Espesor mínimo (mm)

D: Diámetro nominal del tanque (m)

H: Nivel de diseño de líquido (m)

G: Gravedad específica del fluido, no debe ser menor a 1.0

E: Eficiencia de junta

CA: Sobre espesor por corrosión (mm)

Tenemos que del punto 3.2.1. :

$$D = 3,81 \text{ m}$$

$$G = 1,0$$

$$E = 0,85$$

$$CA = 1,5 \text{ mm}$$

- Calculo de espesores del primer anillo:

Para el primer anillo tenemos una altura de líquido de:

$$H = 4,35 \text{ m}$$

Entonces tenemos:

$$t = \frac{4,9 \times 3,81 \times (4,35 - 0,3) \times 1}{0,85 \times 145} + 1,5$$

$$\Rightarrow t = 2,11 \text{ mm}$$

\Rightarrow Espesor de plancha a utilizar es de:

$$tr = 5 \text{ mm (por ser el mínimo permitido)}$$

⇒ Para darle una mejor estabilidad, seleccionaremos el espesor de plancha para el primer anillo de $t_r = 6\text{mm}$

- Calculo de espesores del segundo anillo:

Para el segundo anillo tenemos una altura de líquido de:

$$H = 2,85 \text{ m}$$

Entonces tenemos:

$$t = \frac{4,9 \times 3,81 \times (2,85 - 0,3) \times 1}{0,85 \times 145} + 1,5$$

$$\Rightarrow t = 1,89 \text{ mm}$$

⇒ Espesor de plancha a utilizar es de:

$$t_r = 5 \text{ mm (por ser el mínimo permitido)}$$

- Calculo de espesores del tercer anillo

Para el primer anillo tenemos una altura de líquido de:

$$H = 1,35 \text{ m}$$

Entonces tenemos:

$$t = \frac{4,9 \times 3,81 \times (1,35 - 0,3) \times 1}{0,85 \times 145} + 1,5$$

$$\Rightarrow t = 1,66 \text{ mm}$$

⇒ Espesor de plancha a utilizar es de:

$$t_r = 5 \text{ mm (por ser el mínimo permitido)}$$

Resumiendo en el siguiente cuadro:

| Anillo N° | H liquido (m) | t _{min} (mm) | t _{final} (mm) | Estatus |
|-----------|---------------|-----------------------|-------------------------|---------|
| 1 er. | 4,35 | 2,11 | 6,00 | Cumple |
| 2 do. | 2,85 | 1,89 | 5,00 | Cumple |
| 3 er | 1,35 | 1,66 | 5,00 | Cumple |

3.2.2.2. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ESPESORES DEL FONDO

Para el calculo del espesor se tiene que, según se indica en el punto 5.4.1 del API-650, el espesor mínimo nominal a usar para las planchas del fondo es de 6 mm (1/4 pulg.), excluyendo el sobre espesor por corrosión.

Para nuestro caso consideraremos un sobre espesor por corrosión igual a cero (0), ya que en el fondo el fluido se considera estático y los efectos por corrosión son despreciables, además tendrá un sistema de pintura de protección contra la corrosión.

Tenemos que:

$$t_f = 6 \text{ mm}$$

$$CA = 0 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow t_{\text{fondo}} = 6 + 0 = 6 \text{ mm (1/4 pulg.)}$$

Verificando el espesor del fondo:

$$Sh = \frac{4.9D(H - 0.3)G}{t} \quad (\text{Punto 5.6.3.2 API-650})$$

$$Sh = \frac{4,9 \times 3810 \times (4500 - 0,3) \times 1}{6}$$

$$Sh = 13,07 \text{ MPa}$$

⇒ Por lo tanto el espesor nominal a usar en el fondo será de 6 mm (1/4 pulg.)

3.2.2.3. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ESPESORES DEL TECHO

Para el calculo del espesor se tiene que, según se indica en el punto 5.10.2.2 del API-650, el espesor mínimo nominal a usar para las planchas de techo es de 5 mm (3/16 pulg.), excluyendo el sobre espesor por corrosión.

Para nuestro caso consideraremos un sobre espesor por corrosión igual a cero (0), ya que el fluido no se encuentra en contacto directo con el techo y los efectos por corrosión son despreciables, además tendrá un sistema de pintura de protección contra la corrosión.

3.2.3. CALCULO Y SELECCIÓN DE VIGAS DE VIENTO

- a) Tenemos que en el punto 5.9.6. de la norma API 650, para vigas de viento en la parte superior del tanque, indica que el modulo de sección se calcula con la siguiente expresión:

$$Z = \frac{D^2 H}{17} \left(\frac{V}{190} \right)^2 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Donde:

$$D = 3,81 \text{ m}$$

$$H = 4,50 \text{ m}$$

$$V = 100 \text{ km/h}$$

Reemplazando:

$$Z = 1,153 \text{ cm}^3$$

- b) Para vigas de viento intermedias según se indica en el punto 5.9.7 API 650 tenemos que la distancia entre la viga de viento intermedia y el tope (H1) y el modulo de sección (Z), se calculan con la siguiente expresión:

$$H1 = 9,47t \sqrt{\left(\frac{t}{D}\right)^3} \times \left(\frac{190}{V}\right)^2$$

Donde:

$$D = 3,81 \text{ m}$$

$$H = 4,50 \text{ m}$$

$$V = 100 \text{ km/hr}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

Reemplazando:

$$H1 = 230,545 \text{ m}$$

$$Z = \frac{D^2 H}{17} \left(\frac{V}{190}\right)^2 \quad (\text{cm}^3)$$

Reemplazando:

$$Z = 52,92 \text{ cm}^3$$

- c) Se procederá a calcular La altura Del casco transformado con La siguiente expresión, según el punto 5.9.7.2 del estándar API 650:

$$W_{tr} = W \sqrt{\left(\frac{t_{uniforme}}{t_{actual}}\right)^5}$$

Donde:

W_{tr} : Ancho secuencial de cada anillo (m)

W : Ancho actual de cada anillo (m)

$t_{uniforme}$: Espesor del anillo superior (mm)

t_{actual} : Espesor del anillo para el que se esta revisando el valor (mm)

⇒ Para el primer anillo:

$$W = 1,5 \text{ m}$$

$$t_{uniforme} = 5 \text{ mm}$$

$$t_{actual} = 6 \text{ mm}$$

Reemplazando:

$$W_{tr} = 0,7424 \text{ m}$$

⇒ Para el segundo anillo

$$W = 1,5 \text{ m}$$

$$t_{uniforme} = 5 \text{ mm}$$

$$t_{actual} = 5 \text{ mm}$$

Reemplazando:

$$W_{tr} = 1,5 \text{ m}$$

⇒ Para el tercer anillo

$$W = 1,5 \text{ m}$$

$$t_{uniforme} = 5 \text{ mm}$$

$$t_{\text{actual}} = 5 \text{ mm}$$

Reemplazando:

$$W_{\text{tr}} = 1,5 \text{ m}$$

⇒ Entonces la altura total transformada del tanque:

$$H_{\text{transf}} = 3,7424 \text{ m}$$

d) Según se indica en el punto 5.9.7.3 del estándar API 650, si la altura transformada (H_{transf}) es mayor que H_1 , entonces es requerido un anillo intermedio de viento.

Para nuestro caso tenemos:

$$H_{\text{transf}} = 3,7424 \text{ m}$$

$$H_1 = 230,545 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{\text{transf}} < H_1$$

⇒ No se requiere un anillo intermedio de viento.

3.2.4. CALCULO Y SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TECHO

Como se vio en el Capítulo II en el punto 2.1.5., tenemos que los tanques pueden ser de techo fijo, estos a su vez pueden soportados o auto soportados; o también pueden ser de techo flotante. Para nuestro tanque utilizaremos un tanque con techo cónico fijo soportado.

En el punto 3.2.2.3 se selecciono un espesor de plancha para el techo de 5 mm. El techo tendrá una pendiente de $3,6^\circ$.

La carga viva a utilizar para el diseño de la estructura será de 25 lb/ft^2 , además deberá incluirse una carga muerta por peso propio del techo.

3.2.4.1. CALCULO Y SELECCIÓN DE LARGUEROS PARA SOPORTE DE TECHO

a) Tenemos que según el Apéndice R las siguientes combinaciones de carga:

$$1) W_1 = DL + L_r + 0,4xPe$$

$$2) W_2 = DL + Pe + 0,4xL_r$$

Donde:

$$DL = 37,14 \text{ Kg/m}^2$$

$$L_r = 97,65 \text{ Kg/m}^2$$

$$Pe = 25,5 \text{ Kg/m}^2$$

Reemplazando:

$$W_1 = 144,99 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_2 = 101,70 \text{ Kg/m}^2$$

Para efectos de cálculo utilizaremos el mayor:

$$W_1 = 144,99 \text{ Kg/m}^2$$

b) Para el calculo de la máxima longitud L_{MAX} del larguero, ver la figura 3.2.4.1-1, tenemos:

$$L_{MAX} = \frac{1655}{\text{Cos}3.6^\circ}$$

$$\Rightarrow L_{MAX} = 1\ 658,30 \text{ mm}$$

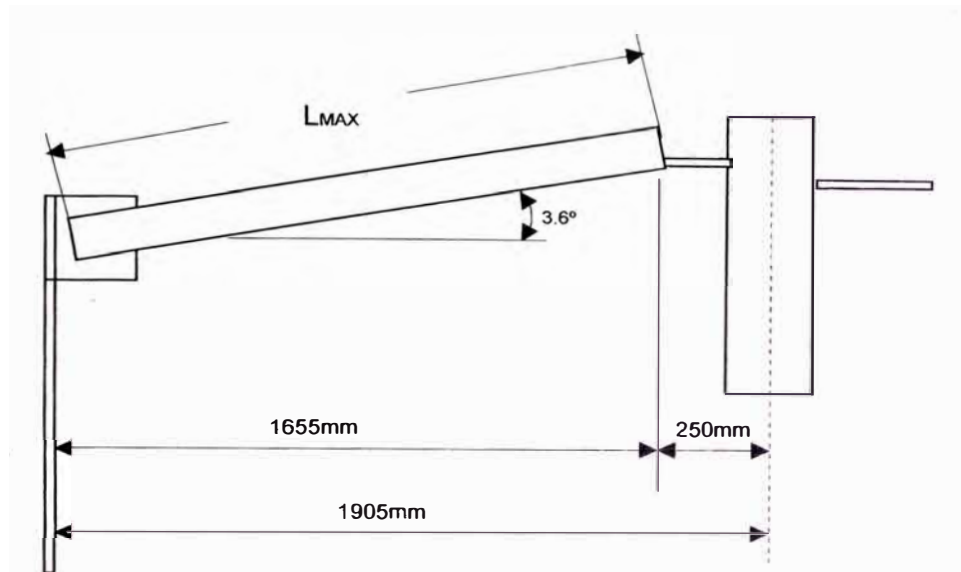


Figura 3.1: Larguero de Soporte de Techo

Para determinar la cantidad de largueros (n) se tiene que según el punto 5.10.4.4 del estándar API 650 la separación máxima de los largueros es de 2 100 mm, entonces tenemos que:

$$n = \frac{\pi \times D}{2,1}$$

Entonces el reemplazando tendremos que la cantidad de largueros es:

$$\mathbf{n = 6 \text{ unidades}}$$

- c) Cada larguero tendrá un Área de influencia aproximada, ver figura 3.2.4.1 – 2:

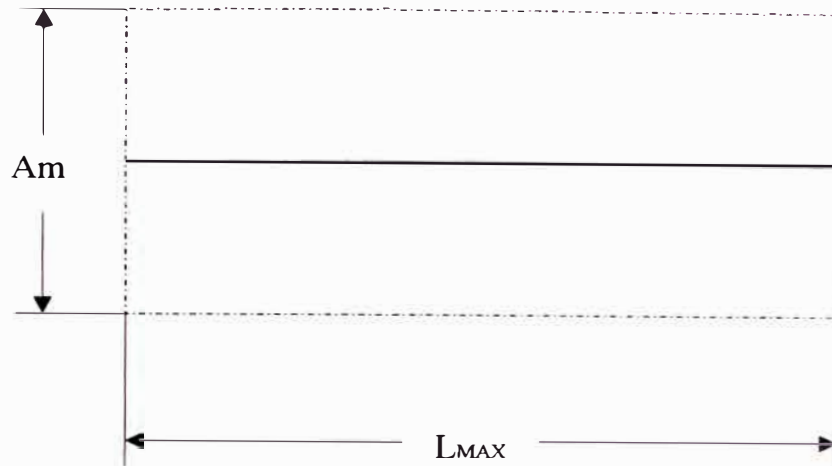


Figura 3.2: Área de Influencia de Larguero

Donde:

$$A_m = 1\,994,92 \text{ mm}$$

Entonces la carga aplicada en cada larguero será:

$$W = W_1 \times A_m$$

Reemplazando:

$$\mathbf{W = 289,26 \text{ Kg/m}}$$

- d) Para la selección del perfil estructural del larguero, calcularemos el momento (M) sobre el larguero, y el módulo de sección (Z) mínimo que debe tener el perfil estructural a seleccionar para el larguero.

- Cálculo de M:

$$M = \frac{WL^2}{8}$$

Reemplazando:

$$M = 99,432 \text{ Kg-m}$$

- Cálculo de Z:

$$Z = \frac{M}{S}$$

Reemplazando:

$$Z = 6,05 \text{ cm}^3$$

Tenemos que para un perfil estructural tipo canal C 3x4,1#, su modulo de sección es igual a 18,03 cm³, y el modulo de sección mínimo que requieren los largueros para el soporte del techo es de 6,05 cm³.

Entonces el perfil estructural tipo C 3x4,1# esta correctamente seleccionado.

3.2.4.2. CALCULO Y SELECCIÓN DE COLUMNA DE SOPORTE DE TECHO

a) Tenemos que la carga total sobre la columna es:

$$P = \frac{WL}{2} \times n$$

Reemplazando:

$$P = 1\,439,04 \text{ Kg}$$

b) Para determinar el radio de giro mínimo que debe tener la columna de soporte de techo, según el punto 5.10.3.3

del estándar API 650 $\frac{L_{col}}{r_c} \leq 180$, y para efectos de

cálculo tomaremos $\frac{L_{col}}{r_c} = 180$.

Donde:

$$L_{col} = 4,690 \text{ m}$$

Reemplazando:

$$r_c = 26 \text{ mm}$$

- c) Tenemos que para un perfil estructural tipo tubo redondo de diámetro Ø6" de cedula 40 cuyo radio de giro es $r = 57,15 \text{ mm}$, tiene un radio de giro mayor al radio de giro mínimo requerido.
- d) Para verificar si el perfil estructural para la columna es correctamente seleccionado, será de acuerdo al punto 5.10.3.4 del estándar API 650.

Tenemos que el esfuerzo admisible F_a es:

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{L_{col}}{r_c} \right)^2}{2Cc^2} \right] \times F_y}{\frac{5}{3} + 3 \times \frac{\left(\frac{L_{col}}{r_c} \right)}{8Cc} - \frac{\left(\frac{L_{col}}{r_c} \right)^3}{8Cc^3}}$$

$$\left[1,6 - \frac{L_{col}}{200r_c} \right]$$

Donde:

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 2\,549,22 \text{ Kg/cm}^2$$

Reemplazando:

$$C_c = 127,52$$

Entonces:

$$F_a = 88,87 \text{ Mpa} = 906,198 \text{ Kg/cm}^2$$

⇒ El esfuerzo al que esta sometida la columna es:

$$\frac{P}{A} = 39,973 \text{ Kg/cm}^2$$

Del análisis realizado vemos que el esfuerzo de compresión al que esta sometido el perfil estructural seleccionado para la columna de soporte del techo, es menor que el esfuerzo admisible F_a , entonces el perfil estructural tipo tubo redondo de diámetro Ø6" de cedula 40 esta correctamente seleccionado.

3.2.4.3. RESUMEN

A continuación presentamos un cuadro resumen de los perfiles seleccionados:

| TIPO | PERFIL | CANTIDAD | MATERIAL |
|----------|------------------------|-------------|----------|
| Larguero | C 3x4.1# x 1,66 m | 06 unidades | A-36 |
| Columna | Tubo Ø6" S/40 x 4,69 m | 01 unidades | A-36 |

3.2.5. CALCULO POR VIENTO

3.2.5.1. Para determinar la estabilidad del tanque, debemos verificar, según se indica en el punto 5.11.2 del API 650, mediante las siguientes expresiones:

$$a. \quad 0,6M_w + M_{pi} < \frac{M_{DL}}{1,5}$$

$$b. \quad M_w + 0,4M_{pi} < \frac{(M_{DL} + M_F)}{2}$$

Donde:

M_{Pi}: Momento en la unión casco-fondo, debido a la presión interna (N-m).

M_w: Momento de volteo en la unión casco-fondo, debido a la presión de viento horizontal mas presión viento vertical.(N-m).

M_{DL}: Momento en la unión casco-fondo, debido al peso del casco y el techo (N-m).

M_F: Momento en la unión casco-fondo, debido al peso del fluido (N-m).

3.2.5.2. Calculo de M_{Pi}, M_w, M_{DL} y M_F:

a. Calculo M_{Pi}:

- Tenemos que la presión interna de diseño es igual, por lo tanto el momento debido a la presión interna es:

$$M_{Pi} = 0 \text{ N-m}$$

b. Calculo M_w:

- Tenemos que:

$$M_w = M_H + M_v$$

- Para el calculo de M_H tenemos que:

$$M_H = P_H \times A_H \times \frac{D}{2}$$

Según el punto 5.2.1-k del API 650, tenemos que:

$$PH = 1,44 \times \left(\frac{V}{190} \right)^2$$

Donde:

$$V = 100 \text{ Km/h}$$

Reemplazando tenemos:

$$PH = 0,4 \text{ KPa.}$$

Además:

$$AH = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Reemplazando tenemos:

$$AH = 11,40 \text{ m}^2$$

Entonces tenemos que MH:

$$MH = 8\,686,80 \text{ N-m}$$

- Para el calculo de Mv tenemos que:

$$Mv = Pv \times Av \times \frac{H}{2}$$

Según el punto 5.2.1-k del API 650:

$$Pv = 0,86 \times \left(\frac{V}{190} \right)^2$$

Reemplazando:

$$Pv = 0,24 \text{ KPa}$$

Además:

$$Av = D \times H$$

Reemplazando:

$$A_v = 17,145 \text{ m}^2$$

Entonces tenemos que Mv:

$$M_v = 9\,258,30 \text{ N-m}$$

- Reemplazando tenemos que Mw:

$$M_w = 17\,945,10 \text{ N-m}$$

c. Calculo de MDL

- Tenemos que:

$$M_{DL} = D_L \times \frac{D}{2}$$

Donde:

DL: Peso del casco mas el peso del techo

$$\Rightarrow DL = 17\,889,72 \text{ N}$$

$$\Rightarrow D = 3,81 \text{ m}$$

Reemplazando:

$$MDL = 34\,079,92 \text{ N-m}$$

d. Calculo de MF:

- Tenemos que:

$$M_F = w_L \times \pi \times \frac{D^2}{2}$$

Donde según el punto 5.11 del API 650:

$$w_L = 59tb\sqrt{Fby \times H}$$

wL: Peso del fluido (N/m)

Donde:

Fby= 250 Mpa (MSYS de la plancha del fondo)

$t_b = 6 \text{ mm}$ (espesor de la plancha del fondo)

$H = 4,694 \text{ m}$ (altura total de tanque incluido el techo)

Reemplazando tenemos:

$w_L = 8\,574,915 \text{ N/m}$

Entonces tenemos que MF:

$M_F = 195\,523,81 \text{ N-m}$

3.2.5.3. Resumiendo tenemos:

- $M_{Pi} = 0 \text{ N-m}$

- $M_w = 17\,945,10 \text{ N-m}$

- $M_{DL} = 34\,079,92 \text{ N-m}$

- $M_F = 195\,523,81 \text{ N-m}$

- Reemplazando en el punto 3.2.6.1:

$$\text{a. } 0,6M_w + M_{pi} < \frac{M_{DL}}{1,5}$$

$$\Leftrightarrow 10\,767,06 < 22\,719,95 \text{ (Cumple)}$$

$$\text{b. } M_w + 0,4M_{pi} < \frac{(M_{DL} + M_F)}{2}$$

$$\Leftrightarrow 17\,945,10 < 114\,801,865 \text{ (Cumple)}$$

3.2.5.4. Entonces vemos que el tanque es estable debido a las cargas de viento, por lo tanto no se requiere la instalación de anclajes en el tanque.

3.2.6. EVALUACION DEL TECHO

La evaluación del techo del tanque consiste en determinar las presiones máximas de operación y de falla del tanque, donde se empleo el Apéndice F del API 650.

3.2.6.1. CALCULO DE LA PRESION INTERNA MAXIMA DE DISEÑO (Pmax)

Para calcular la presión interna máxima de diseño Pmax, puede ser determinado según se indica en el punto F.4.2 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$P_{\max} = \frac{0,00127 D_{LS}}{D^2} + 0,08 t_h - \frac{0,00425 M}{D^3}$$

Donde:

$D_{LS} = 22\,753,40$ N (Peso total del casco mas soporte de techo, no incluye peso del techo)

$M = 58\,405,00$ N-m (Momento por cargas de viento)

$t_h = 5,00$ mm

$D = 3,81$ m

Reemplazando:

$P_{\max} = -2,10$ KPa

Vemos que $P_{\max} < 0$, entonces para tener la máxima presión, se asumirá un valor de $M = 0$, entonces:

$P_{\max} = 2,39$ KPa

3.2.6.2. CALCULO DE LA PRESION MAXIMA DE DISEÑO (P)

Para calcular la presión máxima de diseño P, puede ser determinado según se indica en el punto F.4.2 del API 650, el cual esta limitada por la Pmax, definido de la siguiente manera:

$$P = \frac{AFyTan\theta}{200D^2} + 0,08t_h$$

Donde:

$A = 2\,159,05 \text{ mm}^2$ (Ver figura F-1 API 650)

$Fy = 250 \text{ Mpa}$

$\theta = 3.6^\circ$

Reemplazando:

$P = 12,10 \text{ KPa}$

3.2.6.3. CALCULO DE AREA DE COMPRESION REQUERIDA EN LA JUNTA TECHO-CASCO

a) Para calcular el área de compresión requerida en la junta techo-casco A, puede ser determinado según se indica en el punto F.5.1 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$A = \frac{200D^2(P_i - 0,08t_h)}{FyTan\theta}$$

Donde:

$P_i = 0$

Entonces:

$A = 0 \text{ mm}^2$

b) Además tenemos que según el punto F.5.2 del API 650, el área A no debe ser menor que el área calculada según se indica en el punto 5.10.5.2 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$A = \frac{D^2}{0,432 \text{Sen}\theta} \times \left(\frac{T}{2,2} \right)$$

Se tiene que:

T: mayor valor que resulte de las combinaciones de carga (e)(1) y (e)(2) indicado en el Apéndice R del API 650

$$T = \max (T1; T2)$$

$$T1 = DL + (Lr \text{ ó } S) + 0,4Pe$$

$$T2 = DL + Pe + 0,4(Lr \text{ ó } S)$$

Donde:

$$DL = 2,99 \text{ KPa (Carga muerta del tanque)}$$

$$Lr = 1,00 \text{ KPa (Carga viva en el techo)}$$

$$S = 0,00 \text{ KPa (Carga por nieve)}$$

$$Pe = 0,00 \text{ KPa (Presión externa)}$$

Reemplazando:

$$T1 = 3,99 \text{ KPa}$$

$$T2 = 3,39 \text{ KPa}$$

$$\mathbf{T = 3,99 \text{ KPa}}$$

Finalmente el área de compresión requerida será:

$$A = 970,56 \text{ mm}^2$$

- c) Tenemos que el área limite para una junta frágil en el tanque, se determino según se indica en el punto 5.10.2.6 del API 650, de la siguiente manera:

$$A = \frac{W}{1390 \tan \theta}$$

Donde:

$$\theta = 3,6^\circ$$

$$W = 22\,753,40 \text{ N}$$

Reemplazando:

$$A = 260,18 \text{ mm}^2$$

3.2.6.4. CALCULO DE PRESION MINIMA DE FALLA

Para calcular la presión mínima de falla P_f , puede ser determinado según se indica en el punto F.6 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$P_f = 1,6P - 0,047t_h$$

Reemplazando:

$$P_f = 19,12 \text{ KPa}$$

Además tenemos que según el punto F.4.3 del API 650:

$$P_{\max} < 0,8P_f$$

Donde:

$$P_{\max} = 2,39 \text{ KPa}$$

$$0,8P_f = 15,30 \text{ KPa}$$

El valor de la presión P_{\max} cumple con lo indicado en el punto F.4.3 del API 650, entonces la presión de operación del tanque no llegara a la presión de falla, por lo que no será necesario la instalación de un venteo de emergencia.

