

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFÉRICO DE
ALMACENAMIENTO DE $15\,152\text{ m}^3$
DE FERTILIZANTE LÍQUIDO UAN 32

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO

PRESENTADO POR:

JEAN PAUL ZAPATA QUITO

**PROMOCIÓN
2005-II**

**LIMA-PERÚ
2011**

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2 OBJETIVO
- 1.3 JUSTIFICACION
- 1.4 ALCANCES
- 1.5 LIMITACIONES

2 GENERALIDADES SOBRE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

- 2.1 CONCEPTO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- 2.2 TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO
- 2.3 SOBRE EL API 650
- 2.4 MATERIALES A UTILIZAR EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO
- 2.5 PROTECCIÓN ANTICORROSIVA
- 2.6 CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO VERTICAL ATMOSFÉRICOS.

3 FERTILIZANTE LÍQUIDO UAN 32

- 3.1 FERTILIZANTES LÍQUIDOS
- 3.2 MERCADO DE LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS
- 3.3 UAN 32
- 3.4 ALMACENAMIENTO DEL FERTILIZANTE LÍQUIDO UAN 32

4 EVALUACIÓN TÉCNICA

- 4.1 ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO
- 4.2 RENDIMIENTOS PROMEDIO DE CONSTRUCCIÓN

5 DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL DE ALMACENAMIENTO.

- 5.1 CRITERIOS DE DISEÑO.
- 5.2 DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO.
- 5.3 MEMORIA DE CÁLCULO.
- 5.4 LISTA DE MATERIALES.
- 5.5 SISTEMAS DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL.

6 COSTOS

- 6.1 ESTIMACION ECONOMICA DE CONSTRUCCION DEL TANQUE

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PLANOS

APENDICE

INDICE

PRÓLOGO.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVO.....	3
1.3 JUSTIFICACION.....	4
1.4 ALCANCES.....	4
1.5 LIMITACIONES.....	5
2 GENERALIDADES SOBRE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	6
2.1 CONCEPTO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	7
2.2 TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	8
2.3 SOBRE EL API 650.....	10
2.4 MATERIALES A UTILIZAR EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	10
2.5 PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.....	14
2.6 CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO VERTICAL ATMOSFÉRICOS.....	15
3 FERTILIZANTE LÍQUIDO UAN 32.....	24
3.1 FERTILIZANTES LÍQUIDOS.....	24
3.2 MERCADO DE LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS.....	27
3.3 UAN 32.....	29
3.4 ALMACENAMIENTO DEL FERTILIZANTE LÍQUIDO UAN 32.....	31
4 EVALUACIÓN TÉCNICA.....	34
4.1 ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO.....	34
4.2 RENDIMIENTOS PROMEDIO DE CONSTRUCCIÓN.....	38
5 DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL DE ALMACENAMIENTO.....	39
5.1 CRITERIOS DE DISEÑO.....	39
5.2 DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO.....	41
5.3 MEMORIA DE CÁLCULO.....	44
5.4 LISTA DE MATERIALES.....	79
5.5 SISTEMAS DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL.....	81
6 COSTOS.....	84
6.1 ESTIMACION ECONOMICA DE CONSTRUCCION DEL TANQUE.....	84
CONCLUSIONES.....	89
BIBLIOGRAFIA.....	90
APENDICE.....	91
PLANOS.....	98

PROLOGO

El presente estudio ha sido realizado considerando las necesidades y expectativas que se tienen al respecto del crecimiento del mercado para el uso del tipo de producto a almacenar.

El estándar utilizado para el diseño es el estándar API 650 Edición 11ava la cual actualmente cuenta con 02 adendas correctivas las cuales también fueron considerados para el análisis

En el capítulo 1, corresponde a la parte introductoria donde explico lo que espero conseguir con este trabajo y debido a que aparece la necesidad de realizar este diseño.

En el capítulo 2, corresponde al marco teórico, en el cual se hace mención a algunas generalidades sobre los diferentes métodos de almacenamiento, el estándar API, el tipo de almacenamiento contemplado para el producto UAN 32 y el tipo de protección anticorrosiva que se plantea usar para este caso.

En el capítulo 3, corresponde a una descripción de los fertilizantes usados en los sembríos de caña de azúcar en el Perú y como estos nutren a los cultivos; también se describe las características de los fertilizantes líquidos ya que será este tipo el que se usará en el Perú.

En el capítulo 4, corresponde a una breve evaluación técnica en función a las diferentes alternativas que pueden ser utilizadas para el almacenamiento del volumen indicado de UAN 32; todas ellas funcionarán para cumplir este cometido,

pero usaremos la más económica ya que todas ellas brindan el mismo nivel de seguridad.

En el capítulo 5, corresponde al diseño propiamente dicho, usando las secciones 4 y 5 del API 650 así como también los apéndices E; EC; F y R del mismo estándar.

En el capítulo 6 se presenta un análisis de costo de la opción considerada con los rendimientos del caso obtenidos de la experiencia en la ejecución de este tipo de proyectos.

Luego se presentan las conclusiones y recomendaciones del caso, que surgieron del análisis y que le brindarán al usuario final la ayuda necesaria para decidir sobre la ejecución del proyecto.

Finalmente en los anexos se presentan análisis más minuciosos de costos para llegar los valores presentados en el capítulo 6 así como también los planos que muestran el resultado final del diseño del tanque para almacenar $15\,152\text{m}^3$ de UAN 32

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Debido a la búsqueda de trabajar con fertilizantes mejorados aparece en el mercado un producto denominado UAN 32, que es un fertilizante líquido producido desde una combinación de Urea con Nitrato de Amonio con 32% de Nitrógeno el cual puede llegar a ser un producto altamente corrosivo si no se prepara de manera adecuada; pero así como aparece la necesidad de la mejora en los fertilizantes también aparece la necesidad de su almacenamiento, los sistemas actuales de almacenamiento tienen costos elevados tanto de implementación como de mantenimiento, pero aun así aplicado.

Es así que se vienen buscando nuevas y mejores alternativas económicas y técnicas para dicho el almacenamiento.

Una nueva planta de procesamiento de UAN 32; ubicada en la ciudad de Paita en el departamento de Piura, viene buscando la mejor manera de poder almacenar 15,152m³ (20 000 TM) de este fertilizante debido a que la optimización de su proceso requiere de esta capacidad de almacenamiento y ello debe lograrlo con un solo tanque vertical por limitaciones de espacio.

1.2 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es diseñar un tanque vertical atmosférico de almacenamiento de 15 152m³ de fertilizante líquido UAN 32 (urea y nitrato de amonio al 32% de Nitrógeno) con dimensiones óptimas según el espacio físico con el que actualmente se cuenta para su construcción y además, realizar una estimación de costos del proyecto.

1.3 JUSTIFICACION

Hoy en día, localmente se tiene la necesidad de ser abastecido con grandes cantidades de fertilizante debido al crecimiento en las hectáreas sembradas de caña de azúcar para su uso como etanol, Maple Etanol con 10,600 he sembradas y Caña Brava con 7,000 he son dos grandes clientes potenciales para este mercado, es por ello que se desea producir un fertilizante mejorado para el tipo de sembrío como lo es el UAN 32 y también, producir una gran cantidad de este último para ser el líder en este abastecimiento hacia estos grandes conglomerados, es por ello que aparece la necesidad de su producción y también su almacenamiento en grandes volúmenes de manera segura, confiable y rentable.

He escogido este tema debido a que se me presentó esta interrogante como parte del trabajo que actualmente desempeño, y luego de visitar la zona de impacto para el futuro almacenamiento, noté la gran importancia de cumplir con este cometido y además, la oportunidad de contribuir con el desarrollo tecnológico en materia de diseño en lo personal así como también un aporte a nuestra profesión.

1.4 ALCANCE

El siguiente informe tiene como alcance realizar la selección de las dimensiones óptimas de almacenamiento de 15 152m³ de fertilizante líquido UAN 32 y ello lo llevaré a cabo realizando un análisis técnico de las diferentes alternativas que pueden ser consideradas para dicho fin.

Para ello primero se realizará la selección de las dimensiones óptimas del tanque de almacenamiento en diámetro y altura con una serie de combinaciones dimensionales para la contención del mismo volumen de material, luego de ello, al obtener dichas dimensiones, se diseñará el tanque de almacenamiento teniendo en cuenta los materiales disponibles en el mercado y considerando la protección contra la corrosión necesaria que ha venido mejorando debido a la demanda que se tiene actualmente para satisfacer este tipo de necesidades, finalmente, se valorará económicamente esta alternativa; todo ello sin menguar en la seguridad que se debe tener en dicho almacenamiento, ya que si bien dicha planta estará ubicada en la zona industrial de Paita, Piura, de todas maneras se

considera el cuidado del medio ambiente como partida de inicio hacia el análisis y solución a dicho problema.

1.5 LIMITACIONES

Una limitación importante que apareció en la elaboración de este informe fue el de poder conseguir los precios de los productos y/o actividades de aplicación para las diferentes alternativas de protección superficial, ya que este tipo de información es entregada previo envío de información detallada del equipo a proteger así como también de las condiciones de trabajo que se presentarán en la zona de operación.

Al ser este un trabajo de diseño y de selección de alternativa óptima, fue complicado llegar con alguna información certera hacia proveedores a suplir el servicio, pero de todas maneras se conversó con ellos, se logró explicar el motivo de este estudio y con ello se logró conseguir la información necesaria que permitirá realizar el análisis económico debido con la precisión deseada.

CAPITULO II

GENERALIDADES SOBRE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

2.1. CONCEPTO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Según el OSINERG en la división Hidrocarburos, un tanque de almacenamiento se define como aquel que tiene una capacidad de superior de 277lt (60 gal US) de contención.

En la industria petrolera, petroquímica y otras industrias son utilizados distintos tipos de recipientes para almacenar una gran variedad de productos como son; crudo y sus derivados, butano, propano, GLP, solventes, agua, etc.



Figura 2.1: Tanque de agua de reserva contra incendios

Un tanque de almacenamiento es un contenedor usado usualmente para contener materiales sólidos, líquidos o gaseosos, puede ser a presión atmosférica u otra presión, pueden ser verticales u horizontales, hechos de concreto, de acero o de cualquier otro material; la finalidad primordial de un tanque de almacenamiento es la de contención de manera segura.

Los tanques de almacenamiento forman parte de distintas operaciones en la industria tales como: producción, tratamiento, transporte, refinación, distribución, inventarios/reservas, servicios.

Los tanques de almacenamiento son usualmente cilíndricos, perpendicular al suelo, con fondo plano y con techo o sin techo. Existen regulaciones ambientales aplicadas al diseño y operación de tanques de almacenamiento, a menudo dependen de la naturaleza del producto a almacenar; los tanques de almacenamiento sobre terreno se diferencian de los tanques de almacenamiento enterrados por ello.

2.2. TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Existen diferentes formas de clasificar a los tanques de almacenamiento, pueden ser atmosféricos o a presión, verticales u horizontales, cilíndricos, esféricos o rectos, fondos planos o fondos cónicos, con techo o sin techo; refrigerados o no refrigerados, puede ser según el material, para nuestro estudio utilizaré la clasificación del tipo atmosférico o a presión, clasificación que colindará hacia sub-divisiones dentro de la misma clasificación.

2.2.1. Tanques atmosféricos

Son aquellos estanques que generalmente trabajan a una presión igual o cercana a 1 atmósfera (101.325 kPa) y temperatura ambiental. Principalmente se usan en la industria alimenticia, vitivinícola y agrícola.

Estos tanques pueden o no poseer techo, la necesidad del mismo la genera las condiciones ambientales (lluvia, nieve, etc.) y no las propiedades del

fluido ya que se almacenará en tanques atmosféricos productos con niveles de volatilidad y presión de vapor relativamente bajos como por ejemplo el agua.

2.2.2. Tanques a Presión

Comúnmente conocidos como recipientes a presión, son tanques con una presión de almacenamiento mayor a la atmosférica pudiendo ser esta presión sólo un poco mayor que la atmosférica o sobrepasar la presión atmosféricas y llegando a presiones bastante elevadas.

2.2.2.1. Tanques de almacenamiento de baja presión

Se considera tanque de almacenamiento de baja presión aquel que no sobrepasa los 2.5psig de presión interna y temperaturas no mayores a los 250°F.

Pueden ser cilindros verticales, cilindros horizontales, esferas, esferoides, esferoides con domo, a temperatura ambiente o refrigerada.

El estándar API 650 también permite el diseño de tanques con una pequeña presión interna, pero esta presión no debe sobrepasar el peso del techo del tanque de almacenamiento.

2.2.2.2. Tanques de almacenamiento de media presión

Se considera bajo esta categoría a todos aquellos cuya presión de almacenamiento se encuentra entre los 2.5 y 15 psig de presión interna, estos pueden ser refrigerados o no refrigerados y su diseño está regido por el estándar API 620 donde la temperatura de almacenamiento no será mayor a 200°F.

En este estándar se cubren temperaturas de almacenamiento de entre 40 y 60°F con el apéndice R y de -270°F con el apéndice Q (tanques criogénicos)

2.2.2.3. Tanques de almacenamiento de alta presión

Cuando sobrepasan los 15 psig de presión de almacenamiento, estamos hablando de tanques de almacenamiento de alta presión y su diseño y construcción ya no están regidos por el estándar API, para ello debemos recurrir al estándar ASME.



Figura 2.2: tanque a presión tipo ASME

2.3. SOBRE EL API 650

Este estándar establece los requerimientos mínimos para materiales, diseño, fabricación, construcción y pruebas para tanques de almacenamiento cilíndricos, verticales, sobre-terreno, cerrados o abiertos, soldados en varios tamaños y capacidades con presión interna aproximadamente atmosférica (la presión interna no excede el peso de las planchas del techo) pero igual una pequeña presión es permitida.

Este estándar aplica sólo en tanques que tienen el fondo uniformemente soportado y tanques en servicio no refrigerado con una temperatura máxima de 93°C o menos.

2.4. MATERIALES A UTILIZAR EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los materiales ASTM aceptados en esta estándar son los siguientes:

- a. ASTM A 36M/A 36 para planchas con un espesor máximo de 40mm.
- b. ASTM A 131M/A 131, Grade A, para planchas con un espesor máximo de 13mm; Grado B para planchas con un espesor máximo de 25mm; Grado CS

para planchas con un espesor máximo de 40mm y Grado EH36 para planchas con un espesor máximo de 45mm

- c. ASTM A 283M/A 283, Grado C, para planchas con un espesor máximo de 25mm
- d. ASTM A 285M/A 285, Grado C, para planchas con un espesor máximo de 25mm
- e. ASTM A 516M Grados 380, 415, 450, 485/A 516, Grados 55, 60, 65, y 70, para planchas con un espesor máximo de 40mm
- f. ASTM A 537M/A 537, Clase 1 y Clase 2, para planchas con un espesor máximo de 45mm
- g. ASTM A 573M Grados 400, 450, 485/A 573, Grados 58, 65, y 70, para planchas con un espesor máximo de 40mm.
- h. ASTM A 633M/A 633, Grados C y D, para planchas con un espesor máximo de 45mm.
- i. ASTM A 662M/A 662, Grados B y C, para planchas con un espesor máximo de 40mm.
- j. ASTM A 678M/A 678, Grado A, para planchas con un espesor máximo de 40mm y Grado B para planchas con un espesor máximo de 65mm.
- k. ASTM A 737M/A 737, Grado B, para planchas con un espesor máximo de 40mm
- l. ASTM A 841M/A 841 Grado A, Clase 1 y Grado B, Clase 2 para planchas con un espesor máximo de 40mm

Existen otros tipos de materiales permitidos a utilizar por el API 650 pertenecientes a otro tipo de clasificación, según las especificaciones de la CSA (Canadian Standards Association); según las especificaciones ISO (international organization of standardization).

Adicionalmente a estos materiales listados, el API 650, también contiene apéndices que permiten el uso de otros materiales para el diseño de tanques, estos son:

Apéndice AL: Tanques de almacenamiento de aluminio.

o Planchas:

Aleación 1060; 1100; 3003; Alclad 3003; 3004; Alclad 3004; 5050; 5052; 5083; 5086; 5154; 5254; 5454; 5456; 5652; 6061 y Alclad 6061.

o Barras y perfiles:

Aleación 1060; 1100; 2024; 3004; 5052; 5083; 5086, 5154; 5454; 5456; 6061 y 6063.

o Tuberías:

Aleación 1060; 1100; 3003; Alclad 3003; 5050; 5052; 5083; 5086; 5154; 5254; 5454; 5456; 5652; 6061 y 6063.

o Forjados:

Aleación 1100; 3003; 5083 y 6061.



Figura 2.3: Tanque de aluminio para transporte de combustible

- Apéndice S: Tanques de almacenamiento de acero inoxidable austenítico.
 - o Planchas y elementos estructurales:
 - A240M tipos 304; 304L; 316; 316L; 317 y 317L.
 - o Barras y pernos:
 - A 193M Clase 1 Grados B8; B8A y B8M;
 - A194M Grados B8; B8A; B8M y B8MA;
 - A320M Grados B8; B8A; B8M y B8MA;
 - A 479M tipos 304; 304L; 316; 316L y 317.
 - o Tuberías:
 - A 213M Grados TP 304; TP 304L; TP 316; TP 316L; TP 317 y TP 317L;
 - A 312M Grados TP 304; TP 304L; TP 316; TP 316L; TP 317 y TP 317L;
 - A 358M Grados 304; 304L; 316 y 316L;
 - A 403M Grados WP 304; WP 304L; WP 316; WP 316L; WP 317 y WP 317L.
 - o Forjados:
 - A 182M Grados F 304; F 304L; F 316; F316L; F 317 y F 317L.
- Apéndice X: Tanques de acero inoxidable dúplex.
 - o Planchas y elementos estructurales:
 - UNS S31803 2205; UNS S32003 2003; UNS S32101 2101; UNS S32205 2205; UNS S32304 2304; UNS S32550 255; UNS S32520 255+ UNS S32750 2507; UNS S32760 Z100.

2.5. PROTECCION ANTICORROSIVA

Los tanques de almacenamiento pueden tener diferentes métodos para protegerlos ante la corrosión, desde el material base seleccionado, la protección catódica hasta el uso de algún tipo de recubrimiento para protección anticorrosiva, todos estos deben asegurar al tanque la vida útil que requiere y/o con intervalos de mantenimiento prolongados de ser posible.

El punto más importante de este estudio es el referido a la protección anticorrosiva que se la dará al recipiente, dado que el material a almacenar es altamente corrosivo, por tal motivo, se presentarán algunas alternativas y con ello se buscará la mejor solución técnica – económica de almacenamiento del volumen deseado del material UAN 32.

Las alternativas de protección anticorrosiva serán las siguientes:

El uso de material base Acero Dúplex (aproximadamente 50% de Ferrita y 50% de Austenita) UNS 32304, el cual tiene un PREN ≥ 24 en reemplazo del acero inoxidable austenítico A316L los cuales tienen similar resistencia a la corrosión, sólo que el primero tiene mayor resistencia a la tensión, reduciendo el espesor de las planchas de acero que conformarán el tanque y además, tiene menor costo, ya que la variación del mismo no es controlado por la variación del costo del Níquel (contiene un 4% de Ni) versus el costo del A316L (contiene un 13% de Ni).

El uso de material base Acero al Carbono con protección superficial anticorrosiva de pintura sugerida por proveedores mediante ensayos realizados para determinar el mejor sistema y el espesor de película de pintura recomendada con un tiempo de vida útil de 8 años, luego del cual se debe proceder al mantenimiento general del tanque.

El uso de material base Acero al Carbono con protección superficial del tipo Poliuria, el cual es un polímero sintético de la misma familia del poliuretano pero con mejores propiedades mecánicas ya que tiene una mayor elongación y una alta resistencia a la abrasión así como mayores tiempos de mantenimiento.

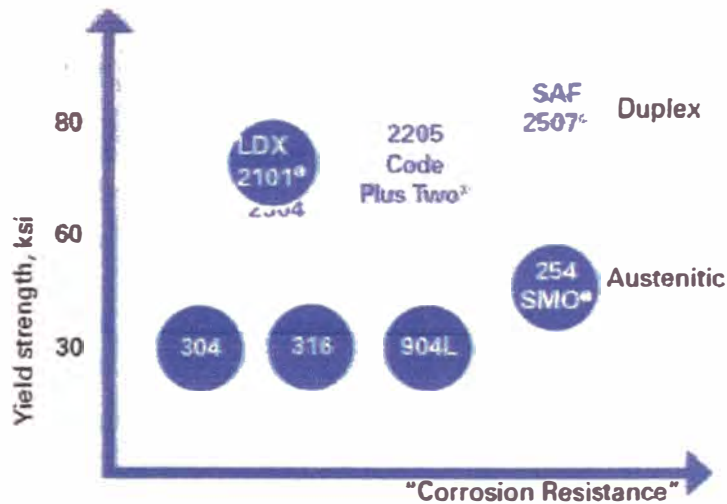


Figura 2.4: Comportamiento del UNS32304 vs A316L

2.6. CONSTRUCCION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO VERTICAL ATMOSFÉRICOS

2.6.1. Etapa de Construcción

La etapa de ejecución se inicia con la ingeniería donde se desarrolla bosquejos y planos que serán presentados al cliente para su aprobación.

Este tipo de tanque requiere de un análisis sobre el sistema de protección anticorrosiva a utilizar, por tal motivo se han contactado a diferentes especialistas sobre el tema quienes han hecho diferentes propuestas al respecto.

Luego de la aprobación y certificación de planos, estos se entregan al gerente de proyecto, quien designará al responsable de la fabricación a través del jefe de planta del taller donde se fabricará, éste a su vez designará los responsables de iniciar el proceso con los metrados respectivos. También se designará un equipo desde el área de calidad, quienes verificarán en todo momento la correcta elaboración de los trabajos cumpliendo los estándares de rigor.

Con los metrados finales obtenidos se realiza el requerimiento de materiales, éste proceso debe ser visado por el gerente del proyecto y derivado al área de adquisiciones con cuyo seguimiento se obtienen, en una semana, los materiales en el taller de fabricación.

Para ello, el área de adquisiciones cuenta con una red de proveedores, que han sido pre-calificados, quienes deberán suministrar los materiales siguientes:

- Planchas de acero al carbono, peso 301 TN
- Vigas de acero 30.5 TN
- Soldadura 16.6 TN
- Oxígeno 331 m³
- Pernos de anclaje 2 TN
- Pintura y/o poliuria
- Otros menores.

Para montaje, algunas veces los proveedores despachan directamente al almacén central y luego es enviado al almacén del proyecto, para ello se subcontrata al transporte para enviar los suministros y en otros casos lo despachan directamente a obra.

Los términos de compra, despacho y recepción de materiales, han sido previamente establecidos en la orden de compra emitida al proveedor seleccionado.

La recepción de los materiales en taller es responsabilidad de almacén quien codifica al material recibido con la codificación del proyecto, además de la verificación de los documentos respectivos (certificados de calidad, guía de despacho y órdenes de compra) por el departamento de calidad.

Luego que los planos han sido distribuidos en taller, el jefe de grupo responsable del trabajo retira los materiales, según corresponda desde el almacén y lo deriva a las diferentes etapas del proceso (trazado, corte,

biselado, rolado, granallado y pintado), al finalizar la fabricación de las planchas roladas, éstas pasan nuevamente por la verificación de calidad previa al embalaje. Finalmente las planchas se alistan roladas, para ser enviadas a obra.



Figura 2.5: Rolado de planchas del casco del tanque

El tanque conlleva la fabricación de accesorios especiales como son: las boquillas y los pernos de anclaje.

Durante la fabricación, se realiza la solicitud de los materiales de trabajo (elementos de izaje), herramientas, uniformes y equipos necesarios para los trabajos de montaje.

Finalizada la fabricación del tanque y los accesorios de izaje, se transportarán los materiales al lugar de construcción.



Figura 2.6: Embalado de planchas roladas para envío a obra

2.6.2. Etapa de montaje

Previo al inicio de la ingeniería se realizan en terreno algunas actividades que son incluso previas a las movilizaciones generales a terreno. Esta actividad es el estudio de suelo de la zona donde se erigirá el tanque, con esta información se ve de qué manera el proyecto es viable y con ello puede dar inicio a la ingeniería.

En cierta etapa de la fabricación, se inicia la movilización de personal, contenedores oficina y almacén a la obra. Se debe ubicar el alojamiento, servicio de alimentación, hospedajes, movilización interna (buses, camionetas) y servicios utilitarios (baños portátiles, pozo séptico, comunicación, agua potable, agua para consumo humano, disposición de residuos, energía eléctrica para oficinas, etc.)

Se recluta al personal que tenga los conocimientos técnicos necesarios para desarrollar los trabajos.

En terreno se establece un almacén de obra, el cual recibe los materiales enviados desde Lima, previa verificación de daños. Para ello se utiliza el documento “packinglist” y se denuncian faltantes de haberlos.

El departamento de calidad ya instalado en terreno también realiza su propia inspección para verificar que los materiales llegados a obra, lo hicieron en el mismo estado como salieron de taller.

Al finalizar la recepción de los materiales, el jefe de terreno, procede al armado de los equipos de trabajo y la distribución de los materiales entre cada grupo.

Los trabajos se inician con el levantamiento topográfico de la zona de trabajo, para obtener el perfil de terreno y con ello, además de la ingeniería de la cimentación, se determinará la cantidad de movimiento de tierras necesaria para la fundación del tanque.

Luego se realiza el trazado del terreno presentando in situ la futura ubicación del tanque.

Se alquilan equipos para movimiento de tierras, con estos equipos se realiza el corte al terreno, considerando el trazo hecho sobre el terreno, a la profundidad necesaria para instalar la puesta a tierra y la cimentación del tanque.

Se instala la puesta a tierra y sobre esta se coloca un relleno con material especial.

Paralelamente al corte del terreno se van cortando las varillas de fierro corrugado en las dimensiones necesarias para armar el castillo base sobre el cual se realizará luego el vaciado de concreto.

Luego, se prepara concreto magro con una resistencia de 110 kg/cm², esto se hace artesanalmente ya que no existe mayor exigencia sobre esto, a esta actividad se la conoce como solado, y se realiza previo a la instalación del armazón de fierro corrugado en la base de cimentación.

Inmediatamente de tener el solado listo, se coloca el armazón de fierro corrugado y se completa conectando los castillos pequeños que fueron preparados previamente, con el objetivo de obtener un solo armazón que cumpla con las condiciones de diseño previamente establecidas.

Finalizada la instalación del fierro de construcción en la cavidad de la fundación del tanque se procede con la instalación de los pernos de anclaje que fueron fabricados en Lima, esto se realiza con exhaustiva meticulosidad debido a que es importante su correcta fijación ya que estos asegurarán al tanque sobre la cimentación respectiva.

Se procede entonces con la colocación del encofrado alrededor del fierro de construcción de la base según sea necesario cumpliendo con las exigencias dimensionales requeridas.

Cuando todo está listo, es decir, la instalación del fierro de construcción, los pernos de anclaje y el encofrado, se inicia con el vaciado de 800m³ concreto premezclado.

Finalizado el vaciado, el fraguado y la inspección final del concreto, se hace la liberación de la losa y se pone a disposición de la disciplina mecánica quienes harán la construcción del tanque.

El trabajo de la construcción del tanque se inicia con la verificación topográfica de la losa de fundación luego de la fragua, así como también se verifica la ubicación final de los pernos de anclaje ya que estos pudieron moverse durante el vaciado de concreto.