3.2.7. CALCULO POR SISMO

Los movimientos telúricos son un tema muy especial dentro del diseño de tanques verticales de almacenamiento, sobre todo en zonas con un alto grado de sismicidad. La estabilidad sísmica de los tanques puede comprobarse de acuerdo al Apéndice E del API 650.

Este apéndice proporciona los requerimientos mínimos que pueden ser especificados por el comprador para el diseño de tanques de almacenamiento sometidos a cargas sísmicas.

3.2.7.1. Para determinar la estabilidad del tanque de almacenamiento debido a las cargas sísmicas, debemos definir las siguientes variables:

$$MSYS_{\text{fondo}} = 250 \text{ Mpa}$$

$$MSYS_{\text{soldadura}} = 555 \text{ Mpa}$$

$$tb = 6,00 \text{ mm}$$

$$SUG = 1 \text{ (según E.3.1 API 650)}$$

$$\text{Factor fricción} = 0,40 \text{ (según E.7.6 API 650)}$$

$$\text{Factor importancia } I = 1,00 \text{ (según E.5.1.2 API 650)}$$

$$\text{Tipo de suelo} = D \text{ (según E.4.4 API 650)}$$

$$K = 1,50 \text{ (según E.2.2 API 650)}$$

$$Q = 1 \text{ (según E.4.6 API 650)}$$

$$TL = 4,00 \text{ (según E.4.6.1. API 650)}$$

Además tenemos que:

$$S_s = 0,58$$

$$S_1 = 0,26$$

$$S_o = 0,26$$

El parámetro de diseño de la aceleración de la respuesta espectral en periodos cortos (SDS):

$$S_{DS} = 2,5 \times Q \times F_a \times S_o$$

Donde F_a se obtiene de la tabla E-1 del API 650:

$$F_a = 1,336$$

Reemplazando:

$$S_{DS} = 0,8684$$

Tenemos que según el punto E.2.2 del API 650:

$$T_s = \frac{F_v \times S_1}{F_a \times S_s}$$

Donde F_v se obtiene de la tabla E-2 del API 650:

$$F_v = 1,88$$

Reemplazando:

$$T_s = 0,631$$

Además el periodo natural de convección (T_c), se determina según el punto E.4.5.2. del API 650:

$$T_c = 1,80 \times K_s \times \sqrt{D} \text{ (s)}$$

Donde:

$$K_s = \frac{0,578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3,68H}{D}\right)}}$$

Reemplazando:

$$K_s = 0,5781$$

Entonces T_c :

$$T_c = 2,0311 \text{ s}$$

3.2.7.2. CALCULO DE PARAMETRO DE ACELERACION ESPECTRAL IMPULSIVA (A_i) Y CONVCTIVA (A_c)

a. Calculo de A_i :

Según el punto E.4.6.1 del API 650, tenemos que:

$$A_i = S_{DS} \times \frac{I}{R_{wi}}$$

Donde:

$$I = 1,00$$

$$R_{wi} = 3,50 \text{ (para tanques anclados)}$$

Reemplazando:

$$\mathbf{A_i = 0,248}$$

b. Calculo de A_c :

Según el punto E.4.6.1 del API 650, tenemos que para T_c

$$\leq T_L$$

$$A_c = K S_{D1} \times \left(\frac{1}{T_c} \right) \times \left(\frac{I}{R_{wc}} \right)$$

Donde:

$$S_{D1} = F_v \times Q \times S_1$$

Reemplazando:

$$S_{D1} = 0,49$$

Además:

$$\mathbf{A_c = 0,18}$$

3.2.7.3. CALCULO DE PESO EFECTIVO DE PRODUCTO IMPULSIVO (W_i) Y CONVECTIVO (W_c)

a. Calculo de W_i

Tenemos que $D/H < 1,333$, entonces según el punto E.6.1.1. del API 650:

$$W_i = \left(1,0 - 0,218 \times \frac{D}{H} \right) \times W_p$$

Donde:

$$W_p = 492\,549 \text{ N}$$

$$D/H = 0,847$$

Reemplazando:

$$W_i = 401\,637,59 \text{ N}$$

b. Calculo de W_c

Tenemos que en el punto E.6.1.1. del API 650:

$$W_c = 0,230 \times \frac{D}{H} \times \tanh \left(\frac{3,67}{\frac{D}{H}} \right) \times W_p$$

Reemplazando:

$$W_c = 95\,882,76 \text{ N}$$

3.2.7.4. CALCULO DEL ESFUERZO DE CORTE TOTAL EN LA BASE (V)

Para calcular el esfuerzo de corte total en la base V, puede ser determinado según se indica en el punto E.6.1 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$V = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

Donde:

$$V_i = A_i(W_s + W_r + W_f + W_i)$$

$$V_c = A_c \times W_c$$

Tenemos que:

$$A_i = 0,248 \qquad A_c = 0,180$$

$$W_s = 22\,500 \text{ N (Peso del casco)}$$

$$W_f = 5\,850 \text{ N (Peso del fondo)}$$

$$W_r = 6\,100 \text{ N (Peso del techo)}$$

$$W_i = 401\,637,59 \text{ N}$$

$$W_c = 95\,882,76 \text{ N}$$

Reemplazando:

$$V_i = 108\,199,56 \text{ N}$$

$$V_c = 17\,306,02 \text{ N}$$

Finalmente tenemos que el valor de V:

$$V = 109\,574,83 \text{ N}$$

3.2.7.5. CALCULO DEL CENTRO DE ACCION PARA EL MOMENTO DE VOLTEO (Xi y Xc)

Para calcular el centro de acción para el momento de volteo

X_i y X_c , puede ser determinado según se indica en el punto

E.6.1.2.1 del API 650, definido de la siguiente manera:

- Calculo de X_i :

Para $D/H < 1,333$:

$$X_i = \left[0,5 - 0,094 \frac{D}{H} \right] \times H \text{ (m)}$$

- Calculo de Xc:

$$X_c = \left[1,0 - \frac{\cosh\left(\frac{3,67H}{D}\right) - 1}{\frac{3,67H}{D} \times \sinh\left(\frac{3,67H}{D}\right)} \right] \times H$$

- Tenemos que:

$$D = 3,81 \text{ m}$$

$$H = 4,50 \text{ m}$$

$$D/H = 0,85$$

- Reemplazando:

$$X_i = 1,89 \text{ m}$$

$$X_c = 3,49 \text{ m}$$

3.2.7.6. CALCULO DE CENTRO DE ACCION PARA MOMENTO DE VUELCO EN LA BASE DEL TANQUE (Xis y Xcs)

Para calcular el centro de acción para el momento de volteo en la base del tanque Xis y Xcs, puede ser determinado según se indica en el punto E.6.1.2.2 del API 650, definido de la siguiente manera:

- Calculo de Xis:

Para $D/H < 1,333$:

$$X_{is} = \left[0,5 - 0,060 \frac{D}{H} \right] \times H \text{ (m)}$$

- Calculo de Xcs:

$$X_{cs} = \left[1,0 - \frac{\cosh\left(\frac{3,67H}{D}\right) - 1,937}{\frac{3,67H}{D} \times \sinh\left(\frac{3,67H}{D}\right)} \right] \times H$$

- Tenemos que:

$$D = 3,81 \text{ m}$$

$$H = 4,50 \text{ m}$$

$$D/H = 0,85$$

- Reemplazando:

$$X_{is} = 2,48 \text{ m}$$

$$X_{cs} = 3,51 \text{ m}$$

3.2.7.7. La altura del centro de gravedad del tacho, tomada desde el fondo del tanque, X_r :

$$X_r = 4,612 \text{ m}$$

3.2.7.8. La altura del centro de gravedad del casco, tomada desde el fondo del tanque, X_s :

$$X_s = 2,20 \text{ m}$$

3.2.7.9. CALCULO DE MOMENTOS DE VOLTEO POR EFECTO DE SISMO M_{rw} y M_s

Para calcular el momento de volteo por efecto de sismo en el tanque M_{rw} y M_s , puede ser determinado según se indica en el punto E.6.1.5 del API 650, definido de la siguiente manera:

- Calculo de M_{rw} :

$$M_{rw} = \sqrt{[A_i(W_i X_i + W_s X_s + W_r X_r)]^2 + [A_c(W_c X_c)]^2}$$

- Calculo de M_s :

$$M_s = \sqrt{[A_i(W_i X_{is} + W_s X_s + W_r X_r)]^2 + [A_c(W_c X_{cs})]^2}$$

- Reemplazando:

$$M_{rw} = 216\,383,33 \text{ N-m}$$

$$M_s = 273\,116,82 \text{ N-m}$$

3.2.7.10. CALCULO DE PARAMETRO DE ACELERACION

VERTICAL A_v

Para calcular el parámetro de aceleración vertical A_v , puede ser determinado según se indica en el punto E.6.1.3 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$A_v = 0,14 S_{DS}$$

Reemplazando:

$$A_v = 0,121576$$

3.2.7.11. CALCULO DE LA FUERZA DE RESISTENCIA EN

LA REGION ANULAR (w_a)

Para calcular la fuerza de resistencia en la región anular w_a , puede ser determinado según se indica en el punto E.6.2.1.1 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$w_a = 99 t_a \times \sqrt{F_y \times H \times G_e} \leq 201,10 \times H \times D \times G_e$$

Donde:

$$F_y = 250 \text{ Mpa}$$

$$H = 4,50 \text{ m}$$

$$G = 1,00$$

$$t_a = 5 \text{ mm}$$

$$G_e = (1 - 0,4A_v)G = 0,9514$$

Reemplazando:

$$w_a = 16\,194,07 \text{ N/m}$$

$$201,1HDG_e = 3\,280,19 \text{ N/m}$$

Tenemos que $w_a > 201,10 \times H \times D \times G_e$, entonces el valor de

$$w_a = 201,10 \times H \times D \times G_e, \text{ entonces } w_a:$$

$$\mathbf{w_a = 3\,280,19 \text{ N/m}}$$

3.2.7.12. CALCULO DEL RATIO DE ANCLAJE J

Para calcular el ratio de anclaje J, puede ser determinado según se indica en el punto E.6.2.1.1.1 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$J = \frac{Mrw}{D^2(wt(1 - 0,4A_v) + w_a - 0,4w_{int})}$$

Donde:

$$wt = \left[\frac{W_s}{\pi D} + w_{rs} \right]$$

$$w_{int} = 0$$

$$w_{rs} = \frac{W_r}{2\pi D}$$

Reemplazando:

$$w_{rs} = 254,82 \text{ N/m}$$

$$wt = 2\,134,60 \text{ N/m}$$

$$\mathbf{J = 2,807}$$

De acuerdo a lo indicado en la tabla E-6 del API 650, tenemos que para valores de $J > 1,54$, el tanque presenta

inestabilidad y es necesario que el tanque lleve anclajes en la base del tanque.

3.2.7.13. CALCULO DE LA RESISTENCIA MINIMA DE ANCLAJE W_{AB} Y DE LA CARGA SISMICA DE DISEÑO DEL ANCLAJE P_{AB}

Para calcular la resistencia minima de anclaje W_{AB} y de la carga sísmica de diseño del anclaje P_{AB} , puede ser determinado según se indica en el punto E.6.2.1.2 del API 650, definido de la siguiente manera:

- Calculo de W_{AB} :

$$W_{AB} = \left(\frac{1,273 \times Mrw}{D} - wt(1 - 0,4Av) \right)$$

- Calculo de P_{AB} :

$$P_{AB} = W_{AB} \left(\frac{\pi D}{n_A} \right)$$

Donde:

$n_A = 8$ (numero de pernos)

- Reemplazando:

$$W_{AB} = 16\,945,10 \text{ N/m}$$

$$P_{AB} = 25\,352,98 \text{ N}$$

3.2.7.14. CALCULO DE ESFUERZO DE COMPRESION (Sc) Y ESFUERZO ADMISIBLE (Sa) DEL CASCO

Para calcular el esfuerzo de compresión Sc , puede ser determinado según se indica en el punto E.6.2.2.2 del API

650, para calcular el esfuerzo admisible S_a del casco, puede ser determinado según se indica en el punto E.6.2.2.3 del API 650, definidos de la siguiente manera:

- Cálculo de S_c :

$$S_c = \left(wt(1 + 0,4Av) + \frac{1,273 \times Mrw}{D^2} \right) \times \frac{1}{1000t_s}$$

Donde:

$$t_s = 5 \text{ mm}$$

- Cálculo de S_a :

Tenemos que:

$$\frac{GHD^2}{t^2} = 8,42 < 44$$

Entonces:

$$S_a = \frac{83t_s}{2,5D} + 7,5\sqrt{GH}$$

- Reemplazando:

$$S_c = 4,243 \text{ MPa}$$

$$S_a = 72,129 \text{ MPa}$$

Tenemos que la relación de los esfuerzos de compresión y admisible:

$$S_c = 4,243 < S_a = 72,129$$

Entonces el casco soporta los esfuerzos por efectos de la carga sísmica.

3.2.7.15. CALCULO DE LOS ESFUERZOS EN LOS ANILLOS

Para calcular los esfuerzos en los anillos del casco del tanque, se determino según lo indicado en el punto E.6.2.1.2 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$\sigma_T = \sigma_h \pm \sigma_s = \frac{Nh \pm \sqrt{Ni^2 + Nc^2 + (Ah \times Nh)^2}}{t}$$

Donde:

$$Nh = 4,9(H - 0,3)DG$$

$$Nc = \frac{1,85AcGD^2 \text{Cosh} \left[\frac{3,68(H - Y)}{D} \right]}{\text{Cosh} \left[\frac{3,68H}{D} \right]}$$

$$H = 4,35 \text{ m}$$

$$G = 1$$

$$D = 3,81$$

$$D/H = 0,88 < 1,333$$

$$Fy = 250 \text{ MPa}$$

- Para el anillo 1:

$$t = 6,00 \text{ mm}$$

$$Y = 4,35 \text{ m} > 0,75D$$

Entonces:

$$Ni = 2,6AiGD^2$$

Reemplazando:

$$Nh = 75,61 \text{ N/mm}$$

$$Ni = 9,36 \text{ N/mm}$$

$$N_c = 0,15 \text{ N/mm}$$

$$\sigma_T = 14,79 \text{ MPa}$$

$$0,9 \times F_y = 225,00 \text{ MPa}$$

Vemos que $\sigma_T < 0,9 \times F_y$, por lo tanto el espesor del anillo fue correctamente seleccionado.

- Para el anillo 2:

$$t = 5,00 \text{ mm}$$

$$Y = 2,85 \text{ m} < 0,75D$$

Entonces:

$$N_i = 5,22 A_i G D^2 \times \left[\frac{Y}{0,75D} - 0,5 \left(\frac{Y}{0,75D} \right)^2 \right]$$

Reemplazando:

$$N_h = 47,61 \text{ N/mm}$$

$$N_i = 9,40 \text{ N/mm}$$

$$N_c = 0,33 \text{ N/mm}$$

$$\sigma_T = 11,73 \text{ MPa}$$

$$0,9 \times F_y = 225,00 \text{ MPa}$$

Vemos que $\sigma_T < 0,9 \times F_y$, por lo tanto el espesor del anillo fue correctamente seleccionado.

- Para el anillo 3:

$$t = 5,00 \text{ mm}$$

$$Y = 1,35 \text{ m} < 0,75D$$

Entonces:

$$N_i = 5,22 A_i G D^2 \times \left[\frac{Y}{0,75 D} - 0,5 \left(\frac{Y}{0,75 D} \right)^2 \right]$$

Reemplazando:

$$N_h = 19,60 \text{ N/mm}$$

$$N_i = 6,78 \text{ N/mm}$$

$$N_c = 1,32 \text{ N/mm}$$

$$\sigma_T = 5,38 \text{ MPa}$$

$$0,9 \times F_y = 225,00 \text{ MPa}$$

Vemos que $\sigma_T < 0,9 \times F_y$, por lo tanto el espesor del anillo fue correctamente seleccionado.

3.2.7.16. CALCULO DE FREEBOARD REQUERIDO

Para calcular el freeboard requerido del tanque, se determino según lo indicado en el punto E.7.2 del API 650, definido de la siguiente manera:

- Tenemos que la altura de oleaje del fluido:

$$\delta_s = 0,5 D A_f$$

Donde:

$$A_f = K S_{D1} I \left(\frac{1}{T_c} \right)$$

$$T_c = 2,03 \text{ s} < 4$$

$$SUG = 1$$

$$S_{D1} = 0,489$$

$$K = 1,50$$

$$I = 1,00$$

Reemplazando:

$$A_f = 0,361$$

$$\delta_s = 0,688$$

- El freeboard requerido, se determina de la tabla E-7 del API 650:

$$0,7\delta_s = 0,4814$$

3.2.7.17. CALCULO DE LA FUERZA DE CORTE

Para calcular la fuerza de corte en la base del tanque, se determino según lo indicado en el punto E.7.6 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$V_s = \mu(W_s + W_r + W_f + W_p) \times (1,0 - 0,4Av)$$

Donde:

$$\mu = 0,4 \text{ (coeficiente de fricción máxima)}$$

Reemplazando:

$$V_s = 200\ 548,33 \text{ N}$$

3.2.7.18. CALCULO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE

Para calcular los pernos de anclaje del tanque, se determino según lo indicado en el punto 5.12 del API 650, definido de la siguiente manera:

$$t_b = \frac{U}{N}$$

Donde:

tb: carga por perno

U: Carga neta superior

N: Numero de pernos (mínimo 4 pernos)

Además para el cálculo de los pernos de anclaje se tomaron los casos de carga que se indican en la tabla 5-21 del API 650, que se muestra a continuación:

Tabla 3.1: Casos de Carga para Cálculo de Pernos de Anclaje

| Caso de carga | Fórmula para la carga neta superior U (N) | Esfuerzo admisible para el perno de anclaje (MPa) |
|----------------------------|--|---|
| Presión de diseño | $[(P - 0,08t_h)xD^2] - W1$ | 105 |
| Presión de prueba | $[(Pt - 0,08t_h)xD^2] - W1$ | 140 |
| Presión de falla | $[(1,5xPf - 0,08t_h)xD^2] - W3$ | Fy |
| Presión de frangibilidad | $[(3xPf - 0,08t_h)xD^2] - W3$ | Fy |
| Carga de viento | $[4xMw/D] - W2$ | 0,8xFy |
| Carga de sismo | $[4xMs/D] - W2$ | 0,8xFy |
| Presión de diseño + viento | $[(P - 0,08t_h)xD^2] + [4xMw/D] - W2 - W1$ | 140 |
| Presión de diseño + sismo | $[(P - 0,08t_h)xD^2] + [4xMw/D] - W2 - W1$ | 0,8xFy |

Donde:

$$\begin{aligned}
 M_w &= 58\,405,00 \text{ N} - \text{m} & t_h &= 5,00 \text{ mm} \\
 M_s &= 273\,116,82 \text{ N} - \text{m} & P_f &= 19,12 \text{ KPa} \\
 D &= 3,81 \text{ m} & P &= 12,10 \text{ KPa} \\
 W_1 &= 15\,803,20 \text{ N} & P_t &= 2,39 \text{ KPa} \\
 W_2 &= 17\,884,20 \text{ N} & F_y &= 250 \text{ MPa} \\
 W_3 &= 22\,448,60 \text{ N} & F_{ty} &= 250 \text{ MPa} \\
 N &= 8 & CA &= 3,00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Reemplazando:

Tabla 3.2: Resultado de Cálculo de Pernos de Anclaje

| Caso de carga | Fórmula para la carga neta superior U (N) | Esfuerzo admisible para el perno de anclaje (MPa) | Carga por perno (N) |
|----------------------------|--|--|----------------------------|
| Presión de diseño | 0,00 | 105 | 0,00 |
| Presión de prueba | 0,00 | 140 | 0,00 |
| Presión de falla | 0,00 | 250 | 0,00 |
| Presión de frangibilidad | 0,00 | 250 | 0,00 |
| Carga de viento | 43 433,39 | 200 | 5 429,17 |
| Carga de sismo | 268 852,62 | 200 | 33 606,58 |
| Presión de diseño + viento | 45 684,18 | 140 | 5 710,52 |
| Presión de diseño + sismo | 271 103,41 | 200 | 33 887,93 |

Finalmente tenemos:

Tabla 3.3: Diámetro y cantidad de Pernos de Anclaje

| Caso de carga | Numero de pernos | Diámetro (mm) | Esfuerzo (MPa) |
|----------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| Presión de diseño | 8,00 | 25,00 | 0,00 |
| Presión de prueba | 8,00 | 25,00 | 0,00 |
| Presión de falla | 8,00 | 25,00 | 0,00 |
| Presión de frangibilidad | 8,00 | 25,00 | 0,00 |
| Carga de viento | 8,00 | 25,00 | 25,33 |
| Carga de sismo | 8,00 | 25,00 | 156,82 |
| Presión de diseño + viento | 8,00 | 25,00 | 26,65 |
| Presión de diseño + sismo | 8,00 | 25,00 | 158,13 |

Vemos que el tanque necesita 08 pernos de anclaje de diámetro de 28 mm (1 1/8 inch), incluido el sobre espesor por corrosión (CA = 3,00 mm).

CAPITULO IV
EVALUACION DE COSTOS

Se realizo el estimado de inversión de materiales e instalación para las obras mecánicas en la construcción del tanque de almacenamiento, donde el costo estimado haciende a la suma de **US\$ 246 807,25**.