Siguiendo a la verificación se realiza la instalación de las planchas del fondo del tanque además de su apuntalado, todos estos trabajos se realizan con soldadores calificados.

Finalizada la instalación del fondo, pero sin soldeo, se procede a la instalación de las columnas de izaje (accesorios de izaje), que fueron fabricados en el taller, según corresponda a la metodología de montaje.

Luego de montar las columnas de izaje se trasladaran las planchas que conformaran el casco del tanque desde su lugar de almacenamiento hacia el lugar de montaje mediante el uso de un camión grúa de 13tn; se colocarán las planchas una después de otra hasta formar un cilindro alrededor de la base y luego se soldaran para conformar el primer anillo del tanque.

Terminado el soldeo del pase de raíz se procede a las prueba con tintes penetrantes al 100% y al finalizar el cordón de soldadura las pruebas radiográficas según lo indicado por el API650 las cuales indicarán si todo fue correctamente soldado de acuerdo a norma, de ser positiva la inspección se procederá al izaje del primer anillo montado mediante la técnica del ganeo (uso de 31 gatas de 20 ton cada una) hasta una altura tal que permita poder colocar un segundo anillo de planchas roladas en la parte inferior del primer anillo terminado.

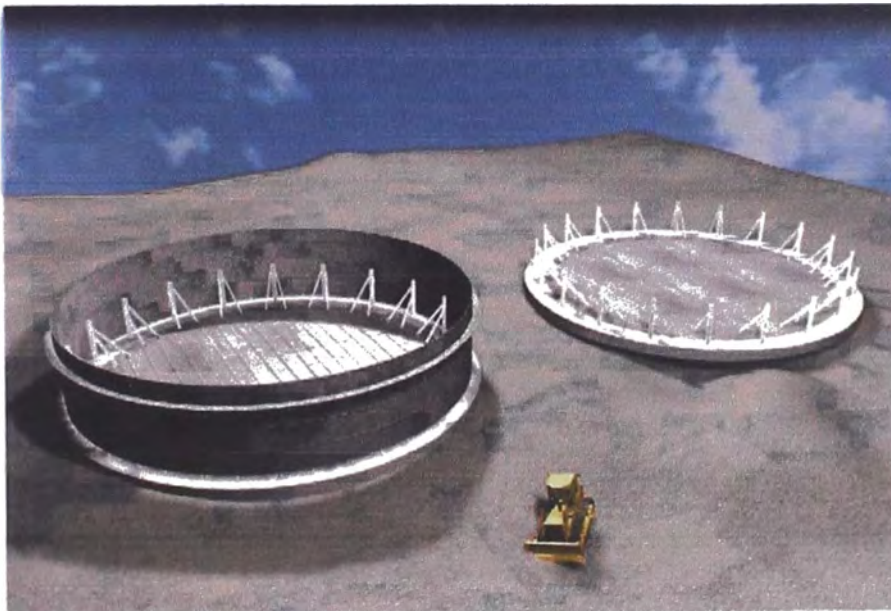


Figura 2.7: Construcción del tanque mediante la técnica del ganeo

Así se irán colocando los diferentes anillos, uno debajo del otro, hasta completar 06 anillos con lo cual quedará conformado el casco del tanque.

Luego de montadas las planchas que conforman el casco del tanque se procede a completar el soldeo de las planchas del fondo del tanque así como también el soldeo de la unión entre el casco del tanque y el fondo.

Completado el soldeo del casco con el fondo, se realizan las pruebas respectivas para asegurar la integridad del tanque así como también verificar que las dimensiones finales son tal cual fueran solicitadas por el cliente y/o se encuentran dentro de norma.

Se procede entonces al montaje de las columnas apoyadas en la base existente del tanque y sobre el cual se colocará el techo cónico que cubrirá al tanque totalmente.

Finalizada la colocación de las columnas de apoyo del techo cónico, se colocan las vigas sobre dichas columnas y que servirán de armatoste a las planchas del techo.



Figura 2.8: Montaje del techo del tanque

Al concluir la instalación de la estructura del techo se colocarán las planchas que conformarán el cono del techo y luego se procede al soldeo.

Se deberán soldar las planchas a la estructura del techo así como también el techo mismo al anillo de rigidez ubicado en la parte superior del casco.

Después de haberse instalado el techo del tanque, se realizan las pruebas de rigor para verificar que se cumple con lo indicado por la norma de montaje.

Luego de ello se instalan los accesorios que llegaron de Lima y que se encuentran almacenados en terreno como son; boquillas, escaleras, ingreso de hombre, orejas de aterramiento.

Finalizada la instalación completa de los accesorios así como también las pruebas neumáticas en los mismos se procede con la prueba hidrostática del tanque con agua preparada en acorde al API 650.

Al tener un resultado positivo luego de la prueba hidrostática, se procede con el retiro del agua desde el tanque y se continúa con el secado y limpieza interna del recipiente.

Teniendo el tanque completamente seco y limpio se procede con la preparación superficial para el pintado con base orgánica en las zonas donde no fue pintada originalmente en taller debido a que sería afectado por el soldeo y en las zonas que fueron dañadas durante los trabajos de montaje, y luego se procede con la aplicación de la Poliuria completamente en la cara interior del tanque, la idea es asegurar la integridad del recipiente así como también dar eficiente protección ante la corrosión al tanque de almacenamiento.

Adicionalmente también se pinta la cara exterior del tanque, pero ello se hace con otro sistema de pintado, ya que la intención del mismo, es proteger de la corrosión al tanque, pero de las inclemencias del clima de la zona así como de la erosión que el viento pudiese causar a la superficie del tanque.

Cuando se ha concluido con la etapa de protección anticorrosiva del tanque, el departamento de calidad hace las inspecciones de cierre previa a la entrega al cliente quien también realizará su inspección propia y comparará dichos valores con los entregados por el contratista, esto permitirá al cliente una correcta liberación de obras y una puesta en marcha segura.

CAPITULO III

FERTILIZANTE LIQUIDO UAN 32

En el norte del país ha venido ocurriendo un importante crecimiento agrícola debido al incremento de las área de cultivo de caña de azúcar como materia prima en la elaboración de etanol.

Existen 02 conglomerados en la zona que en conjunto abarcan un área de 17,000 hectáreas de cultivo de este producto.

Para este mercado aparece la oportunidad de suplir su necesidad de suministro de fertilizantes que sean solubles en agua y que puedan ser aplicados al terreno durante el riego; es por ello que se piensa en la elaboración de fertilizantes líquidos en esta zona del país.

La elaboración a gran escala de fertilizante líquido lleva consigo la necesidad de su almacenamiento de manera segura, eficiente y rentable.

3.1. FERTILIZANTES LÍQUIDOS

Definimos fertilización como “suplir nutrientes a la planta para cumplir su ciclo de vida”, es decir, abastecer y suministrar los elementos inorgánicos al suelo para que la planta los absorba. Se trata, por tanto, de un aporte artificial de nutrientes.

Un fertilizante químico es un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad mínima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua.

Estos elementos químicos o Nutrientes pueden clasificarse en: macroelementos y microelementos.

Los Macroelementos son aquellos que se expresan como: % en la planta o g/100g Los principales son:

N – P – K – Ca – Mg – S

Los Microelementos se expresan como:ppm (parte por millón) = mg/Kg = mg /1000g Los principales son:

Fe – Zn – Cu – Mn – Mo- B – Cl

Se sabe que existen unos 27 elementos químicos que tienen funciones en la planta, aunque las cantidades necesarias son tan mínimas que no hace falta añadirlos al suelo, a diferencia de los fertilizantes, que debido a que la planta los requiere a unas concentraciones determinadas hay que añadirlos al suelo.

Las funciones de los macroelementos y microelementos son:

Nitrógeno (N): el rango del N en la materia seca es de 2,5 – 4 % forma parte de las proteínas de las plantas, por lo que es el elemento más importante. De este modo, cuando una planta requiere fertilizantes, el 90% de lo requerido es Nitrógeno. Además de las proteínas cualquier parte de la planta contiene N.

Potasio (K): tras el N es el segundo en importancia, estando entre un 3 – 5 % en la materia seca de la planta. Su función principal es el transporte dentro de la planta (savia) , junto con otras funciones. Aún no se conoce por qué las plantas requieren tanto K.

Fósforo (P): es el más importante en contenido. Su función principal es participar en todos los procesos y reacciones energéticas de la planta. La cantidad requerida es muy pequeña, de modo que su concentración dentro del residuo seco es de un 1.2 – 1.3 %.

Calcio (Ca): su concentración dentro del residuo seco es de un 3 – 4 %.

Azufre (S): forma parte de la membrana celular. Su concentración dentro del residuo seco está entre un 1.5 – 2 %.

Hierro (Fe): tiene función específica en la fotosíntesis.

- Zinc (Zn): es muy importante en el crecimiento de la planta. Sin este elemento las ramas no se alargarían, ya que forma parte en la producción de hormonas del crecimiento.

El resto de microelementos forma parte de otros procesos, como la transformación de los azúcares obtenidos en la fotosíntesis a otros compuestos.

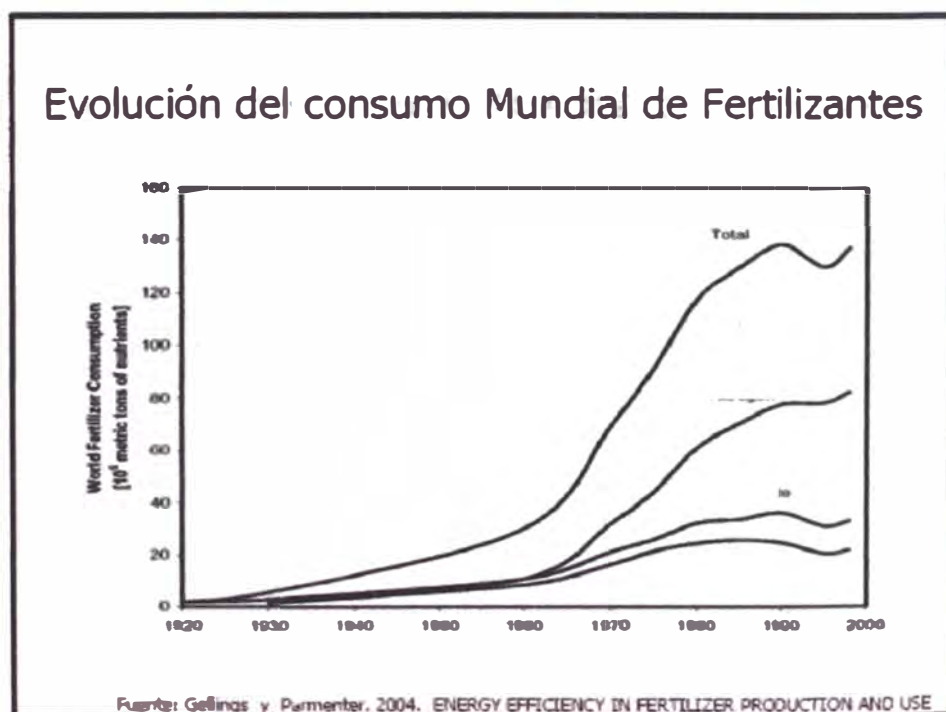


Figura 3.1: Evolución del consumo mundial de fertilizantes

Para saber si qué elemento necesita una planta nos fijamos en los síntomas. Cada cultivo y variedad tiene sus síntomas específicos, si bien, cuando se observan síntomas el daño a la planta ya está hecho, por lo que hay que prevenir antes de que aparezcan los síntomas. La forma más común y científica para saber la carencia de un elemento es a través de sus “análisis foliar”. Según el contenido de macro y microelementos en el análisis foliar conocemos la carencia del elemento y de este modo con un previo análisis del suelo y del agua hacer un “plan de abonado”.

3.2. MERCADO DE LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS

Como fuera indicado anteriormente, la elaboración de fertilizantes líquidos en esta zona del país busca abastecer principalmente a tres grandes corporaciones apostadas en este mismo lugar y cuya producción principal es la elaboración de etanol desde la caña de azúcar.

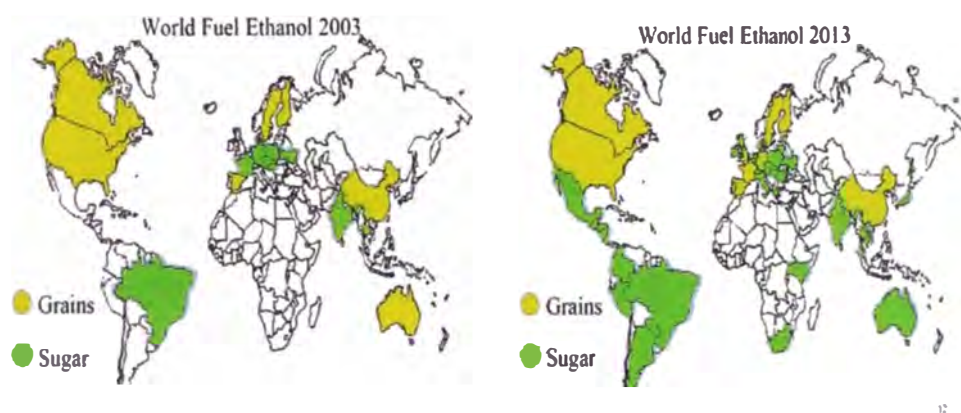


Figura 3.2: Consumo mundial de etanol

Actualmente el primer productor de etanol del mundo es Sudáfrica, pero con la implementación de los tres grandes proyectos de elaboración de etanol al norte del país, pasaremos a ocupar el primer lugar.

Los productores de etanol han preferido este lugar de emplazamiento para los cultivos debido a que existe un potencial de hasta 1 millón de hectáreas para sembrar, y además, en esta zona se puede sembrar durante los 12 meses del año, a diferencia de la sierra, donde sólo se podría durante 6 meses.

Actualmente existen dos grandes compañías en operación, potenciales usuarios del fertilizante líquido como son: Agrícola del Chira S.A. (Caña Brava) y Maple Etanol S.R.L. (Maple), ambas localizadas en la carretera Paita – Sullana, en el departamento de Piura.



Figura 3.3: Plantíos de caña de azúcar en las vertientes del río Chira

La primera, Caña Brava, tiene un área sembrada de 6 500 has con posibilidad de ampliación de hasta 12 000 has en el corto plazo.

La segunda, Maple, tiene un área sembrada de 7 800 has con posibilidad de ampliación de 10 000 has en una segunda etapa y hasta 13 500 has en una tercera etapa.

Próximamente se avecina un nuevo proyecto de producción de etanol desde la caña de azúcar, el cual vendría a ser el tercer gran conglomerado agrícola también localizado en el norte del país, este proyecto será ejecutado por la empresa COMISA en la ciudad de Sullana en Piura, este proyecto actualmente se encuentra en etapa de estudio, pero como avance se tiene que ya fue pre-aprobado el estudio de impacto ambiental y el financiamiento para su ejecución; este proyecto se desarrollará en 3 etapas, las dos primeras de 7 500 has cada una y una tercera etapa de 7 000 has, haciendo un total sembrado de 22 000 has, convirtiéndose en el principal productor de caña de azúcar del país, y convirtiendo al Perú en el mayor productor de etanol del mundo.

Los fertilizantes usados en el sembrío de caña de azúcar, debe al menos tener la capacidad de nutrir con al menos 168 kg de nitrógeno al terreno por hectárea sembrada.

El UAN 32 contiene 32% de nitrógeno en su composición, es decir, que 1 kg de nitrógeno están contenidos en 3.125 kg de UAN 32; es decir, que para 1 hectárea de sembrío se necesitará 525 kg de UAN 32.

El área disponible actualmente para el uso de fertilizantes líquidos es de 14 300 has, esto significa, según el criterio expuesto en el párrafo anterior, una necesidad de uso de fertilizantes de 7 500 TM. Con las ampliaciones y los nuevos proyectos venideros debe considerar la capacidad de suministro para 47 500 has, es decir, una capacidad de suministro de UAN 32 de 25 000 TM.

La capacidad de almacenamiento de la planta donde será instalado el tanque es de 15 152 m³ (20 000 TM), el objetivo de la empresa apostada en esta zona, es la de ser el principal proveedor de fertilizantes a este gran mercado del etanol de viene surgiendo en el norte del país.

3.3. UAN 32 (Urea + Nitrato de Amonio)

El UAN 32 es el nombre del fertilizante líquido de fácil aplicación hacia los cultivos y compatible con muchos herbicidas, formado por la combinación de Agua, Urea y Nitrato de Amonio con las siguientes proporciones:

Agua: 19.25%

Urea: 35.85%

Nitrato de Amonio: 44.90%

El proceso de elaboración se inicia con la aplicación de agua a 95°C, luego de ello se adiciona la Urea y el Nitrato de Amonio, esto hará que la temperatura del producto caiga súbitamente hasta 46°C, los tres productos deben de ser mezclados durante 5min para tener el producto terminado deseado.

La gravedad específica del producto es de 1.327 y su pH es de 6.8; es decir, ligeramente ácido, pero una descompensación en la formulación de su elaboración lo convierte en un producto altamente ácido.

Simplot PRODUCT DATA SHEET

UAN-32

Urea Ammonium Nitrate Solution

GUARANTEED ANALYSIS: 32-0-0

TOTAL NITROGEN (N)	32.0%
7.75% Ammoniacal Nitrogen	
7.75% Nitrate Nitrogen	
16.50% Urea Nitrogen	

Derived from Ammonium Nitrate and Urea.

Warning: This product contains a chemical known to the State of California to cause cancer, birth defects or other reproductive harm. Proposition 65, the Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986, requires notification of potential exposure to substances identified by the State of California as causing cancer, birth defects or other reproductive harm.

Information regarding the contents and levels of metals in this product is available on the Internet at <http://www.regulatoryinfo.com>

PHYSICAL CHARACTERISTICS

Specific Gravity @ 68°F:	1.327
Weight (lbs./gal.) @ 68°F:	11.06
Total Nitrogen (lbs./gal.):	3.54
Ammoniac Nitrogen	0.86
Nitrate Nitrogen	0.86
Urea Nitrogen	1.82
Salt Out Temperature:	32°F
Solution pH:	6.8
Free Ammonia:	0.01%

CONSTRUCTION OF STORAGE & TRANSFER EQUIPMENT

- Mild steel, stainless steel, aluminum and certain fiberglass materials are suitable. Copper and alloys containing copper (brass) should not be used.

COMPATIBILITY

- Compatible with ammonium phosphate solutions such as 10-34-0, 11-37-0, 9-30-0, etc.
- Compatible with potash solutions and combinations of potash and ammonium phosphate solutions.
- Compatible with many herbicides. NOTE: Consult pesticide label or manufacturer before mixing UAN-32 with pesticide chemicals.

USES

- A nonpressure solution—is well adapted for a wide range of application practices. Direct application in preplant plow-down programs, injecting or banding in the soil, or applied through various irrigation systems—sprinkler, drip, flood or furrow.
- Is the preferred source of nitrogen in liquid blending plants and in combination with herbicides for "weed and feed" programs.

ADVANTAGES

- Provides both fast acting and long lasting plant food from its three forms of nitrogen. Quick response from nitrate, longer lasting from ammoniac and sustained feeding from the water soluble organic nitrogen in urea.
- Enjoys great compatibility with other fertilizers and many chemicals. Makes possible two or more jobs in one trip over the field. Saves time, labor and money.
- Is easy to store, handle and calibrate for accurate application in the field.
- Is safe—being a nonpressure neutral solution, eliminates safety hazards associated with corrosive materials and high pressure systems.

SAFETY

Not generally considered toxic. Avoid contact with eyes and skin. In case of contact, thoroughly flush eyes and skin with water. 32-0-0 is not regulated by DOT.

PRECAUTIONS

- Do NOT spray UAN-32 full strength on crops other than pastures.
- Do NOT mix with aqueous ammonia as the blend is very corrosive.

TM04A(PDS R 9-6-02)

Figura 3.4: Especificaciones técnicas del UAN 32

Ahora la pregunta sería ¿Y por qué usar UAN 32?

La respuesta es muy sencilla; el UAN 32 es la forma más segura, estable y óptima para el transporte de nitrógeno a temperatura ambiente y presión atmosférica.

El nitrógeno líquido se almacena a -196°C y tenerlo a como compuesto a temperatura ambiente sólo se logra con la combinación de diferentes compuestos, en este caso, el nitrógeno se obtiene de la combinación de la Urea con el Nitrato de Amonio, ambos producen el producto denominado UAN 32.

¿Y por qué se llama UAN 32?

El número 32 representa la concentración de nitrógeno que tiene el producto, y se llegó a este valor luego de muchas pruebas; la combinación Urea – Nitrato de Amonio resulta en un producto altamente corrosivo, por tal motivo, se buscó la concentración menos perjudicial en materia de corrosión, y eso se obtuvo en la concentración del 32% de nitrógeno, es por ello que esta combinación es muy delicada y de mucho cuidado en su elaboración, porque una pequeña variación en la concentración de nitrógeno puede generar un producto muy corrosivo y por ende que se eche a perder el equipamiento de proceso necesario para la elaboración y almacenamiento del producto terminado.

3.4. ALMACENAMIENTO DEL FERTILIZANTE LIQUIDO UAN 32

Para el almacenamiento del fertilizante UAN 32 se tienen diferentes alternativas, siempre buscando la integridad del producto y la integridad de las instalaciones donde se dará el almacenamiento.

El tipo de almacenamiento está relacionado inicialmente con el volumen a almacenar, en volúmenes menores se pueden utilizar tanques de fibra de vidrio, o recipientes de polipropileno, esta es la manera más económica y segura para su contención, pero esto sólo permite volúmenes de almacenamiento de hasta 3768 lt (5000 kg) en medidas comerciales y hasta 18 840 lt (25 000 kg) si es que uno manda a preparar tanques especiales de este material.



Figura 3.5: Tanques de almacenamiento de UAN 32 de 25000 galones en polipropileno

Para mayores volúmenes de almacenamiento debemos pensar en tener tanques de almacenamiento hechos de diferente material los cuales deben estar preparados para resistir el alto riesgo de corrosión que puede dar el producto almacenado.

Consultando con otros especialistas en la materia obtuve que en algunas partes de los Estados Unidos, el UAN 32 se almacena en tanques de acero al carbono con forros internos plásticos, esto conlleva a tiempos de mantenimiento altos pero en periodos prolongados, esta práctica se viene dando desde hace mucho tiempo atrás, pero actualmente, la tecnología y la mejora en la elaboración de un fertilizante líquido más estable ha generado otras alternativas de almacenamiento.

El pensar inicialmente en usar un acero inoxidable austenítico para la fabricación de un recipiente de almacenamiento para UAN 32 lo descalificaba inmediatamente debido al alto costo del material base y de fabricación de este tipo de recipientes; con la aparición de nuevos materiales, los aceros inoxidables dúplex, nos hizo regresar a la idea del uso de este tipo de tanques para el almacenaje.



Figura 3.6: Tanque de almacenamiento de UAN de acero

Existe la posibilidad de la protección anticorrosiva del tipo pintura la cual brinda la protección necesaria, pero con un alto riesgo debido a que dicho material puede sufrir deterioro por abrasión y además puede generar altos costos de mantenimiento, aunque con una correcta aplicación y con un control adecuado del desgaste del producto, así como buenos procedimientos de reparación en caso de averías, se vuelve en una buena alternativa cuando la vida útil de la planta no es tan prolongada.

El tema del almacenamiento de este material puede dar cabida a otras alternativas, tanques revestidos internamente con fibra de vidrio, tanques con acero plastificados, tanques de malla de acero con protección interna de geomembrana, etc., pero el tipo de tanque a escoger para nuestro caso dependerá siempre del volumen a almacenar y de la vida útil de la planta que vamos a construir considerando el mismo insumo de almacenaje.

Para nuestro caso, debemos encontrar la mejor manera de almacenar 20 000 TM de este producto.

Es por ello que se optó por considerar un tanque de almacenamiento hecho de acero al carbono ASTM A572 Gr. 50 como material base, y un revestimiento interno de Poliuria como protección anticorrosiva.

CAPITULO IV

EVALUACIÓN TÉCNICA

Para iniciar con el diseño del tanque de almacenamiento, primeramente presentaremos las alternativas técnicas que permitirán una correcta práctica de contención de las 20000 TM de este producto en nuestra planta de fertilizantes líquidos.

4.1. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO

4.1.1. Tanque de acero inoxidable

- Norma de diseño: API 650 Edición 11th Apéndice X
- Material del tanque: Acero dúplex UNS 32304
- Esfuerzo de fluencia del material: 400 MPa
- Material de las boquillas del tanque: Acero inoxidable ASTM A316L
- Espesor mínimo de plancha: 5mm
- Ancho mínimo de plancha: 1500mm
- Protección anticorrosiva: No necesaria

Conclusión técnica:

La fabricación de tanques de almacenamiento con este tipo de material reduce considerablemente el peso total del tanque debido a la mayor resistencia a la fluencia (160% mayor al del acero comercial ASTM A36) y debido a que la norma API 650 permite sólo con este tipo de materiales espesores de plancha desde 5mm; ya que en otro tipo de materiales, el espesor mínimo debe ser de 6mm.

El problema de este material es el costo, en promedio este material cuesta 3 veces más que un acero estructural comercial pero cuesta la mitad que el acero

inoxidable ASTM A240 tipo 316L; otro problema importante con el uso de este material es su dificultad en el proceso de soldeo mas no así su soldabilidad, es decir, si bien el material es de buena soldabilidad, se complica durante el proceso debido a que se tiende a formar ferrita luego del calentamiento, teniendo que controlar los niveles para que se mantengan dentro del rango del 20 al 70%.

Para la estructura que soportará al techo cónico se contemplará el uso de perfiles prefabricados, ya que deberán ser de algún material que pertenezca al mismo grupo de materiales definidos por el API 650 o una afinidad comprobada mediante pruebas de soldeo en caso de ser materiales disímiles como si ocurren con el acero dúplex UNS 32304 y el acero inoxidable ASTM A240 tipo 316L.

4.1.2. Tanque de acero al carbono

Norma de diseño: API 650 Edición 11th Sección 5.

Material del tanque: Acero estructural ASTM A572 Gr. 50

Esfuerzo de fluencia del material: 345MPa

Material de las boquillas del tanque: ASTM A53

Espesor mínimo de plancha: 6mm

Ancho mínimo de plancha: 1 800mm

Protección anticorrosiva: Necesaria

Conclusión técnica:

La norma API 650 permite el uso de este tipo de materiales para la fabricación de tanques, y el mismo en grado 50 es bastante comercializado en nuestro país no teniendo mayores problemas con respecto a la obtención del material para la fabricación de los tanques.

Es de buena soldabilidad y para las condiciones de trabajo en la ciudad de Paita, no se genera mayor problema con respecto al control de la temperatura de las juntas soldadas para evitar tensiones internas.

Debido a su menor resistencia a la fluencia, se tendrá un tanque de mayor peso y por tal motivo se tendrá una cimentación de mayores proporciones además de

que la norma API no lo permite en espesores menores de 6mm para cascos y 5mm para techos.

La estructura que soportará al techo cónico no deberá ser necesariamente del mismo material que el material base del tanque, puede ser utilizado acero estructural ASTM A36 para estos perfiles los cuales serán laminados y no prefabricados como en el caso anterior, esto también representará un gran ahorro en tiempo y costo.

Finalmente se ha decidido diseñar el tanque de acero al carbono ASTM A572 Gr. 50.

Esto conlleva ahora a definir el tipo de protección anticorrosiva que deberá tener este tanque almacenamiento, para ello se analizan dos alternativas:

a. Revestimiento interno con protección anticorrosiva del tipo pintura.

Ya definido que el tanque de almacenamiento será construido de acero al carbono, se debe definir ahora el tipo de protección anticorrosiva que tendrá el mismo.

Para este tanque, fue recomendado por un especialista en recubrimientos, el uso de un sistema de pintado que comprende lo siguiente:

- Granallado de la superficie en base al sistema SSPC SP-10
- Una capa de pintura epóxica fenólica de alta resistencia a la corrosión de 200 μm de espesor

Este es el sistema recomendado para la protección de la cara interior del tanque de almacenamiento que estará en constante contacto directo con el producto almacenado UAN 32, brindando a la estructura una vida útil de al menos 8 años, pero siempre se deben de hacer las inspección de espesor de pintura en intervalos de al menos una vez al año.

Para la protección externa del tanque se sugiere el siguiente sistema:

- Granallado de la superficie en base al sistema SSPC SP-6
- Una capa de pintura rica en Zinc de 75 μm de espesor.

- Una capa de pintura epóxica de altos contenidos de sólidos de (más del 80% en volumen)
- Una capa de pintura epóxica de altos contenidos de sólidos de (más del 80% en volumen)

La zona donde será construido este tanque es una zona próxima al mar, es por tal motivo que se requiere de una protección anticorrosiva que asegure la resistencia a la corrosión del recipiente también ante los agentes externos que puedan generarla, es por ello que se sugiere el este sistema de protección.

b. Revestimiento interno con protección anticorrosiva del tipo poliuria.

Actualmente aparece otro sistema de protección ante la corrosión que ofrece mayor resistencia, este es la denominado poliuria.

La poliuria es un elastómero con alta resistencia al ataque químico y alta ductilidad permitiéndole moverse durante la expansión o contracción de las superficies que protege.

Se recomienda su uso en sistemas de contención primarios o secundarios; en tanques y silos de concreto y acero; en tuberías de lubricantes y gases; en facilidades de plantas de tratamiento de aguas residuales; en transporte químico; etc.

El representante en el Perú, de este producto, sugirió el uso del siguiente sistema:

- Granallado de la superficie en base al sistema SSPC SP-3
- Una capa de primer Polyprime-100 de 125µm de espesor; el cual es un primer de dos componentes de 100% de sólidos
- Una capa de poliuria PTU de 400µm de espesor, el cual también tiene un porcentaje de sólidos en volumen del 100%.

Para la protección externa del tanque se sugiere el mismo sistema que en el caso anterior, siendo este el siguiente:

- Granallado de la superficie en base al sistema SSPC SP-6
- Una capa de pintura rica en Zinc de 75 µm de espesor.

- Una capa de pintura epóxica de altos contenidos de sólidos de (más del 80% en volumen)
- Una capa de pintura epóxica de altos contenidos de sólidos de (más del 80% en volumen)

Este sistema de pintado generará una vida útil del tanque de alrededor de 20 años según lo indicado por el proveedor del producto.

Esto está realmente basado en recomendaciones técnicas, en esta etapa del diseño, se asumirán dichas aseveraciones como ciertas pero previa a la etapa de construcción se deberán hacer las pruebas necesarias para determinar confirmar las asunciones.

4.2. RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE LA CONSTRUCCION

Para la determinación del costo de construcción del tanque se utilizarán los siguientes rendimientos para las diferentes partes de la construcción del tanque:

Item	Actividad	Ratio (kg/hh)
1	Preparación de planchas para fabricación (revisión, limpieza, cuadrado, corte y biselado)	150
2	Presentación de planchas para fondo de tanque	80
3	Presentación, armado y soldado de estructuras (columnas y vigas)	8
4	Presentación de planchas para techo fijo	60
5	Rolado de planchas y perfiles	140
6	Armado de planchas para fondo de tanque	28
7	Armado de planchas de cilindro y ángulo de refuerzo	20
8	Armado de planchas para techo fijo	40
9	Soldadura de planchas para fondo de tanque	30
10	Soldadura de planchas de cilindro y ángulo de refuerzo	20
11	Soldado de planchas para techo fijo	30
12	Fabricación y montaje de escalera espiral para tanque	4
13	Fabricación y montaje de baranda perimetral en techo de tanque	4

CAPITULO V

DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL DE ALMACENAMIENTO

5.1.CRITERIO DE DISEÑO

5.1.1. General

Todos los documentos de diseño y planos utilizarán unidades métricas de acuerdo al sistema internacional (SI), con la excepción de las dimensiones de las tuberías que se indicaran en pulgadas (Código ANSI).

5.1.2. Códigos y estándares

Los criterios establecidos en las normas, estándares de la industria para el diseño y construcción y otros documentos de referencia, serán considerados como requerimientos mínimos.

El diseño estará basado en los estándares y normas, más recientemente publicados por las siguientes organizaciones:

- API 650 American Petroleum Institute;
- ANSI American National Standards Institute;
- ASME American Society of Mechanical Engineers;
- ASTM American Society for Testing & Materials;
- AWS American Welding Society;
- OSHA Occupational Safety & Health Administration; y

Además de los estándares y normas arriba indicadas, el diseño cumplirá con todas las reglamentaciones y leyes de las autoridades locales.

5. 1. 3. Condiciones Ambientales

Se describen a continuación las condiciones en el área del proyecto (Corresponde a la ubicación geográfica de la Planta donde será construido el tanque).

Tabla 5. 1
Condiciones Ambientales

Condiciones	Unidad
Temperatura mínima promedio	15°C
Temperatura máxima promedio	35°C
Dirección del viento	Sur-oeste a Nor-oeste
Velocidad de viento máximo	100 km/h
Altura sobre el nivel del mar	0 – 100 msnm
Humedad Relativa promedio	70- 90%
Clase de sitio	D
Grupo sísmico	I
Gravedad específica del UAN 32	1. 32
pH del UAN 32	6.9
Peso del material almacenado	20 000 TM

5. 1.4. Criterios de diseño

- Los tanques se diseñarán considerando la densidad del producto a almacenar, así mismo se tomarán en cuenta los esfuerzos ocasionados en la prueba hidrostática.
- Considerando la capacidad del suelo, los tanques se proyectará, lo suficientemente altos para sean económicos, pero también considerando la influencia del aspecto sísmico de la zona y las restricciones de espacio que se dan en la planta donde el tanque estará instalado.

El tanque será, metálicos, cilíndricos, con techo cónico soportado.

Los tanques se proyectará, con columnas interiores conformadas por vigas laminadas de acero.

La protección será mediante pintura exterior en paredes y techo, y pintura interior en el fondo y paredes del tanque.

5.2.DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO

En primer lugar, se calculará la dimensión óptima para el almacenamiento de 15152m³ de UAN 32; esto se realizará mediante cálculos previos (anexo 1) para dimensionamiento del tanque modificando tanto el diámetro como la altura del recipiente y con ello encontraremos las dimensiones del cilindro económico

Los resultados a los cálculos realizados para el dimensionamiento óptimos se encuentran en la tabla 5.2

Con esta información se elabora la curva Peso vs Altura y con ello se obtiene que las dimensiones óptimas del tanque de almacenamiento de 15 152m³ de UAN32 son:

Diámetro: 34.53 m

Altura: 16.18 m

Tabla 5.2
Dimensiones calculadas

Propiedades	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6	Opción 7	Opción 8
H (m)	15.00	16.00	17.00	16.50	16.10	16.20	16.05	16.18
D (m)	35.90	34.70	33.69	34.19	34.62	34.51	34.67	34.53
Peso del Casco (kg)	187 575.96	190 319.99	208904.15	196 517.14	190 270.09	190 222.33	190 294.77	190 231.71
Peso del Fondo (kg)	65948.10	61 902.91	58 331.40	60 063.32	61 525.90	61 153.51	61 713.82	61 227.62
Peso del Techo (kg)	93092.60	92 122.52	92 419.08	92 702.80	92 045.84	92 911.18	93 026.72	91 986.96
Peso Total (kg)	346616.60	344 345.42	359 654.63	349 283.25	343 841.83	344 287.03	345 035.31	343 446.30

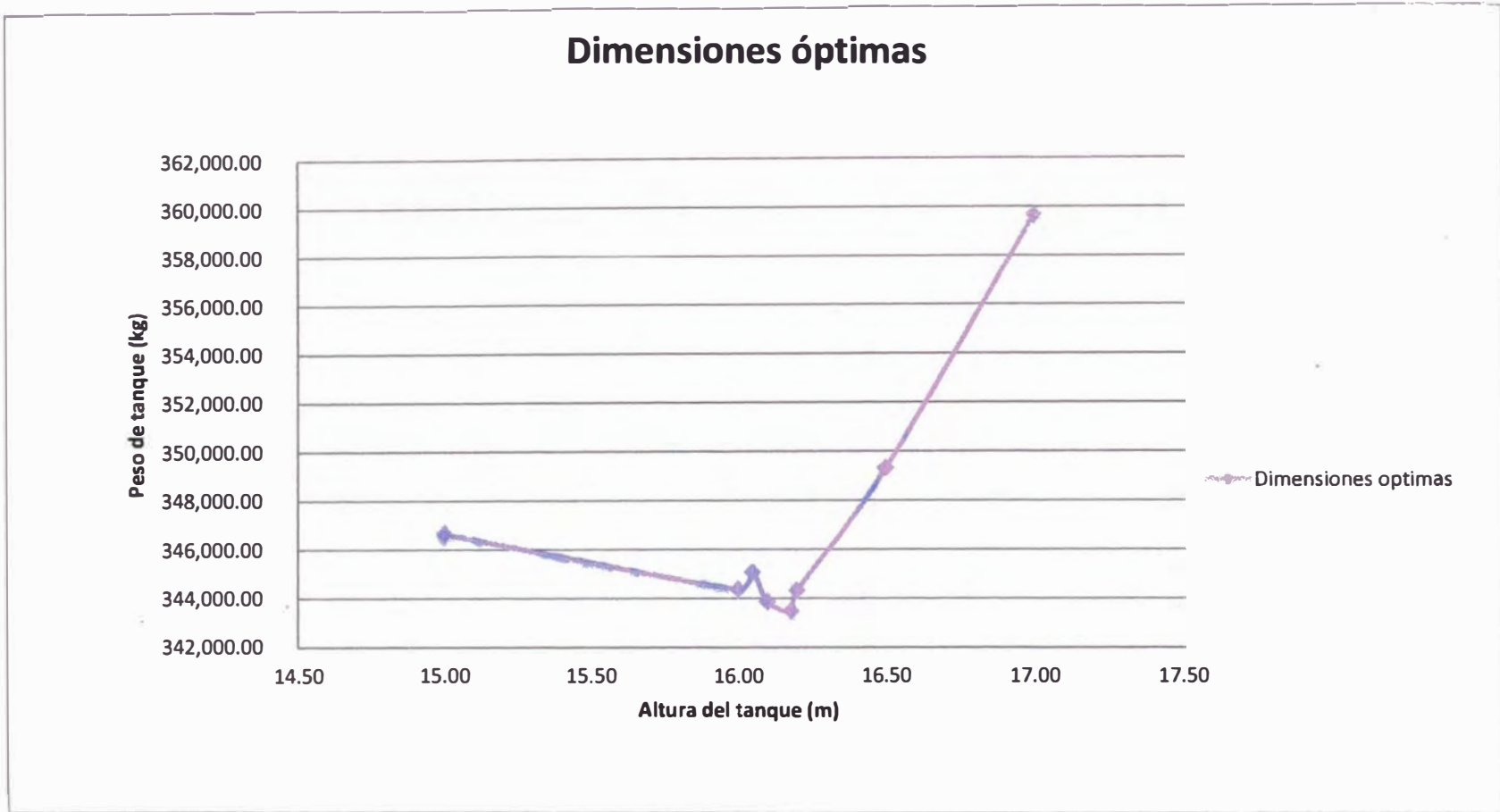


Figura 5.1: ALTURA (m) vs PESO DEL TANQUE (Kg)

5.3.MEMORIA DE CALCULO

A continuación se encuentra la memoria de cálculo del tanque de almacenamiento de 15 152 m³ de UAN32 realizado en base a los criterios de diseño mencionados previamente y en base a las necesidades, restricciones y limitaciones que se encontraron actualmente en el predio donde dicho tanque será instalado.

Descripción del Tanque: Tanque de Almacenamiento de 20,000TM de UAN 32

Referencia: Tabla Y-2 del ASME Sección II, Parte D

$S_d = 180$ MPa de acuerdo a 5.6.2.1

$S_t = 193$ MPa de acuerdo a 5.6.2.2

5.3.1. Tanque / Información del Producto

D =	34.53 m	diámetro nominal del tanque
H =	16.18 m	máximo nivel nominal del producto
G =	1.32	gravedad específica nominal del producto a almacenar
CA =	1.59 mm	tolerancia de corrosión
Sd =	180 MPa	esfuerzo permisible para la condición de diseño
St =	193 MPa	esfuerzo permisible para la condición de prueba hidrostática
E =	210000 MPa	módulo de elasticidad
e =	1	eficiencia de junta
V =	100 km/h	velocidad del viento

5.3.2. Cálculo del fondo

Tabla 5.3
Espesor de plancha del anillo de fondo (t_{br})

Espesor de plancha de primer anillo del casco (mm)	Esfuerzo en el primer anillo del casco (MPa)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 220	≤ 250
$t \leq 19$	6	6	7	9
$19 < t \leq 25$	6	7	10	11
$25 < t \leq 32$	6	9	12	14
$32 < t \leq 38$	8	11	14	17
$38 < t \leq 45$	9	13	16	19

(*) 185.70 MPa esfuerzo en el primer anillo del casco (MPa)
 $t_{br} =$ 12.00 mm espesor de plancha del anillo del fondo
 (*) 50.00 mm proyección de la plancha anular fuera del casco
 (*) 600.00 mm proyección de la plancha anular dentro del casco
 $t_b =$ 8.00 mm espesor de la plancha del fondo

$W_b = 61,227.62$ kg peso del fondo

5.3.3. Cálculo del casco

Valores calculados del casco (método 1-foot)

Tabla 5.4
OPCIÓN 1 (método 1-foot)

Anillo	$t_{nominal}$ (mm)	$td_{nominal}$ (mm)	td_{real} (mm) ($t_{nominal}$)	td_{real} (mm) ($td_{nominal}$)	Ht (m)	Esfuerzo por el producto (MPa)	Esfuerzo hidrostático (MPa)
1	13.92	21.29	15.9	22.2	2.40	172.43	120.89
2	11.82	18.31	12.7	19.1	2.40	173.04	119.72
3	9.71	15.34	12.7	15.9	2.40	173.88	118.09
4	7.61	12.36	7.9	12.70	2.40	175.14	115.64
5	5.51	9.38	6.4	9.53	2.40	177.25	111.55
6	3.40	6.40	6.4	6.4	2.40	181.47	103.38
7	1.30	3.42	6.4	6.4	2.40	97.05	39.43
8	-0.81	0.45	0.0	6.4	0.38	12.64	-24.51
9	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

td = espesor de diseño del casco

tt = espesor de prueba hidrostática del casco

Cálculo del borde libre (freeboard)

$K =$	1.5	coeficiente para ajustar la aceleración espectral
$Q =$	2/3	factor de escalamiento del MCE
$S_p =$	0.25 g	aceleración de la gravedad pico para el nivel de diseño
$S_s =$	0.63 g	parámetro de respuesta de aceleración espectral en periodos cortos
$S_1 =$	0.31 g	parámetro de respuesta de aceleración espectral en periodos de 1 segundo
$S_0 =$	0.25 g	parámetro de respuesta de aceleración espectral en periodos de 0 segundo
$F_a =$	1.2	aceleración basada en coeficiente de sitio

Fv =	1.8		velocidad basada en coeficiente de sitio
I =	1		factor de importancia
SUG =	1		grupo sísmico de uso
SiteClass =	D		clase de sitio
T _c =	6.31 s	>	4.00 s periodo natural convectivo
T _s =	0.8 s		F _v S ₁ /F _a S _s
A _f =	0.056 g		coeficiente de aceleración para la onda calculada
δ _s =	975.29 mm		borde libre (freeboard)
W _s =	190,231.71 kg		peso del casco (por método 1-foot)

Valores calculados del casco (método variable-design-point)

L =	596.91		(500 Dt) ^{0.5}
L / H =	36.89	<	500/3
t' _{1d} =	21.84 mm		
t' _{1t} =	14.43 mm		
t _{pd} =	21.29 mm		
t _{pt} =	13.92 mm		

Espesor del 1er Anillo

t _{1d} =	21.29 mm	el mínimo entre t' _{1d} y t _{pd}
t _{1t} =	13.92 mm	el mínimo entre t' _{1t} y t _{pt}
t ₁ =	21.29 mm	espesor del 1er anillo

Espesor del 2do Anillo

h ₁ /(rt ₁) ^{0.5} =	3.959	t ₂ = t _{2a}	Diseño
h ₁ /(rt ₁) ^{0.5} =	4.895	t ₂ = t _{2a}	Prueba hidrostática

	1era iteración		2da iteración		3era iteración	
	Diseño	Hidro. st.	Diseño	Hidro. st.	Diseño	Hidro. st.
x_1	686.071	649.496	743.741	691.142	742.369	690.277
x_2	1072.100	1168.636	1266.429	1306.836	1261.808	1303.965
x_3	685.997	551.065	676.968	545.909	677.180	546.016
x	685.997	551.065	676.968	545.909	677.180	546.016
t_L	21.291	13.921	21.291	13.921	21.291	13.921
t_u	18.313	11.817	17.834	11.597	17.845	11.602
K	1.163	1.178	1.194	1.200	1.193	1.200
C	0.078	0.085	0.092	0.095	0.092	0.095
t_{2a}	17.834	11.597	17.845	11.602	17.845	11.602

$$t_{2a} = 17.85 \text{ mm}$$

$$t_{2d} = 17.85 \text{ mm}$$

$$t_{2t} = 11.60 \text{ mm}$$

$$t_2 = 17.85 \text{ mm} \quad \text{espesor del 2do anillo}$$

Espesor del 3er Anillo

	1era iteración		2da iteración		3era iteración	
	Diseño	Hidro. st.	Diseño	Hidro. st.	Diseño	Hidro. st.
x_1	626.319	584.365	673.159	618.308	672.044	617.603
x_2	885.377	965.100	1045.860	1079.230	1042.045	1076.859
x_3	685.997	551.065	676.968	545.909	677.180	546.016
x	626.319	551.065	673.159	545.909	672.044	546.016
t_L	18.313	11.817	18.313	11.817	18.313	11.817
t_u	15.335	9.713	14.930	9.493	14.872	9.498
K	1.194	1.217	1.227	1.245	1.231	1.244
C	0.092	0.102	0.106	0.114	0.108	0.114
t_{3a}	14.930	9.493	14.872	9.498	14.874	9.498

$$t_3 = 14.87 \text{ mm} \quad \text{espesor del 3er anillo}$$

Espesor del 4to Anillo

	1era iteración		2da iteración		3era iteración	
	Diseño	Hidroست.	Diseño	Hidroست.	Diseño	Hidroست.
x_1	566.568	519.233	602.577	545.474	601.720	544.929
x_2	698.654	761.564	825.292	851.624	822.281	849.753
x_3	685.997	551.065	676.968	545.909	677.180	546.016
x	566.568	519.233	602.577	545.474	601.720	544.929
t_L	15.335	9.713	15.335	9.713	15.335	9.713
t_u	12.357	7.609	12.027	7.417	11.982	7.394
K	1.241	1.276	1.275	1.310	1.280	1.314
C	0.113	0.128	0.127	0.142	0.129	0.143
t_{3a}	12.027	7.417	11.982	7.394	11.983	7.395
$t_4 =$	11.98 mm		espesor del 4to anillo			

Espesor del 5to Anillo

	1era iteración		2da iteración		3era iteración	
	Diseño	Hidroست.	Diseño	Hidroست.	Diseño	Hidroست.
x_1	506.817	454.102	531.996	472.641	531.396	472.255
x_2	511.932	558.028	604.724	624.019	602.518	622.648
x_3	685.997	551.065	676.968	545.909	677.180	546.016
x	506.817	454.102	531.996	472.641	531.396	472.255
t_L	12.357	7.609	12.357	7.609	12.357	7.609
t_u	9.380	5.505	9.123	5.370	9.092	5.354
K	1.317	1.382	1.355	1.417	1.359	1.421
C	0.145	0.171	0.160	0.185	0.162	0.186
t_{3a}	9.123	5.370	9.092	5.354	9.092	5.354
$t_5 =$	9.09 mm		espesor del 5to anillo			

Espesor del 6to Anillo

	1era iteración		2da iteración		3era iteración	
	Diseño	Hidrost.	Diseño	Hidrost.	Diseño	Hidrost.
x_1	447.066	388.970	461.414	399.807	461.072	399.581
x_2	325.209	354.492	384.156	396.413	382.754	395.542
x_3	685.997	551.065	676.968	545.909	677.180	546.016
x	325.209	354.492	384.156	396.413	382.754	395.542
t_L	9.380	5.505	9.380	5.505	9.380	5.505
t_u	6.402	3.401	6.370	3.354	6.297	3.317
K	1.465	1.619	1.472	1.642	1.489	1.660
C	0.203	0.257	0.206	0.265	0.212	0.271
t_{3a}	6.370	3.354	6.297	3.317	6.299	3.318
$t_6 =$	6.30 mm		espesor del 6to anillo			
$t_7 =$	$t_6 =$	6.30 mm		espesor del 7mo anillo		

Tabla 5.5
OPCIÓN 2: Método variable-design-point

Anillo	t nominal (mm)	t real (mm)	Ht (m)
1	21.29	22.2	2.40
2	17.85	19.1	2.40
3	14.87	15.9	2.40
4	11.98	15.9	2.40
5	9.09	12.7	2.40
6	6.30	12.7	2.40
7	6.30	7.9	2.40
8	0.00	6.4	0.38
9		0.0	0.00

$W_s = 219,431.58$ kg peso del casco (por método variable-design-point)

Por lo tanto:

$W_s = 219,431.58$ kg peso total del casco

5.3.4. Cálculo del techo



Figura 5.1: Arreglo de columnas y techo cónico

$N =$	5	número base (número de lados del primer poliedro del centro)
$H_C =$	17.18 m	Altura del cilindro
$H_T =$	2.16 m	Altura del techo
$H_F =$	0.14 m	Altura del fondo
$R_0 =$	0.60 m	Radio del capitel
$R_1 =$	5.75 m	Radio columna 1
$R_2 =$	11.51 m	Radio columna 2
$R_3 =$	17.26 m	Radio interior del tanque
$H_{R0} =$	19.41 m	Altura del capitel
$H_{R1} =$	18.71 m	Altura de viga en R1
$H_{R2} =$	17.95 m	Altura de viga en R2
$H_{R3} =$	17.18 m	Altura del casco
$t_r =$	5.00 mm	espesor de plancha del techo
$CA_t =$	0.00 mm	corrosión admisible del techo

$p_r =$	1.5 : 12	pendiente del techo cónico
$p_f =$	1 : 120	pendiente del fondo
$\omega_{rp} =$	39.25 kg/m ²	peso unitario del techo
W_{rp} =	37,781.92 kg	peso total de plancha del techo

Calculo de la estructura soporte del techo

Cargas

$g =$	9.81 m/s ²	aceleración de la gravedad
$D_L =$	395.80 Pa	carga muerta
$P_e =$	- N	presión externa de diseño
$P_i =$	- N	presión interna de diseño
$H_t =$	- N	carga hidrostática
$L_r =$	1,000.00 Pa	carga viva
$E =$	- N	carga sísmica
$F =$	-	
$P_t =$	-	
$W_w =$	398.89 Pa	carga de viento
$\omega =$	182.95 kg/m ²	carga en el techo (según Apéndice R)
$p =$	1,395.80 Pa	carga uniforme en el techo (según Apéndice R)
$b =$	3043.38 mm	\geq 2100 mm
$b =$	2.10 m	espaciamiento máximo de viguetas

Cálculo de Viguetas

$n'_1 =$	11.115 und	numero de viguetas calculadas en R ₁
$n_1 =$	20 und	numero de viguetas reales en R ₁
$n'_2 =$	22.230 und	numero de viguetas calculadas en R ₂
$n_2 =$	40 und	numero de viguetas reales en R ₂
$n'_3 =$	33.345 und	numero de viguetas calculadas en R ₃

$n_3 = 60$ und numero de viguetas reales en R_3

Cálculo y selección de las viguetas de R_1

$W' = 222.20$ kg/m² carga unitaria sobre el techo ($\omega + \omega_{rp}$)

$L_{m1} = 4.63$ m longitud máxima de vigueta en R_1

$Am_1 = 0.911$ m separación promedio de viguetas consecutivas en R_1

$Am_{1MAX} = 1.808$ m separación real máxima de viguetas consecutivas en R_1

Separación OK

$W = 202.485$ kg/m

$M_{max} = 541.503$ Kg - m ($W L m_1^2 / 8$)

$M_{max} = 54,150.28$ Kg - cm

$S = 1265.14$ kg/cm² $0.5S_y$ (S_y del ASTM A36)

$Z_{max} = 42.80$ cm³

$Z_{max} = 2.61$ in³

$S_x (C5 \times 6.7) = 2.99$ in³ Módulo de secciónelástico de Canal C 5 x 6.7

Cálculo y selección de las viguetas de R_2

$W' = 222.20$ kg/m² carga unitaria sobre el techo ($\omega + \omega_{rp}$)

$L_{m2} = 5.50$ m longitud máxima de vigueta en R_2

$Am_2 = 1.335$ m separación promedio de viguetas consecutivas en R_2

$Am_{2MAX} = 1.808$ m separación real máxima de viguetas consecutivas en R_2

Separación OK

$W = 296.585$ kg/m

$M_{max} = 1122.553$ Kg - m ($W L m_1^2 / 8$)

$M_{max} = 112,255.27$ Kg - cm

$S = 1265.14$ kg/cm² $0.5S_y$ (S_y del ASTM A36)

$Z_{max} = 88.73$ cm³

$$Z_{\max} = 5.41 \text{ in}^3$$

$$S_x(\text{C8 x 11.5}) = 8.14 \text{ in}^3 \quad \text{Módulo de sección elástica de Canal C 8 x 11.5}$$

Cálculo y selección de las viguetas de R₃

$$W' = 222.20 \text{ kg/m}^2 \quad \text{carga unitaria sobre el techo } (\omega + \omega_p)$$

$$L_{m3} = 5.59 \text{ m} \quad \text{longitud máxima de viguetas en R}_3$$

$$A_{m3} = 1.497 \text{ m} \quad \text{separación promedio de viguetas consecutivas en R}_3$$

$$A_{m3\text{MAX}} = 1.808 \text{ m} \quad \text{separación real máxima de viguetas consecutivas en R}_3$$