A continuación se muestra el estimado de inversión detallado.

| LINEA | ITEM | PARTIDA | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO | PRECIO PARCIAL | PRECIO TOTAL |
|--------------------|------|---|-------|----------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 01.00.00.00 | | ACTIVIDADES PRELIMINARES | | | | | 2 500,00 |
| 01.01.00.00 | 01 | Movilización y desmovilización de equipos y herramientas | Glb | 1,00 | 1 000,00 | 1 000,00 | |
| 01.02.00.00 | 02 | Campamento y Almacén de Obra | Glb | 1,00 | 1 500,00 | 1 500,00 | |
| 03.01.00.00 | | OBRA METALMECANICA | | | | | 199 194,00 |
| 03.01.01.00 | | FABRICACION E INSTALACION DE FONDO DE TANQUE | | | | 2 066,00 | |
| 03.01.01.00 | | Suministro, Presentación y tendido de planchas de 5'x20'x5/16", ASTM A-36 | Kg | 900,00 | 1,21 | 1089,00 | |
| 03.01.02.00 | 1 | Soldado con Traslape de planchas | Kg | 900,00 | 0,50 | 450,00 | |
| 03.01.03.00 | 2 | Suministro, fabricación y soldado de sumidero para drenaje de Ø4". | Kg | 170,00 | 3,10 | 527,00 | |
| 03.01.01.00 | | FABRICACION E INSTALACION DE CILINDRO DE TANQUE | | | | 8 693,00 | |
| 03.01.01.00 | | Suministro, Cuadrado, biselado y rolado de planchas de 5'x20'x5/16" y 5'x20'x1/4", ASTM A-36 | Kg | 2 245,00 | 3,00 | 6 735,00 | |
| 03.01.02.00 | 1 | Armado, plantillado y soldado de planchas roladas | Kg | 2 245,00 | 0,80 | 1 796,00 | |
| 03.01.03.00 | 2 | Suministro, rolado armado y soldado de anillo de rigidez | Kg | 45,00 | 3,60 | 162,00 | |
| 03.01.01.00 | | FABRICACION E INSTALACION DE TECHO DE TANQUE | | | | 3 506,00 | |
| 03.01.04.00 | 3 | Suministro, Prefabricado soldado de perfiles estructurales para armado de estructura de soporte de techo de tanque. | Kg | 770,00 | 2,80 | 2 156,00 | |
| 03.01.05.00 | 4 | Suministro, Presentación y soldado de planchas de 5'x20'x3/16", ASTM A-36 | Kg | 675,00 | 2,00 | 1 350,00 | |

| | | | | | | | |
|--------------------|---|--|-----|--------|----------|-------------------|--|
| 03.02.00.00 | | FABRICACION E INSTALACION DE ESCALERAS Y BOQUILLAS DE CASCO Y TECHO DE TANQUE | | | | 194 050,00 | |
| 03.02.01.00 | | Fabricado e instalación de escalera helicoidal (incluido materiales) | GLO | 1,00 | 1 250,00 | 1 250,00 | |
| 03.02.02.00 | | Fabricado e instalación de baranda y bastones (incluido materiales) | Kg | 100,00 | 3,00 | 300,00 | |
| 03.02.03.00 | | Fabricado e instalación de manhole de casco de Ø24" (incluido materiales) | Kg | 240,00 | 550,00 | 132 000,00 | |
| 03.02.03.00 | | Fabricado e instalación de manhole de techo de Ø24" (incluido materiales) | Kg | 90,00 | 650,00 | 58 500,00 | |
| 03.02.03.00 | | Fabricado e instalación de boquillas (incluido materiales) | UND | 8,00 | 250,00 | 2 000,00 | |
| | | | | | | | |
| 03.03.00.00 | | PREPARACION DE SUPERFICIES Y PINTADO | | | | 3 078,00 | |
| 03.03.01.00 | | Arenado a metal blanco. Especificación SSPC-SP-5 | | | | 722,00 | |
| 03.03.01.01 | 1 | Arenado externo a la superficie de tanque | M2 | 92,00 | 5,50 | 506,00 | |
| 03.03.01.02 | 2 | Arenado interno de tanque | M2 | 36,00 | 6,00 | 216,00 | |
| | | | | | | | |
| 03.03.02.00 | | Aplicación de pintura según especificaciones del proyecto, inc materiales | | | | 2 356,00 | |
| 03.03.02.01 | | Aplicación de pintura externa | M2 | 92,00 | 17,00 | 1 564,00 | |
| 03.03.02.02 | | Aplicación de pintura interna | M2 | 36,00 | 22,00 | 792,00 | |
| | | | | | | | |
| 06.00.00.00 | | PRUEBAS DE CALIDAD | | | | 3 800,00 | |
| 06.01.00.00 | | Prueba hidrostática de Tanque | GLO | 1,00 | 1 000,00 | 1 000,00 | |
| 06.02.00.00 | 1 | Prueba Radiográfica de los cordones soldados a tope: 100%. Incluye Prueba de Líquidos Penetrantes a tuberías | GLO | 1,00 | 1 500,00 | 1 500,00 | |
| 06.05.00.00 | | Pruebas de vacío de tanque | GLO | 1,00 | 1 300,00 | 1 300,00 | |
| | | | | | | | |
| | | SUB TOTAL | | | | 214 615,00 | |
| | | GASTOS GENERALES MAS UTILIDAD (15%) | | | | 32 192,25 | |
| | | Total de Instalación en Dólares Americanos No incluye IGV | | | | 246 807,25 | |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Las planchas estructurales seleccionadas para el fondo, casco y techo cumplen con los requerimientos mínimos de acuerdo al estándar API 650, para las condiciones de operación y condiciones ambientales a las cuales están sometidas.
2. Los perfiles estructurales seleccionados para la estructura de soporte de techo cumplen con los requerimientos mínimos de acuerdo al estándar API 650, para las condiciones de operación y condiciones ambientales a las cuales están sometidas.
3. Luego de realizado el análisis por efectos de carga de viento, se obtiene que el tanque no requiere anclajes mecánicos en su base.
4. Luego de realizado el análisis por efectos de carga sísmica, se obtiene que el tanque requiere la instalación de anclajes mecánicos en su base, por lo tanto el tanque deberá ser anclado, para lo cual se utilizaran pernos de anclaje de Ø28.00 mm (1 1/8"), en cantidad de 08 unidades, distribuidos de manera equidistante en el perímetro del tanque.

RECOMENDACIONES

1. Para el diseño de un tanque de almacenamiento por el estándar API 650, se deben seguir de manera correcta los procedimientos de cálculo indicados en el estándar, para evitar errores que puedan tener consecuencias en un futuro.
2. Tener en cuenta que para la selección del factor de zona sísmica Z indicados en el estándar API 650, son parámetros obtenidos para un diseño en Estados Unidos, México y Canadá, se deberán tomar estos parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones, para que de esta manera poder realizar un correcto análisis sísmico.

BIBLIOGRAFIA

- API STANDARD 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage. Publicación de la American Petroleum Institute. Undécima Edición, Adenda 1 Noviembre de 2008 Washington, D.C.
- RNE 2006, Reglamento Nacional de Edificaciones, Publicación de ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia), Junio 2006.
- Manual de Recipientes a Presión, Diseño y Cálculo., Eugene F. Megyesy, Editorial Limusa-Noruega Séptima Edición México, D. F.
- ASME Sección II, Especificación de Materiales, Edición 2001.
- Catálogos:
 - Manual de bolsillo de TRADI S.A.
 - Aceros Arequipa S.A.
 - Pinturas CPPQ (Corporación Peruana de Productos Químicos)
- Tesis:
 - Diseño de Tanques Verticales para Almacenamiento de Petróleo su Fabricación y Montaje por el sistema de Gatas Hidráulicas – Año 2001
- Informe:
 - Fabricación de un Tanque estacionario Capacidad 7500 Barriles – Año 1996

- Pagina Web:

<http://www.cppq.com.pe/cppq.htm>

(Ultimo acceso: 12-03-2009)

<http://www.acerosarequipa.com>

(Ultimo acceso: 10-03-2009)

<http://website2.qnet.com.pe/tradisa/productos.htm>

(Ultimo acceso: 10-03-2009)

ANEXOS

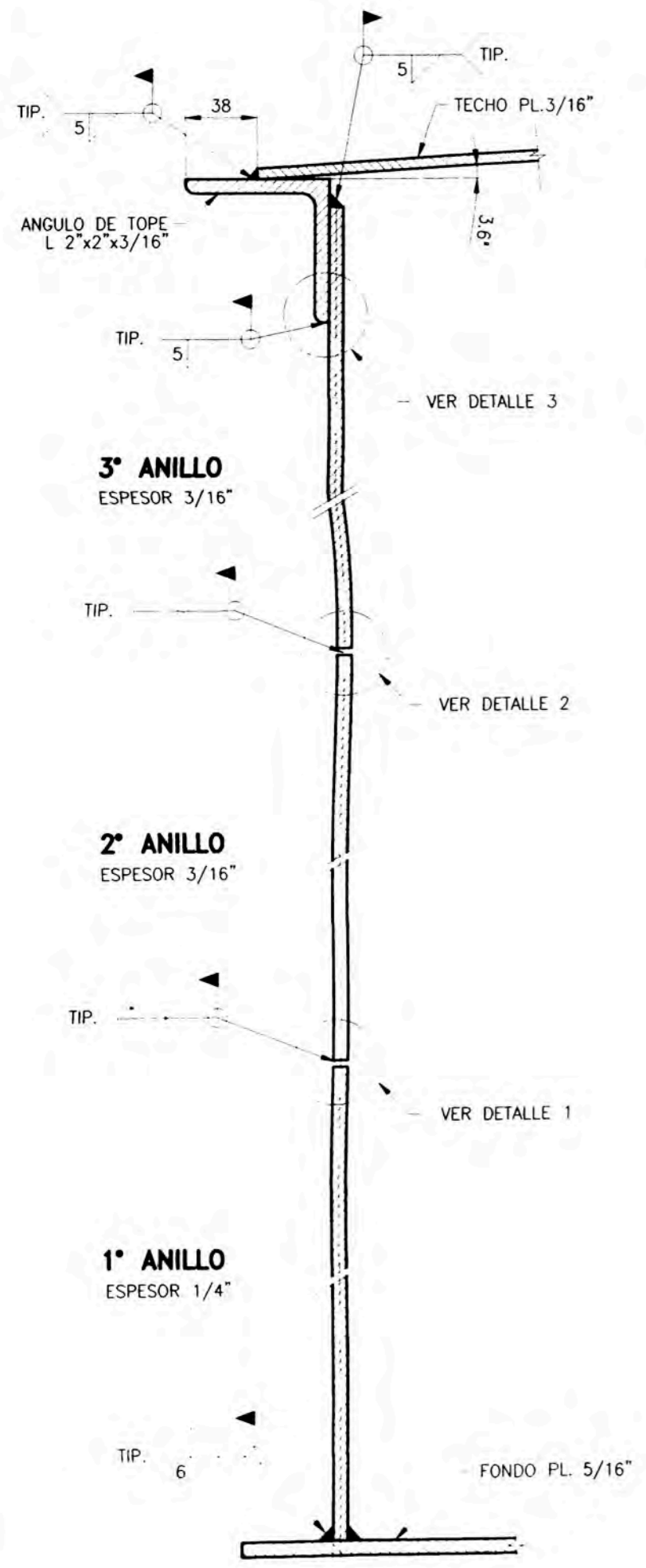
PLANOS

Tabla A.1: Relación de Planos

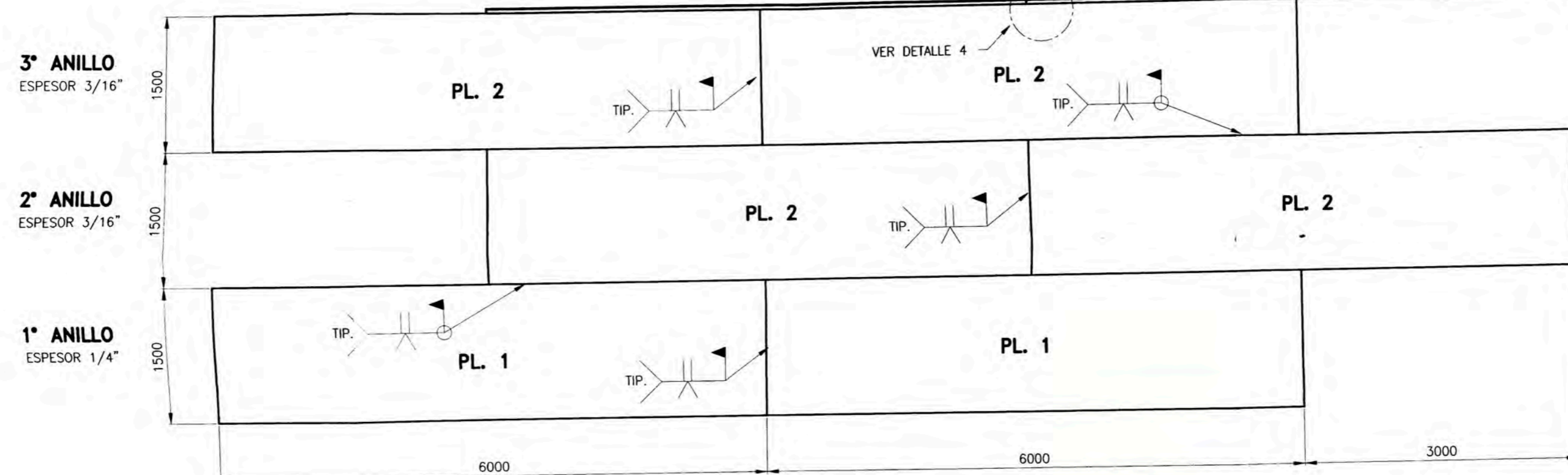
| ITEM | NOMBRE PLANO | Nº PLANO |
|-------------|---|--|
| 01 | Desarrollo y distribución de planchas del Casco | PL-TAN-001-h01 A2 |
| 02 | Distribución de planchas del fondo | PL-TAN-002-h01 A2 |
| 03 | Distribución de planchas del techo | PL-TAN-003-h01 A2 |
| 04 | Detalle de estructura de techo | PL-TAN-004-h01 A1 |
| 05 | Distribución de Boquillas | PL-TAN-005-h01 A2 |
| 06 | Detalles de boquillas de casco y techo | PL-TAN-006-h01 A2 PL-TAN-006-h02 A2 |
| 07 | Detalle de Manhole Ø24" de casco | PL-TAN-007-h01 A3 |
| 08 | Detalle de Manhole Ø24" de techo | PL-TAN-008-h01 A3 |
| 09 | Detalle de escalera Helicoidal | PL-TAN-009-h01 A2 |

LISTA DE MATERIALES

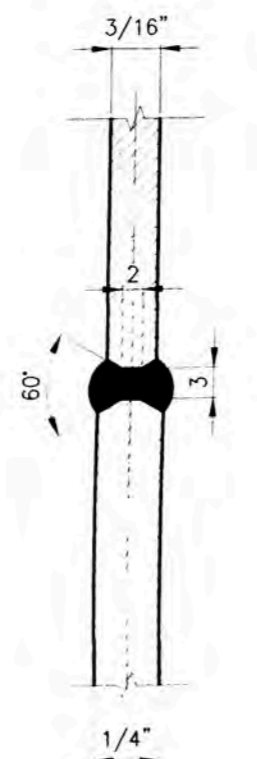
| UBICACION | MATERIAL | DIMENSIONES | CANT. PLANCHAS | PESO (Kg) |
|-------------------|-----------|--------------------|----------------|----------------|
| ANILLO 1 | ASTM A-36 | 1500x6000x1/4" | 2 UNIDADES | 897.30 |
| ANILLO 2 | ASTM A-36 | 1500x6000x3/16" | 2 UNIDADES | 673.00 |
| ANILLO 3 | ASTM A-36 | 1500x6000x3/16" | 2 UNIDADES | 673.00 |
| ANGULO DE TOPE | ASTM A-36 | L 2"x2"x3/16"x6000 | 2 UNIDADES | 43.70 |
| PESO TOTAL | | | | 2287.00 |



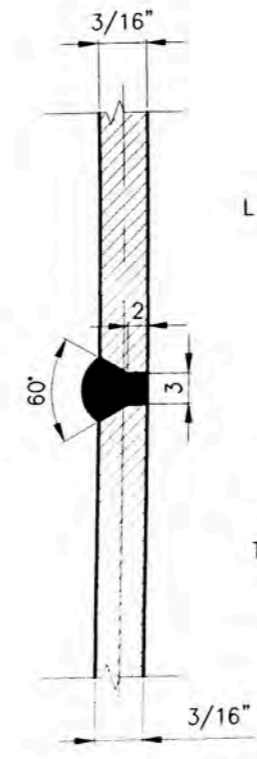
SECCION DEL CASCO
ESC.: S/E



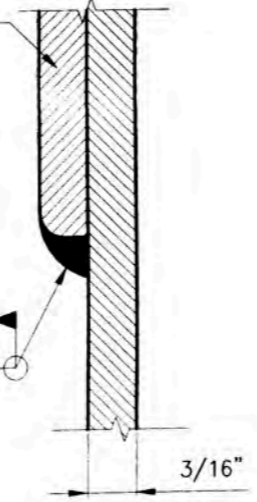
DISTRIBUCION DE PLANCHAS DEL CASCO
ESC.: 1/50



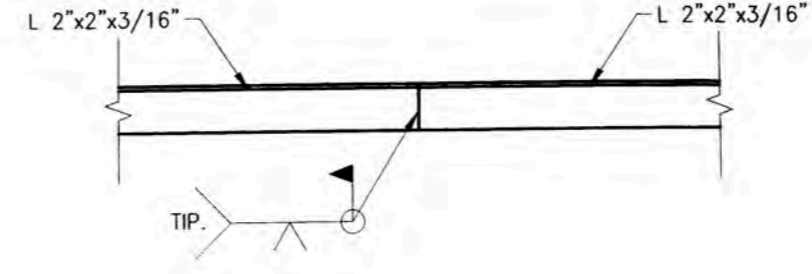
DETALLE 1
TIPICO
ESC.: S/E



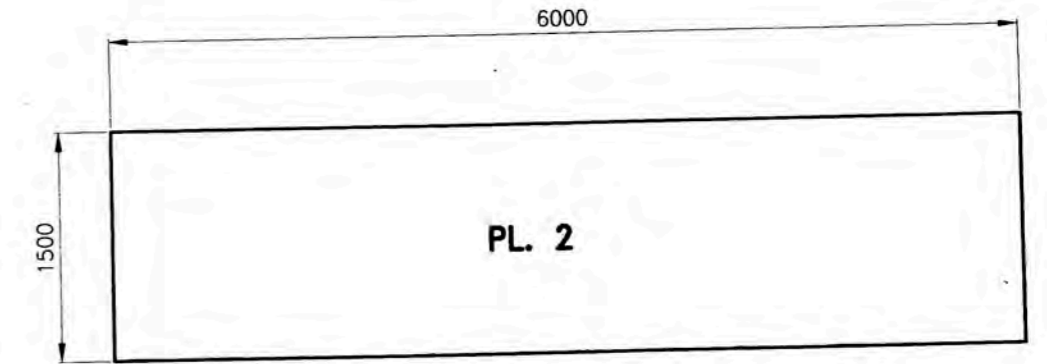
DETALLE 2
TIPICO
ESC.: S/E



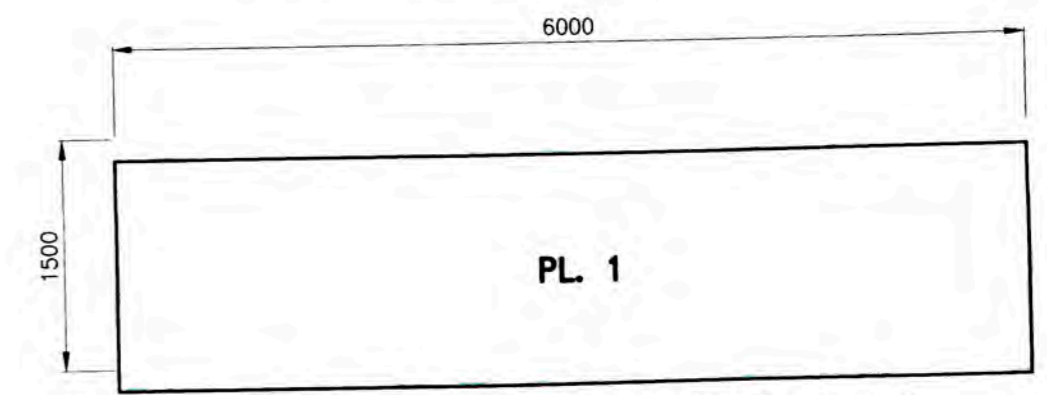
DETALLE 3
TIPICO
ESC.: S/E



DETALLE 4
TIPICO
ESC.: S/E



04 PLANCHAS 1500x6000x3/16"
ESC.: 1/50

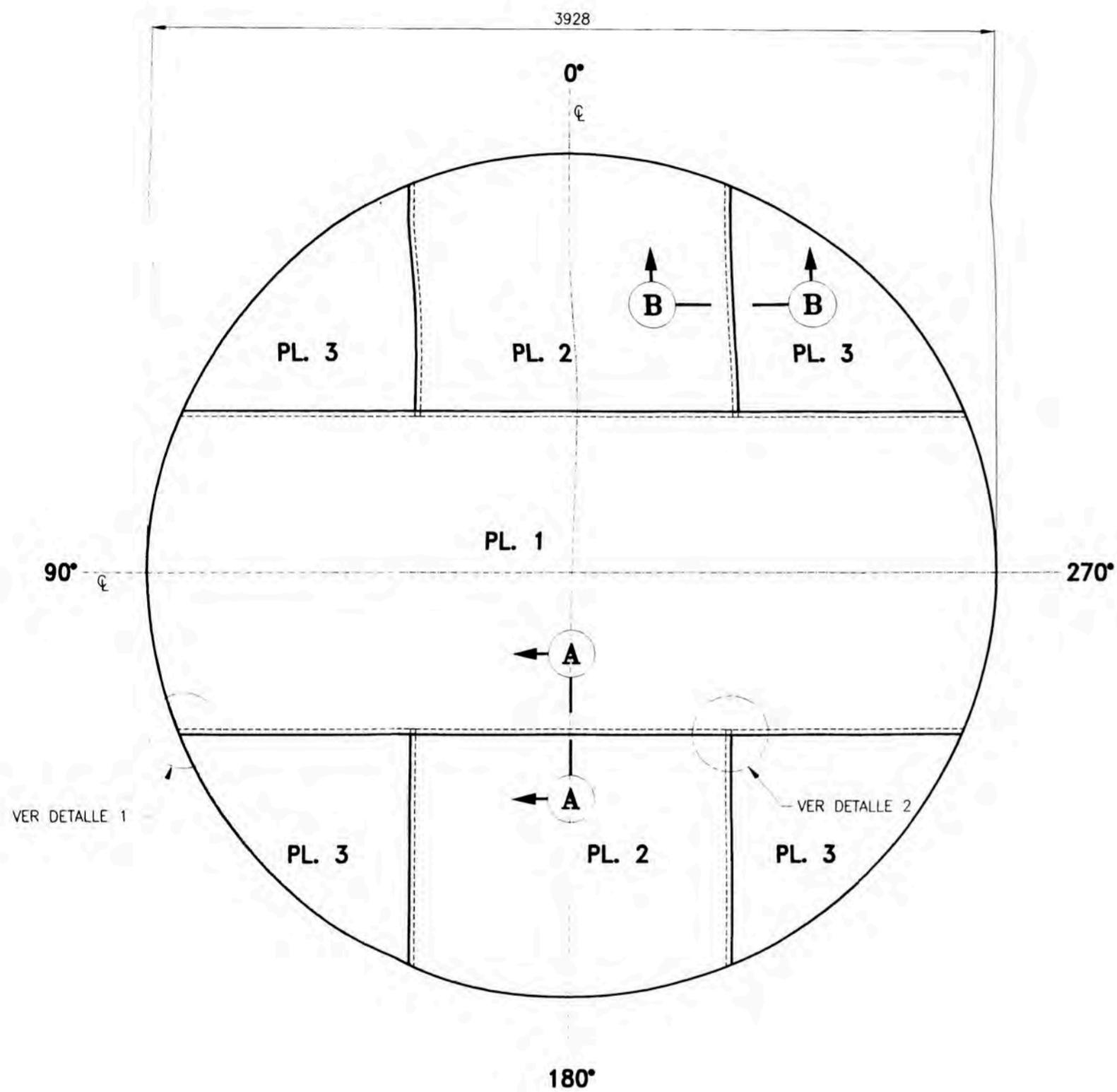


02 PLANCHAS 1500x6000x1/4"
ESC.: 1/50

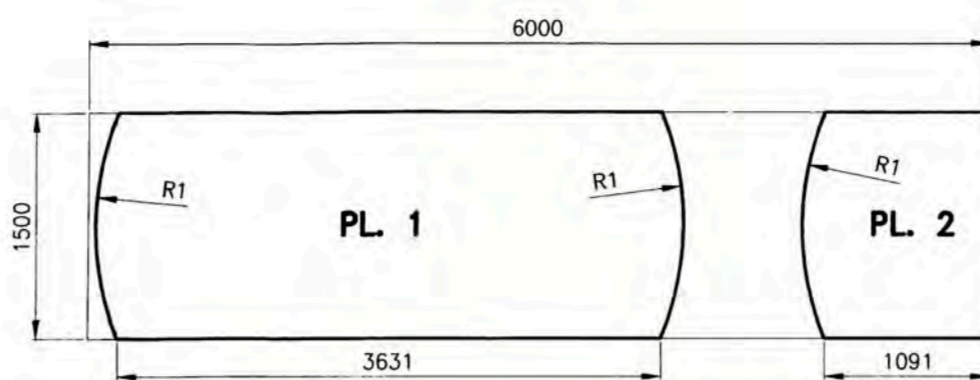
| NOTAS |
|------------------|
| 1.- R1 = 5382 mm |