Separación OK

$$W = 332.677 \text{ kg/m} \quad \text{carga unitaria lineal sobre la vigueta}$$

$$M_{\max} = 1298.600 \text{ Kg} \cdot \text{m} \quad (W L m_1^2 / 8)$$

$$M_{\max} = 129,859.97 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$S = 1265.14 \text{ kg/cm}^2 \quad 0.5S_y \text{ (} S_y \text{ del ASTM A36)}$$

$$Z_{\max} = 102.64 \text{ cm}^3$$

$$Z_{\max} = 6.26 \text{ in}^3$$

$$S_x(\text{C8 x 11.5}) = 8.14 \text{ in}^3 \quad \text{Módulo de sección elástica de Canal C 8 x 11.5}$$

$$W_{\text{NOMINAL}} = W + W_{\text{VIGUETA}} \quad \text{kg/m}$$

$$M_{\max\text{NOM}} = 1365.54 > M_{\max} \quad \text{OK}$$

Vigueta =

C 8 x 11.5

 VIGUETA SELECCIONADA

$$W_{\text{rb}} = 11,111.50 \text{ kg} \quad \text{peso total de viguetas del techo}$$

Calculo de Vigas

$L_{VR1} = 6.77 \text{ m}$ longitud de viga en R_1
 $L_{VR2} = 7.11 \text{ m}$ longitud de viga en R_2
 $L_V = 7.11 \text{ m}$ longitud máxima de viga entre L_{VR1} y L_{VR2}

$W = 332.68 \text{ kg/m}$ carga unitaria lineal sobre la vigueta (sobre L_V)
 $W'_{\text{vigüeta}} = 17.15 \text{ kg/m}$ carga unitaria lineal de la vigueta
 $n = 10 \text{ und}$ número de vigüetas sobre viga de longitud L_V
 $L_m = 5.59 \text{ m}$ longitud máxima de vigüetas sobre L_V

$W_{\text{viga}} = 1374.07 \text{ kg/m}$ carga unitaria lineal sobre la viga en L_V
 $M_{\text{viga}_{MAX}} = 8,691.39 \text{ kg-m}$ momento máximo sobre viga L_V

$Z_{\text{viga}_{max}} = 686.99 \text{ cm}^3$

$Z_{\text{viga}_{max}} = 41.92 \text{ in}^3$

$Z_{\text{viga}(W 10 \times 39)} = 46.80 \text{ in}^3$ Módulo de secciónplástico de Viga W 10 x 39

$W_{\text{NOMINAL VIGA}} = W + W_{\text{VIGA}}$ kg/m

$M_{\text{maxNOMINAL VIGA}} = 9,059.27 > M_{\text{viga}_{MAX}} \text{ OK}$

Viga = W 10 x 39 VIGA SELECCIONADA

$W_{rb} = 6,104.63 \text{ kg}$ peso total de vigas del techo

Calculo de Columnas

$W_{CR0} = 11,070.66 \text{ kg}$ Carga en columna en R_0

$W_{CR1} = 7,482.28 \text{ kg}$ Carga en columna en R_1

$W_{CR2} = 6,646.59 \text{ kg}$ Carga en columna en R_2

$W_{CR} = 11,070.66 \text{ kg}$ Carga en columna en R

La carga máxima se da en la columna del capitel

$L / r_c = 180$

$L = 19.41 \text{ m}$ Longitud de columna de mayor carga

$r_c = 0.108 \text{ m}$ radio de giro de compresión nominal de columna

$r_c = 4.245 \text{ in}$

Columna =

W 14 x 145

COLUMNA SELECCIONADA

$r = 4.28 \text{ in}$ radio de giro de compresión de columna
seleccionada

$r = 0.109 \text{ m}$

$A = 0.028 \text{ m}^2$ Área de la sección de la columna

$C_c = 129.23 < 180$

$F_a = 21.835 \text{ MPa}$ esfuerzo de compresión admisible

$F = 3.942 \text{ MPa}$ OK

$W_c = 63,239.33 \text{ Kg}$ peso total de columnas

5.3.5. Cálculo Sísmico del tanque (Apéndice E)

D =	34.53 m	diámetro nominal del tanque
H =	16.18 m	máximo nivel del producto
G =	1.32	gravedad específica
g =	9.81 m/s ²	aceleración de la gravedad
E =	210000 MPa	módulo de elasticidad del casco del tanque
F _y =	344.75 MPa	mínimo esfuerzo de fluencia especificado del anillo del fondo
Anchorage =	S	S= auto anclado, M= anclado mecánicamente
nA =	0 und	numero de pernos de anclaje espaciados igualmente, si es mecánicamente anclado
t _a =	12.00 mm	espesor del anillo del fondo
t _b =	8.00 mm	espesor del fondo del tanque
t _u =	9.75 mm	espesor uniforme del casco del tanque
W _{fd} =	0 N	peso total de la fundación del tanque
W _g =	0 N	peso del suelo directamente sobre la zapata de fundación
W _r =	1,216,227.92 N	peso total del techo incluyendo estructura, accesorios y 10% de carga de nieve, aislamiento, etc.
W _{rs} =	0 N	carga muerta actuando sobre el casco del tanque
W _s =	2,152,623.80 N	peso total del casco y accesorios
W _{ns} =	0 N	peso efectivo del aislamiento actuando sobre el casco del tanque
X _r =	16.18 m	altura desde la parte superior de la cimentación hasta el C.G. del techo
X _s =	7.17 m	altura desde el fondo del tanque al C.G. del casco
X _{ns} =	0 m	altura desde el fondo del tanque al C.G. del aislamiento actuando sobre el casco
Pd =	0 MPa	presión interna de diseño
RLL =	0 N/m	carga viva del techo actuando sobre el casco (elevación es negativa)
SiteClass =	D	Suelo rígido con 180 m/s ≤ v ≤ 360 m/s
SUG =	I	Grupo sísmico a usar

Valores calculados

$W_p =$	196,202,480.62	N	peso total del producto
$W_f =$	600,642.99	N	peso total del piso del tanque
$W_{tot} =$	3,368,851.72	N	$W_s + W_r$
$w_{rs} =$	0	N/m	carga del techo actuando sobre el casco y 10% por carga de nieve especificada
$w_s =$	19,843.66	N/m	
$w_t =$	31,055.28	N/m	
$w_{ns} =$	0	N/m	carga del aislamiento por metro de altura
$w_{press} =$	0	N/m	elevación debido a la presión de diseño
$H/D =$	0.47		

Cálculo del periodo

ASCE 7 es independiente del periodo del sistema impulsivo del tanque

Para métodos donde el periodo impulsivo es requerido, T_i puede ser estimado por la ecuación Eqn E4.5.1-1a

Periodo Impulsivo:

$$\begin{aligned}C_i &= 6.40 \text{ de la Figura E-1} \\ \rho &= 1320 \text{ Kg/m}^3 \\ T_i &= 0.35 \text{ s}\end{aligned}$$

Periodo convectivo (oleaje):

$$T_c = 6.31 \text{ s}$$

Para el movimiento del terreno, seleccionar sólo un método

Distancia desde la parte superior a la parte superior del anillo en análisis para TCL =	1.00 m
Número de anillos del casco =	7 u.

Tabla 5.6
Información del casco

Anillo	Ht (m)	Y (m)	Espesor (mm)	Material	Esfuerzo Permisible en Anillo (MPa)	Esfuerzo en Anillo (MPa)	t/R	Peso (N)	Condición
TOP	0.38	-0.62	6.4	ASTM A572 Gr. 50	192.08	-21.83	0.000367796	20157.77	OK
2	2.40	1.78	7.9	ASTM A572 Gr. 50	192.08	50.14	0.000459745	159140.27	OK
3	2.40	4.18	12.7	ASTM A572 Gr. 50	192.08	73.58	0.000735592	254624.43	OK
4	2.40	6.58	12.7	ASTM A572 Gr. 50	192.08	115.83	0.000735592	254624.43	OK
5	2.40	8.98	15.9	ASTM A572 Gr. 50	192.08	126.47	0.00091949	318280.54	OK
6	2.40	11.38	15.9	ASTM A572 Gr. 50	192.08	160.26	0.00091949	318280.54	OK
7	2.40	13.78	19.1	ASTM A572 Gr. 50	192.08	161.72	0.001103388	381936.65	OK
8	2.40	16.18	22.2	ASTM A572 Gr. 50	192.08	162.76	0.001287286	445592.76	OK

espesor del anillo del fondo = 12.00 mm
 espesor promedio de la pared del tanque = 9.75

Método 3 - Aceleración pico del terreno

Este método puede ser usado cuando no se da el RSC y la ley estipula usar sólo la aceleración pico del terreno

Se genera un valor aproximado de RSC

$S_p =$	0.35 g	
$S_s =$	$2.5 S_p =$	0.88 g
$S_1 =$	$1.25 S_p =$	0.44 g
$F_a =$	1	coeficiente del sitio aplicable a S_s
$F_v =$	1.3	coeficiente del sitio aplicable a S_1
$Q =$	1.0	factor de escalamiento, usualmente 1.0 para método 3
$K =$	1.5	factor de escalamiento desde 5% a 0.5% de amortiguamiento, usualmente = 1.5
$I =$	1	factor de importancia
$R_{wi} =$	3.5	factor de reducción de fuerza para el modo impulsivo
$R_{wc} =$	2	factor de reducción de fuerza para el modo convectivo
$A_{i_{min}} =$	0.007 g	si la regulación local requiere valor mínimo de diseño
$A_{c_{min}} =$		si la regulación local requiere valor mínimo de diseño
$T_s =$	0.65 s	

Impulsivo

$A_i =$	0.25 g	Eqn E4.6.1-1
$A_i =$	0.06 g	Eqn E4.6.1-3 si el tanque pertenece a las clases de sitio E y F
$A_i =$	0.25 g	Clase de sitio D
$T_L =$	4	

Convectivo

$A_c =$	0.07 g	Eqn E4.6.1-4	Cuando $T_C \leq T_L$
$A_c =$	0.04 g	Eqn E4.6.1-5	Cuando $T_C > T_L$

Nota: T_I es igual a 4s para este método

$A_c =$	0.04 g	$T_C > T_L$
---------	--------	-------------

Ai y Ac para diseño

$$A_i = 0.25 \text{ g}$$

$$A_c = 0.04 \text{ g}$$

Corte en la base

$W_i = 101,020,542.77 \text{ N}$		Eqn E.6.1.1-1	Porción efectiva impulsiva del peso del líquido
$W_i = 104,921,762.39 \text{ N}$		Eqn E.6.1.1-2	Si $D/H \leq 1.3333$
$D/H = 2.134$	por lo tanto		$W_i = 101,020,542.77 \text{ N}$
$W_c = 90,317,527.46 \text{ N}$		Eqn E.6.1.1-3	
Impulsivo :		Convectivo :	
$V_i = 26,247,509.37 \text{ N}$		$V_c = 3,869,005.14 \text{ N}$	
	Corte en la base	$V = 26,531,131.69 \text{ N}$	

Centro de acción

Junta fondo-casco

$X_i = 6.0675 \text{ m}$		Eqn E.6.1.2.1-1	
$X_i = 4.84418 \text{ m}$		Eqn E.6.1.2.1-2	si $D/H \leq 1.3333$
$D/H = 2.134116193$	por lo tanto	$X_i = 6.0675 \text{ m}$	
$X_c = 9.63 \text{ m}$		Eqn E.6.1.2.1-3	

Losa:

$X_{is} = 13.69 \text{ m}$		Eqn E.6.1.2.2-1	
$X_{is} = 10.1618 \text{ m}$		Eqn E.6.1.2.2-2	si $D/H \leq 1.3333$
$D/H = 2.134116193$	por lo tanto	$X_{is} = 13.68802302 \text{ m}$	
$X_{cs} = 12.89 \text{ m}$		Eqn E.6.1.2.2-3	

Efecto sísmico vertical $A_v = 0.14 S_{DS} = 0.082 \text{ g}$

Tabla 5.7
Esfuerzo en el arco del líquido dinámico

No. anillo	Y (m) + down	Y/D	si D/H \geq 1.3333	si D/H < 1.333 e Y < 0.75D	si D/H < 1.333 e Y \geq 0.75D	Ni (N/mm)	Nc (N/mm)
			Ni impulsivo	Ni impulsivo	Ni impulsivo		
TOP	-0.62	-0.018	-58.10	-49.76	1023.01	0.00	0.00
2	1.78	0.052	154.67	136.32	1023.01	154.67	104.64
3	4.18	0.121	334.70	304.76	1023.01	334.70	83.43
4	6.58	0.191	482.00	455.55	1023.01	482.00	67.70
5	8.98	0.260	596.57	588.71	1023.01	596.57	56.43
6	11.38	0.330	678.40	704.23	1023.01	678.40	48.87
7	13.78	0.399	727.50	802.11	1023.01	727.50	44.52
8	16.18	0.469	743.87	882.36	1023.01	743.87	43.10

Momentos de volteo

Momento en la junta fondo - casco (actuando en la base del casco)

$$M_{rw} = 166,241,329.18 \quad \text{Nm}$$

Momento en la losa

$$M_s = 357,962,380.55 \quad \text{Nm}$$

Tabla 5.8
API FBT Análisis del Casco

Anillo No.	Und.	TOP	2	3	4	5	6	7	8
Material		ASTM A572 Gr. 50	ASTM A572 Gr. 50	ASTM A572 Gr. 50	ASTM A572 Gr. 50	ASTM A572 Gr. 50	ASTM A572 Gr. 50	ASTM A572 Gr. 50	ASTM A572 Gr. 50
Esfuerzo permisible de diseño	MPa	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08
Ht de anillo	m	0.38	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Espesor del anillo	mm	6.35	7.9375	12.7	12.7	15.875	15.875	19.05	19.05
Y	m	-0.62	1.78	4.18	6.58	8.98	11.38	13.78	16.18
Carga Muerta del techo + 10% nieve, incluye equipos	N	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso del casco	N	20 157,77	159 140,27	254 624,43	254 624,43	318 280,54	318 280,54	381 936,65	445 592,76
Carga muerta acumulativa, peso propio	N/mm	0.19	1.65	4.00	6.35	9.28	12.22	15.74	19.84
Nphi DL	N/mm	1.00	2.00	5.00	7.00	10.00	13.00	16.00	20.00
Nphi LL	N/mm	0	0	0	0	0	0	0	0
Ntheta, hidrostática	N/mm	0.00	330.54	866.56	1402.58	1938.59	2474.61	3010.62	3546.64
Ntheta HEQ, Nimpulsiva	N/mm	0.00	154.67	334.70	482.00	596.57	678.40	727.50	743.87
Ntheta HEQ, Nconvectiva	N/mm	0.00	104.64	83.43	67.70	56.43	48.87	44.52	43.10
Ntheta HEQ, (suma directa)	N/mm	0.00	259.31	418.13	549.70	653.00	727.27	772.02	786.97
Ntheta VEQ, Ntheta x EQ vert factor	N/mm	0.00	26.99	70.77	114.54	158.32	202.09	245.87	289.64
Ntheta EQ (srss)	N/mm	0.00	188.68	352.13	500.03	619.79	709.55	769.21	799.43
Ntheta total	N/mm	0.00	519.22	1218.69	1902.60	2558.38	3184.16	3779.84	4346.07

Tabla 5.8
Revisión de Combinación de Cargas

Anillo No.		TOP	2	3	4	5	6	7	8
DL + LL									
Nphi	N/mm	1.00	2.00	5.00	7.00	10.00	13.00	16.00	20.00
Sphi	MPa	0.16	0.25	0.39	0.55	0.63	0.82	0.84	0.90
GHD ² /t ²		631.54	404.18	157.88	157.88	101.05	101.05	70.17	51.55
Sphi permisible	MPa	15.26	19.08	30.53	30.53	38.16	38.16	45.79	53.42
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Ntheta	N/mm	0.000	330.543	866.559	1402.575	1938.592	2474.608	3010.624	3546.640
Stheta	MPa	0.00	41.64	68.23	110.44	122.12	155.88	158.04	159.58
Stheta permisible	MPa	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08	192.08
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
DL + EQ (srss)									
Nphi	kg/m	1.00	190.68	357.13	507.03	629.79	722.55	785.21	819.43
Sphi	MPa	0.16	24.02	28.12	39.92	39.67	45.51	41.22	36.87
Sphi permisible	MPa	20.30	25.38	40.60	40.60	50.75	50.75	60.90	71.05
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Ntheta	N/mm	0.00	519.22	1218.69	1902.60	2558.38	3184.16	3779.84	4346.07
Stheta	MPa	0.00	65.41	95.96	149.81	161.16	200.58	198.42	195.55
Stheta permisible	MPa	255.46	255.46	255.46	255.46	255.46	255.46	255.46	255.46
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Fundación

Ratio de anclaje

$$w_a = 100261.20 < 143462.122$$

$$w_a = 100261.20 \text{ N/m}$$

$$J_{\text{ratio}} = 1.11 \text{ levantamiento calculado, pero el tanque es auto-anclado}$$

Anillo anular

$$L = 0.8446 > 0.450$$

$$L = 0.8446$$

Máxima compresión longitudinal del casco

$$t_s = 22.23 \text{ mm}$$

$$F_{ty} = 345 \text{ MPa}$$

Auto-anclado

$$S_c = 9.69 \text{ MPa} \quad J < 0.785$$

$$S_c = 11.49 \text{ MPa} \quad J > 0.785$$

$$S_c = 11.49 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de compresión permisible de la membrana del casco del tanque (F_c)

$$GHD^2/t_s^2 = 51.554$$

$$\text{si } GHD^2/t_s^2 \geq 44 \quad F_c = 53.42 \text{ MPa}$$

$$\text{si } GHD^2/t_s^2 < 44 \quad F_c = 56.03 \text{ MPa} < 172.38 \text{ MPa}$$

$$\text{por lo tanto} \quad F_c = 53.42 \text{ MPa}$$

$$F_c > S_c \quad \text{OK !!!}$$

5.3.6. Cálculo del Anillo de compresión en la parte superior del casco

$t_c =$	6.35 mm	espesor del casco en zona de anillo de compresión
$t_h =$	5.00 mm	espesor de plancha del techo
$R_c =$	17264.89 mm	radio interno del tanque
$W =$	2,152,623.80 N	peso total del casco y estructuras (pero no planchas del techo) soportado por el casco y techo
$\tan \theta =$	0.125	tangente del ángulo del techo con la horizontal
$A =$	12389.20 mm ²	área de sección de la junta techo-casco ($W/1390 \tan \theta$)
$W_c =$	198.66 mm	$0,6 \cdot (R_c \cdot T_c)^{0,5}$
$W_h =$	236.27 mm	$0,3 \cdot ((R_c / \text{Sen} 8) \cdot T_h)^{0,6}$
$A_1 =$	1181.36 mm ²	
$A_2 =$	1261.52 mm ²	
$A_3 =$	9946.33 mm ²	$A - (A_1 + A_2)$
Angulo =	L 8 x 8 x 1	
$t_a =$	22.225 mm	espesor del ala del ángulo del anillo de compresión
$Le \leq$	299.25 mm	$(250 \cdot t_a / F_y)^{0,5}$
$Le =$	203.20 mm	OK

5.3.7. Boquillas

Se han determinado que las boquillas que se instalarán en el tanque son las determinadas en la Tabla 5.9; estas han sido determinadas por el proceso y están en función a la capacidad de la planta

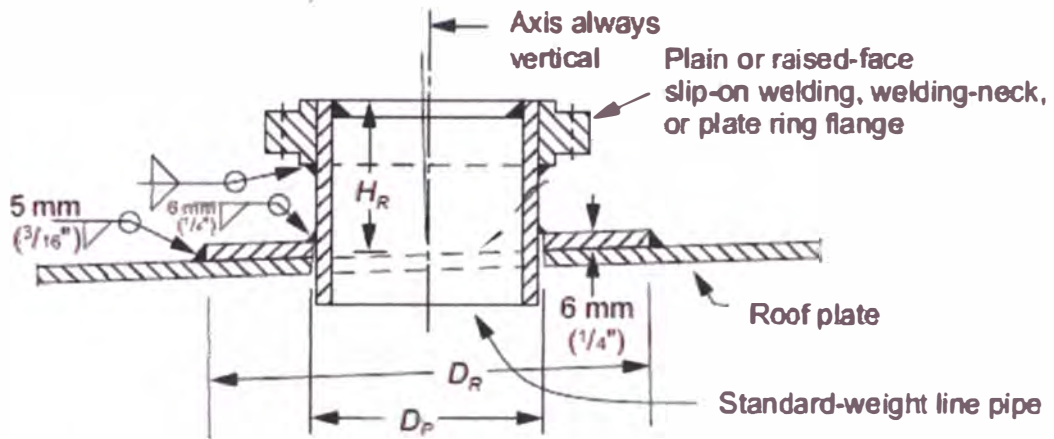
Tabla 5.9
Revisión de Combinación de Cargas

LISTA DE BOQUILLAS								
Marca	Servicio	NPS O (in)	Hn (mm)	O.D. (mm)	t _n (mm)	D _R (mm)	D _o (mm)	J (mm)
N1A	Llenado	8	17180	219	12.70	225	450	150
N1B	Llenado	8	17180	219	12.70	225	450	150
N2A	Descarga	12	400	324	12.70	327	685	225
N2B	Descarga	12	400	324	12.70	327	685	225
N3	Rebose	12	16344	324	12.70	327	685	225
N4	Recirculación	12	17180	324	12.70	330	600	200
N5	Drenaje de fondo	8	0	219	12.70	200	350	550
N6	Venteo	10	19340	273	12.70	280	550	200
N7	Conexión sensor de nivel tipo radar	6	17180	168.3	11.00	170	450	375
N8	Conexión transmisor de temperatura	2	17180	60	5.54	63	175	150
N9	Conexión de interruptor de nivel alto	2	16195	60	5.54	63	0	150
N10	Conexión de interruptor de nivel bajo	2	711	60	5.54	63	0	150
N11	Conexión de indicador de nivel tipo regleta	2	17180	60	5.54	63	175	150
N12	Conexión de medidor manual en techo	8	17180	219	12.70	330	450	150
M1	Entrada de hombre en casco	750 mm	1000	762	12.70	765	1545	300
M2	Entrada de hombre en casco	750 mm	1000	762	19.05	765	1545	300
M3	Entrada de hombre en techo	600 mm	17180	613	6.35	625	1150	150

Donde:

- NPS: Diámetro nominal de tubería para boquilla (in/mm)
- Hn: Altura de ubicación de la boquilla (mm)
- O.D: diámetro exterior de tubería cuello de la boquilla
- t_n: espesor del cuello de la boquilla

Detalle de boquillas N1A / N1B / N4 / N7 / N12



Boquilla N1A / N1B (techo) - Llenado

NPS \emptyset =	8 in	diámetro de boquilla
O.D.=	219 mm	diámetro exterior de tubería
D_R =	225 mm	diámetro del agujero en la plancha del techo (D_P)
J =	150 mm	altura de la boquilla (H_R)
D_o =	450 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (D_R)
T =	6 mm	espesor de placa de refuerzo

Boquilla N4 - Recirculación

NPS \emptyset =	12 in	diámetro de boquilla
O.D.=	324 mm	diámetro exterior de tubería
D_R =	330 mm	diámetro del agujero en la plancha del techo (D_P)
J =	200 mm	altura de la boquilla (H_R)
D_o =	600 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (D_R)
T =	6 mm	espesor de placa de refuerzo

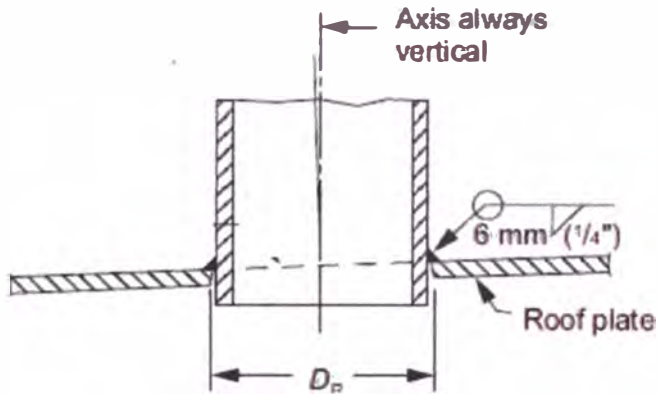
Boquilla N7 - Conexión sensor de nivel tipo radar

NPS Ø =	6 in	diámetro de boquilla
O.D.=	168.3 mm	diámetro exterior de tubería
D _R =	170 mm	diámetro del agujero en la plancha del techo (D _P)
J =	375 mm	altura de la boquilla (H _R)
D _o =	450 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (D _R)
T =	6 mm	espesor de placa de refuerzo

Boquilla N12 - Conexión de medidor manual en techo

NPS Ø =	8 in	diámetro de boquilla
O.D.=	219 mm	diámetro exterior de tubería
D _R =	330 mm	diámetro del agujero en la plancha del techo (D _P)
J =	150 mm	altura de la boquilla (H _R)
D _o =	450 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (D _R)
T =	6 mm	espesor de placa de refuerzo

Detalle de boquillas N8 / N11



rzo

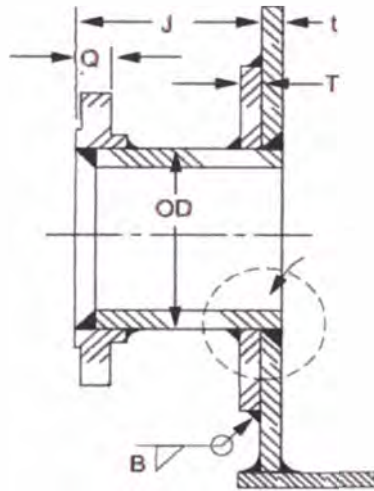
Boquilla N8 - Conexión transmisor de temperatura

NPS Ø =	2 in	diámetro de boquilla
O.D.=	60 mm	diámetro exterior de tubería
D_R =	63 mm	diámetro del agujero en la plancha del techo (D_P)
J =	150 mm	altura de la boquilla (H_R)
D_o =	175 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (D_R)
T =	6 mm	espesor de placa de refuerzo

Boquilla N11 - Conexión de indicador de nivel tipo regleta

NPS Ø =	2 in	diámetro de boquilla
O.D.=	60 mm	diámetro exterior de tubería
D_R =	63 mm	diámetro del agujero en la plancha del techo (D_P)
J =	150 mm	altura de la boquilla (H_R)
D_o =	175 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (D_R)
T =	6 mm	espesor de placa de refuerzo

Detalle de boquillas N2A / N2B / N3



)

Boquilla N2A / N2B - Descarga

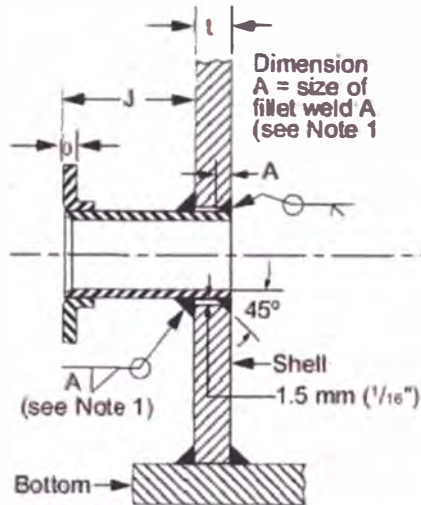
NPS Ø =	12 in	diámetro de boquilla
O.D.=	324 mm	diámetro exterior de tubería
D _R =	327 mm	diámetro del agujero en la plancha del casco
J =	225 mm	distancia desde el casco a la cara de la brida
D _o =	685 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo
t =	22.2 mm	espesor de la plancha del casco en la zona del agujero
t + T =	20.3 mm	espesor del casco y de la placa de refuerzo
T =	6 mm	espesor de la placa de refuerzo

Boquilla N3 - Rebose

NPS Ø =	12 in	diámetro de boquilla
O.D.=	324 mm	diámetro exterior de tubería
D _R =	327 mm	diámetro del agujero en la plancha del casco
J =	225 mm	distancia desde el casco a la cara de la brida
D _o =	685 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo
t =	7.9 mm	espesor de la plancha del casco en la zona del agujero

$t + T =$	7.3 mm	espesor del casco y de la placa de refuerzo
$T =$	6 mm	espesor de la placa de refuerzo

Detalle de boquillas N9 / N10



rzo

Boquilla N9 - Conexión de interruptor de nivel alto

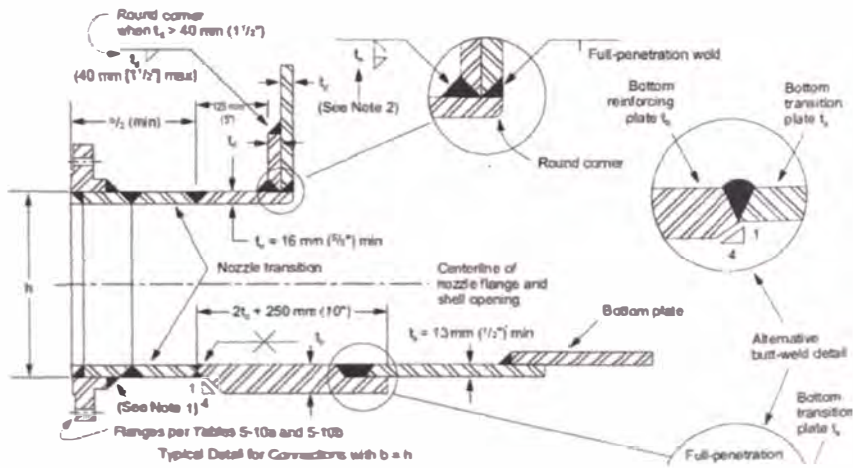
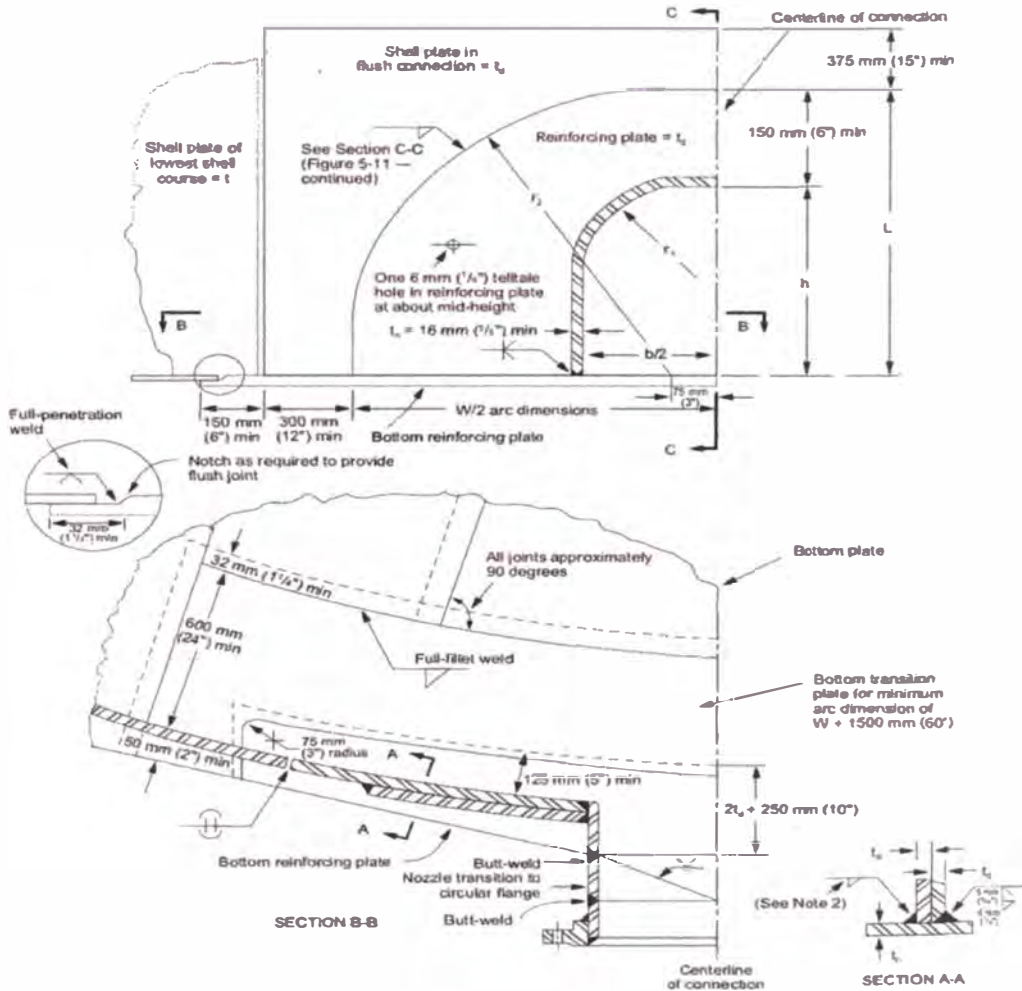
NPS Ø =	2 in	diámetro de boquilla
O.D. =	60 mm	diámetro exterior de tubería
$D_R =$	63 mm	diámetro del agujero en la plancha del casco
$J =$	150 mm	distancia desde el casco a la cara de la brida
$D_o =$	0 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo
$t =$	7.9 mm	espesor de la plancha del casco en la zona del agujero
$T =$	0 mm	espesor de la placa de refuerzo

Boquilla N10 - Conexión de interruptor de nivel bajo

NPS Ø =	2 in	diámetro de boquilla
O.D. =	60 mm	diámetro exterior de tubería
$D_R =$	63 mm	diámetro del agujero en la plancha del casco

J =	150 mm	distancia desde el casco a la cara de la brida
D _o =	0 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo
t =	22.2 mm	espesor de la plancha del casco en la zona del agujero
T =	0 mm	espesor de la placa de refuerzo

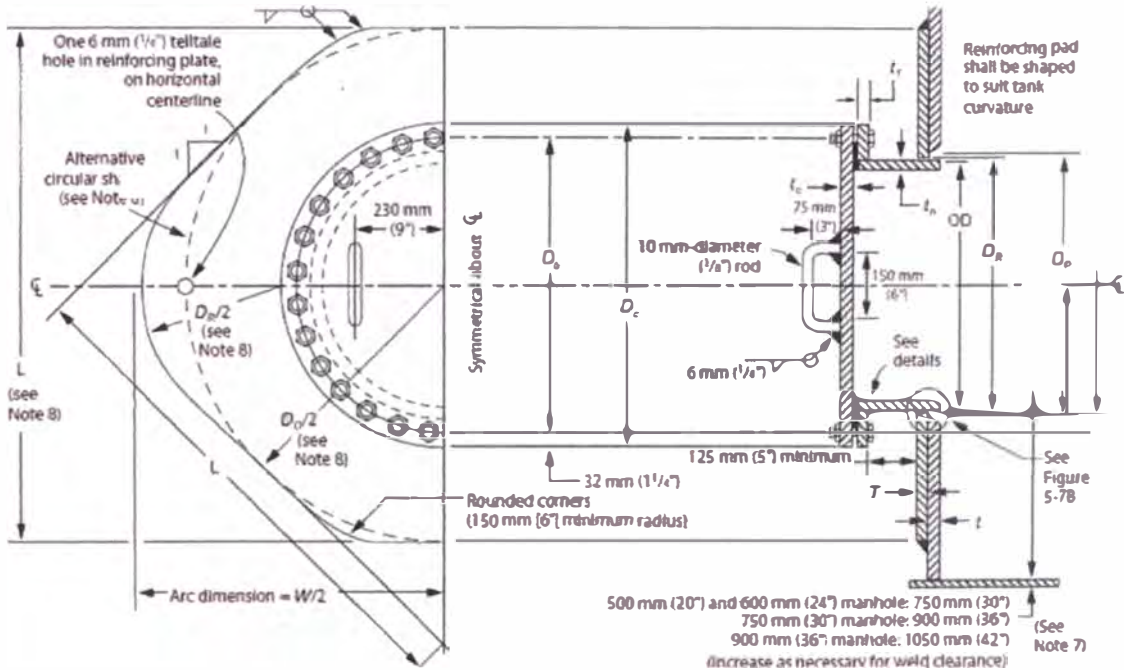
Detalle de boquillas N5



Boquilla N5 - Drenaje de fondo (tipo flush)

NPS Ø =	8 in	diámetro de boquilla
O.D.=	219 mm	diámetro exterior de tubería
t_n =	12.70 mm	espesor del cuello de la boquilla
h =	200 mm	altura de la abertura
b =	200 mm	ancho de la abertura
r_1 =	102 mm	radio superior de la esquina de la abertura
r_2 =	350 mm	radio inferior de la esquina de la abertura
t_a =	12.00 mm	espesor de plancha de transición del fondo
eje vertical =	5.95	eje vertical para curva - coeficiente de área K1
K1 =	1.00	coeficiente de área
Acs ≥	2222.50 mm ²	área transversal requerida del refuerzo sobre la abertura
$L_{\text{calculado}}$ =	300.00 mm	longitud de refuerzo sobre abertura más altura de la abertura
$(L - h)_{\text{min}}$ =	150.00 mm	longitud de refuerzo sobre abertura más altura de la abertura
L_{real} =	350.00 mm	longitud de refuerzo sobre abertura más altura de la abertura
HG =	21.36	
$t_{\text{calculado}}$ =	5.55 mm	espesor mínimo de la plancha de refuerzo del fondo
t_{real} =	19.05 mm	espesor de la plancha de refuerzo del fondo
J =	550 mm	distancia desde el casco a la cara de la brida
W =	950 mm	ancho del arco de la placa de refuerzo
t =	22.2 mm	espesor de la plancha del casco en la zona del agujero
T =	22.2 mm	espesor de la placa de refuerzo

Detalle de boquillas M1/M2



0

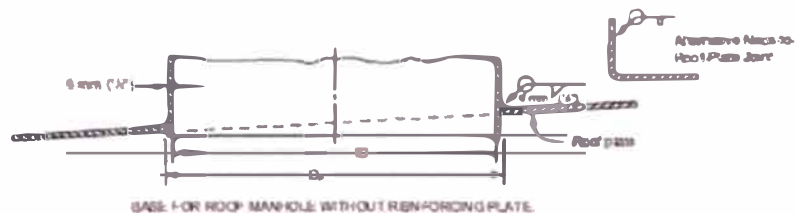
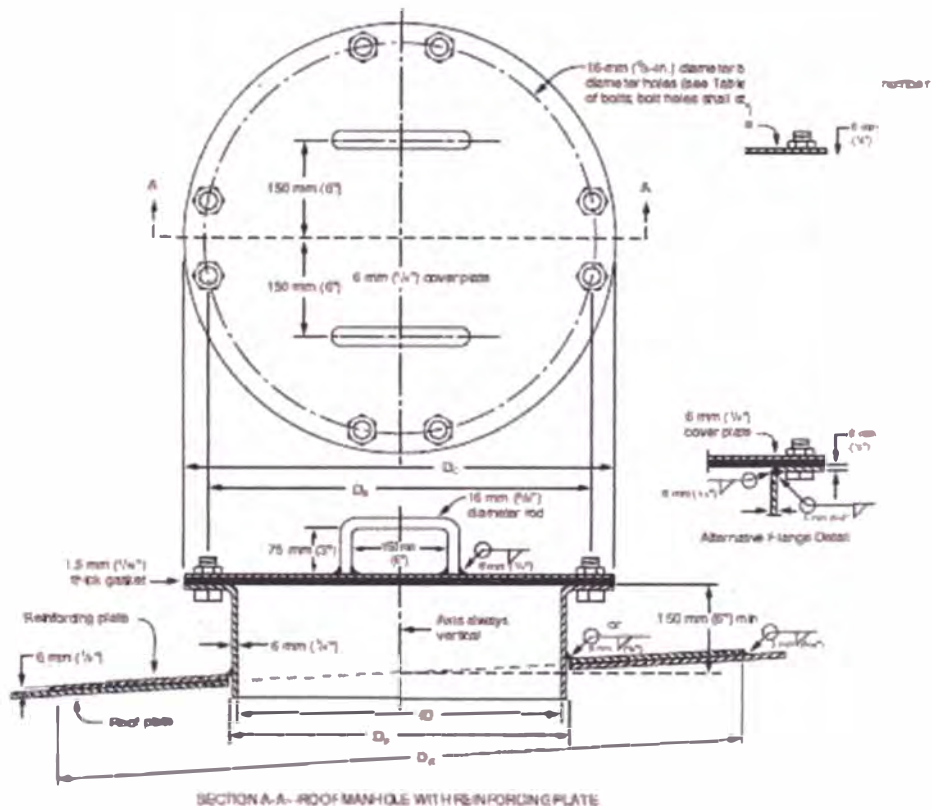
Boquilla M1/M2 - Entrada de hombre en casco

NPS \emptyset =	750 mm	diámetro de entrada de hombre
O.D. =	762 mm	diámetro exterior de tubería
D_R =	765 mm	diámetro del agujero en la plancha del casco
D_o =	1545 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (L)
J =	300 mm	distancia desde el casco a la cara de la brida
H =	16.18 m	nivel máximo de diseño del líquido
H_{agua} =	21.36 m	nivel máximo de diseño del líquido equivalente en agua

Por lo tanto (de tabla 5-3a)

t_c =	25 mm	espesor de plancha de cubierta de la entrada de hombre del casco
t_f =	19.05 mm	mínimo espesor de brida empernada luego de terminada
t =	22.2 mm	espesor de la plancha del casco en la zona del agujero
t + T =	21.8 mm	espesor del casco y de la placa de refuerzo
T =	12.7 mm	espesor de placa de refuerzo
Db =	921 mm	diámetro del círculo de pernos
Dc =	984 mm	diámetro de plancha de cubierta de la entrada de hombre del casco

Detalle de boquillas M3



Boquilla M3 - Entrada de hombre en techo

NPS Ø =	600 mm	diámetro de boquilla
O.D.=	613 mm	diámetro exterior de tubería
D _R =	625 mm	diámetro del agujero en la plancha del techo (D _P)
D _o =	1150 mm	diámetro exterior de la placa de refuerzo (D _R)
J =	150 mm	altura de la boquilla (H _R)
Db =	699 mm	diámetro del circulo de pernos
Dc =	762 mm	diámetro de plancha de cubierta de la entrada de hombre del casco
Nb =	20	numero de pernos

5.4.LISTA DE MATERIALES

TANQUE DE 15 152 m ³ DE ALMACENAMIENTO DE UAN 32			
PLANTA DE FERTILIZANTES LIQUIDOS			
Código	Descripción	Und	Peso parcial
001-002	PL t=3/16"; A572 Gr. 50	kg	67 306,17
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	kg	24 620,85
001-004	PL t=5/16"; A572 Gr. 50	kg	77 198,63
001-005	PL t=3/8"; A572 Gr. 50	kg	6 040,49
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	kg	62 530,54
001-009	PL t=5/8"; A572 Gr. 50	kg	65 035,19
001-011	PL t=3/4"; A572 Gr. 50	kg	39 498,05
001-012	PL t=7/8"; A572 Gr. 50	kg	45 718,16
001-013	PL t=1"; A572 Gr. 50	kg	154,38
002-005	Canal C 4 x 7.25 # A36	kg	362,54
002-006	Canal C 5 x 6.7 # A36	kg	578,90
002-011	Canal C 7 x 9.8 # A36	kg	2 808,22
002-014	Canal C 8 x 11.5 # A36	kg	11 087,28
002-108	Viga W 10 x 39 #	kg	6 091,30
002-164	Viga W 14 x 145 #	kg	63 109,94
002-367	Ángulo L 3/16" x 2" x 2", A36	kg	417,72
002-393	Ángulo L 3/8" x 3" x 3", A36	kg	149,80
002-461	Ángulo L 1" x 8" x 8", A36	kg	8 400,05
002-495	Platina 3/8" x 3"; A36	kg	5,84
002-497	Platina 3/8" x 4"; A36	kg	46,57
005-005	Barra Redonda Ø 3/8"; A36	kg	0,36
005-007	Barra Redonda Ø 5/8"; A36	kg	1,00
005-008	Barra Redonda Ø 3/4"; A36	kg	522,54
010-276	TB Ø 1", Sch 40; A53; AC	kg	595,17

010-277	TB Ø 1 1/4", Sch 40; A53; AC	kg	1 314,87
010-279	TB Ø 2", Sch 40; A53; AC	kg	117,73
010-281	TB Ø 3", Sch 40; A53; AC	kg	4,51
010-283	TB Ø 4", Sch 40; A53; AC	kg	6,42
010-285	TB Ø 6", Sch 40; A53; AC	kg	705,17
010-286	TB Ø 8", Sch 40; A53; AC	kg	116,42
010-287	TB Ø 10", Sch 40; A53; AC	kg	1 413,89
010-288	TB Ø 12", Sch 40; A53; AC	kg	109,68
010-305	TB Ø 3/4", Sch 80	kg	63,96
010-311	TB Ø 3", Sch 80	kg	449,77
011-062	Brida WN Ø 3/4" x 150#	kg	1,82
011-066	Brida WN Ø 2" x 150#	kg	51,87
011-068	Brida WN Ø 3" x 150#	kg	20,88
011-070	Brida WN Ø 4" x 150#	kg	7,26
011-072	Brida WN Ø 6" x 150#	kg	54,45
011-073	Brida WN Ø 8" x 150#	kg	152,48
011-074	Brida WN Ø 10" x 150#	kg	99,80
011-075	Brida WN Ø 12" x 150#	kg	192,80
012-014	Codo Ø 10" x 90°; RL; Sch40; ASTM A234	kg	79,84
050-126	Perno Hex. Ø 5/8" x 1 1/2"; C/T	kg	9,60
050-149	Perno Hex. Ø 3/4" x 3"; C/T	kg	55,44
090-514	Empaquetadura Sepcostyle 6234C 30" - t=1/8"	Pza	10,00

Peso total (kg):	487 318,37
------------------	------------

5.5.SISTEMAS DE PROTECCION SUPERFICIAL

5.5.1. Granallado superficial SSPC-SP5

Sistema de preparación de superficies con chorro abrasivo grado metal blanco.

Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. Una superficie tratada con este método presenta un uniforme color gris claro, ligeramente rugoso, que proporciona un excelente anclaje a los recubrimientos. La pintura prime debe ser aplicada antes de que el medio ambiente ataque a la superficie preparada.

5.5.2. Aplicación de Primer

Como primera capa de protección al material base del casco se aplicará el producto POLYPRIME-100, el cual tiene la siguiente descripción:

Es un primer de dos componentes (A+B) con 100% de contenido de sólidos con unas excelentes propiedades para remover humedad para penetración profunda. Este producto puede ser utilizado como capa final o como primer como es nuestro caso, ya que es un excelente inhibidor de corrosión

El componente A del POLYPRIME-100 es un líquido de color marrón que ha sido químicamente modificado para emulsificable en agua sin la adición de agentes de superficie activa.

El componente B del POLYPRIME-100 es un gliceril-tri-esterde color claro que se mezcla con el componente A (en una relación 50/50) y forman una unión que mejora la aplicación de la poliuria.

Tabla 5.10
Propiedades húmedas del polyprime 100

PROPIEDADES HUMEDAS		
Sólidos por volumen	100%	
Ratio recomendado de esparcido a aproximadamente 18.5 – 46.5 m ² /gal	Mils húmedos	3 – 8 mils
	Mils secos	3 – 8 mils
Ratio de mezcla por volumen	Normalmente 1:1 por volumen	
Punto flash	> 93° C	
Peso por galón (mezclado)	4 kg	
WVT (ASTM E96 – 80 perms)	4 kg	

5.5.3. Aplicación de protección anticorrosiva principal

PTU es una nueva generación de protección anticorrosiva del tipo poliuria de alta performance y es el resultado de 6 años de desarrollo en el campo de los revestimientos. Esta protección resistente a químicos provee alta ductilidad, permitiendo movimiento con expansión y contracción de las superficies.

PTU puede ser esparcida a cualquier espesor en una aplicación y retomar a operación en cuestión de horas.

Es un elastómero con resistencia al ataque químico, comparado con muchos epóxicos, tiene una alta adhesión y es de 100% de sólidos.

Este producto se usa usualmente en contenedor primario y secundario, en tanques y silos de acero y concreto; en tuberías de lubricantes y combustibles, en facilidades de tratamiento de aguas servidas, en el transporte químico, etc.

Tabla 5.11
Propiedades húmedas de la poliuria PTU

PROPIEDADES HUMEDAS	
Solidos por volumen	100%
Solidos por peso	100%
Componentes orgánicos volátiles	100%
Cobertura teórica DFT	100 sq. ft. a 16 mils / galón
Peso por galón (mezclado)	4.35 kg
Número de capas	1 o más
Ratio de mezcla por volumen	1 "A" : 1 "B"
Viscosidad (cps) a 25°C	A: 390 apróx. B: 1040 apróx.

Tabla 5.12
Propiedades húmedas de la poliuria PTU

PROPIEDADES SECAS a 70 mils	
Resistencia a la tensión ASTM D638	20.85 MPa
Elongación ASTM D638	100% apróx.
Permeabilidad	Perms 0.204 Perms – inch 0.007
Dureza (Shore A) ASTM D2240-81	N/A
Dureza (Shore D) ASTM D2240-81	65 (0s)

CAPITULO VI

COSTOS

5.6.ESTIMACION ECONÓMICA DE CONSTRUCCION DEL TANQUE

5.6.1. Costo de materiales

El presupuesto se ha elaborado teniendo en cuenta los valores presentados en el punto 4.2. con respecto a rendimientos, los cuales fueron tomados de la experiencia en este tipo de proyectos.

El detalle de presupuesto se encontrará en los anexos 1 y 2 de este documento.

Tabla 5.13
Presupuesto General de la fabricación y montaje del tanque de 15 152m³

PRESUPUESTO GENERAL					
Proyecto: TANQUE DE 15 152 m ³ DE ALMACENAMIENTO DE UAN 32					
Cliente: JEAN PAUL ZAPATA QUITO					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	US\$ / Und	US\$.
01	MONTAJE METAL MECANICO (CONSTRUCCION DE TANQUE VERTICAL SOLDADO)				1 456 880,31
01.01	FONDO				129 780,19
01.01.01	Suministro de planchas	kg	61 520,90	1,15	70 662,60
01.01.02	Revisión, limpieza, cuadrado, biselado y corte de planchas	kg	61 520,90	0,07	4 516,62
01.01.03	Presentación de planchas para fondo de tanque	kg	61 520,90	0,09	5 253,88
01.01.04	Armado de planchas para fondo de tanque	kg	61 520,90	0,41	25 032,85
01.01.05	Soldadura de planchas para fondo de tanque	kg	61 520,90	0,33	20 314,20
01.02	CILINDRO				836 198,38
01.02.01	Suministro de planchas	kg	227 833,40	1,15	263 286,55
01.02.02	Revisión, limpieza, cuadrado, biselado y corte de planchas	kg	227 833,40	0,07	16 726,62
01.02.03	Armado de planchas de cilindro y ángulos de refuerzo	kg	227 833,40	0,56	127 969,92
01.02.04	Soldado de planchas de cilindro y ángulos de refuerzo	kg	227 833,40	0,42	96 671,08
01.02.05	Rolado de planchas y perfiles	kg	227 833,40	0,14	31 544,22

01.03	TECHO				396 682,68
01.03.01	Suministro de estructuras (columnas y vigas)	kg	81 669,65	1,68	137 483,84
01.03.02	Suministro de planchas del techo	kg	35 109,39	1,15	40 326,26
01.03.03	Presentación, armado y soldado de estructuras (columnas y vigas)	kg	81 669,65	1,71	139 915,14
01.03.04	Revisión, limpieza, cuadrado, biselado y corte de planchas	kg	35 109,39	0,07	2 577,59
01.03.05	Presentación de planchas para techo fijo	kg	35 109,39	0,11	3 999,49
01.03.06	Armado de planchas para techo fijo	kg	35 109,39	0,48	16 928,98
01.03.07	Soldado de planchas para techo fijo	kg	35 109,39	0,44	15 421,38
01.04	CARPINTERIA METALICA (INCLUYE SUMINISTRO FABRICACION E INSTALACION)				12 886,83
01.04.01	Suministro de materiales de escalera	kg	1 155,37	1,21	1 396,13
01.04.02	Suministro de materiales de barandas	kg	1 719,08	1,31	2 257,66
01.04.03	Escalera en espiral para tanque almacenamiento	ml	78,00	74,80	5 834,54
01.04.04	Baranda perimetral del tanque	ml	327,00	9,47	3 098,21
01.05	ACCESORIOS DE LOS TANQUES				12 440,43
01.05.01	ACCESORIOS DEL TECHO DEL TANQUE				7 435,78
01.05.01.01	Entrada de hombre en techo, soldada a plancha - M3	pza	1,00	611,00	611,00
01.05.01.02	Conexión para venteo - N6	pza	1,00	2 930,32	2 930,32
01.05.01.03	Tubo de calma para medición automática de temperatura - N8	kg	246,37	4,72	1 161,85

01.05.01.04	Indicador de nivel - N7	pza	1,00	2 450,75	2 450,75
01.05.01.05	Tubo de calma para medición manual de nivel - N12	kg	48,51	5,81	281,86
01.05.02	ACCESORIOS DEL CILINDRO DEL TANQUE				5 004,66
01.05.02.01	Conexión para recirculación - N4	und	1,00	288,38	288,38
01.05.02.02	Entrada de hombre de pared, soldada a plancha - M1 / M2	pza	2,00	983,28	1 966,56
01.05.02.03	Conexión de salida - N2A / N2B	pza	2,00	559,46	1 118,91
01.05.02.04	Conexión de ingreso - N1A / N1B	pza	2,00	260,45	520,90
01.05.02.05	Conexión de interruptor de nivel bajo - N10	pza	1,00	38,03	38,03
01.05.02.06	Conexión de interruptor de nivel alto - N9	pza	1,00	38,03	38,03
01.05.02.07	Conexión de drenaje de fondo - N5	pza	1,00	515,49	515,49
01.05.02.08	Conexión de rebose – N3	pza	1,00	500,13	500,13
01.05.02.09	Conexión a tierra de tanques	und	4,00	4,56	18,23
01.06	PRUEBAS EN TANQUE Y OTROS				12 962,95
01.06.01	Prueba hidrostática	und	1,00	3 500,00	3 500,00
01.06.02	Prueba de vacío en fondo	m2	944,00	0,96	906,24
01.06.03	Prueba de vacío en techo	m2	944,00	1,21	1 142,24
01.06.04	Prueba con diesel caliente	ml	358,00	0,80	286,40
01.06.05	Inspección radiográfica, incluye diagnostico	Placa	305,00	0,07	21,27

01.06.06	Inspección líquidos penetrantes en fondo cilindro y techo	ml	305,00	5,20	1 586,00
01.06.07	Impermeabilización de pestaña de fondo	ml	412,00	13,40	5 520,80
01.07	LIMPIEZA Y PINTADO DE TANQUES				400 299,17
01.07.01	Arenado al metal blanco de tanques y accesorios, interior	m2	3 954,00	4,25	16 804,50
01.07.02	Arenado al metal blanco de tanques y accesorios, exterior	m2	3 954,00	4,25	16 804,50
01.07.03	Arenado al metal blanco de estructuras	m2	1 249,00	4,50	5 620,50
01.07.04	Pintado exterior de techo y cilindro, zinc inorgánico poliuretano	m2	3 010,00	9,10	27 391,00
01.07.05	Pintado interior del techo, fondo y cilindro, (sistema Polyprime + Poliuria PTU)	m2	3 918,00	82,30	322 451,40
01.07.06	Pintado estructuras metálicas interiores, fenólico	m2	1 249,00	8,05	10 054,45
01.07.07	Placa, rotulado, y numeración del tanque	m2	39,54	8,05	318,30
01.07.08	Rombo para identificación de riesgos	m2	79,08	10,30	814,52

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al realizar el análisis y diseño de un tanque de almacenamiento de 15 152m³ de fertilizantes líquido UAN 32; hemos resuelto un problema que aquejaba a la empresa que producirá dicho producto desde abril del 2012 en menor escala y desde febrero del 2013 a mayor escala, logrando convertirse en el líder de la producción de fertilizantes ricos en nitrógeno y fósforo, que son tan necesarios en la industria del sembrío de la caña de azúcar en el norte de nuestro país.