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
| TITULO: INFORME DE SUFICIENCIA | | | |
| DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 | | | |
| BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR | | | |
| PLANO: DESARROLLO Y DISTRIBUCION DE PLANCHAS DE CASCO | | | |
| DISEÑADO: J. HOYOS P. | PLANO N°: | PL-TAN-001-h01 A2 | |
| DIBUJADO: J. HOYOS P. | FECHA: | 05-04-2010 | ESCALA: INDICADA |
| REVISADO: J. HOYOS P. | APROBADO: F. ALVA | | |

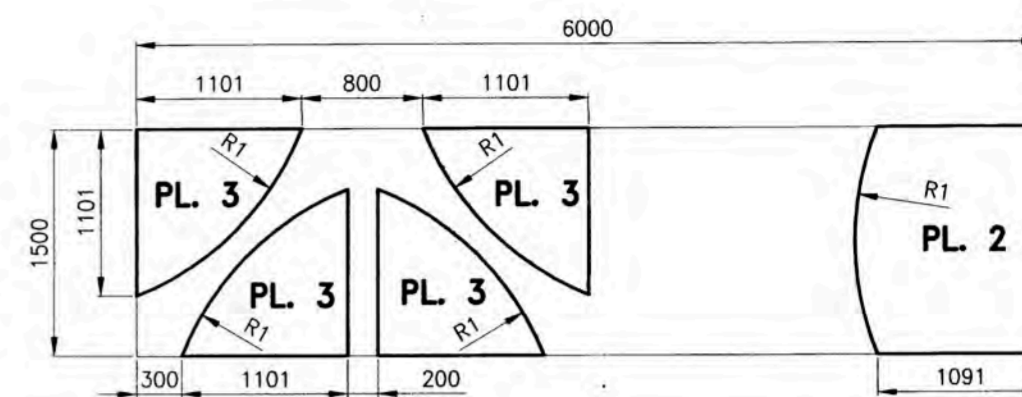
| LISTA DE MATERIALES | | | | |
|---------------------|-----------|----------------|----------------|-----------|
| UBICACION | MATERIAL | DIMENSIONES | CANT. PLANCHAS | PESO (Kg) |
| FONDO | ASTM A-36 | 1500x6000x1/4" | 02 UNIDADES | 897.30 |



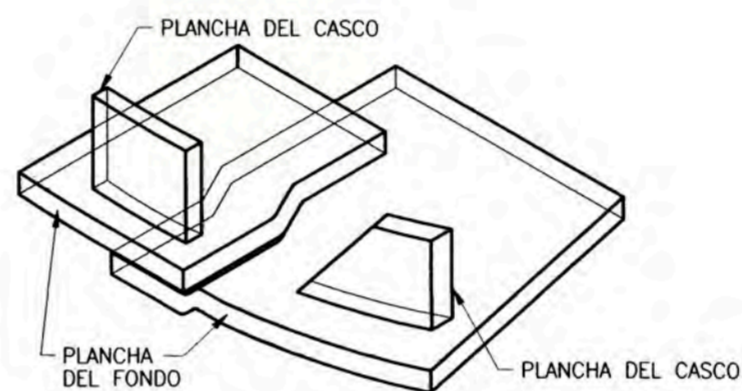
DISTRIBUCION DE PLANCHAS DE FONDO
ESPESOR 1/4"
 ESC.: 1/50



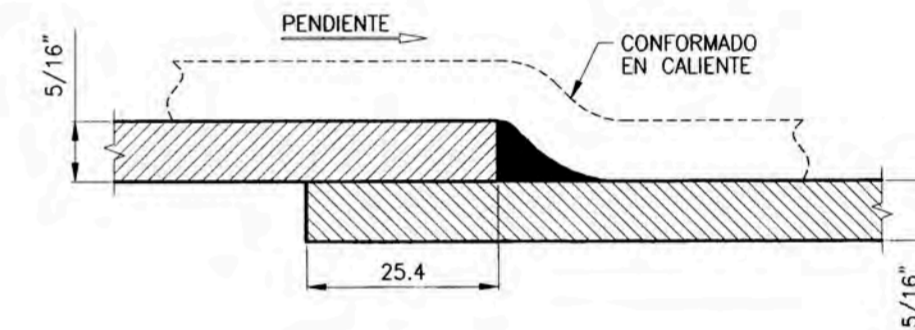
01 PLANCHA 1500x6000x1/4"
 ESC.: 1/50



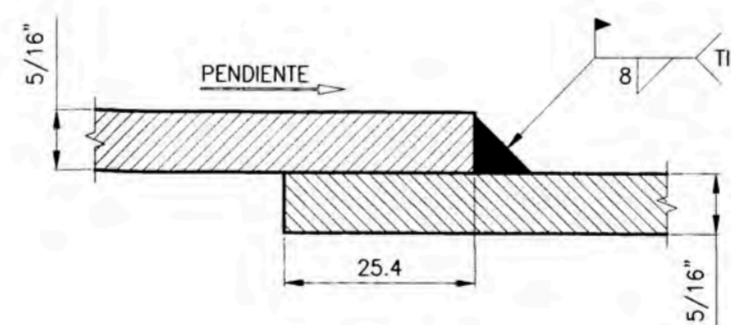
01 PLANCHA 1500x6000x1/4"
 ESC.: 1/50



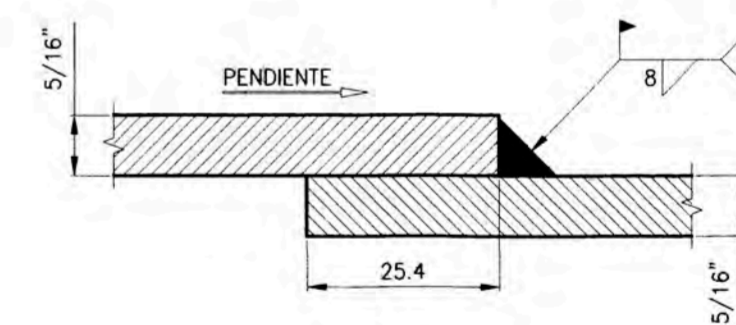
DETALLE N°1
 S/E



DETALLE N°2
 ESC.: 1/1



CORTE A-A
 ESC.: 1/1

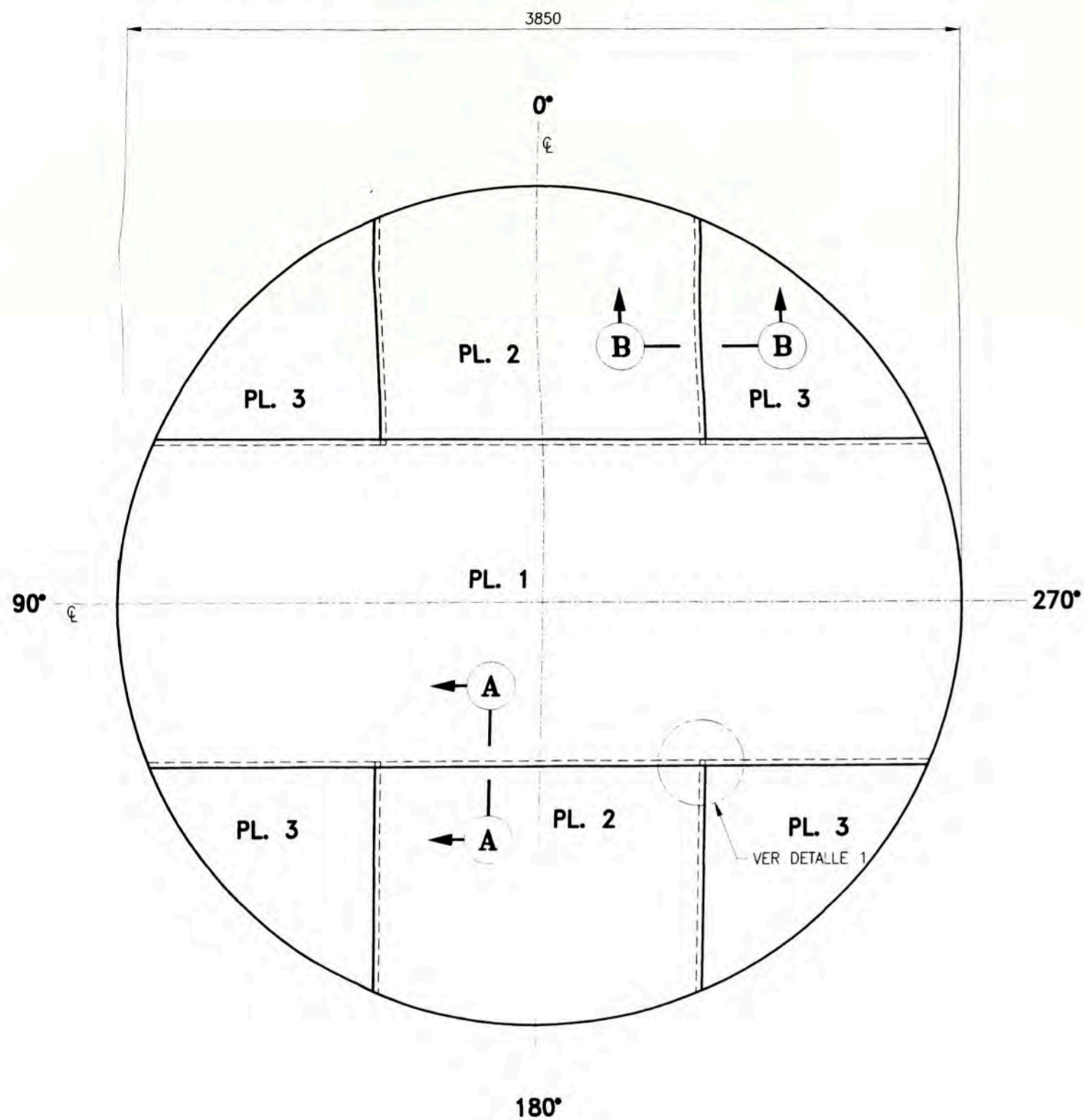


CORTE B-B
 ESC.: 1/1

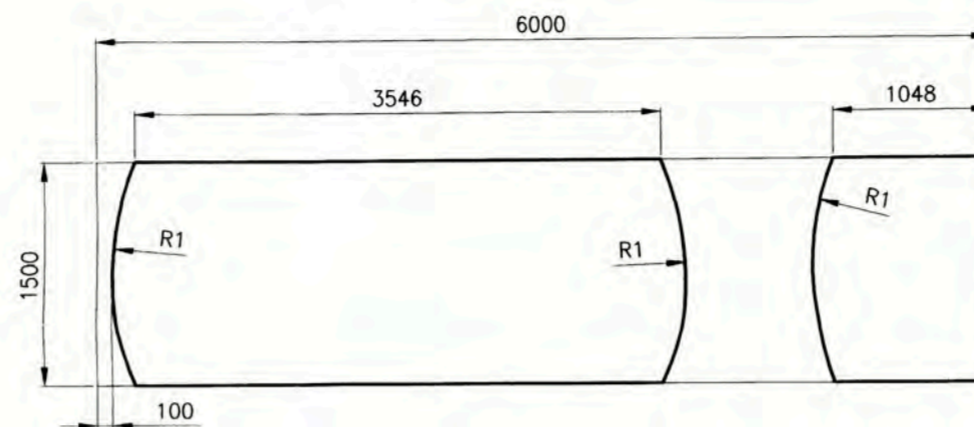
| NOTAS | |
|------------------|--|
| 1.- R1 = 1984 mm | |

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|-----------|--|-------------------|
| TITULO: INFORME DE SUFICIENCIA | | | |
| DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 | | | |
| BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR | | | |
| PLANO: DISTRIBUCION DE PLANCHAS DE FONDO | | | |
| DISEÑADO: J. HOYOS P. | PLANO N°: | | PL-TAN-002-h01 A2 |
| DIBUJADO: J. HOYOS P. | FECHA: | | 05-04-2010 |
| REVISADO: J. HOYOS P. | ESCALA: | | INDICADA |
| APROBADO: F. ALVA | | | |

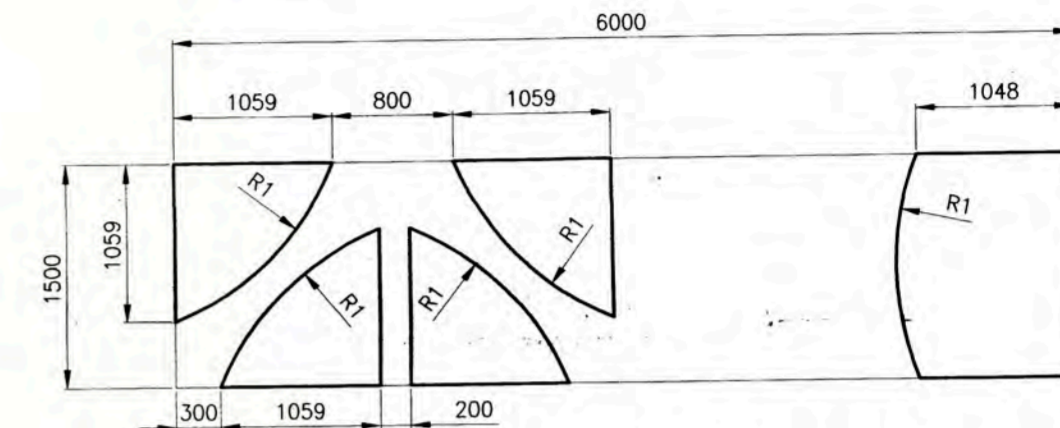
| LISTA DE MATERIALES | | | | |
|---------------------|-----------|-----------------|----------------|-----------|
| UBICACION | MATERIAL | DIMENSIONES | CANT. PLANCHAS | PESO (Kg) |
| TECHO | ASTM A-36 | 1500x6000x3/16" | 02 UNIDADES | 673.00 |



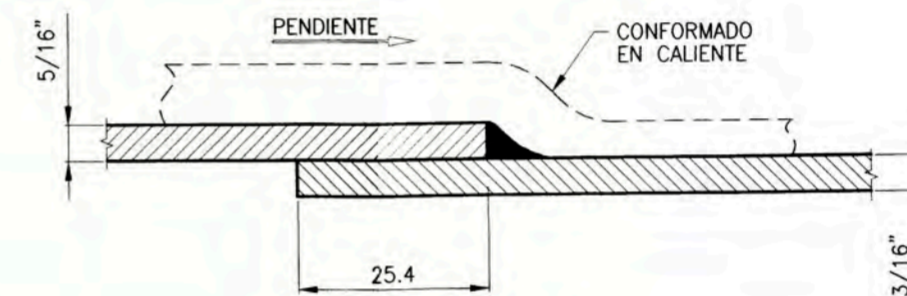
DISTRIBUCION DE PLANCHAS DE TECHO
ESPESOR 3/16"
 ESC.: 1/50