Se ha logrado optimizar el espacio que actualmente tiene el terreno donde se desarrollará el proyecto mediante el ejercicio del dimensionamiento óptimo y se ha reducido el riesgo de falla al considerarse el uso del revestimiento poliuria; esto mejorará la vida útil de la planta de procesamiento.

Se ha conseguido reducir costos de fabricación y montaje del tanque al utilizar planchas de acero al carbono de mayor resistencia a la elongación y buena soldabilidad así como también por el uso de plancha de acero en formato de 2 400mm x 12 000mm; ya que con ello reducimos considerablemente el número de juntas soldadas, con ello se reduce el riesgo de fallas.

Bibliografía:

1. Informe de suficiencia: Diseño de un tanque vertical atmosférico de 10,840 galones de capacidad para el almacenamiento de combustible Diesel 2 – Año 2010 (M3-IS 3138)
2. Estándar API 650 11 Edición Adenda 1
3. AISC Steel Construction Manual 13avaEdición
4. A Beginner's Guide to the Steel Construction Manual; Agosto 2008
1. IITK-GSDMA GUIDELINES for SEISMIC DESIGN OF LIQUID STORAGE TANKS
2. ASCE 7-05 Minimum Design Loads for buildings and other Structures
3. Página web: [http://es. ikipedia.org/](http://es.wikipedia.org/)
4. Página web: <http://www.maple-energy.com/index.aspx#>
5. Página web: http://www.ehow.com/info_8657862_sugarcane-fertilizer-requirements.html

Anexo 1
Costo de materiales

CLIENTE : JEAN PAUL ZAPATA QUITO PROYECTO : TANQUE DE 15 152 m³ DE ALMACENAMIENTO DE UAN 32														
CD	DESCRIPCION						Und	Peso unit.	Cant	PESO P.	AREA	C. UNIT.	C. PARC.	
1.00	TANQUE TK-1								1,00	411064	5203	1,18	484183	
									Ø =	34 530	H =	17 180		
1.01	CILINDRO									17 180	18,09			
									226 863	1 952	1,06	241 480		
001-012	PL t=7/8"; A572 Gr. 50	x	2 400	x	108 538	1er Anillo	kg	45 448	1,00	45 448	260,5	1,04	47 280	
001-011	PL t=3/4"; A572 Gr. 50	x	2 400	x	108 538	2do Anillo	kg	38 957	1,00	38 957	260,5	1,04	40 526	
001-009	PL t=5/8"; A572 Gr. 50	x	2 400	x	108 526	3er Anillo	kg	32 459	1,00	32 459	260,5	1,04	33 767	
001-009	PL t=5/8"; A572 Gr. 50	x	2 400	x	108 526	4to Anillo	kg	32 459	1,00	32 459	260,5	1,04	33 767	
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	2 400	x	108 516	5to Anillo	kg	25 966	1,00	25 966	260,4	1,04	27 012	
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	2 400	x	108 516	6to Anillo	kg	25 966	1,00	25 966	260,4	1,04	27 012	
001-004	PL t=5/16"; A572 Gr. 50	x	2 400	x	108 504	7to Anillo	kg	16 226	1,00	16 226	260,4	1,04	16 880	
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	380	x	108 497	8vo Anillo	kg	2 055	1,00	2 055	41,2	1,04	2 138	
	ANILLO DE REFUERZO													
002-461	L 7/8 x 8" x 8", A36	x	108 479					kg	8 400	1,00	8 400	87,9	1,79	15 036

1.02	FONDO								61 521	944	1,06	65 243	
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	34 674	x	34 674	Bottom Ring	kg	7 157	1,00	7 157	71,8	1,06	7 590
001-004	PL t=5/16"; A572 Gr. 50	x	33 330	x	33 330	BottomPlate	kg	54 364	1,00	54 364	872,5	1,06	57 653
1.03	TECHO							1	35 109	939	1,06	37 233	
001-002	PL t=3/16"; A572 Gr. 50	x	34 530	x	34 530	Techo	kg	35 099	1,00	35 099	938,7	1,06	37 222
001-002	PL t=3/16"; A572 Gr. 50	x	600	x	600	Capitel	kg	11	1,00	11	0,3	1,04	11
1.04	ESTRUCTURA TECHO							1	81 670	1 249	1,60	130 289	
002-014	C 8 x 11.5 # A36	x	4 630	x		Viguetas	kg	79	20,00	1 584	59,3	1,08	1 714
002-014	C 8 x 11.5 # A36	x	5 500	x		Viguetas	kg	94	40,00	3 764	140,8	1,08	4 071
002-014	C 8 x 11.5 # A36	x	5 590	x		Viguetas	kg	96	60,00	5 739	214,7	1,08	6 206
002-108	W 10 x 39 #	x	6 770	x		Vigas	kg	393	5,00	1 965	44,7	1,19	2 337
002-108	W 10 x 39 #	x	7 110	x		Vigas	kg	413	10,00	4 127	93,9	1,19	4 909
002-164	W 14 x 145 #	x	19 410	x		Columna C0	kg	4 188	1,00	4 188	45,2	1,74	7 275
002-164	W 14 x 145 #	x	18 710	x		Columna C1	kg	4 037	5,00	20 187	218,0	1,74	35 063
002-164	W 14 x 145 #	x	17 950	x		Columna C2	kg	3 873	10,00	38 734	418,2	1,74	67 277
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	711	x	711	Base de Columna	kg	50	16,00	807	8,1	1,04	839
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	300	x	200	Cartelas de Base	kg	6	96,00	574	5,8	1,04	597

1.05	ESCALERA HELICOIDAL													1 155	32	1,12	1 294
001-002	PL t=3/16"; A572 Gr. 50	x	250	x	800	Paso	kg	7	80,00		598	16,0	1,04		622		
005-008	Barra Redonda Ø 3/4"; A36	x	235			Parante	kg	1	80,00		42	1,1	1,19		50		
005-008	Barra Redonda Ø 3/4"; A36	x	1 020				kg	2	80,00		183	4,9	1,19		217		
010-277	TB Ø 1 1/4", Sch 40; A53	x	26 496			Baranda Sup.	kg	90	1,00		90	3,4	1,43		129		
010-276	TB Ø 1", Sch 40; A53	x	24 296			Baranda Interm.	kg	61	1,00		61	2,4	1,43		87		
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	150	x	24 296	Guarda Pie	kg	182	1,00		182	3,6	1,04		189		
1.06	BARANDA DE TECHO													1 719	52	1,23	2 106
010-277	TB Ø 1 1/4", Sch 40; A53	x	108 516			Baranda Sup.	kg	368	1,00		368	14,1	1,39		512		
010-276	TB Ø 1", Sch 40; A53	x	108 516			Baranda Interm.	kg	271	1,00		271	10,9	1,39		377		
010-277	TB Ø 1 1/4", Sch 40; A53	x	1 100			Baranda divisoras	kg	4	72,00		268	10,3	1,39		373		
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	150	x	108 516	Guarda Pie	kg	811	1,00		811	16,3	1,04		844		
1.07	CONEXIONES													1 955	36	2,35	4 598
	Conexión de Salida Ø 12" - N2A / N2B													151	1.2	590	
011-075	Brida WN Ø 12" x 150#						Pza	39	2.00		77	0.0	250,64		501		

010-288	TB Ø 12", Sch 40; A53	x	250		kg	20	2,00	40	0.5	1,33	53	
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	700	x	700	kg	17	2,00	34	0.7	1,04	36
	Conexión de Entrada Ø 8" - N1A / N1B							68	0.5		283	
011-073	Brida WN Ø 8" x 150#				Pza	19	2,00	38	0.0	123,89	248	
010-286	TB Ø 8", Sch 40; A53; AC	x	170		kg	7	2,00	14	0.2	1,33	19	
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	470	x	470	kg	8	2,00	15	0.3	1,04	16
	Conexión de Drenaje de Fondo Ø 4" - N5							38	2.3		383	
011-073	Brida WN Ø 8" x 150#				Pza	19	1,00	19	0.0	123,89	124	
010-286	TB Ø 8", Sch 40; A53	x	100		kg	4	1,00	4	0.1	1,33	6	
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	350	x	350	kg	4	1,00	4	0.1	1,04	4
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	170	x	600	kg	10	1,00	10	0.1	1,04	11
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	600	x	2 450	kg	147	1,00	147	1,5	1,04	152
001-011	PL t=3/4"; A572 Gr. 50	x	300	x	1 850	kg	83	1,00	83	0,6	1,04	86
	Rebose Ø 12" - N3							59	0,6		295	
011-075	Brida WN Ø 12" x 150#				Pza	39	1,00	39	0,0	250,64	251	
010-288	TB Ø 12", Sch 40; A53	x	250		kg	20	1,00	20	0,3	1,33	26	
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	700	x	700	kg	17	1,00	17	0,3	1,07	18
	Recirculación Ø 12" - N4								0,5		288	

011-075	Brida WN Ø 12" x 150#			Pza	39	1,00	39	0,0	250,64	251			
010-288	TB Ø 12", Sch 40; A53	x	225	kg	18	1,00	18	0,2	1,33	24			
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	620	x	620	kg	13	1,00	13	0,3	1,04	14	
	Ventoe Ø 10" – N6						154	2		592			
011-074	Brida WN Ø 10" x 150#			Pza	25	2,00	50	0,0	162,18	324			
012-014	Codo Ø 10" x 90°; RL; Sch40; ASTM A234			Pza	40	2,00	80	1,1	119,76	240			
010-287	TB Ø 10", Sch 40; A53	x	300	kg	12	1,00	12	0,2	1,33	16			
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	585	x	585	kg	12	1,00	12	0,2	1,04	12	
	Conexión de Entrada de Hombre Ø 750mm - M1/M2						406	4		546			
001-011	PL t=3/4"; A572 Gr. 50	x	990	x	990	Brida	kg	47	1,00	47	0,3	1,07	50
001-013	PL t=1"; A572 Gr. 50	x	990	x	990	Tapa	kg	154	1,00	154	0,8	1,04	161
005-005	Barra Redonda Ø 3/8"; A36	x	320			Manijas	kg	0,2	2,00	0,4	0,02	1,22	0,4
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	400	x	2 394	Cuello	kg	95	1,00	95	1,0	1,04	99
001-004	PL t=5/16"; A572 Gr. 50	x	1 545	x	1 545	RFT	kg	97	1,00	97	1,5	1,04	100
050-149	Perno Hex. Ø 3/4" x 3"; C/T			Pza	0	42,00	11	0,0	1,32	55			
090-514	Empaquetadura Sepcostyle 6234C 30" - t=1/8"			Empaque	Pza	1	1,00	1	0,0	80,00	80		
	Conexión de Entrada de Hombre en el techo Ø 600mm - M3						115	2		209			
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	750	x	750	Brida	kg	7	1,00	7	0,1	1,07	8

001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	750	x	750	Tapa	kg	22	1,00	22	0,4	1,04	23
005-007	Barra Redonda Ø 5/8"; A36	x	320			Manijas	kg	0	2,00	1	0,0	1,22	1
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	400	x	1 915	Cuello	kg	38	1,00	38	0,8	1,04	40
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	1 150	x	1 150	RFT	kg	43	1,00	43	0,9	1,04	45
050-126	Perno Hex. Ø 5/8" x 1 1/2"; C/T						Pza	0	20,00	2	0,0	0,60	12
090-514	Empaquetadura Sepcostyle 6234C 30" - t=1/8"					Empaque	Pza	1	1,00	1	0,0	80,00	80
	Conexión de Sensor de Nivel Radar Ø 6" - N7									641	15		847
011-072	Brida WN Ø 6" x 150#						Pza	11	1,00	11	0,0	70,79	71
010-285	TB Ø 6", Sch 40; A53; AC	x	14 441				kg	405	1,00	405	7,7	1,33	537
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	400	x	400		kg	6	1,00	6	0,1	1,04	6
	Soporte												
002-005	C 4 x 7.25 # A36	x	1,200				kg	13	14,00	181	6,4	1,08	196
002-497	Platina 3/8" x 4"; A36	x	480				kg	3	7,00	23	0,7	0,95	22
001-005	PL t=3/8"; A572 Gr. 50	x	120	x	120		kg	1	14,00	15	0,2	1,01	15
	Conexión de transmisor de temperatura Ø 2" - N8									246	7		300
011-066	Brida WN Ø 2" x 150#						Pza	3	1,00	3	0,0	17,75	18
010-279	TB Ø 2", Sch 40; A53; AC	x	14,441				kg	79	1,00	79	2,7	1,43	112
	Soporte												
002-393	L 3/8" x 3" x 3", A36						kg	11	14,00	150	4,2	1,03	154

002-495	Platina 3/8" x 3"; A36	x	160	kg	1	7,00	6	0,2	0,95	6	
001-005	PL t=3/8"; A572 Gr. 50	x	95 x 95	kg	1	14,00	9	0,1	1,01	10	
	Conexión de Interruptor de Nivel Alto Ø 2" - N9							5	0		21
011-066	Brida WN Ø 2" x 150#			Pza	3	1,00	3	0,0	17,75	18	
010-279	TB Ø 2", Sch 40; A53; AC	x	400	kg	2	1,00	2	0,1	1,43	3	
	Conexión de Interruptor de Nivel Bajo Ø 2" - N10							5	0		21
011-066	Brida WN Ø 2" x 150#			Pza	3	1,00	3	0,0	17,75	18	
010-279	TB Ø 2", Sch 40; A53; AC	x	400	kg	2	1,00	2	0,1	1,43	3	
	Conexión de Indicador de Nivel tipo Regla Ø 2" - N11							15	0		63
011-066	Brida WN Ø 2" x 150#			Pza	3	3,00	8	0,0	17,75	53	
010-279	TB Ø 2", Sch 40; A53; AC	x	400	kg	2	3,00	7	0,2	1,43	9	
	Conexión de Medidor Manual Techo Ø 8" - N12							49	1		161
011-073	Brida WN Ø 8" x 150#			Pza	19	1,00	19	0,0	123,89	124	
010-286	TB Ø 8", Sch 40; A53; AC	x	500	kg	21	1,00	21	0,3	1,33	28	
001-003	PL t=1/4"; A572 Gr. 50	x	485 x 485	kg	8	1,00	8	0,2	1,04	9	
	Lugs (orejas de aterramiento)							4	0	1,07	4
001-007	PL t=1/2"; A572 Gr. 50	x	100 x 100	kg	1	4,00	4	0,0	1,07	4	

Anexo 2
Análisis de precios unitarios de fabricación y montaje de tanque TK-1

ANÁLISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE											
JEAN PAUL ZAPATA QUITO											
PREPARACION DE PRESUPUESTO											
Partida N°	01.01.02 REVISION, LIMPIEZA, CUADRADO, BISELADO Y CORTE DE PLANCHAS								Partida	1.00	
Subpartida									Fecha	08/03/2012	
Descripción:											
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh		Jornada (hr/dia)= 8.00			
Cant	61,521	1.00	61,521		Global	150					
Hecho por:		WVP		Rev. por:		MCHT		Apr. por:			
IT.	CONCEPTO					Plazo	UNID	CANT	AREA	P.UNIT	TOTAL
						dias		M2	US\$	US\$	
MATERIALES											
Mat 1	TOTAL MATERIALES										
D1	MANO DE OBRA MONTAJE				%	Cant	6	dias	150.0		
001-121	Capataz - Obra				100%	1.00		hh	51	8.47	434
001-122	Operario - Obra					2.00		hh	103	4.72	484
001-124	Oficial - Obra					4.00		hh	205	3.75	769
001-125	Ayudante - Obra					2.00		hh	103	3.15	323
						8.00			410		
HH 1						8.00			410		
MO 1	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA								4.90 \$/HH	0.03 \$/Kg	2,010.03
	EQUIPOS DE MONTAJE				%	Cant					
003-249	Equipo Oxidante Manual				100.0%	4.0		hm	205	1.00	205
003-238	Esmeril Manual 5"				100.0%	4.0		hm	205	0.25	51
003-239	Esmeril Manual 7"				100.0%	4.0		hm	205	0.30	62
003-271	Tablero Eléctrico Trifásico				100.0%	5.0		hm	256	0.50	128
003-278	Cajón Metálico				100.0%	1.0		hm	51	0.80	41
003-280	Eslingas				100.0%	5.0		hm	256	0.25	64
003-281	Grupo Electrogenerador de 180 KW (c/combustible)				5.0%	1.0		hm	3	48.81	125
003-282	Camión Grúa de 10 ton				15.0%	1.0		hm	8	41.32	318
003-285	Herramientas Menores							%m.o.	2,010	0.03	60
									3,199.4		
Eq 1	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA								2.57 \$/HH	0.02 \$/Kg	1,054.28
	CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA										
002-802	Disco Esmeril					un/Ton = 1.00		Und	62	3.00	185
002-803	Oxígeno					M3/Ton = 5.00		Bot	38	22.00	846
002-804	Acetogen					kg/m3 (O2) = 0.20		kg	62	6.00	369
002-809	Consumibles menores							% Eq	1,054	0.05	53
MO 1	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA								3.54 \$/HH	0.02 \$/Kg	1,452.31
	OTROS SERVICIOS										
MO 1	TOTAL TERCEROS								0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg	0.00
	TERCEROS PARA MONTAJE										
Eq 1	TOTAL TERCEROS								0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg	0.00
CD1	COSTO DIRECTO TOTAL								11.01 \$/HH	US\$:	4,516.60
CDU1	COSTO UNITARIO									US\$/KG :	0.07
GG	GASTOS GENERALES US\$:									0.00%	0.00
UTIL	UTILIDAD US\$:									0.00%	0.00
									PRECIO DE VENTA TOTAL	US\$:	4,516.60
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV									US\$/UND	0.07

ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE

JEAN PAUL ZAPATA QUITO
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°		01.01.03 PRESENTACION DE PLANCHAS PARA FONDO DE TANQUE						Partida		2.00		
Subpartida								Fecha		08/03/2012		
Descripcion :												
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh		Jornada (hr/dia)=		8.00		
Cant	61,521	1.00	61,521		Global	80						
Hecho por:		WVP		Rev. por:		MCHT	Apr. por:					
IT.	CONCEPTO					Plazo dias	UNID	CANT	AREA M2	P.UNIT US\$	TOTAL US\$	
MATERIALES												
Mat 2	TOTAL MATERIALES											
D2	MANO DE OBRA MONTAJE											
	%	Cant				11 dias	80.0					
001-121	100%	1.00				hh	85		8.47	724		
001-122		2.00				hh	192		4.72	907		
001-124		4.00				hh	385		3.75	1,441		
001-125		2.00				hh	192		3.15	606		
		8.00					769					
HH 2		9.00					769					
MO 2	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA											
	%	Cant							0.06 \$/Kg	3,678.32		
EQUIPOS DE MONTAJE												
003-279	100.0%	5.0				hm	427		0.53	226		
003-280	100.0%	5.0				hm	427		0.25	107		
003-282	30.0%	1.0				hm	26		41.32	1,059		
003-285						%m.o.	3,678		0.03	110		
							4,558.4					
Eq 2	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA											
							1.95 \$/HH		0.02 \$/Kg	1,502.66		
CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA												
002-809						% Eq	1,503		0.05	75		
MO 2	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA											
							0.10 \$/HH		0.00 \$/Kg	75.13		
OTROS SERVICIOS												
MO 2	TOTAL TERCEROS											
							0.00 \$/HH		0.00 \$/Kg	0.00		
TERCEROS PARA MONTAJE												
Eq 2	TOTAL TERCEROS											
							0.00 \$/HH		0.00 \$/Kg	0.00		
CD2	COSTO DIRECTO TOTAL											
							6.83 \$/HH		US\$:	5,258.12		
CDU2	COSTO UNITARIO											
									US\$/KG :	0.09		
GG	GASTOS GENERALES US\$:											
									0.00%	0.00		
UTIL	UTILIDAD US\$:											
									0.00%	0.00		
									PRECIO DE VENTA TOTAL		US\$:	5,258.12
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV									US\$/UND	0.09	

ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE											
JEAN PAUL ZAPATA QUITO											
PREPARACION DE PRESUPUESTO											
Partida N°	01.01.04 ARMADO DE PLANCHAS PARA FONDO DE TANQUE									Partida	3.00
Subpartida										Fecha	08/03/2012
Descripcion :											
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh				Jomada (hr/dia)=	8.00
Cant	61,521	1.00	61,521		Global	28					
	Hecho por:		WVP		Rev. por:	MCHT	Apr. por:				
IT.	CONCEPTO					Plazo	UNID	CANT	AREA	P.UNIT	TOTAL
						dias		M2	US\$	US\$	
MATERIALES											
Mat 3	TOTAL MATERIALES										
D3	MANO DE OBRA MONTAJE										
	%	Cant			25	dias		28.0			
001-121	100%	1.00				hh	200		8.47	1,692	
001-122		4.00				hh	854		4.72	4,030	
001-124		4.00				hh	854		3.75	3,202	
001-125		2.00				hh	427		3.15	1,347	
		10.00					2,136				
001-123		1.00	0.80 Kg/hr	80%		hh	62		7.08	436	
HH 3		11.00					2,197				
MO 3	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA										
							4.87 \$/HH		0.17 \$/Kg	10,706.89	
EQUIPOS DE MONTAJE											
	%	Cant									
003-230						hm	62		1.25	77	
003-263	100.0%	2.0				hm	399		0.30	120	
003-261	100.0%	2.0				hm	399		0.28	112	
003-238	100.0%	4.0				hm	799		0.25	200	
003-239	100.0%	4.0				hm	799		0.30	240	
003-271	100.0%	5.0				hm	999		0.50	499	
003-278	100.0%	3.0				hm	599		0.80	479	
003-279	100.0%	5.0				hm	999		0.53	529	
003-280	100.0%	5.0				hm	999		0.25	250	
003-281	20.0%	1.0				hm	40		48.81	1,950	
003-282	100.0%	1.0				hm	200		41.32	8,253	
003-285						%m.o.	10,707		0.03	321	
							17,000.4				
Eq 3	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA										
							5.93 \$/HH		0.21 \$/Kg	13,029.26	
CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA											
002-800			Electrica =	0.10%		kg	62		3.50	215	
002-802			un/Ton =	1.00		Und	62		3.00	185	
002-803			M3/Ton =	1.00		Bot	8		22.00	169	
002-804			kg/m3 (O2) =	0.20		kg	12		6.00	74	
002-809						% Eq	13,029		0.05	651	
MO 3	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA										
							0.59 \$/HH		0.02 \$/Kg	1,294.36	
OTROS SERVICIOS											
MO 3	TOTAL TERCEROS										
							0.00 \$/HH		0.00 \$/Kg	0.00	
TERCEROS PARA MONTAJE											
Eq 3	TOTAL TERCEROS										
							0.00 \$/HH		0.00 \$/Kg	0.00	
CD3	COSTO DIRECTO TOTAL										
							11.39 \$/HH		US\$:	25,030.51	
CDU3	COSTO UNITARIO										
									US\$/KG :	0.41	
GG	GASTOS GENERALES US\$:										
									0.00%	0.00	
UTIL	UTILIDAD US\$:										
									0.00%	0.00	
									PRECIO DE VENTA TOTAL	US\$:	25,030.51
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV									US\$/UND	0.41

DI
A
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.01.05	SOLDADURA DE PLANCHAS PARA FONDO DE TANQUE		Fecha	4.
Cant	61	1	m²	30	08/03/201
IT.				dias	M2
Mat 4	TOT			12 dias	30.0
D4	DE	%			
001-121		1			
001-122	Operario - Obra	6.00		hh	595
001-124	Oficial - Obra	6.00		hh	595
					1, 89
001-123	Soldador - Obra	9.00 Kg/hr	90%	hh	861
HH 4			22.00		
MO 4	AL DE				0.19
					11
003-238	Esmeril	.0%	:0		559
003-239	Esmeril Manual 7"	100.0%	6:0	hm	559
003-271			.0	hm	466
003-281	de 1		1.0	hm	
003-285	c/combustible				
					1
					0.25
					140
					0.30
					168
					0
					2
					5
					0
002-800	8 11		=	1.40%	861
002-802			on =	1	
002-803	Oxigeno		on =	3.00	Bot
002-804			=		23
002-809	menores				37
					6.00
					221
					2
MO 4	E -				
4					
4					
CD4	AL				9.90
CDU4	COSTO UNITARIO				
GG					
UTIL	UTILIDAD				0.00%
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IG				
					20,31
					0.33

A

JEAN PAUL TA
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.02.02	REVISION, LIMPIEZA, CUADRADO, BISELADO Y CORTE DE PLANCHAS	Fecha	08/03/201				
Cant	227	1 227	150	8				
IT.			Plazo dias	UNID	AREA M2	P.	TOT	
Mat 5	TOTAL MA							
D5		%	24	dias	150.0			
001-121					1	8.4	1	
001-122	Operario - Obra	2.00		hh	380	4.72	1,792	
001-124	Oficial - Obra	4.00		hh	759	3.75	2,846	
001-125	- Obra	2.00		hh	380	3.15	1,197	
		8.00			1 9			
HH 5					9			
MO	AL				4.90	H	0.03	7
		Cant						
003-249				hm		1		
003-238	Esmeril Manual 5"	1 .0%	4.0	hm	759	0.25	190	
003-239	Esmeril Manual 7"	100.0%	4.0	hm	759	0.30	228	
003-271	ablero Trifasico	1	0	hm	949	0.50		
003-278	Metálico	1 .0%	1.0	hm	190	0.80	152	
003-280		1	5	hm		0		
003-281	Grupo Electrógeno de 180 KW (c/combustible)	5.0%	1.0	hm	9	48.81	463	
003-282	Camióm Grúa de 10 ton	15.0%	1.0	hm	28	41.32	1 177	
003-285				%m.o.	.444			
					11 848.6			
5						0.02		
	DE							
002-802			un/Ton =	Und		3.00		
002-803	Oxigeno		on = 5.00	Bot	142	22.00	3,133	
002-804			= 0.20		228	6.00	1	
002-809	menores			%	3,		1	
MO 5	DE							
MO 5								
	E							
5								
CD5	DI	AL			11		16,726.56	
CDUS	COSTO UNITARIO							
GG								
UTIL	UTILIDAD					0.00%	0.00	
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV						6,	