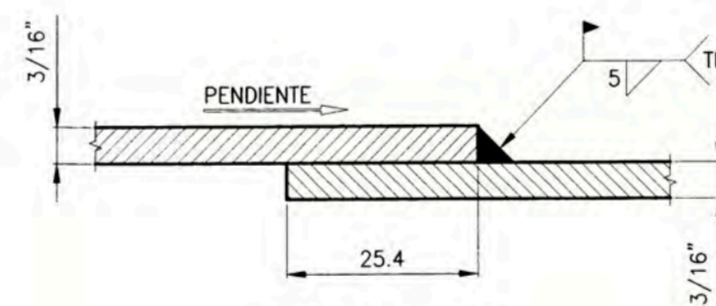
01 PLANCHA 1500x6000x3/16"
 ESC.: 1/50



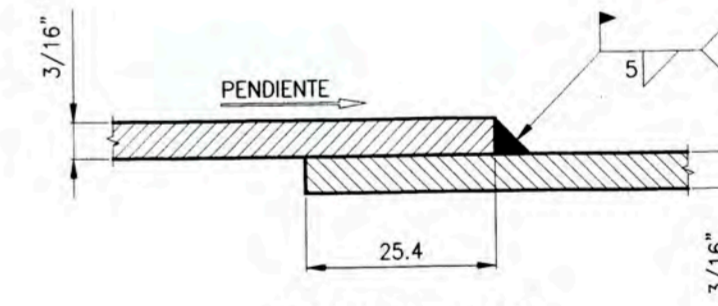
01 PLANCHA 1500x6000x3/16"
 ESC.: 1/50



DETALLE N°1
 ESC.: 1/1



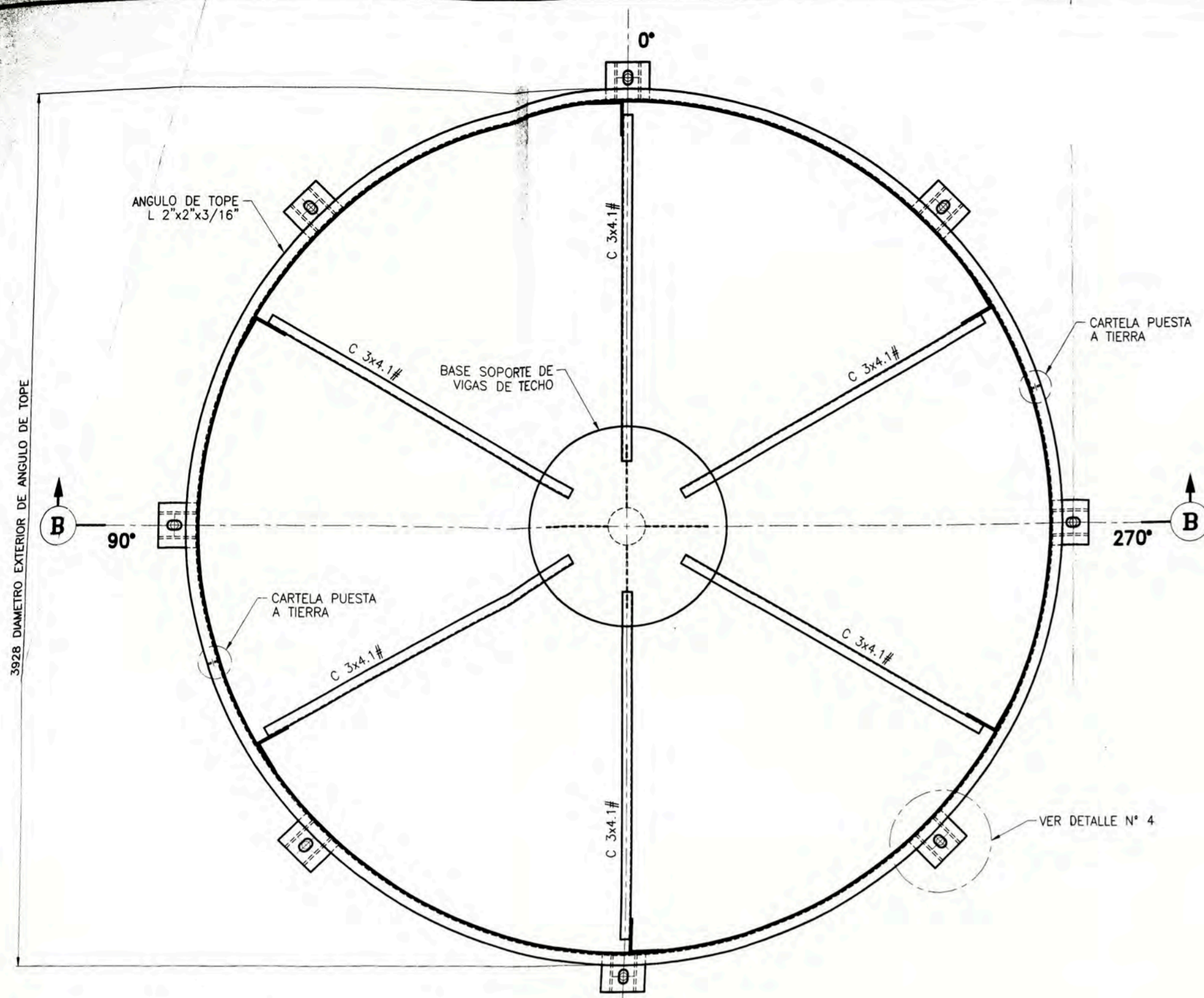
CORTE A-A
 ESC.: 1/1



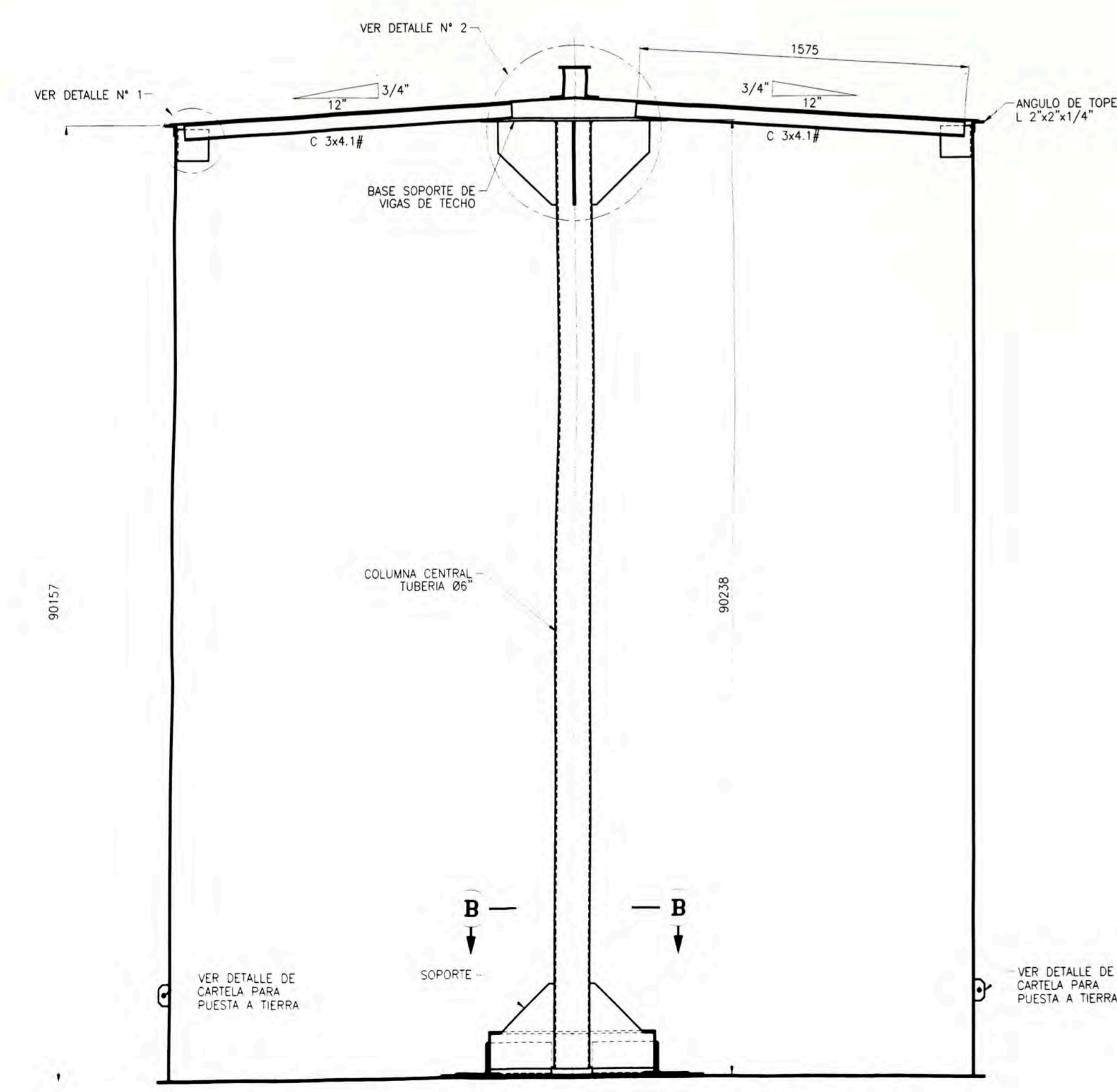
CORTE B-B
 ESC.: 1/1

| NOTAS |
|------------------|
| 1.- R1 = 1925 mm |

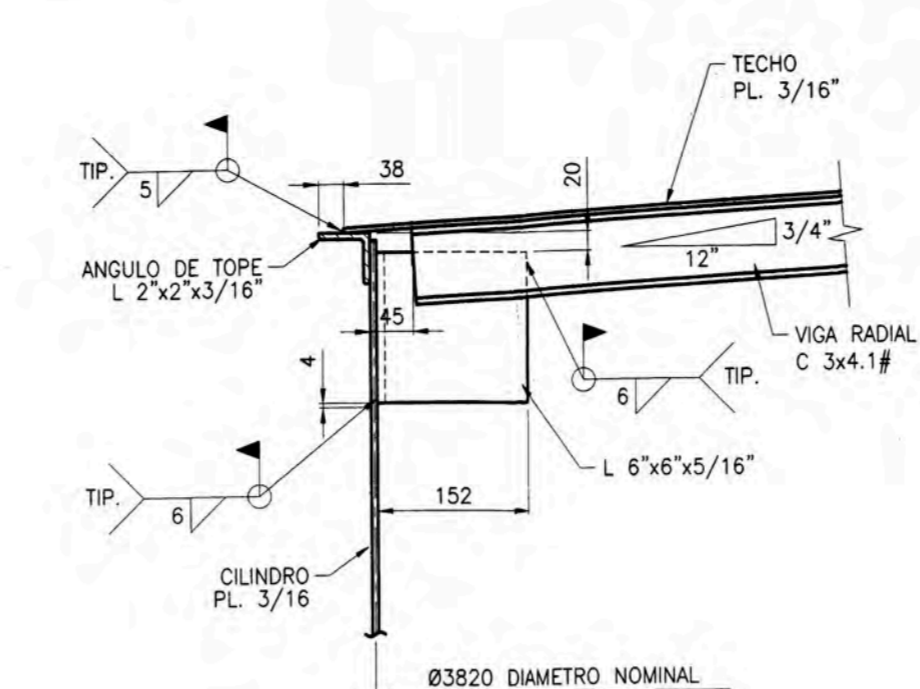
| | |
|---|-----------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | |
| TITULO: | INFORME DE SUFICIENCIA |
| DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 | |
| BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR | |
| PLANO: | DISTRIBUCION DE PLANCHAS DE TECHO |
| DISEÑADO: J. HOYOS P. | PLANO N°: PL-TAN-003-h01 A2 |
| DIBUJADO: J. HOYOS P. | FECHA: 05-04-2010 |
| REVISADO: J. HOYOS P. | ESCALA: INDICADA |
| APROBADO: F. ALVA | |



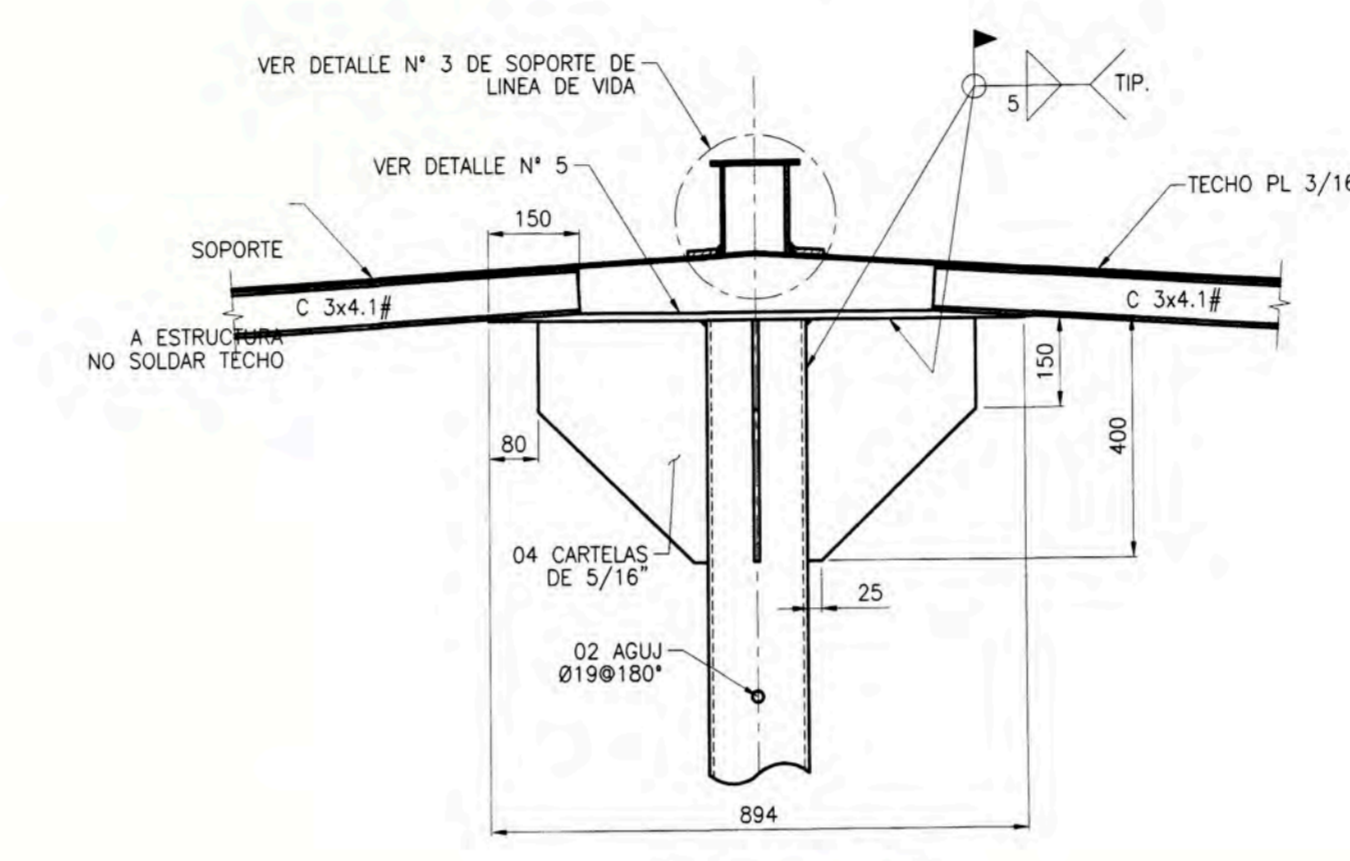
VISTA DE PLANTA
ESC. 1/20



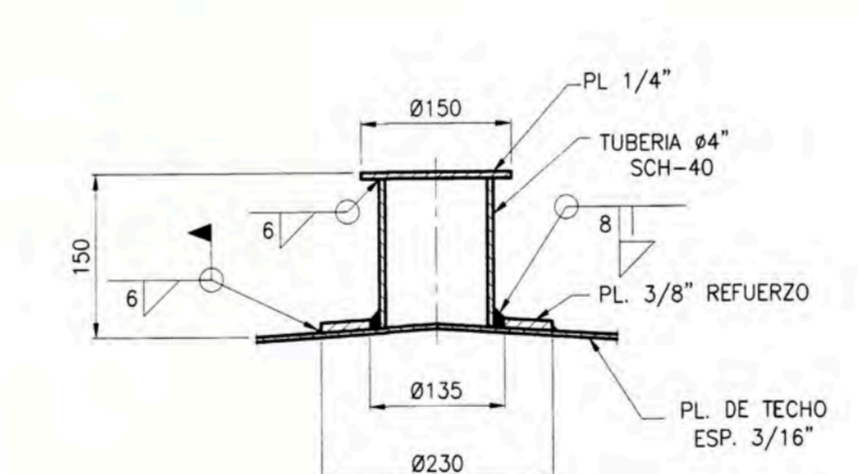
CORTE A-A
ESC. 1/20



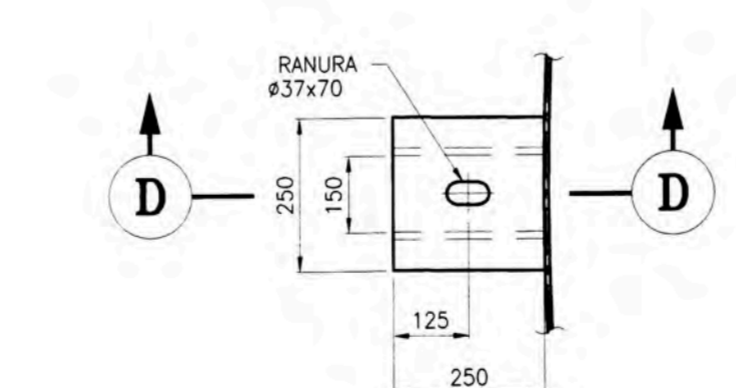
DETALLE N°1
UNION DE CILINDRO CON TECHO
ESC. 1/7.5



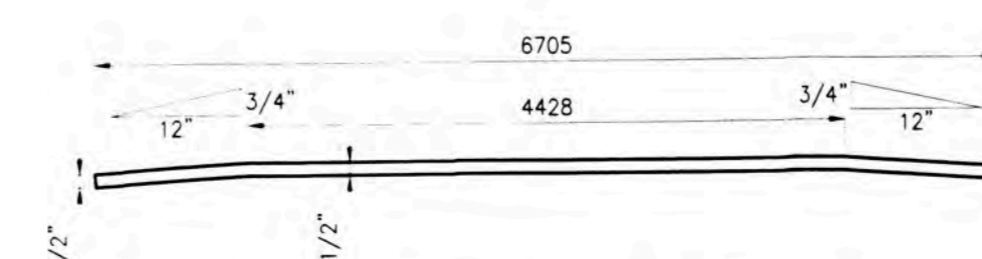
DETALLE N°2
UNION CENTRAL DEL TECHO
ESC. 1/12.5



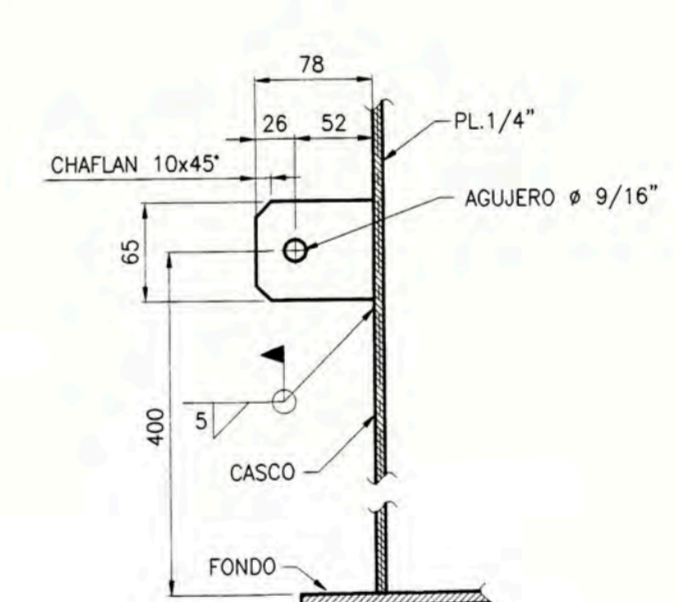
DETALLE N°3
SOPORTE DE LINEA DE VIDA
ESC. 1/7.5



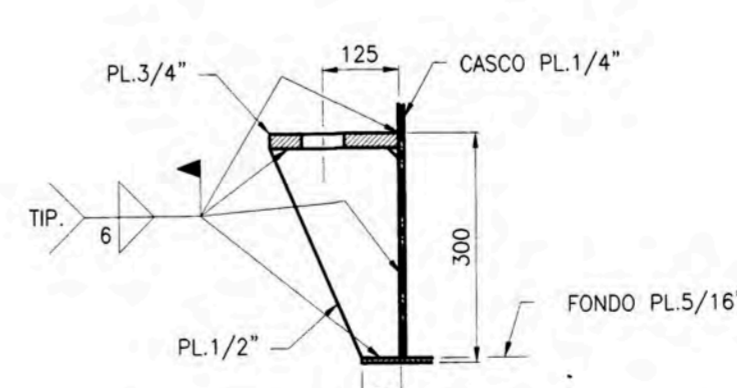
DETALLE N°4
SILLETA DE ANCLAJES (08 UNID.)
ESC. 1/12.5



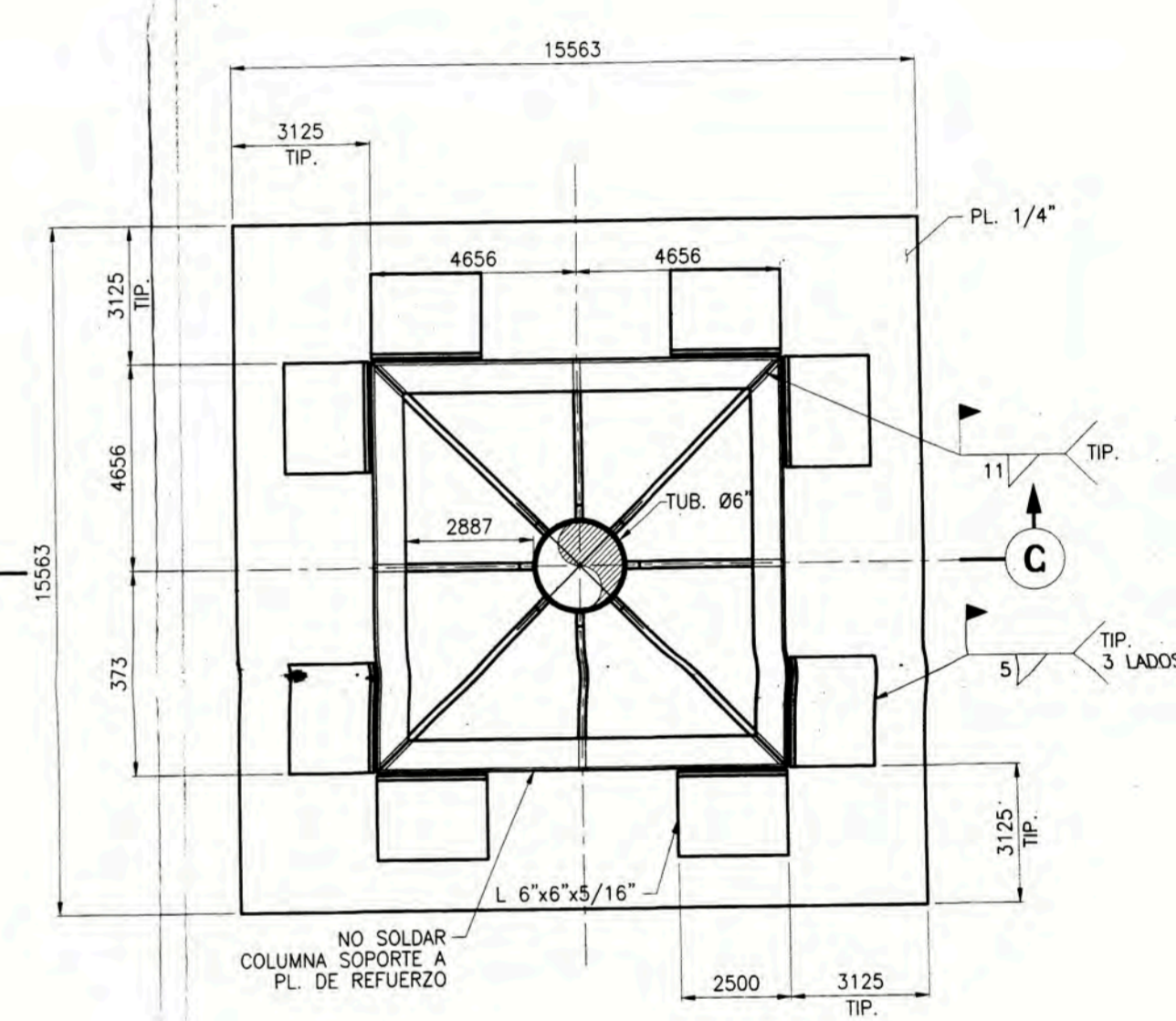
DETALLE N°5
PLANCHA PARA APOYO DE VIGAS
ESC. 1/7.5



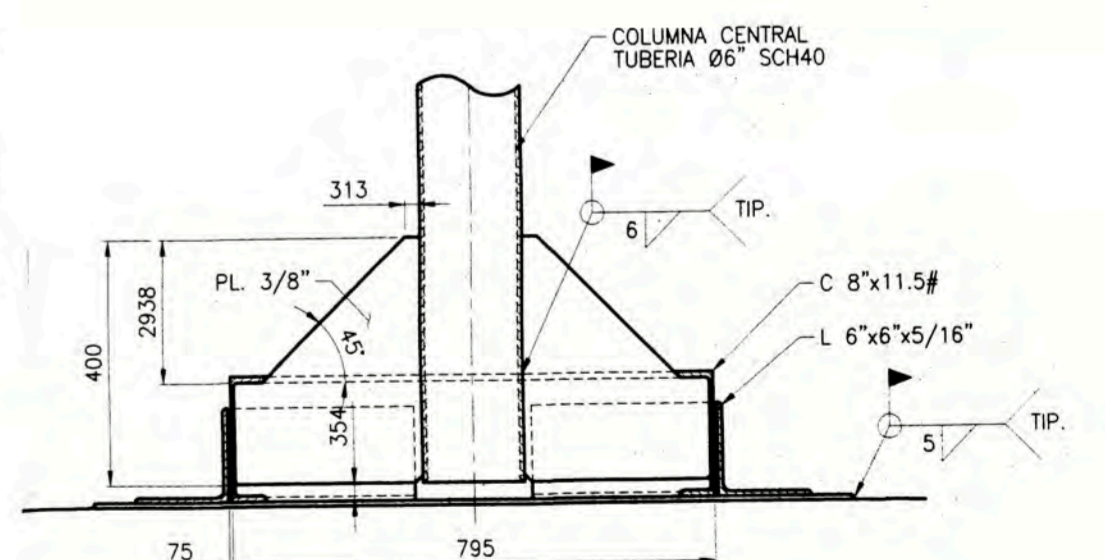
DETALLE DE
PUESTA A TIERRA
(CANT.: 02 UNID.)
ESCALA 1/5



CORTE D-D
ESC. 1/12.5



CORTE B-B
BASE DE SOPORTE CENTRAL
ESC. 1/12.5



CORTE C-C
BASE DE SOPORTE CENTRAL
ESC. 1/12.5

| LISTA DE MATERIALES | | | | | | |
|-----------------------------|----------|---|----------|----------|----------|--|
| Pza NO. | CANTIDAD | DESCRIPCION | LONGITUD | MATERIAL | PESO(Kg) | |
| TANQUE DE DIESEL D-2 | | | | | | |
| 1 | 06 | VIGAS C3x4.1# | | A-36 | 869.0 | |
| 2 | 01 | TUBERIA Ø6" Schelude 40 | 4512 | A-36 | 127.84 | |
| 3 | 01 | PLANCHA DE ACERO Ø 894 x 1/2" | | A-36 | 62.58 | |
| 4 | 14 | L6"x6"x5/16" | 200 | A-36 | 43.03 | |
| 5 | 04 | CARTELAS DE 400x250x5/16"(TECHO) | | A-36 | 49.85 | |
| 6 | 01 | PLANCHA DE ACERO 1245 x 1245 x 1/4"/(FONDO) | | A-36 | 77.27 | |
| 7 | 04 | C8x11.5# | 795 | A-36 | 54.56 | |
| 8 | 04 | CARTELAS DE ACERO 308x400x3/8"(FONDO) | | A-36 | 37.0 | |
| 9 | 04 | CARTELAS DE ACERO 492x400x3/8"(FONDO) | | A-36 | 59.0 | |
| 10 | 01 | PLANCHA #230x3/8" | | A-36 | 4.0 | |
| 11 | 01 | TUBERIA #4" Schelude 40 | 150 | A-36 | 3.0 | |
| 12 | 01 | PLANCHA DE ACERO #150x1/4" | | A-36 | 1.0 | |
| 13 | 02 | PLANCHA DE ACERO 100x50x1/4", CARTELA PUESTA A TIERRA | | A-36 | 0.8 | |
| 14 | 08 | PLANCHA DE ACERO 250x250x3/4", SILLETAS | | A-36 | 74.80 | |
| 15 | 16 | PLANCHA DE ACERO 273x250x1/2", SILLETAS | | A-36 | 108.80 | |
| | | TOTAL | | | 761.34 | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

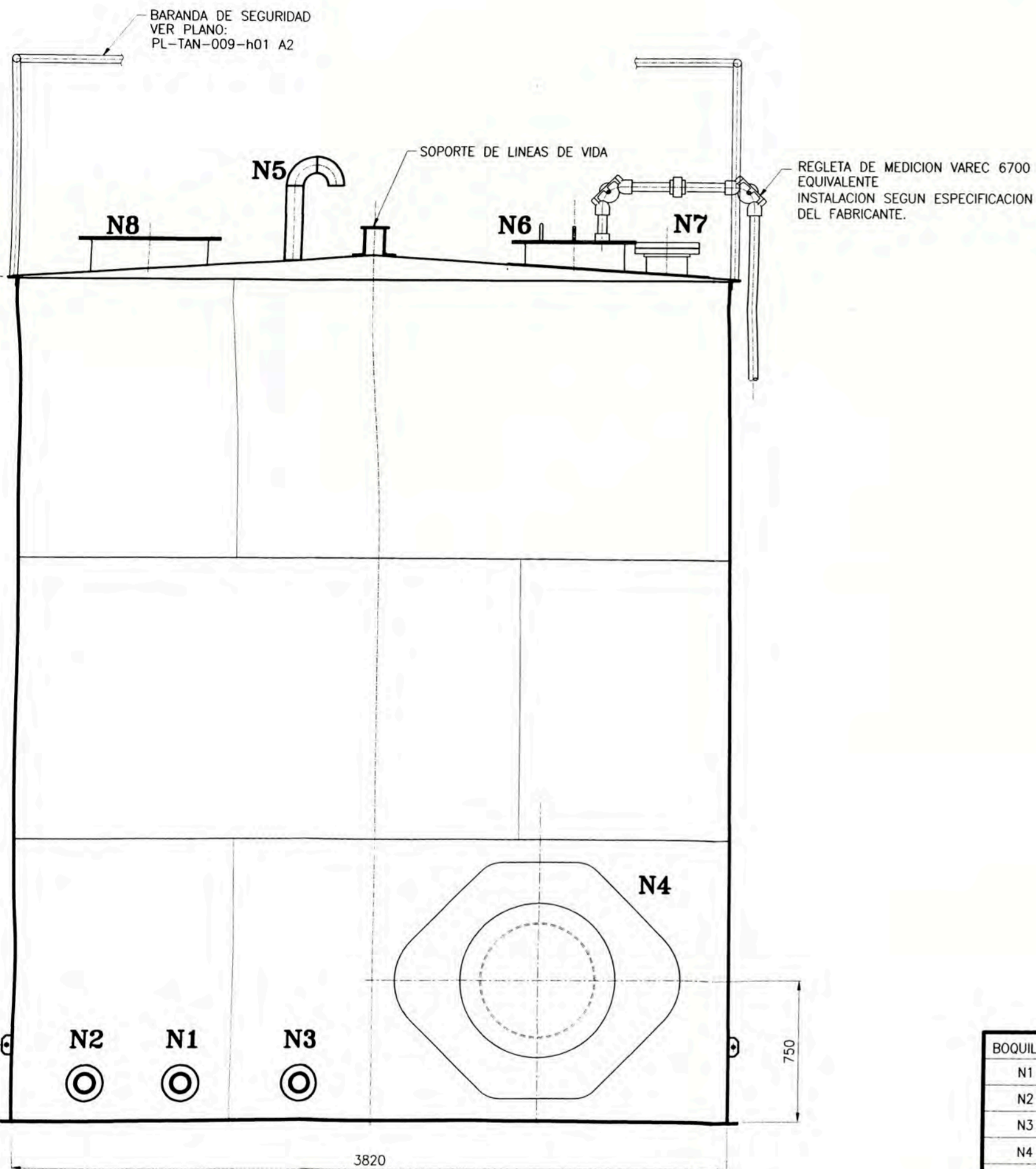
TITULO: INFORME DE SUFICIENCIA
DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR

PLANO: DETALLE DE ESTRUCTURA DE TECHO

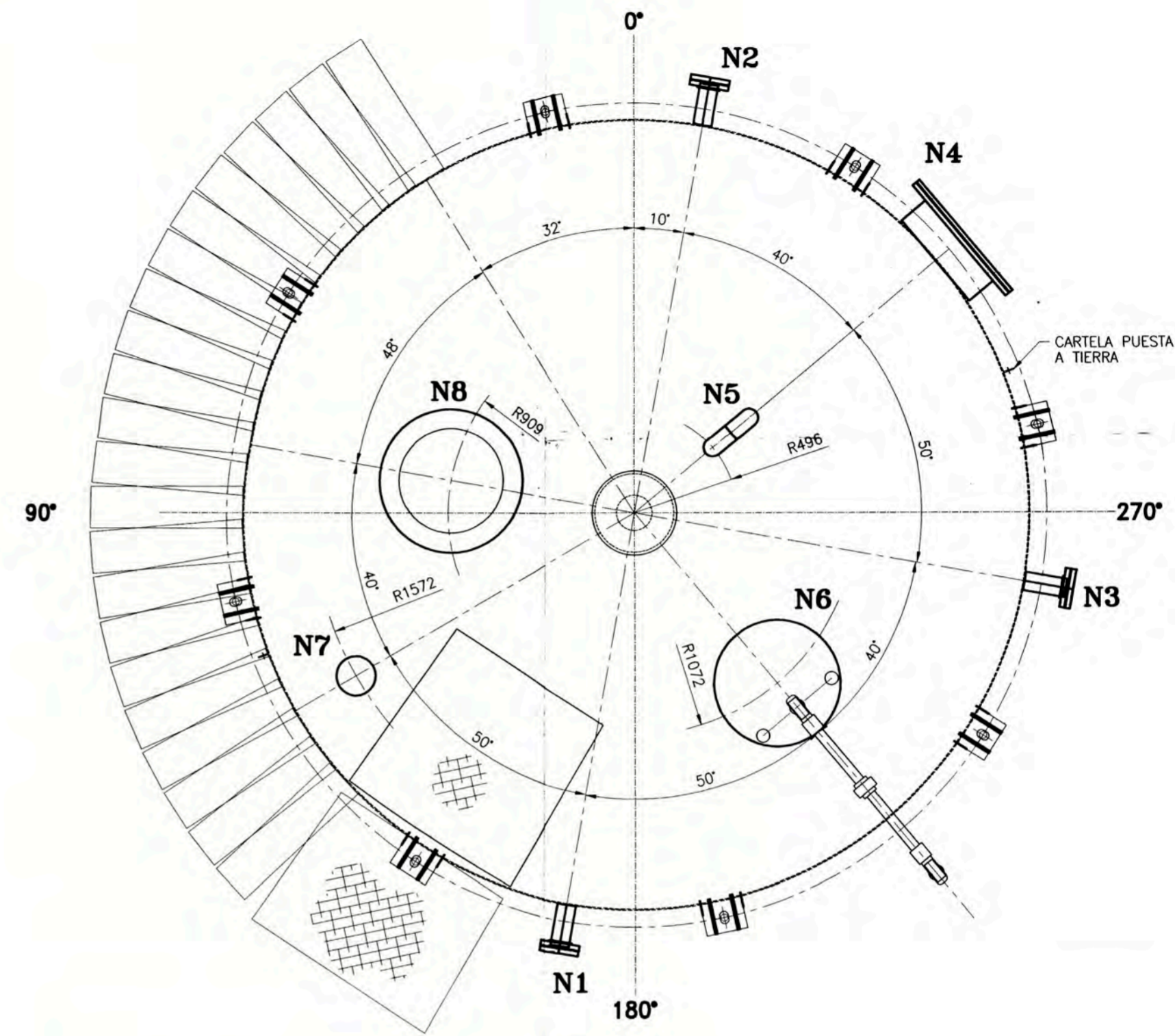
DISEÑADO: J. HOYOS P. PLANO N°: PL-TAN-004-h01 A1
 DIBUJADO: J. HOYOS P.
 REVISADO: J. HOYOS P. FECHA: ESCALA:
 APROBADO: F. ALVA 05-04-2010 INDICADA

NOTAS

1.- R1 = 5392 mm



ELEVACION TANQUE DE AGUA TRATADA-AT-001
 ESC.: 1/25



VISTA DE PLANTA
 ESC.: 1/25

LISTADO DE BOQUILLAS

| BOQUILLA | CANT. | SERVICIO | MEDIDA | REFERENCIA |
|----------|-------|---------------------------------|-----------|-----------------------|
| N1 | 1 | INGRESO DE DIESEL | Ø3"x150# | PL-TAN-006-h01 A2 |
| N2 | 1 | SALIDA DE DIESEL | Ø3"x150# | PL-TAN-006-h01 A2 |
| N3 | 1 | DRENAJE | Ø3"x150# | PL-TAN-006-h01/h02 A2 |
| N4 | 1 | MANHOLE DE CASCO | Ø24" | PL-TAN-007-h01 A3 |
| N5 | 1 | VENTEO | Ø3"x150# | PL-TAN-006-h01 A2 |
| N6 | 1 | MANHOLE PARA MEDICION DE NIVEL | Ø20"x150# | PL-TAN-006-h02 A2 |
| N7 | 1 | BOQUILLA PARA MEDICION DE NIVEL | Ø8"x150# | PL-TAN-006-h01 A2 |
| N8 | 1 | MANHOLE DE TECHO | Ø24" | PL-TAN-008-h01 A3 |

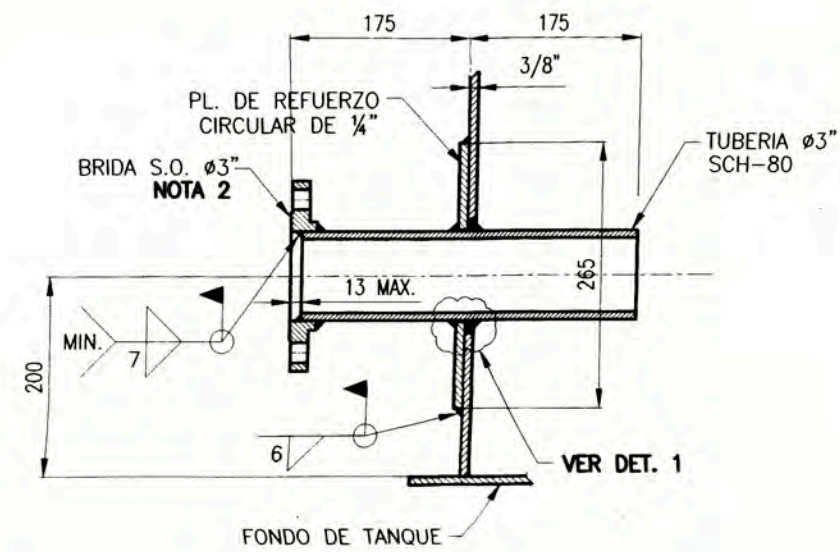
NOTAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

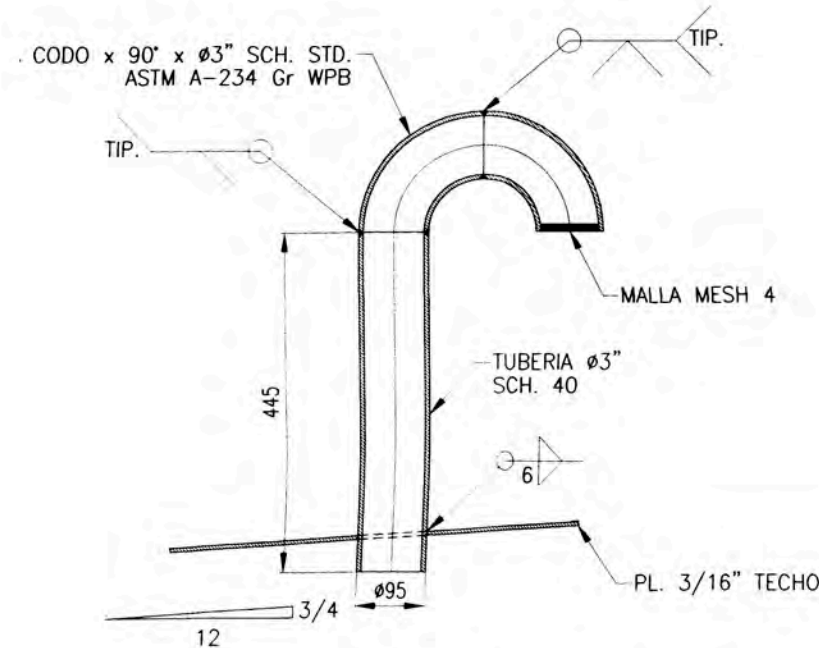
TITULO: **INFORME DE SUFICIENCIA**
 DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR

PLANO: **DISTRIBUCION DE BOQUILLAS**

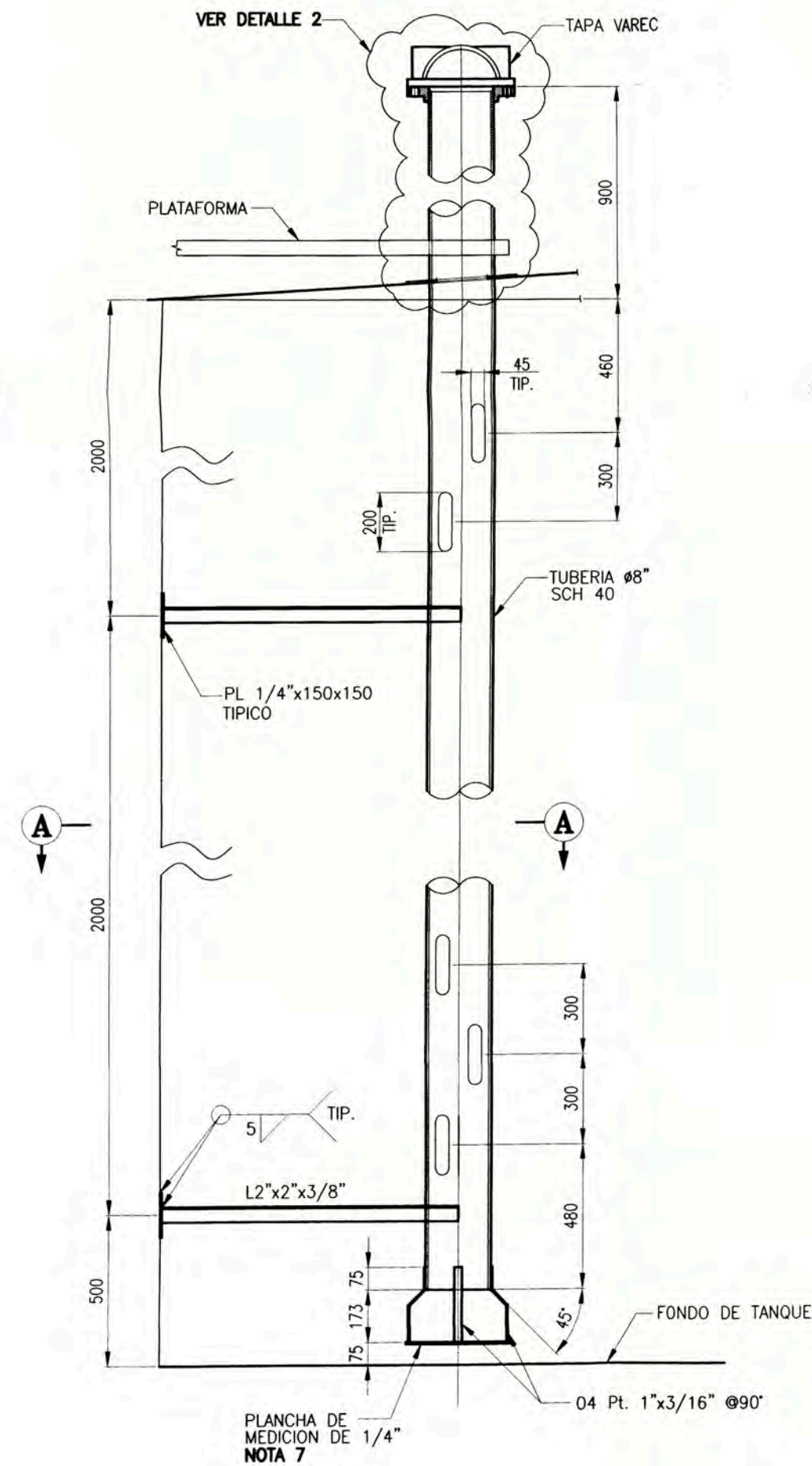
DISEÑADO: J. HOYOS P. PLANO Nº: PL-TAN-005-h01 A2
 DIBUJADO: J. HOYOS P.
 REVISADO: J. HOYOS P. FECHA: ESCALA:
 APROBADO: F. ALVA 05-04-2010 INDICADA



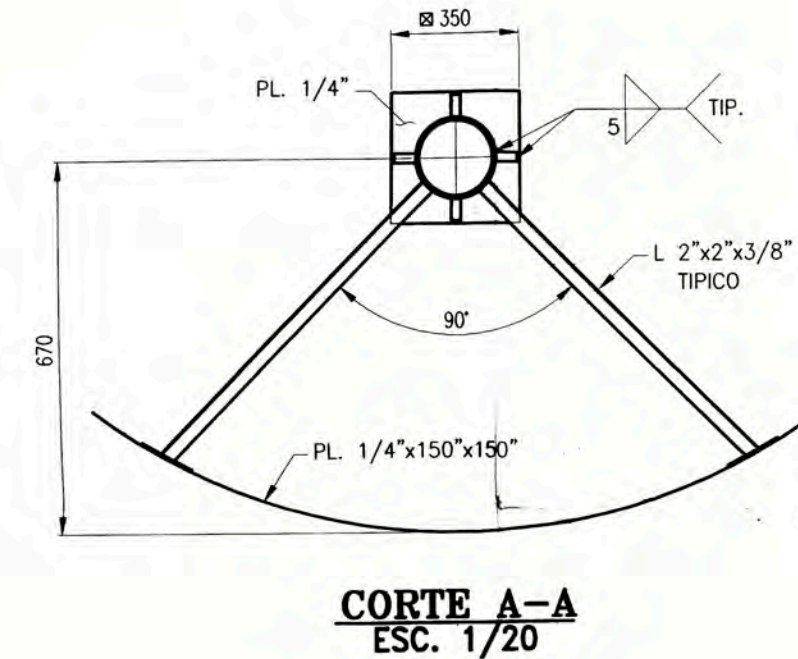
BOQUILLA N1/2/3
DE INGRESO DE DIESEL/ SALIDA DE DIESEL/ DRENAJE Ø3"
(CANT. 03)
ESC.: 1/7.5



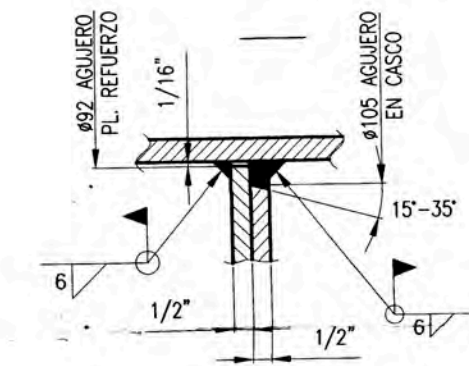
BOQUILLA N5 DE VENTEO Ø3"
"CUELLO DE GANSO"
(CANT. 01)
ESC.: 1/10



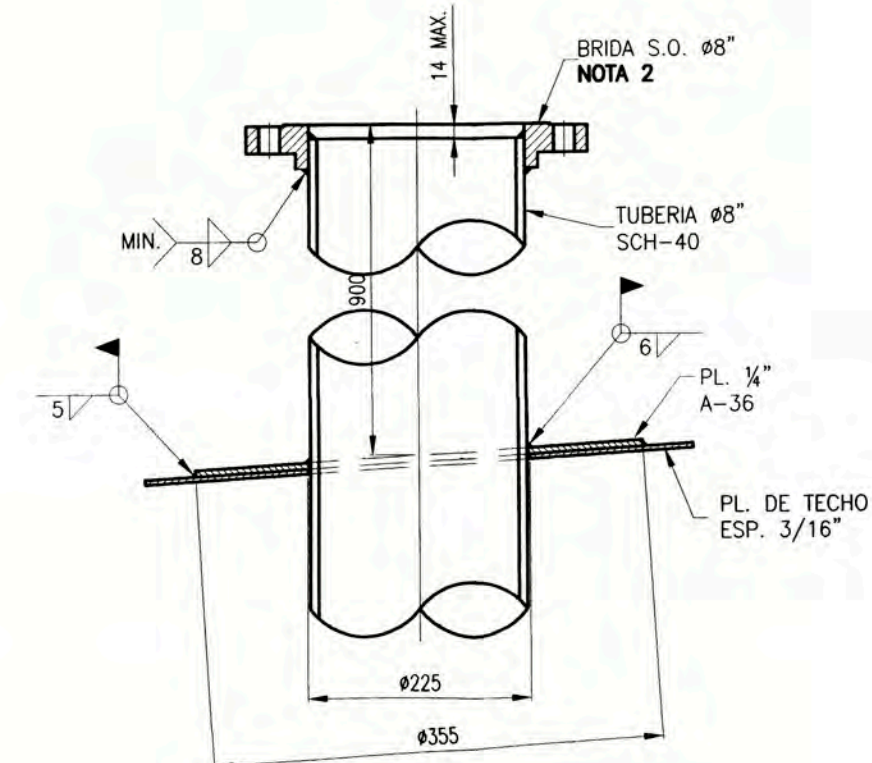
BOQUILLA N7
BOQUILLA DE MEDICION
(CANT. 01)
ESC. 1/20



CORTE A-A
ESC. 1/20



DETALLE 1
ESC.: 1/7.5



DETALLE 2
ESC. 1/7.5

ESPECIFICACIONES

MATERIAL : TUBERIA : ASTM A-53 Gr.B
 BRIDA : ASTM A-105 x 150#, RF.
 PLANCHAS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODO : E-60XX
 PRE CALENTAMIENTO : NO REQUERIDO
 POST CALENTAMIENTO : NO REQUERIDO

PINTURA : PROTECCION CONTRA LA CORROSION; EN CONTACTO CON EL AGUA, ARENADO AL METAL BLANCO Y APLICACION DE SISTEMA FENOLICO CON 20 MILS DE PELICULA SECA

PROTECCION CONTRA LA CORROSION EXTERNA: ARENADO AL METAL BLANCO Y APLICACION DE PINTURA EPOXICO POLIAMIDA CON 8 MILS DE PELICULA SECA Y APLICACION DE SISTEMA POLIURETANO CON 2 MILS DE PELICULA SECA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

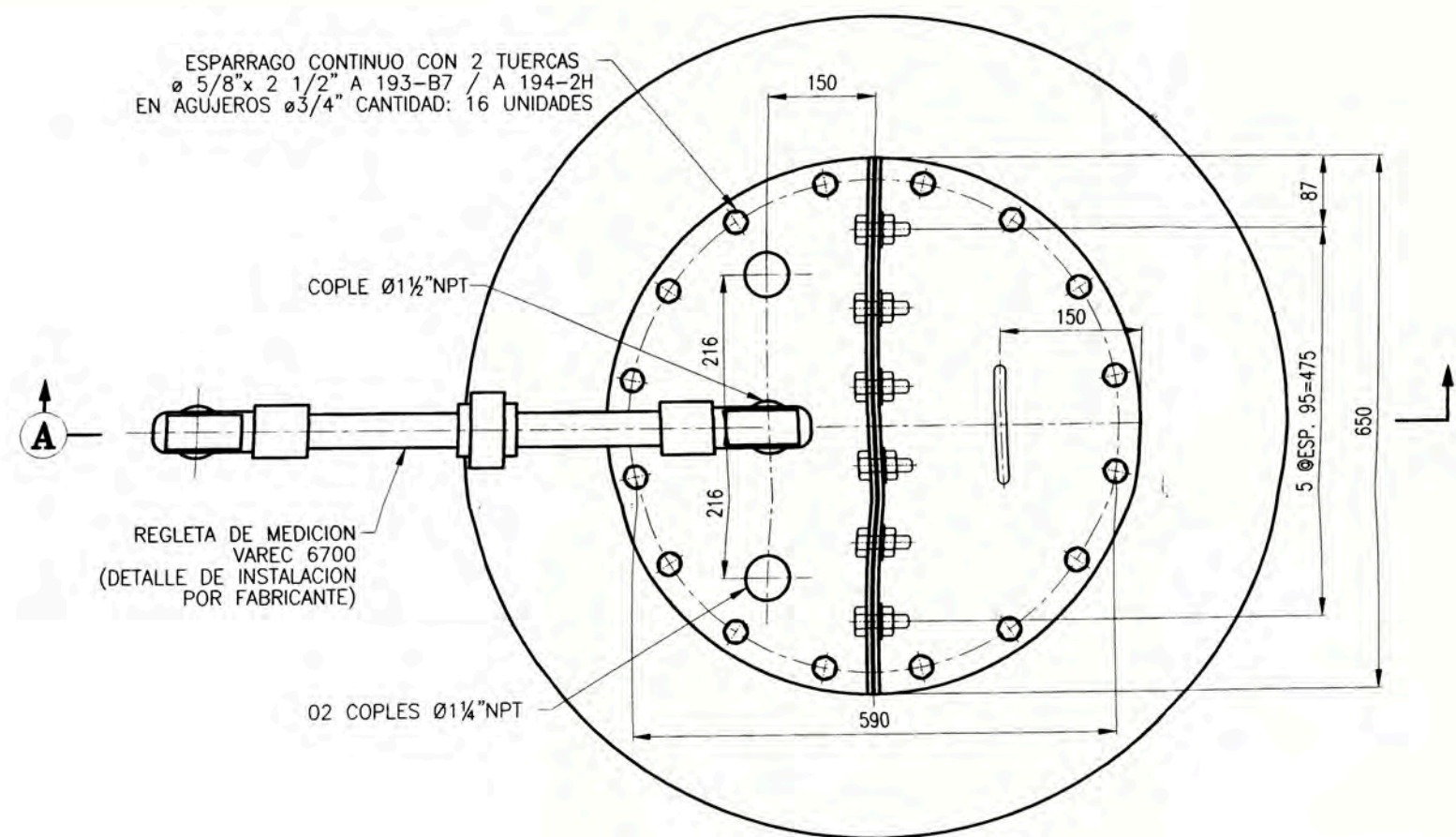
TITULO: INFORME DE SUFICIENCIA
DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR

PLANO: DETALLE DE BOQUILLAS DE CASCO Y TECHO

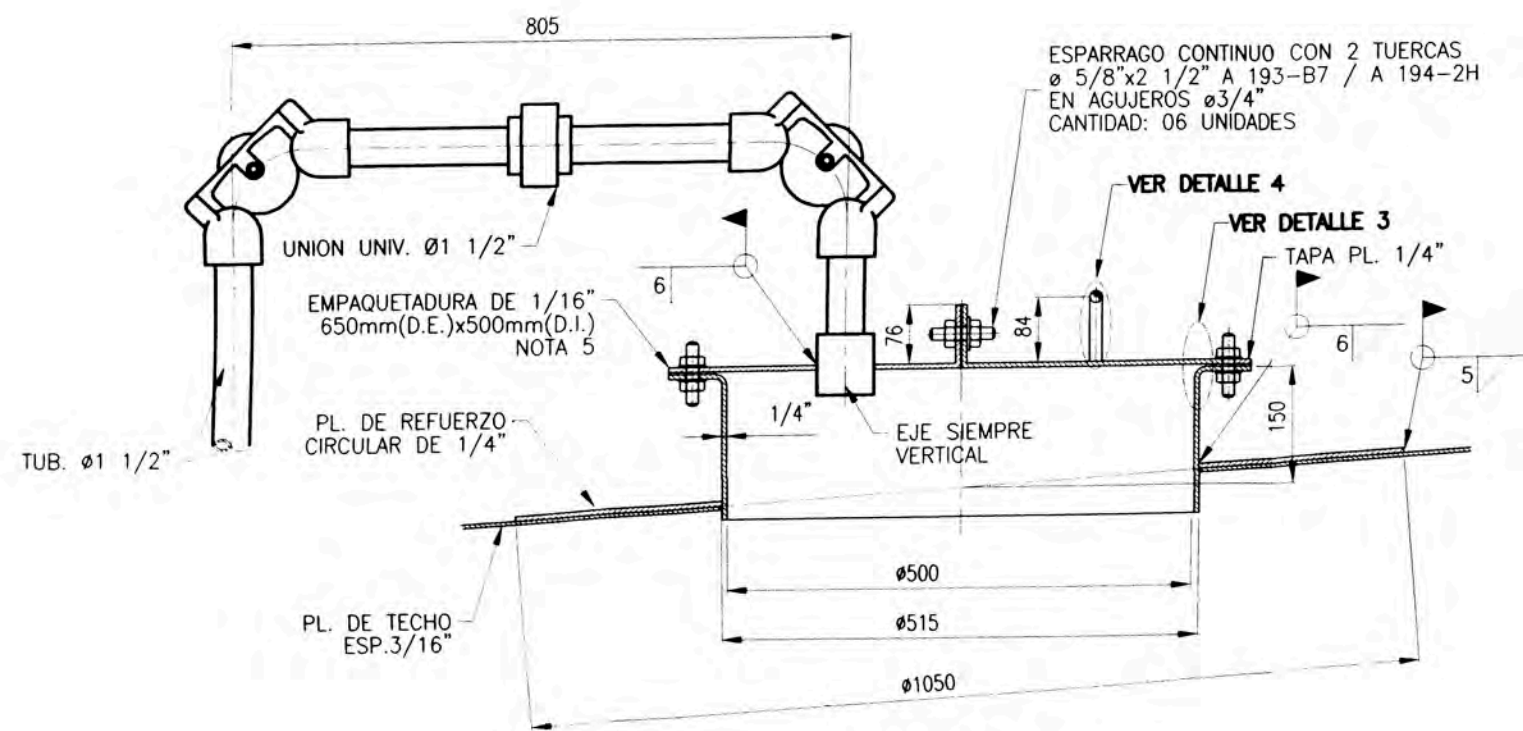
| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| DISEÑADO: J. HOYOS P. | PLANO N°: PL-TAN-006-h01 A2 |
| DIBUJADO: J. HOYOS P. | FECHA: 05-04-2010 |
| REVISADO: J. HOYOS P. | ESCALA: INDICADA |
| APROBADO: F. ALVA | |

NOTAS

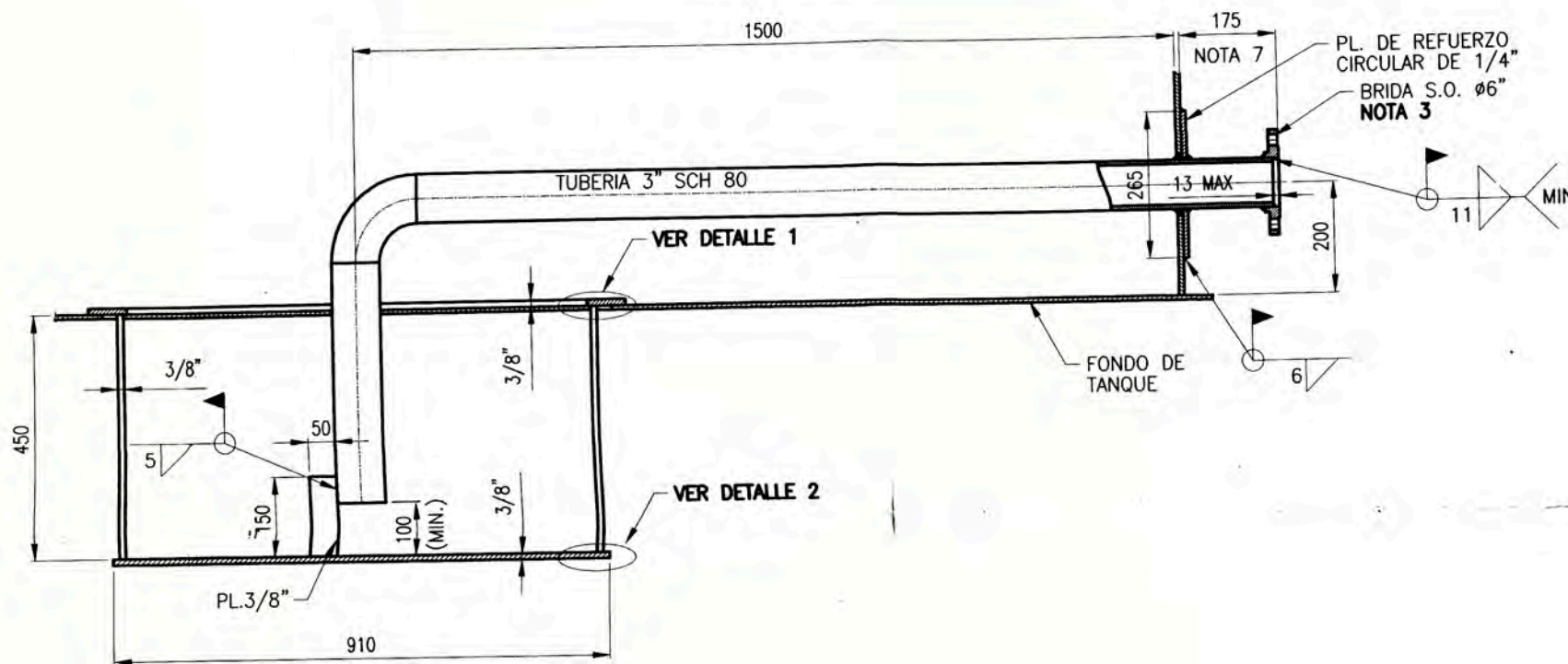
- 1.- LAS PLANCHAS DE REFUERZO DE LAS BOQUILLAS SERAN DEL MISMO MATERIAL QUE LAS PLANCHAS DEL TANQUE.
- 2.- LAS BRIDAS DE LAS BOQUILLAS DEL CASCO Y TECHO DEL TANQUE PODRAN SER WELDING NECK O SLIP ON TAL COMO SE MUESTRA, MANTENIENDO SIEMPRE LA LONGITUD TOTAL DE LA BOQUILLA.
- 3.- HACER AGUJERO DE LLORO DE Ø1/2" EN LA LINEA DE CENTRO HORIZONTAL DE LA PLANCHA DE REFUERZO DE LAS BOQUILLAS DEL CASCO.
- 4.- VER UBICACION DE BOQUILLAS EN PLANO: PL-TAN-005-h01
- 5.- SE COLOCARAN LOS SOPORTES A CADA 2M DE LONGITUD.
- 6.- LA PLANCHA DE REFERENCIA SERA COLOCADA A NIVEL HORIZONTAL.
- 8.- VER UBICACION DE BOQUILLAS EN PLANO: PL-TAN-005-h01 A1



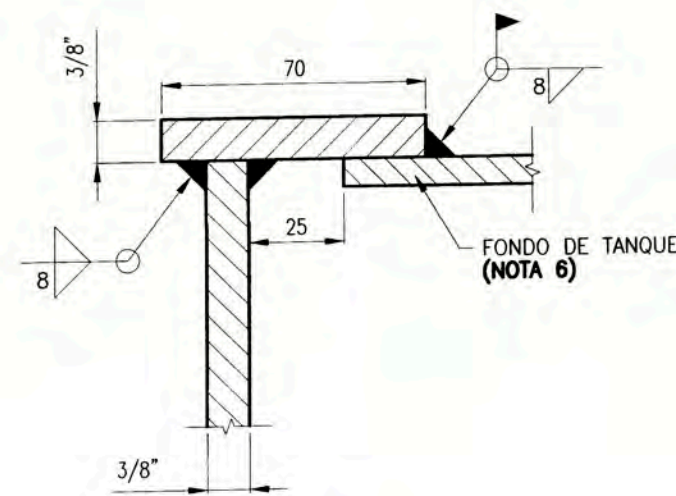
BOQUILLA N6
CUBIERTA DE INSPECCION DE NIVEL Ø20
Y REGLA DE MEDICION
CANT.: 01 UNID.
ESC.: 1/10



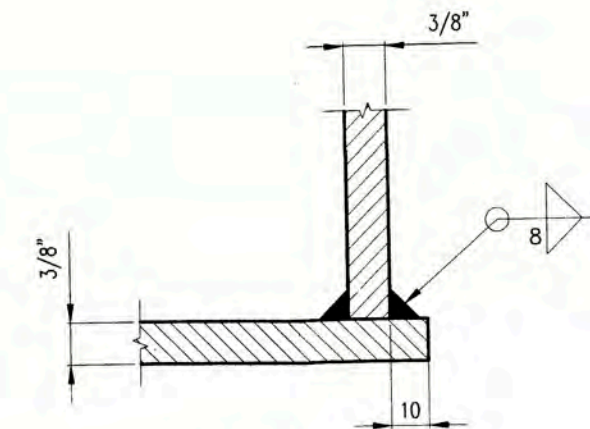
CORTE A-A
ESC.: 1/10



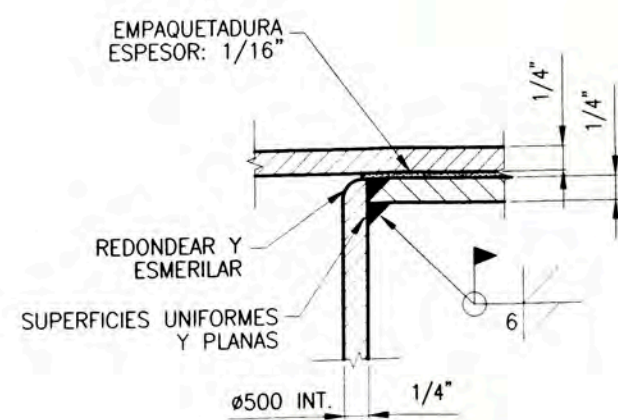
SUMIDERO Y BOQUILLA DE DRENAJE N3 Ø3"
(CANT.: 01 UNID.)
ESC.: 1/12.5



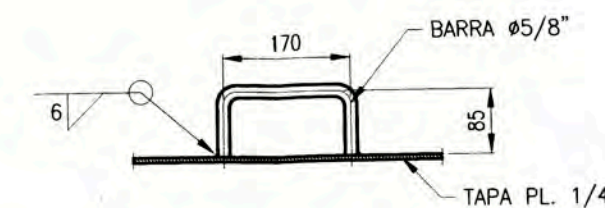
DETALLE 1
ESC.: 1/2



DETALLE 2
ESC.: 1/2



DETALLE 3
ESC.: 1/2



DETALLE 4
ESC.: 1/10

ESPECIFICACIONES

MATERIAL : TUBERIA : ASTM A-53 Gr. B
 BRIDA : ASTM A-105 x 150#, RF.
 PLANCHAS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODO : E-60XX
 PRE CALENTAMIENTO : NO REQUERIDO
 POST CALENTAMIENTO : NO REQUERIDO

PINTURA : PROTECCION CONTRA LA CORROSION; EN CONTACTO CON EL AGUA, ARENADO AL METAL BLANCO Y APLICACION DE SISTEMA FENOLICO CON 20 MILS DE PELICULA SECA

PROTECCION CONTRA LA CORROSION EXTERNA:
 ARENADO AL METAL BLANCO Y APLICACION DE PINTURA EPOXICO POLIAMIDA CON 8 MILS DE PELICULA SECA Y APLICACION DE SISTEMA POLIETERANO CON 2 MILS DE PELICULA SECA

NOTAS

- 1.- LAS PLANCHAS DE REFUERZO DE LAS BOQUILLAS SERAN DEL MISMO MATERIAL QUE LAS PLANCHAS DEL TANQUE.
- 2.- HACER AGUERO DE LLORO DE Ø 1/2" EN LA LINEA DE CENTRO HORIZONTAL DE LA PLANCHA DE REFUERZO DE LAS BOQUILLAS DEL CASCO.
- 3.- LAS BRIDAS DE LAS BOQUILLAS DEL CASCO DEL TANQUE PODRAN SER WELDING NECK O SLIP ON TAL COMO SE MUESTRA, MANTENIENDO SIEMPRE LA LONGITUD TOTAL DE LA BOQUILLA.
- 4.- EL EJE DE LAS BOQUILLAS DEL TECHO SE INSTALARA SIEMPRE EN FORMA VERTICAL A LA BASE DEL TANQUE
- 5.- EN EL MANHOLE DE TECHOLA EMPAQUETADURA A UTILIZAR SERA LIBRE DE ASBESTOS.
- 6.- CORTAR AGUERO EN PLANCHA DE FONDO, HACER EXCAVACION CUIDADOSA PARA DAR FORMA AL SUMIDERO DE DECANTACION, UBICAR Y SOLDAR SUMIDERO AL FONDO DEL TANQUE.
- 7.- LA EXTENSION DE LA TUBERIA DE DRENAJE DEL SUMIDERO DEPENDERA DE LA UBICACION DE LA ESCUADRA DE DRENAJE EXTERNA AL TANQUE.
- 8.- VER UBICACION DE BOQUILLAS EN PLANO: PL-TAN-005-H01 A1

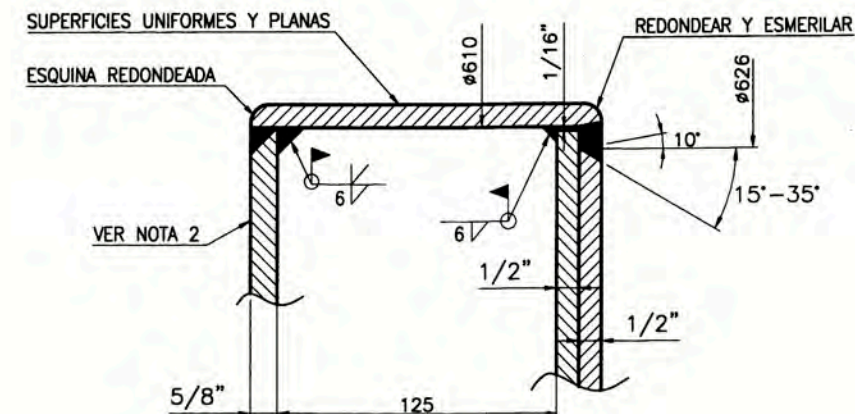
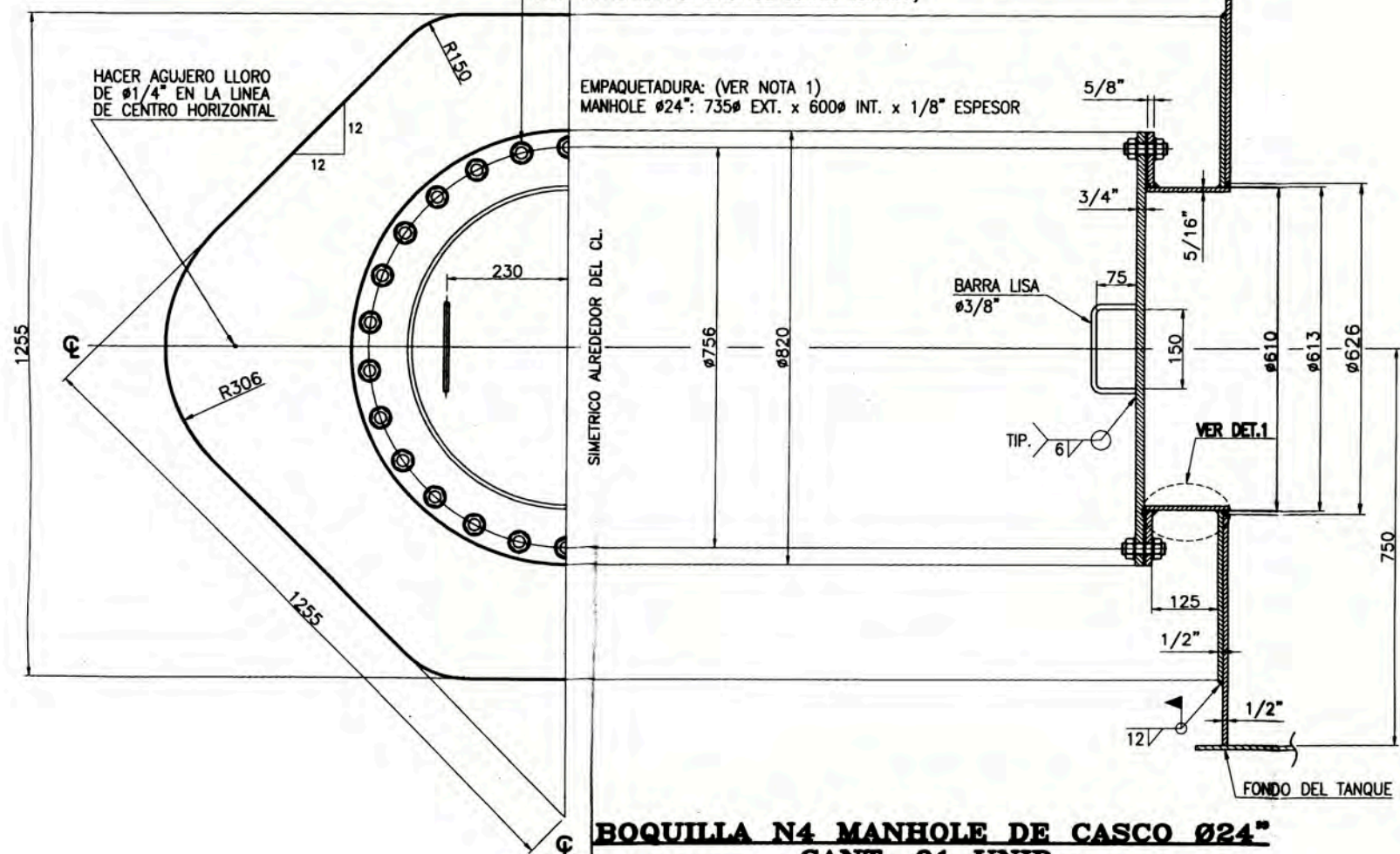
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO: INFORME DE SUFICIENCIA
DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR

PLANO: DETALLE DE BOQUILLAS DE CASCO Y TECHO

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| DISEÑADO: J. HOYOS P. | PLANO N°: PL-TAN-006-h02 A2 |
| DEBUIJADO: J. HOYOS P. | FECHA: 05-04-2010 |
| REVISADO: J. HOYOS P. | ESCALA: INDICADA |
| APROBADO: F. ALVA | |

MANHOLE Ø24": 28 ESPARRAGOS DE $\frac{3}{4}$ " x $3\frac{1}{2}$ " CON 2 TUERCAS A 193-B7/A 194-2H
 EN AGUJEROS DE $\frac{7}{8}$ " (LOS AGUJEROS PARA LOS PERNOS SE DISTRIBUIRAN
 SIMETRICAMENTE A LA LINEA DE CENTRO VERTICAL)



BOQUILLA N4 MANHOLE DE CASCO Ø24"
CANT. 01 UNID.
ESC.:1/12.5

LISTADO DE MATERIALES PARA MANHOLE DE CASCO Ø24"

| ITEM | CANT. | DESCRIPCION | LONGITUD | MATERIAL | PESO (Kg.) |
|------|-------|--|------------------|---------------------|---------------|
| 1 | 2 | BARRA LISA $\frac{3}{8}$ " | 340 | ASTM A-36 | 0.38 |
| 2 | 1 | EMPAQUETADURA $\frac{1}{8}$ " O.D. 735 | I.D. 600 | NON ASBESTO | |
| 3 | 28 | ESPARRAGO CONTINUO $\frac{3}{4}$ " CON DOS TUERCAS | $3\frac{1}{2}$ " | A-193 B7 / A-194 2H | |
| 4 | 1 | PI. $\frac{3}{4}$ " (TAPA DE MANHOLE) | Ø820 | ASTM A-36 | 78.97 |
| 5 | 1 | PI. $\frac{5}{8}$ " x O.D. 820 (BRIDA DEL MANHOLE) | I.D. 619 | ASTM A-36 | 28.4 |
| 6 | 1 | PI. $\frac{5}{16}$ " x 1910 (CUELLO DEL MANHOLE) | 166 | ASTM A-36 | 19.79 |
| 7 | 1 | PI. $\frac{1}{2}$ " x O.D. 1255 (REFUERZO) | I.D. 619 | ASTM A-36 | 109.45 |
| | | | | TOTAL | 236.99 |

NOTAS

- EL MATERIAL DE LA EMPAQUETADURA SERA DE TIPO NON ASBESTO KLINGER SIL C-4401 O SIMILAR TECNICO
- LA SUPERFICIE PARA LA EMPAQUETADURA DEBERA SER MAQUINADA PARA PROVEER UN MINIMO APOYO DE EMPAQUETADURA DE $\frac{3}{4}$ " DE ANCHO TANTO EN LA TAPA COMO EN LA BRIDA DE APOYO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO:

INFORME DE SUFICIENCIA

DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES
 DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2
 BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR

PLANO:

DETALLE DE MANHOLE Ø24" DE CASCO

DISEÑADO: J. HOYOS P.

PLANO Nº:

PL-TAN-007-h01 A3

DIBUJADO: J. HOYOS P.

REVISADO: J. HOYOS P.

FECHA:

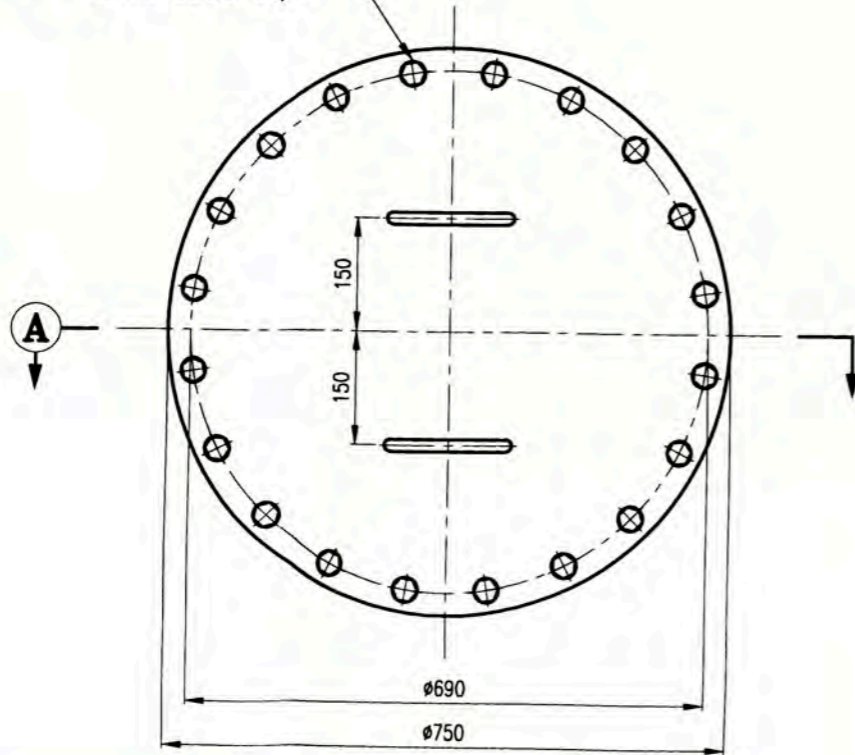
05-04-2010

ESCALA:

NERCADA

APROBADO: F. ALVA

20 ESPARRAGOS CONTINUO CON 02 TUERCAS
 ϕ 5/8" x 2 1/2" A-193-B7 / A-194-2H
 EN AGUJEROS ϕ 3/4"

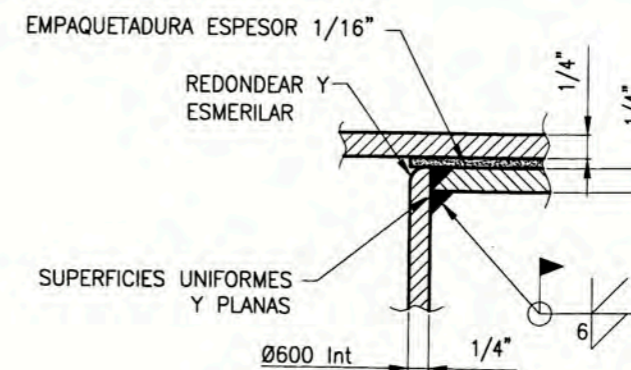


BOQUILLA N8 MANHOLE DE TECHO ϕ 24"

CANT.: 01 UNID.
 ESC.: 1/10

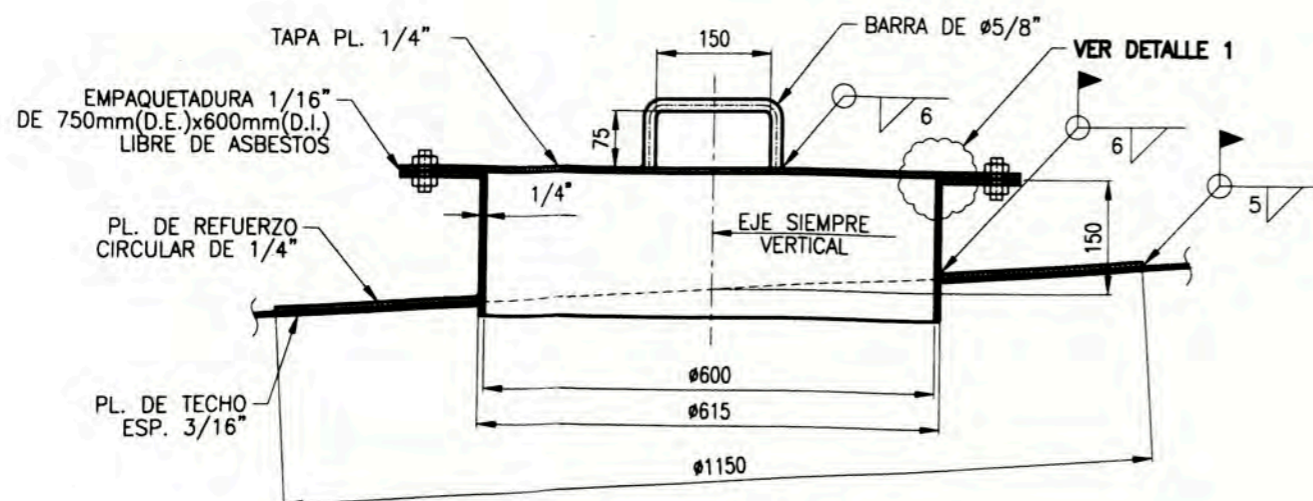
LISTA DE MATERIALES PARA 01 MANHOLE TECHO 24" ϕ

| ITEM | CANT. | DESCRIPCION | LONGITUD (mm) | MATERIAL | PESO (kg) |
|-------|-------|---|---------------|--------------------------------|-----------|
| 01 | 2 | BARRA LISA ϕ 5/8" | 340 | ASTM A-36 | 1.06 |
| 02 | 1 | EMPAQUETADURA 1/16" x O.D. 750 | I.D. 600 | NON ASBESTO | |
| 03 | 20 | ESPARRAGO CONTINUO ϕ 5/8" CON 02 TUERCAS | 2 1/2" | ASTM A-193 B7 ASTM A-194 2H | |
| 04 | 1 | PL. 1/4" (TAPA DEL MANHOLE) | ϕ 750 | ASTM A-36 | 22.02 |
| 05 | 1 | PL. 1/4" x O.D. 750 (BRIDA DEL MANHOLE) | I.D. 613 | ASTM A-36 | 7.32 |
| 06 | 1 | PL. 1/4" x 1905 (CUELLO DEL MANHOLE) | 190 | ASTM A-36 | 18.04 |
| 07 | 1 | PL. 1/4" x O.D. 1150 (REFUERZO) | I.D. 615 | ASTM A-36 | 36.97 |
| TOTAL | | | | | 85.41 |



DETALLE 1

ESC.: 1/2



CORTE A-A
 ESC.: 1/10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO:

INFORME DE SUFICIENCIA
 DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES
 DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2
 BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR

PLANO:

DETALLE DE MANHOLE ϕ 24" DE TECHO

DISEÑADO: J. HOYOS P.

PLANO N°:

DIBUJADO: J. HOYOS P.

PL-TAN-008-h01 A3

REVISADO: J. HOYOS P.

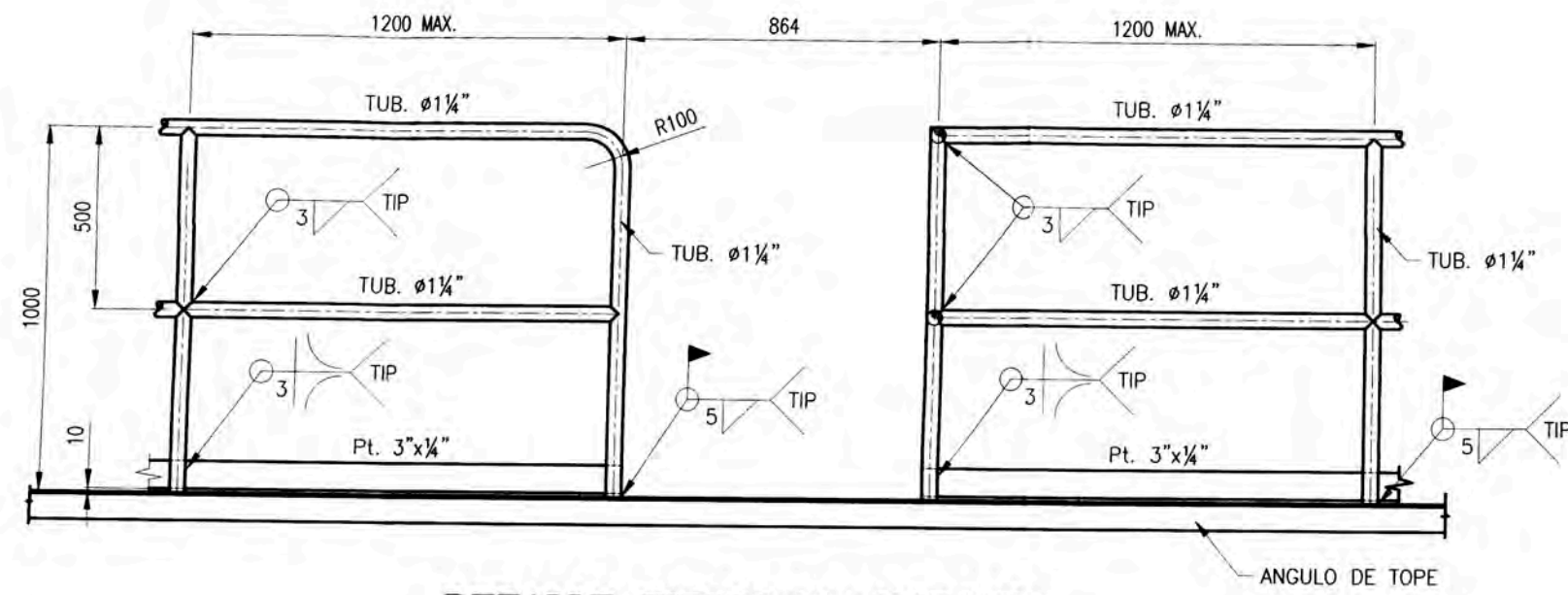
FECHA:

ESCALA:

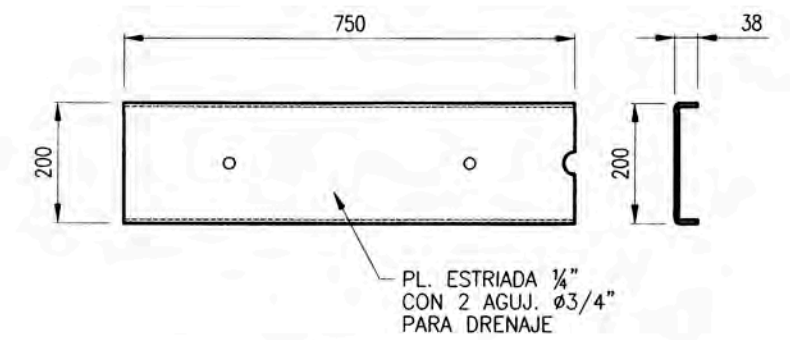
APROBADO: F. ALVA

05-04-2010

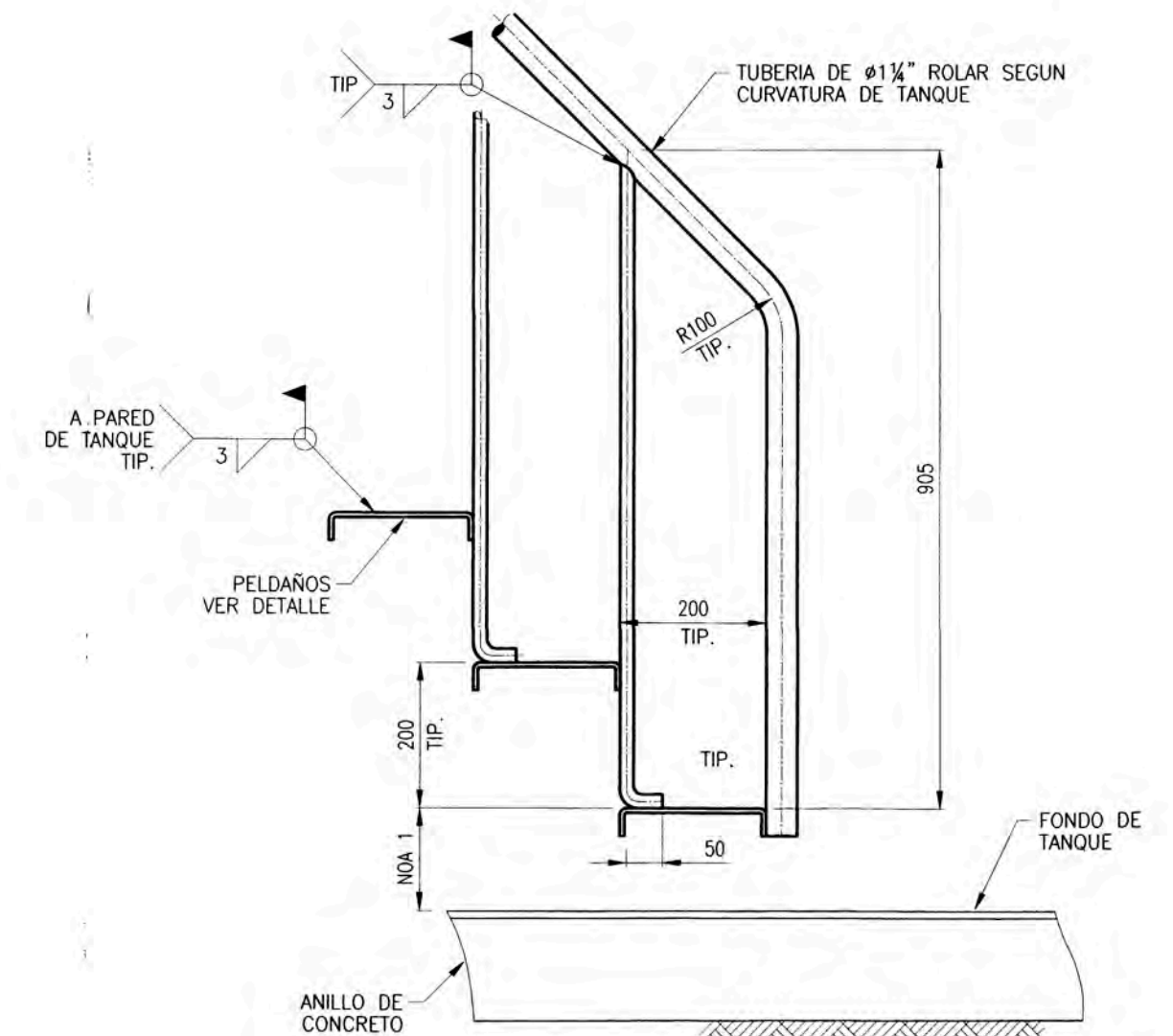
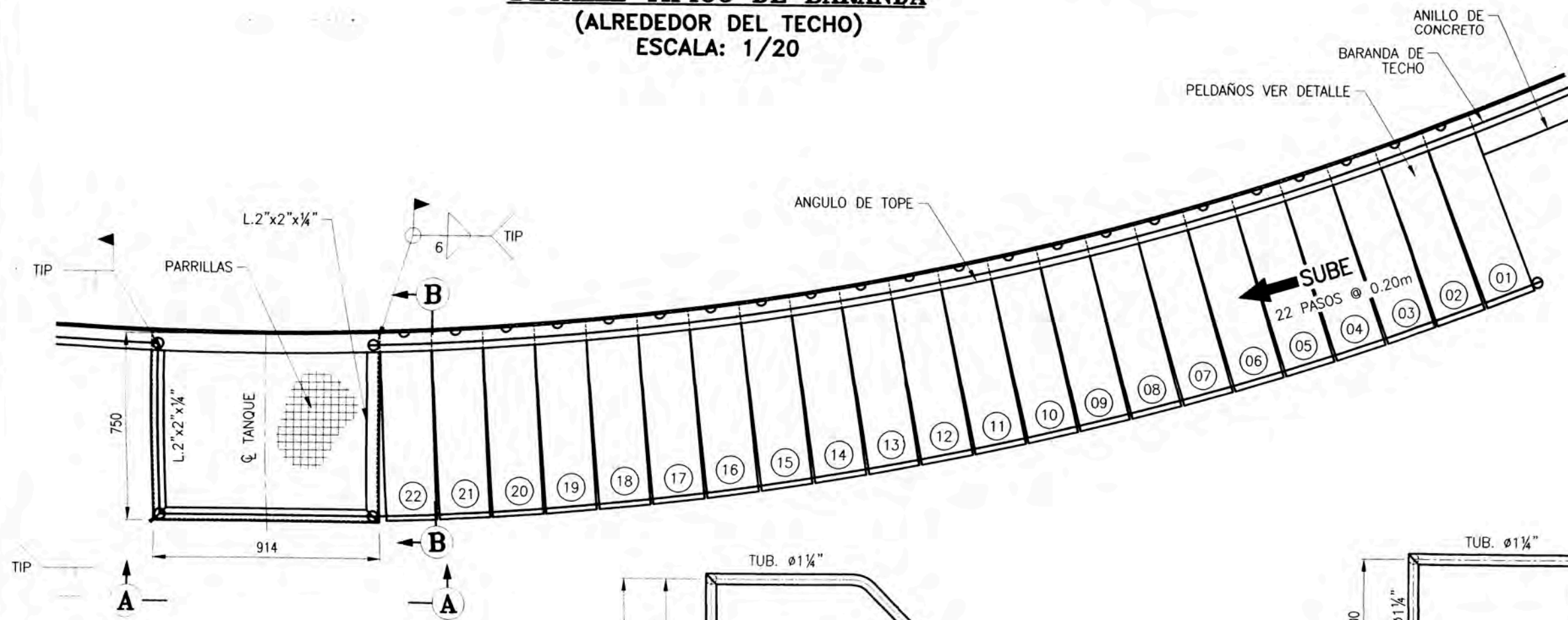
INDICADA



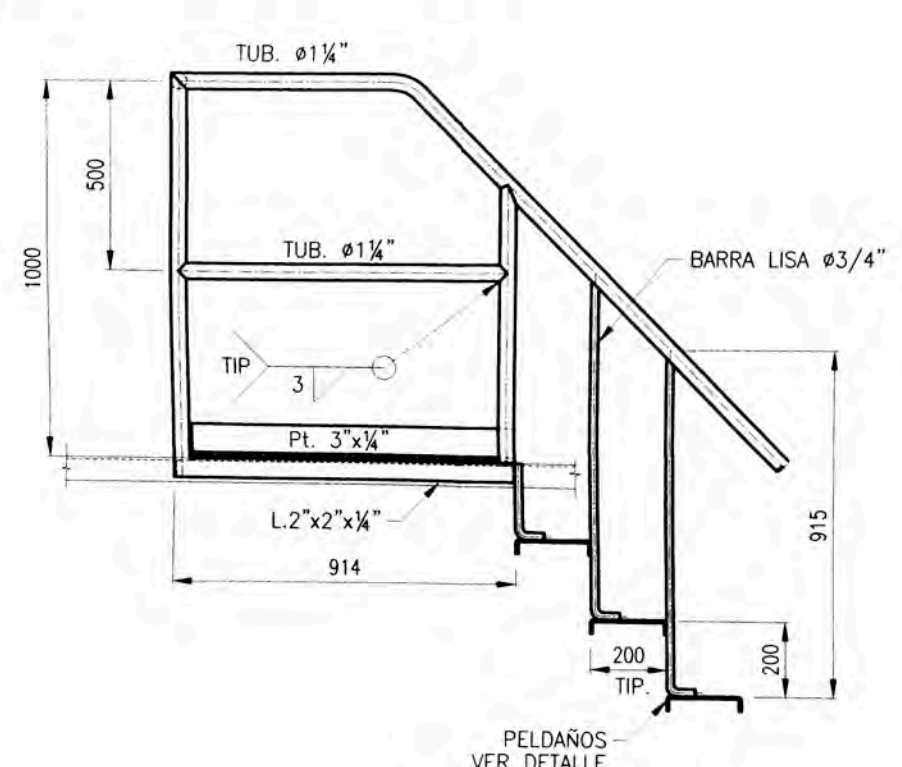
**DETALLE TIPICO DE BARANDA
(ALREDEDOR DEL TECHO)
ESCALA: 1/20**



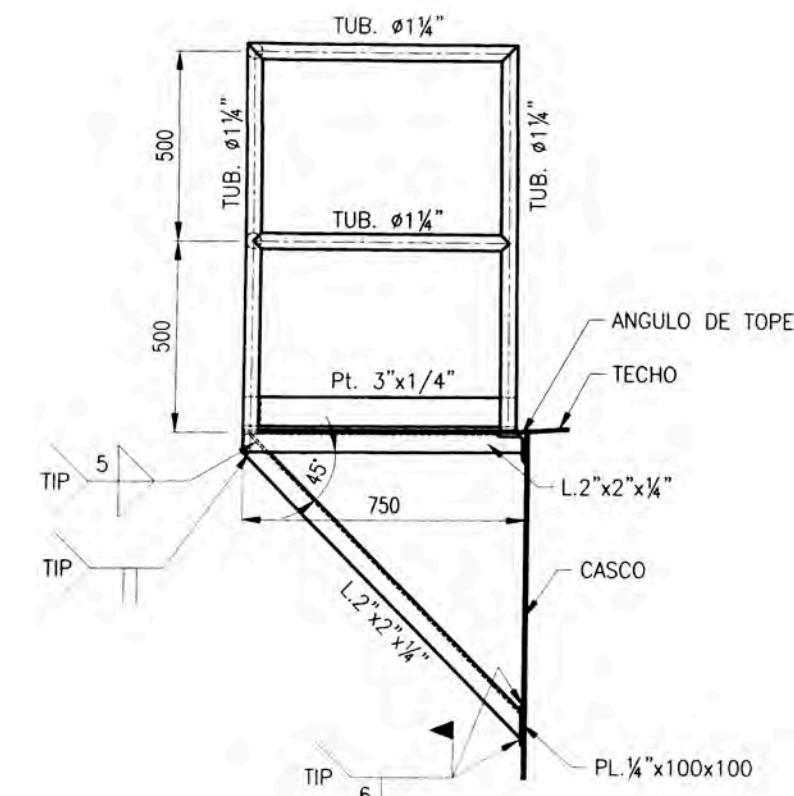
**DETALLE DE PELDAÑOS
CANT.: 22 UNID.
ESCALA: 1/12.5**



**DETALLE DE INSTALACION DE PELDAÑOS
ESCALA: 1/10**



**VISTA A-A
ESCALA: 1/20**



**VISTA B-B
ESCALA: 1/20**

| ESPECIFICACIONES | |
|------------------|---|
| MATERIAL : | PERFILES : ASTM A-36 PLANCHAS : ASTM A-36 PERNOS : ASTM A-325 TUERCAS : ASTM A-563 ARANDELAS : ASTM F-436 |
| SOLDADURA : | ELECTRODO : E-60XX PRE CALENTAMIENTO: NO REQUERIDO POST CALENTAMIENTO: NO REQUERIDO |
| PINTURA : | GALVANIZADO EN CALIENTE PELDAÑOS Y REJILLAS SISTEMA DE PINTURA PARA ESTRUCTURAS, BARRAS, Y TUBERIAS DE BARANDA, ARENADO AL METAL BLANCO Y APLICAR PINTURA EPOXICO POLIAMIDA CON 8 MILS DE PELICULA SECA LUEGO 2 MILS DE PELICULA SECA DE POLIURETANO, COLOR A SER DEFINIDO POR PURE BIODIESEL DEL PERU. |

- NOTAS**
- 1.- LA DISTANCIA MAXIMA DESDE EL FONDO DEL TANQUE AL PRIMER PELDAÑO SERA DE 200 mm COMO MAXIMO
 - 2.- CUANDO SE REQUIERA SE COLOCARA UN PASO DE CONCRETO PARA ACCEDER AL PRIMER PELDAÑO DEL TANQUE
 - 3.- LA UBICACION Y ORIENTACION DE LA ESCALERA SE DETERMINARA EN LOS PLANOS DEL PROYECTO

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | |
|--|-----------------------------|----------|
| TITULO: INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 10840 GALONES DE CAPACIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL 2 BACHILLER: JOSE ANTONIO HOYOS PASTOR | | |
| PLANO: DETALLE DE ESCALERA HELICOIDAL | | |
| DISEÑADO: J. HOYOS P. | PLANO N°: PL-TAN-009-h01 A2 | |
| DIBUJADO: J. HOYOS P. | FECHA: | ESCALA: |
| REVISADO: J. HOYOS P. | 05-04-2010 | INDICADA |
| APROBADO: F. ALVA | | |