JEAN PAUL ZAPATA TO
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.02.03	ARMADO DE PLANCHAS DE CILINDRO Y ANGULOS DE REFUERZO				Partida	6.00	
Subpartida					Fecha	08/03/2012		
U			m²	Rend.:	hr/dia	8.00		
Cant	Hecho	227	1.00	227		20		
				Global				
				Rev.				
Mat 6	TOTAL MATERIALES							
001-121			1	1.00	hh	.4	4,1	
001-122	Operario - Obra			3.00	hh	1,486	4,72	
001-124	Oficial - Obra			18.00	hh	8,915	3,75	
001-125	Ayudante - Obra			2.00	hh	991	3,15	
				23.00		11 392		
HH 6	TOTAL MANO DE - OBRA						1 392	
						4.19 H	0.21	
							47 744.36	
003-263	Tecle de 3 ton		0%	2.0	hm	1	29	
003-261	Tirfor de 1 @ 3 ton.		100.0%	2.0	hm	991	0,28	
003-238	Esmeril Manual 5"		100.0%	18.0	hm	8,915	0,25	
003-239	Esmeril Manual 7"		100.0%	18.0	hm	8,915	0,30	
003-276	Andamios		100.0%	339.0	hm	167,903	0,18	
003-271	Tablero Eléctrico Trifasico		100.0%	5.0	hm	2,476	0,50	
003-278	Cajón Metálico		100.0%	3.0	hm	1,486	0,80	
003-279	Estrobo, Grilletes, Grampas,		100.0%	5.0	hm	2,476	0,53	
003-280	Eslingas		100.0%	5.0	hm	2,476	0,25	
003-281	Grupo Electrónico de 180 KW (c/combustible)		15.0%	1.0	hm	74	48,81	
003-282	Camión Grúa de 10 ton		50.0%	1.0	hm	248	41,32	
003-284	Gatas y columnas para izaje de pl de cuerpo de tk		100.0%	1.0	hm	495	19,25	
003-285	Herramientas Menores				%m.o.	47,744	0,03	
						245 191.7		
E 6	TOT EQUI DE AJE -					5.70	0.28	
							883.	
002-800	Soldadura 7018 6011			Electrica = 0.10%		228	3,50	
002-802	Disco Esmeril			on = 6.00	nd	1,	3.	
002-803	Oxigeno			on = 8.00	Bot	228	22,00	
002-804				O2 = 0.20		365	6,00	
002-809	menores				Eq	,883	0,05	
							3,244	
MO 6	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA						1.35	0.07
							15 342.12	
MO 6	AL					0. H	0.00	
							0.	
6	AL E					0. H	.00	
CD6	COSTO DIRE	AL				11.23	US\$:	
CDU6	COSTO UNITARIO						127,969.80	
GG							G :	
UTIL	UTILIDAD						0.56	
							0.	
							0.00%	
							0.00	

JEAN AT QUITO
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.02.04	SOLDADO DE PLANCHAS DE CILINDRO Y ANGULOS DE REFUERZO				Fecha	7.00			
Subpartida						Jornada	08/03/2012			
Descr							8.00			
Cant	227	1	227	Rend.:	20					
IT.					Plazo dias	UNID	AREA M2	P.UNIT	TOTAL	
Mat 7	TOTAL MATERIALES									
D7	MANO DE MONTAJE									
001-121		%	Cant		35		20.0			
001-122	- Obra	1	1.00				281	.4	2	
			13.50			hh	8	4.72	37	
			13.50							
001-123	Soldador - Obra	95%	27.00			hh	3,367	7.08	23,835	
HH 7			40.50				11			
MO 7								0.28		
	AJE	%	Cant				3	1	4	
003-263	ecle de 3 ton		2.0						1	
003-261	Tirfor de 1 3 ton.	100.0%	2.0			hm	563	0.28	158	
003-276	Andamios	1					8	.18	1 19	
003-271	Tablero Eléctrico Trifásico	100.0%	5.0			hm	1	0.50	703	
003-278	Metálico	1	0%	1.0		hm	281	0.80		
003-279	Estrobos, Grilletes, Grampas,	100.0%	5.0			hm	1,406	0.53	745	
003-280	Eslingas	100.0%	5.0			hm	1,406	0.25	352	
003-281	Grupo Electrógeno de 180 KW (c/combustible)	10.0%	1.0			hm	28	48.81	1,373	
003-282	Camión Grúa de 10 ton	50.0%	1.0			hm	141	41.32	5 811	
003-285	Menores					%m.o.	64,080	0.03	1,922	
7	AL DE - OBRA						1.51	H	0.08	17 184.70
002-800	701 11			Electrica =	1.40%		1	3.50	11 164	
002-802	Esmeril			un/Ton =	1.00	Und				
002-803	Oxigeno			on =	3.00	Bot	85	22.00	1,880	
002-804				=	0.20		137	6.00	820	
002-809	menores						1 1			
MO 7	TOTAL CONSUMIBLES DE AJE -						1.35	H	0.07	1
MO 7	TOTAL TERC						0.00		0.00	0.00
7										
CD7	DI AL						8.49	H		. 0
CDU7	COSTO UNITARIO									
GG								0.00%		0.00
UTIL	UTILIDAD							0.00%		0.00
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV					DE VENTA	AL			98,671.1
								ND		0.42

**JEAN PAUL ZAPATA QUITO
PREPARACION DE PRESUPUESTO**

Partida N°	01.02.05	ROLADO DE PLANCHAS Y PERFILES				Partida Fecha	8.00 08/03/2012
Descr Un	227	m²	lobal	140	Jomada		
				Plazo dias		P.UNIT	AL
					M2		
Mat 8	TOTAL MATERIALES						
D8	MA DE AJE	%	Cant	68	dias	140.0	
001-121		1	1.00	hh		.4	4
001-122	Operario - Obra		1.00	hh		4.72	2,559
001-124	Oficial - Obra		2.00	hh		3.75	
MO 8	TOTAL DE OBRA - OBRA					6.90	11
003-203	Roladora Hidr. t=2", a=3.00m	1	1.	hm		23.50	12,748
003-282	Camión Grúa de 10 ton	25.0%	1.0	hm		41.32	5,603
003-285	Herramientas Menores			%m.o.		11,221	337
8	AL					11	1 .51
	DE AJ						
002-812	Consumibles (Aceites del tomo)			% Eq		18,688	0.04
002-809	Consumibles menores			% Eq		18,688	0.05
MO 8						1	1
						19.	3 0
CDU8	COSTO UNITARIO						0.1
GG							
UTIL	UTILIDAD					0.00%	0.00
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV					A	1 0.1

ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE

JEAN PAUL ZAPATA QUITO
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.03.03 PRESENTACION, ARMADO Y SOLDADO DE ESTRUCTURAS (COLUMNAS Y VIGA)						Partida	9.00		
Subpartida							Fecha	08/03/2012		
Descripción :										
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh	Jornada (hr/dia)= 8.00			
Cant	81,670	1.00	81,670		Global	8				
Hecho por:		WVP		Rev. por:		MCHT		Apr. por:		
IT.	CONCEPTO				Plazo	UNID	CANT	AREA	P.UNIT	TOTAL
					días		M2	US\$	US\$	
Mat 9	TOTAL MATERIALES									
D9	MANO DE OBRA MONTAJE									
	%	Cant		116	días	8.0				
001-121	100%	1.00			hh	928		8.47	7,863	
001-122		2.00			hh	1,588		4.72	7,492	
001-124		6.00			hh	4,764		3.75	17,856	
001-125		1.00			hh	794		3.15	2,504	
		9.00				7,146				
001-123		2.00	1.20 Kg/hr	90%	hh	3,063		7.08	21,681	
HH 9		11.00				10,209				
MO 9	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA						5.62 \$/HH	0.70 \$/Kg	57,395.80	
	EQUIPOS DE MONTAJE									
	%	Cant								
003-230					hm	3,063		1.25	3,828	
003-263	100.0%	2.0			hm	1,856		0.30	557	
003-261	100.0%	2.0			hm	1,856		0.28	520	
003-238	100.0%	6.0			hm	5,568		0.25	1,392	
003-239	100.0%	6.0			hm	5,568		0.30	1,671	
003-276	100.0%	30.0			hm	27,842		0.18	5,012	
003-271	100.0%	5.0			hm	4,640		0.50	2,320	
003-278	100.0%	3.0			hm	2,784		0.80	2,227	
003-279	100.0%	5.0			hm	4,640		0.53	2,459	
003-280	100.0%	5.0			hm	4,640		0.25	1,160	
003-281	15.0%	1.0			hm	139		48.81	6,794	
003-282	20.0%	1.0			hm	186		41.32	7,669	
003-285					%m.o.	57,396		0.03	1,722	
						120,179.3				
Eq 9	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA						3.66 \$/HH	0.46 \$/Kg	37,330.80	
	CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA									
002-800					Electrica = 2.50%	kg	2,042	3.50	7,146	
002-802					un/Ton = 3.00	Und	245	3.00	735	
002-803					M3/Ton = 5.00	Bot	51	22.00	1,123	
002-804					kg/m3 (O2) = 0.20	kg	82	6.00	490	
002-809						% Eq	37,331	0.05	1,867	
MO 9	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA						1.11 \$/HH	0.14 \$/Kg	11,360.64	
	OTROS SERVICIOS									
MO 9	TOTAL TERCEROS						0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg	0.00	
	TERCEROS PARA MONTAJE									
005-002					50%	hm	464	72.90	33,828	
Eq 9	TOTAL TERCEROS						3.31 \$/HH	0.41 \$/Kg	33,827.94	
CD9	COSTO DIRECTO TOTAL						13.71 \$/HH	US\$:	139,915.18	
CDU9	COSTO UNITARIO							US\$/KG :	1.71	
GG	GASTOS GENERALES US\$:							0.00%	0.00	
UTIL	UTILIDAD US\$:							0.00%	0.00	
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV						PRECIO DE VENTA TOTAL	US\$:	139,915.18	
							US\$/UND	1.71		

ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE

JEAN PAUL ZAPATA QUITO

PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida Nº	01.03.04 REVISION, LIMPIEZA, CUADRADO, BISELADO Y CORTE DE PLANCHAS						Partida	10.00	
Subpartida							Fecha	08/03/2012	
Descripción :									
Unidad	Kg		Kg	m ²	Rend.:	Kg/hh	Jornada (hr/día)=	8.00	
Cant	35,109	1.00	35,109		Global	150			
Hecho por:		WVP		Rev. por:		MCHT	Apr. por:		
IT.	CONCEPTO			Plazo	UNID	CANT	AREA	P.UNIT	TOTAL
				dias		M2	US\$	US\$	
MATERIALES									
Mat 10	TOTAL MATERIALES								
D10	MANO DE OBRA MONTAJE			%	Cant	4	dias	150.0	
001-121	Capataz - Obra	100%	1.00		hh	29		8.47	248
001-122	Operario - Obra		2.00		hh	59		4.72	276
001-124	Oficial - Obra		4.00		hh	117		3.75	439
001-125	Ayudante - Obra		2.00		hh	59		3.15	185
			8.00			234			
HH 10						234			
MO 10	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA					4.90 \$/HH		0.03 \$/Kg	1,147.11
EQUIPOS DE MONTAJE									
		%	Cant						
003-249	Equipo Oxycorte Manual	100.0%	4.0		hm	117		1.00	117
003-238	Esmeril Manual 5"	100.0%	4.0		hm	117		0.25	29
003-239	Esmeril Manual 7"	100.0%	4.0		hm	117		0.30	35
003-271	Tablero Eléctrico Trifásico	100.0%	5.0		hm	146		0.50	73
003-278	Cajón Metálico	100.0%	1.0		hm	29		0.80	23
003-280	Eslingas	100.0%	5.0		hm	146		0.25	37
003-281	Grupo Electrónico de 180 KW (c/combustible)	5.0%	1.0		hm	1		48.81	71
003-282	Camión Grúa de 10 ton	15.0%	1.0		hm	4		41.32	181
003-285	Herramientas Menores				%m.o.	1,147		0.03	34
						1,825.9			
Eq 10	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA					2.57 \$/HH		0.02 \$/Kg	601.65
CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA									
002-802	Disco Esmeril			un/Ton = 1.00	Und	35		3.00	105
002-803	Oxigeno			M3/Ton = 5.00	Bot	22		22.00	483
002-804	Acetogen			kg/m3 (O2) = 0.20	kg	35		6.00	211
002-809	Consumibles menores				% Eq	602		0.05	30
MO 10	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA					3.54 \$/HH		0.02 \$/Kg	828.82
OTROS SERVICIOS									
MO 10	TOTAL TERCEROS					0.00 \$/HH		0.00 \$/Kg	0.00
TERCEROS PARA MONTAJE									
Eq 10	TOTAL TERCEROS					0.00 \$/HH		0.00 \$/Kg	0.00
CD10	COSTO DIRECTO TOTAL					11.01 \$/HH		US\$:	2,577.58
CDU10	COSTO UNITARIO							US\$/KG :	0.07
GG	GASTOS GENERALES US\$:							0.00%	0.00
UTIL	UTILIDAD US\$:							0.00%	0.00
PRECIO DE VENTA TOTAL								US\$:	2,577.58
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV							US\$/UND	0.07

AJ
JEAN PATA QUITO
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N° Subpartida	01.03.05	PRESENTACION DE PLANCHAS PARA TECHO FIJO				Partida Fecha	11.00 08/03/201				
U Cant	Hecho	1	1.	109	m² Ren : Global Rev.	60	hr/dia	8.00			
IT.				WVP		Plazo dias	UNID	CANT	AREA M2	P.UNIT	TOTAL
Mat 11	TOTAL MATERIALES										
D11	DE	AJE			%	8	dias	.0			
001-121	- Obra				1					.4	551
001-122	Operario - Obra				2.00		hh	146		4.72	690
001-124	Oficial - Obra				4.00		hh	293		3.75	1,097
001-125	Ayudante - Obra				2.00		hh	146		3.15	461
					8.00			585			
HH 11											
MO 11	TOTAL	DE OBRA -						4.78		0.08	798.91
003-279	Estrobos,						hm			0.53	1
003-280					100.0%	5.0	hm	325		0.25	81
003-282	de 10 ton					1.0	hm	20		41.32	
003-285	Herramientas Menores						%m.o.	2,799		0.03	84
11	AL							1.95	H		143.41
		MONTAJE - OBRA									
002-809	menores						%	1,143		0.05	57
MO 11	TOTAL	BLES DE MONTAJE - OBRA						0.10	H	0.00	57.1
MO 11											
11										0.00	0.00
CD11	COS DIRECTO	AL						6.83			3,999.49
CDU11	COSTO UNITARIO										0.11
GG											00
UTIL	UTILIDAD									0.00%	0.00
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV									D	0.11

ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE

JEAN PAUL ZAPATA QUITO
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.03.06 ARMADO DE PLANCHAS PARA TECHO FIJO						Partida	12.00		
Subpartida							Fecha	08/03/2012		
Descripción :										
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh	Jornada (hr/dia)= 8.00			
Cant	35,109	1.00	35,109		Global	40				
Hecho por:		WVP		Rev. por:		MCHT		Apr. por:		
IT.	CONCEPTO				Plazo	UNID	CANT	AREA	P.UNIT	TOTAL
					dias		M2	US\$	US\$	
MATERIALES										
Mat 12	TOTAL MATERIALES									
D12	MANO DE OBRA MONTAJE				%	Cant	10	dias	40.0	
001-121	Capataz - Obra			100%	1.00		hh	80	8.47	676
001-122	Operario - Obra				4.00		hh	337	4.72	1,590
001-124	Oficial - Obra				4.00		hh	337	3.75	1,263
001-125	Ayudante - Obra				2.00		hh	169	3.15	531
					10.00			843		
001-123	Soldador - Obra	0.80 Kg/hr		80%	1.00		hh	35	7.08	249
HH 12					11.00			878		
MO 12	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA							4.91 \$/HH	0.12 \$/Kg	4,309.48
EQUIPOS DE MONTAJE										
003-230	Soldadora Monofasica <600amp.						hm	35	1.25	44
003-263	Tecla de 01 @ 3 ton			100.0%	2.0		hm	160	0.30	48
003-261	Tirfor de 1 @ 3 ton.			100.0%	2.0		hm	160	0.28	45
003-238	Esmeril Manual 5"			100.0%	4.0		hm	319	0.25	80
003-239	Esmeril Manual 7"			100.0%	4.0		hm	319	0.30	96
003-271	Tablero Eléctrico Trifasico			100.0%	5.0		hm	399	0.50	199
003-278	Cajón Metálico			100.0%	3.0		hm	239	0.80	192
003-279	Estrobos, Grilletes, Grampas,			100.0%	5.0		hm	399	0.53	211
003-280	Esiingas			100.0%	5.0		hm	399	0.25	100
003-281	Grupo Electrogeno de 180 KW (c/combustible)			10.0%	1.0		hm	8	48.81	389
003-282	Camión Grúa de 10 ton			100.0%	1.0		hm	60	41.32	3,297
003-285	Herramientas Menores						%m.o.	4,309	0.03	129
								6,826.2		
Eq 12	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA							5.50 \$/HH	0.14 \$/Kg	4,829.66
CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA										
002-800	Soldadura 7018, 6011				Electrica = 0.10%		kg	35	3.50	123
002-802	Disco Esmeril				un/Ton = 1.00		Und	35	3.00	105
002-803	Oxigeno				M3/Ton = 1.00		Bot	4	22.00	97
002-804	Acetogen				kg/m3 (O2) = 0.20		kg	7	6.00	42
002-809	Consumibles menores						% Eq	4,830	0.05	241
MO 12	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA							0.69 \$/HH	0.02 \$/Kg	608.38
OTROS SERVICIOS										
MO 12	TOTAL TERCEROS							0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg	0.00
TERCEROS PARA MONTAJE										
005-003	Alquiler de Grúas de 50 Ton (días)			100%			hm	80	90.00	7,181
Eq 12	TOTAL TERCEROS							8.18 \$/HH	0.20 \$/Kg	7,181.47
CD12	COSTO DIRECTO TOTAL							19.29 \$/HH	US\$:	16,928.99
CDU12	COSTO UNITARIO								US\$/KG :	0.48
GG	GASTOS GENERALES US\$:								0.00%	0.00
UTIL	UTILIDAD US\$:								0.00%	0.00
PRECIO DE VENTA TOTAL								US\$:	16,928.99	
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV								US\$/UND	0.48

ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE

JEAN PAUL ZAPATA QUITO

PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.03.07						Partida	13.00	
Subpartida	SOLDADO DE PLANCHAS PARA TECHO FIJO						Fecha	08/03/2012	
Descripcion :									
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh	Jornada (hr/dia)=	8.00	
Cant	35,109	1.00	35,109		Global	30			
	Hecho por:		WVP		Rev. por:	MCHT	Apr. por:		
IT.	CONCEPTO			Plazo	UNID	CANT	AREA	P.UNIT	TOTAL
				dias			M2	US\$	US\$
	MATERIALES								
Mat 13	TOTAL MATERIALES								
D13	MANO DE OBRA MONTAJE			%	Cant	12	dias	30.0	
001-121	Capataz - Obra			100%	1.00		hh	98	8.47
001-122	Operario - Obra				1.00		hh	326	4.72
001-124	Oficial - Obra				1.00		hh	326	3.75
					2.00			651	
001-123	Soldador - Obra			95%	10.00		hh	519	7.08
HH 13					12.00			1,170	
MO 13	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA							6.20 \$/HH	0.21 \$/Kg
									7,257.01
	EQUIPOS DE MONTAJE								
				%	Cant				
003-230	Soldadora Monofasica <600amp.						hm	519	1.25
003-249	Equipo Oxcorte Manual			100.0%	1.0		hm	98	1.00
003-263	Tede de 01 @ 3 ton			100.0%	2.0		hm	195	0.30
003-261	Tirfor de 1 @ 3 ton.			100.0%	2.0		hm	195	0.28
003-238	Esmeril Manual 5"			100.0%	1.0		hm	98	0.25
003-239	Esmeril Manual 7"			100.0%	1.0		hm	98	0.30
003-271	Tablero Eléctrico Trifasico			100.0%	5.0		hm	488	0.50
003-278	Cajón Metálico			100.0%	1.0		hm	98	0.80
003-279	Estrobos, Grilletes, Grampas,			100.0%	5.0		hm	488	0.53
003-280	Eslingas			100.0%	5.0		hm	488	0.25
003-281	Grupo Electrogeno de 180 KW (c/combustible)			80.0%	1.0		hm	78	48.81
003-285	Herramientas Menores						%m.o.	7,257	0.03
Eq 13	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA							4.82 \$/HH	0.16 \$/Kg
									5,640.82
	CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA								
002-800	Soldadura 7018, 6011				Electrica =	1.40%	kg	492	3.50
002-802	Disco Esmeril				un/Ton =	1.00	Und	35	3.00
002-803	Oxigeno				M3/Ton =	3.00	Bot	13	22.00
002-804	Acetogen				kg/m3 (O2) =	0.20	kg	21	6.00
002-809	Consumibles menores						% Eq	5,641	0.05
MO 13	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA							2.16 \$/HH	0.07 \$/Kg
									2,523.77
	OTROS SERVICIOS								
MO 13	TOTAL TERCEROS							0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg
									0.00
	TERCEROS PARA MONTAJE								
Eq 13	TOTAL TERCEROS							0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg
									0.00
CD13	COSTO DIRECTO TOTAL							13.18 \$/HH	US\$:
									15,421.39
CDU13	COSTO UNITARIO								US\$/KG :
									0.44
GG	GASTOS GENERALES US\$:								0.00%
									0.00
UTIL	UTILIDAD US\$:								0.00%
									0.00
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV							PRECIO DE VENTA TOTAL	US\$:
									15,421.39
									US\$/UND
									0.44

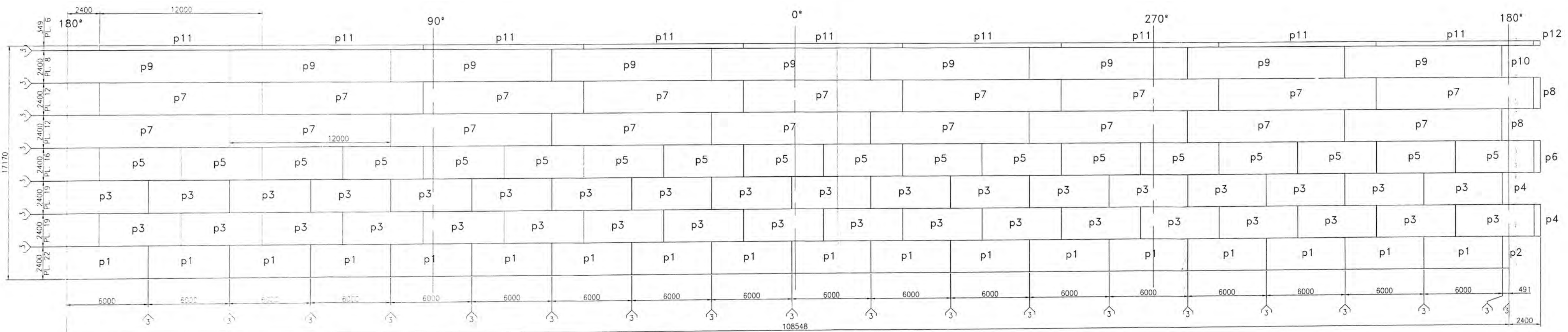
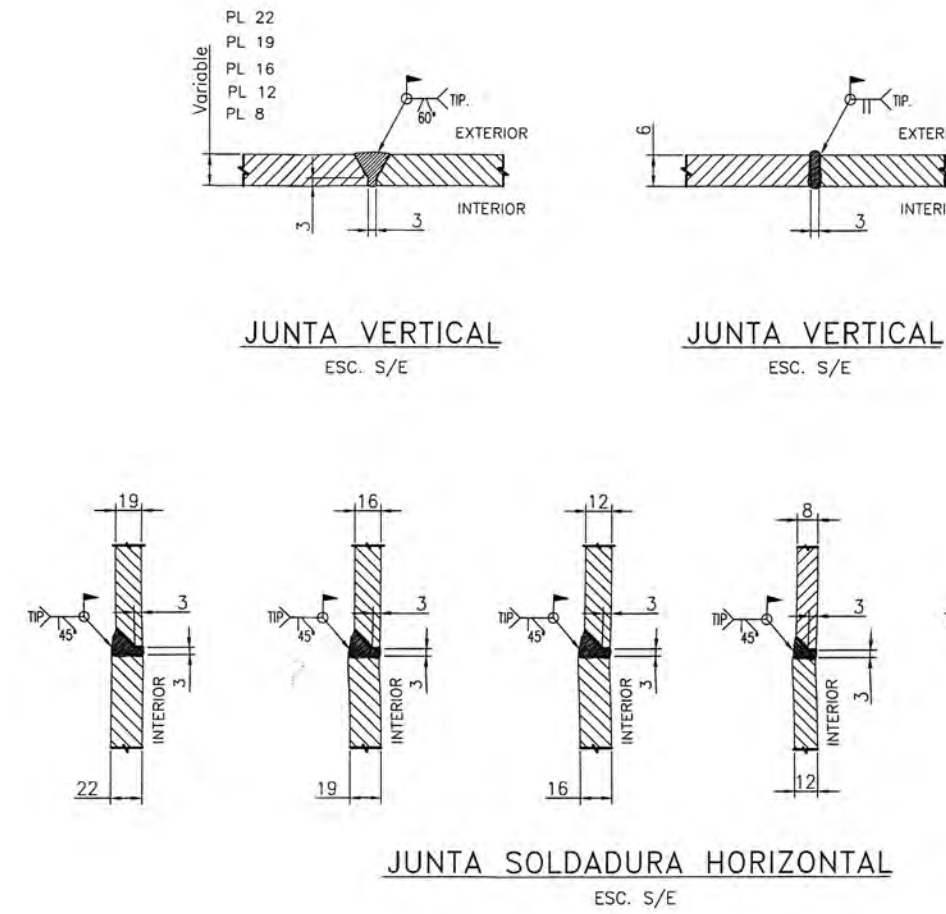
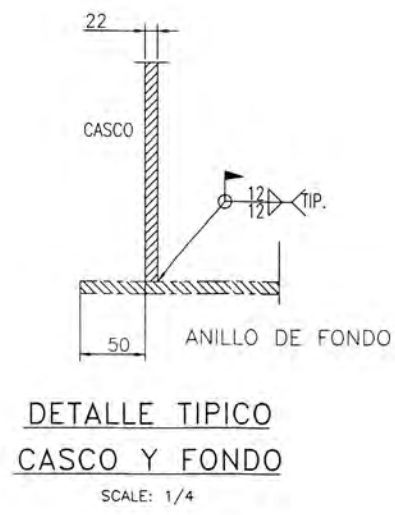
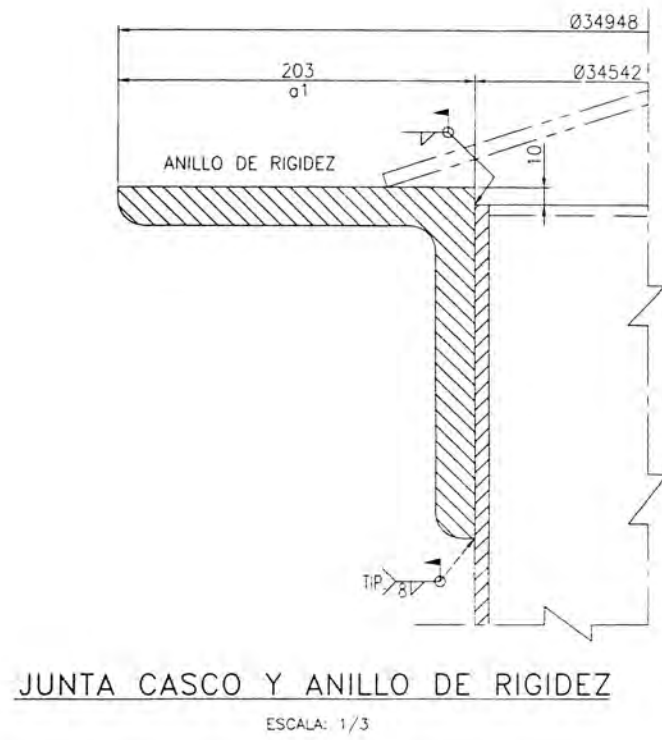
ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE

JEAN PAUL ZAPATA QUITO
PREPARACION DE PRESUPUESTO

Partida N°	01.04.03 ESCALERA EN ESPIRAL PARA TANQUE ALMACENAMIENTC						Partida	14.00		
Subpartida							Fecha	08/03/2012		
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh	Jomada (hr/dia)=	8.00		
Cant	1,155	1.00	1,155		Global	4				
Hecho por:	WVP				Rev. por:	MCHT	Apr. oor:			
IT.	CONCEPTO				Plazo dias	UNID	CANT	AREA M2	P.UNIT US\$	TOTAL US\$
MATERIALES										
Mat 14	TOTAL MATERIALES									
D14	MANO DE OBRA MONTAJE				%	Cant	5 dias	4.0		
001-121	Capataz - Obra			100%	1.00	hh	36		8.47	306
001-122	Operario - Obra				2.00	hh	87		4.72	409
001-124	Oficial - Obra				2.00	hh	87		3.75	325
001-125	Ayudante - Obra				2.00	hh	87		3.15	273
001-123	Soldador - Obra	1.80 Kg/hr		90%	2.00	hh	29		7.08	204
HH 14					8.00		289			
MO 14	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA							5.25 \$/HH	1.31 \$/Kg	1,517.22
EQUIPOS DE MONTAJE										
	%	Cant								
003-230	100.0%	2.0	hm	29		1.25	36			
003-249	100.0%	2.0	hm	72		1.00	72			
003-263	100.0%	2.0	hm	72		0.30	22			
003-261	100.0%	2.0	hm	72		0.28	20			
003-238	100.0%	2.0	hm	72		0.25	18			
003-239	100.0%	2.0	hm	72		0.30	22			
003-271	100.0%	4.0	hm	144		0.50	72			
003-278	100.0%	1.0	hm	36		0.80	29			
003-279	100.0%	5.0	hm	181		0.53	96			
003-280	100.0%	5.0	hm	181		0.25	45			
003-281	20.0%	1.0	hm	7		48.81	352			
003-282	5.0%	1.0	hm	2		41.32	75			
003-285			%m.o.	1,517		0.03	46			
Eq 14	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA						3.13 \$/HH	0.78 \$/Kg	904.35	
CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA										
002-800	Soldadura 7018, 6011		Electrica =	2.50%	kg	29		3.50		101
002-802	Disco Esmeril		un/Ton =	1.00	Und	1		3.00		3
002-803	Oxígeno		M3/Ton =	3.00	Bot	0		22.00		10
002-804	Acetogen		kg/m3 (O2) =	0.20	kg	1		6.00		4
002-809	Consumibles menores				% Eq	904		0.05		45
MO 14	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA						0.57 \$/HH	0.14 \$/Kg	183.47	
OTROS SERVICIOS										
MO 14	TOTAL TERCEROS						0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg	0.00	
TERCEROS PARA MONTAJE										
005-003	Alquiler de Grúas de 50 Ton (dias)		100%	hm	36		90.00			3,249
Eq 14	TOTAL TERCEROS						11.25 \$/HH	2.81 \$/Kg	3,249.49	
CD14	COSTO DIRECTO TOTAL						20.20 \$/HH	US\$:	5,834.54	
CDU14	COSTO UNITARIO							US\$/KG :	5.05	
GG	GASTOS GENERALES US\$:							0.00%	0.00	
UTIL	UTILIDAD US\$:							0.00%	0.00	
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV						PRECIO DE VENTA TOTAL	US\$:	5,834.54	
								US\$/UND	5.05	

ANALISIS DE COSTO DIRECTO UNITARIO DE MONTAJE											
JEAN PAUL ZAPATA QUITO											
PREPARACION DE PRESUPUESTO											
Partida N°	01.04.04 BARANDA PERIMETRAL DEL TANQUE									Partida	15.00
Subpartida										Fecha	08/03/2012
Descripción :											
Unidad	Kg		Kg	m²	Rend.:	Kg/hh			Jornada (hr/dia)=	8.00	
Cant	1,719	1.00	1,719		Global	4					
Hecho por:		WVP		Rev. por:		MCHT		Apr. por:			
IT.	CONCEPTO					Plazo	UNID	CANT	AREA	P.UNIT	TOTAL
						dias			M2	US\$	US\$
MATERIALES											
Mat 15	TOTAL MATERIALES										
D15	MANO DE OBRA MONTAJE										
	%	Cant		7	dias		4.0				
001-121	100%	1.00			hh		54		8.47	455	
001-122		2.00			hh		127		4.72	602	
001-124		2.00			hh		127		3.75	478	
001-125		2.00			hh		127		3.15	402	
001-123		6.00					382				
HH 15		8.00			hh		47		7.08	335	
MO 15	TOTAL MANO DE OBRA - OBRA							5.28 \$/HH	1.32 \$/Kg	2,271.26	
EQUIPOS DE MONTAJE											
	%	Cant									
003-230		1.0			hm		47		1.25	59	
003-249	100.0%	1.0			hm		54		1.00	54	
003-238	100.0%	2.0			hm		107		0.25	27	
003-239	100.0%	2.0			hm		107		0.30	32	
003-271	100.0%	3.0			hm		161		0.50	81	
003-278	100.0%	1.0			hm		54		0.80	43	
003-281	5.0%	1.0			hm		3		48.81	131	
003-282	5.0%	1.0			hm		3		41.32	111	
003-285					%m.o.		2,271		0.03	68	
Eq 15	TOTAL EQUIPOS DE MONTAJE - OBRA							1.41 \$/HH	0.35 \$/Kg	605.68	
CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA											
002-800	Soldadura 7018, 6011		Electrica =	2.75%	kg		47		3.50	165	
002-802	Disco Esmeril		un/Ton =	1.00	Und		2		3.00	5	
002-803	Oxigeno		M3/Ton =	3.00	Bot		1		22.00	14	
002-804	Acetogen		kg/m3 (O2) =	0.20	kg		1		6.00	6	
002-809	Consumibles menores				% Eq		606		0.05	30	
MO 15	TOTAL CONSUMIBLES DE MONTAJE - OBRA							0.51 \$/HH	0.13 \$/Kg	221.27	
OTROS SERVICIOS											
MO 15	TOTAL TERCEROS							0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg	0.00	
TERCEROS PARA MONTAJE											
Eq 15	TOTAL TERCEROS							0.00 \$/HH	0.00 \$/Kg	0.00	
CD15	COSTO DIRECTO TOTAL							7.21 \$/HH	US\$:	3,098.21	
CDU15	COSTO UNITARIO								US\$/KG :	1.80	
GG	GASTOS GENERALES US\$:								0.00%	0.00	
UTIL	UTILIDAD US\$:								0.00%	0.00	
CV	LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IVG							PRECIO DE VENTA TOTAL	US\$:	3,098.21	
									US\$/UND	1.80	

LISTA DE MATERIALES							
ITEM.	MARCA	CANT.	DESCRIPCION	MAT.	PU (kg)	PT (kg)	OBSERVACIONES
01	P-01	01	CASCO		229850.0	229850.0	
		18	PL 22 x 2400 x 6000	A572 Gr50	2486.9	44763.8	
		01	PL 22 x 2400 x 491	A572 Gr50	203.5	203.5	
		36	PL 19 x 2400 x 6000	A572 Gr50	2147.8	77319.4	
		02	PL 19 x 2400 x 491	A572 Gr50	175.8	351.5	
		18	PL 16 x 2400 x 6000	A572 Gr50	1808.6	32555.5	
		01	PL 16 x 2400 x 491	A572 Gr50	148.0	148.0	
		18	PL 12 x 2400 x 12000	A572 Gr50	2713.0	48833.3	
		02	PL 12 x 2400 x 491	A572 Gr50	111.0	222.0	
		09	PL 8 x 2400 x 12000	A572 Gr50	1808.6	16277.8	
		01	PL 8 x 2400 x 491	A572 Gr50	74.0	74.0	
		09	PL 6 x 349 x 12000	A572 Gr50	197.3	1775.3	
		01	PL 6 x 349 x 491	A572 Gr50	8.1	8.1	
		01	L8x8x1" x 109800	A36	8400.0	8400.0	anillo rigidez
					230932.2		PESO PARCIAL



RADIO DE ROLADO INTERIOR = 17265

1 - TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS - LAS ELEVACIONES EN METROS
2 - LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE FILETE DE 5mm
3 - LOS AGUJEROS PARA LAS CONEXIONES SE PLANTILLARAN Y SE CORTARAN EN OBRA

REV.	DESCRIPCION	POR	CHQ	AP	JP	FECHA	PLANO DE REFERENCIA	N° DE PLANO	REV.	ESC.	INDICADA	ESPECIALISTAS			CLIENTE:
												POS.	NOMBRE	FECHA	
3	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	15/01/12						DISEÑADO	PAUL ZAPATA	08/01/2012	-
2	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	13/01/12						DIBUJADO	PAUL ZAPATA	11/01/2012	
												REVISADO	ING. ALVA	14/01/2012	
												APROBO	PAUL ZAPATA	16/01/2012	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

INFORME DE SUFICIENCIA

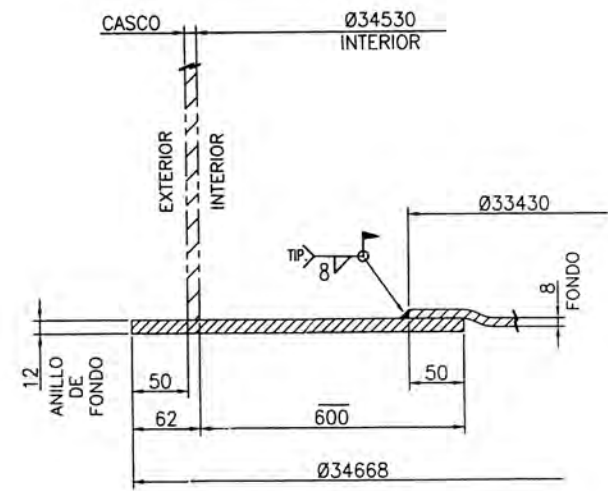
DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO
DE 15 152 M3 DE CAPACIDAD
PARA ALMACENAMIENTO DE UAN32

TANQUE TK-1
PLANO DE TALLER-CASCO

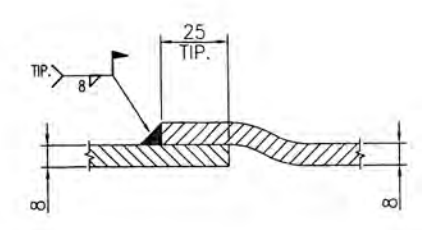
PLANO N° P-F01 REV: 0

H:\Informe suficiencia\F01_B.dwg - 21.03.12

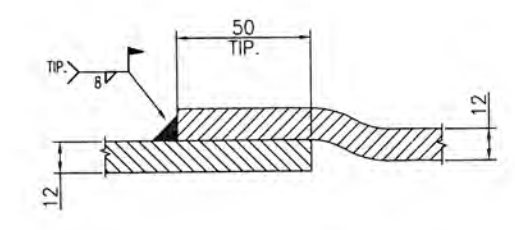
LISTA DE MATERIALES							
ITEM.	MARCA	CANT.	DESCRIPCION	MAT.	PU (kg)	PT (kg)	OBSERVACIONES
02	P-02	01	FONDO		55123.3	55123.3	
	p1	33	PL. 8.0 x 2400 x 12000	A572 Gr50	1808.6		CIRCULAR
03	P-03	01	ANILLO DE FONDO		6731.2	6731.2	
			Ø ext. Ø int.				
	p2	01	PL. 12 x 34669 x 33331	A572 Gr50	6731.2	6731.2	ANILLO
						61854.5	PESO PARCIAL



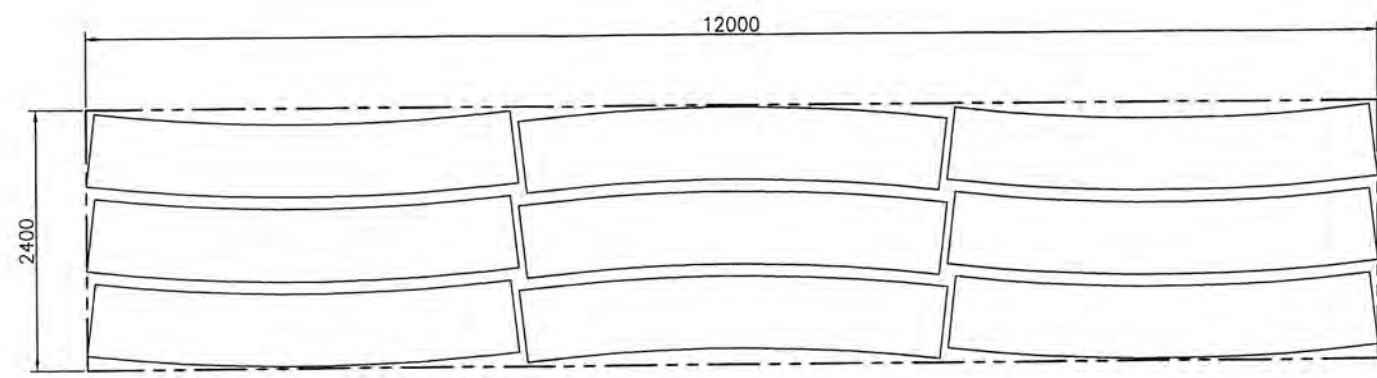
JUNTA CASCO Y FONDO
ESC. 1/5



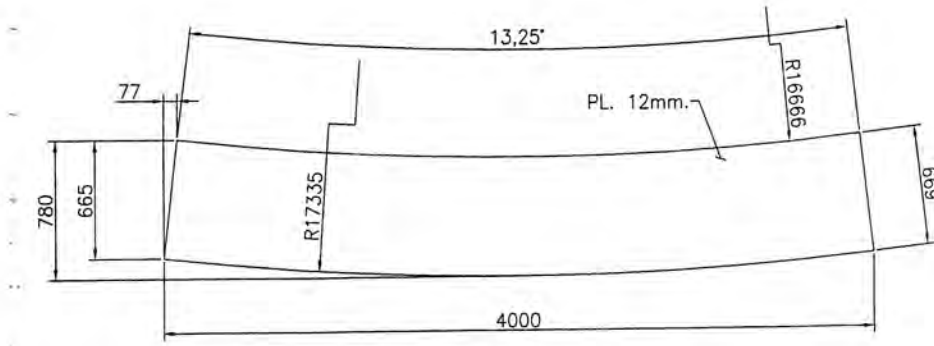
JUNTA TIPICA SECCION A
ESC. 1/2



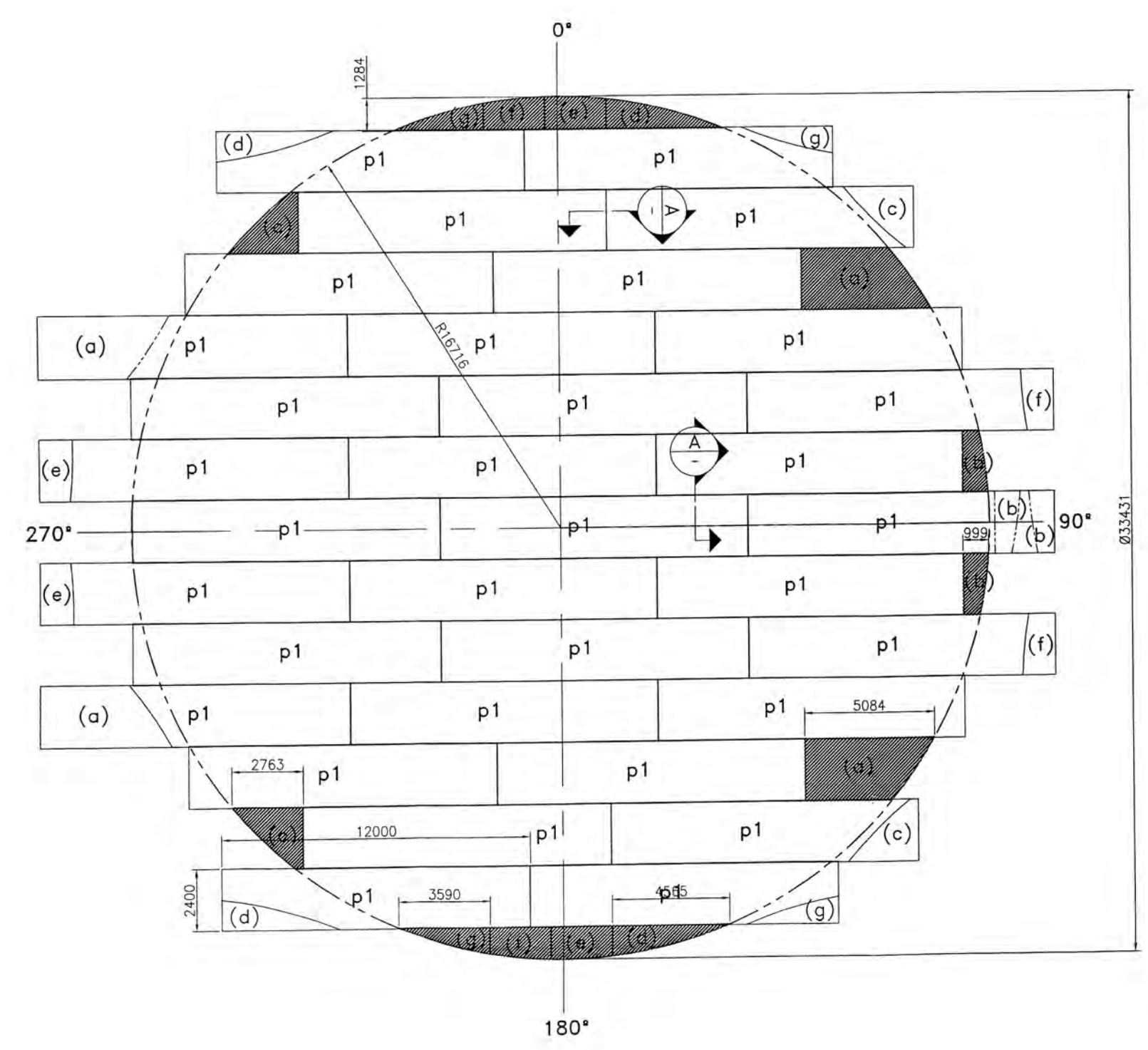
JUNTA TIPICA SECCION B
ESC. 1/2



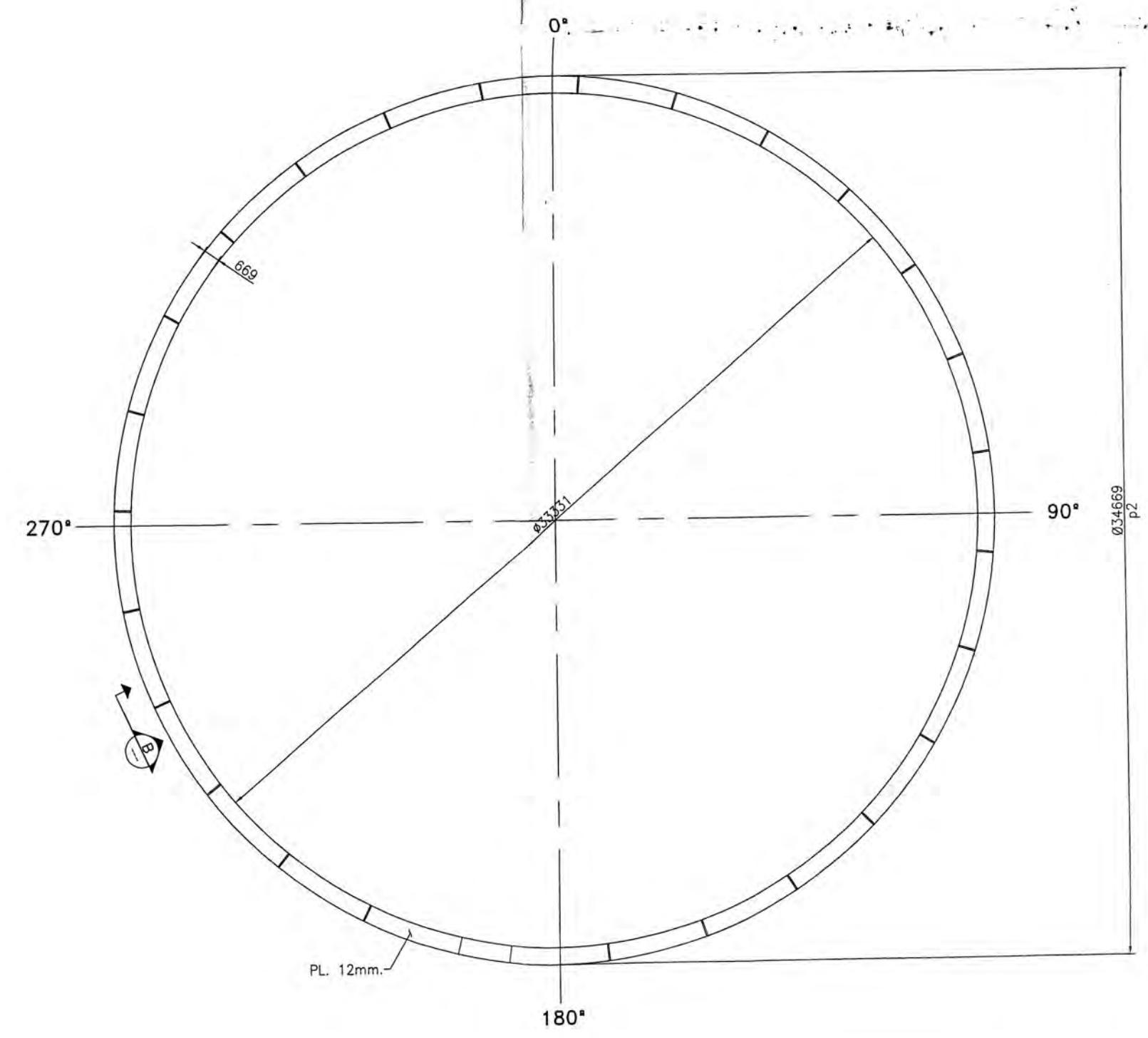
MODULACION DE ANILLO
ESC. 1/50



CERCHA PARA ANILLO DE FONDO
cant. 28 piezas
ESC. 1/30



FONDO MODULACION
ESC. 1/90



ANILLO DE FONDO
ESC. 1/90

1.-TODAS LA DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS Y LAS ELEVEACIONES EN METROS.
2.-LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE FILETE DE 5mm.
3.-LOS AGUEROS PARA LAS CONEXIONES SE PLANTILLARAN Y SE CORTARAN EN OBRA.

REV.	DESCRIPCION	POR	CHQ	AP	JP	FECHA	PLANO DE REFERENCIA	N° DE PLANO	REV.	ESC.	INDICADA	ESPECIALISTAS			CUENTE:	
												POS.	NOMBRE	FECHA		
0	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	15/01/12							DISEÑADO	PAUL ZAPATA	08/01/2012	
A	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	13/01/12							DIBUJADO	PAUL ZAPATA	11/01/2012	
													REVISADO	ING. ALVA	14/01/2012	
													APROBO	PAUL ZAPATA	16/01/2012	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

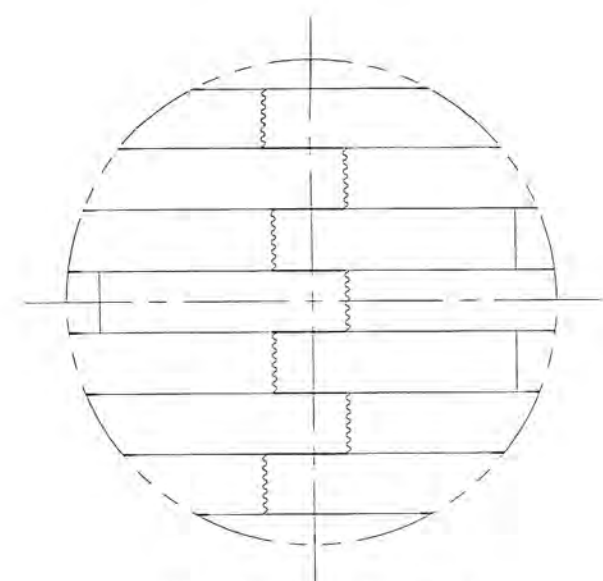
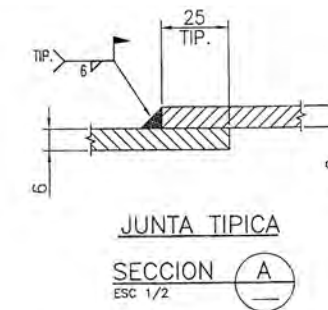
INFORME DE SUFICIENCIA

DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 15 152 M3 DE CAPACIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE UAN32

TANQUE TK-1
PLANO DE TALLER-FONDO

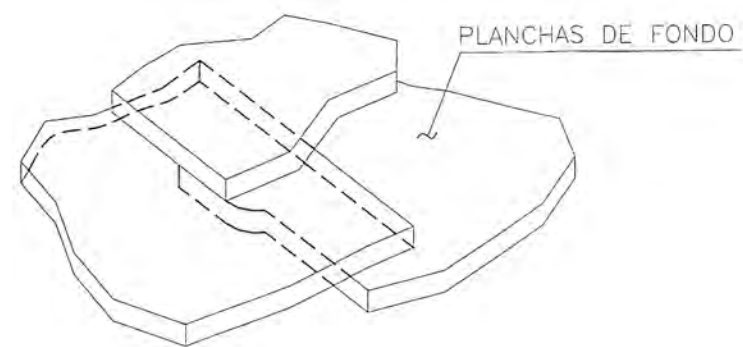
PLANO N° P-F02 REV: 0

LISTA DE MATERIALES							
ITEM.	MARCA	CANT.	DESCRIPCION	MAT.	PU (kg)	PT (kg)	OBSERVACIONES
04	P-04	01	TECHO		44707.6	44707.6	
	p1	37	PL. 6 x 2400 x 12000	A572 Gr50	1356.5	44707.6	PESO NETO
						44707.6	PESO PARCIAL

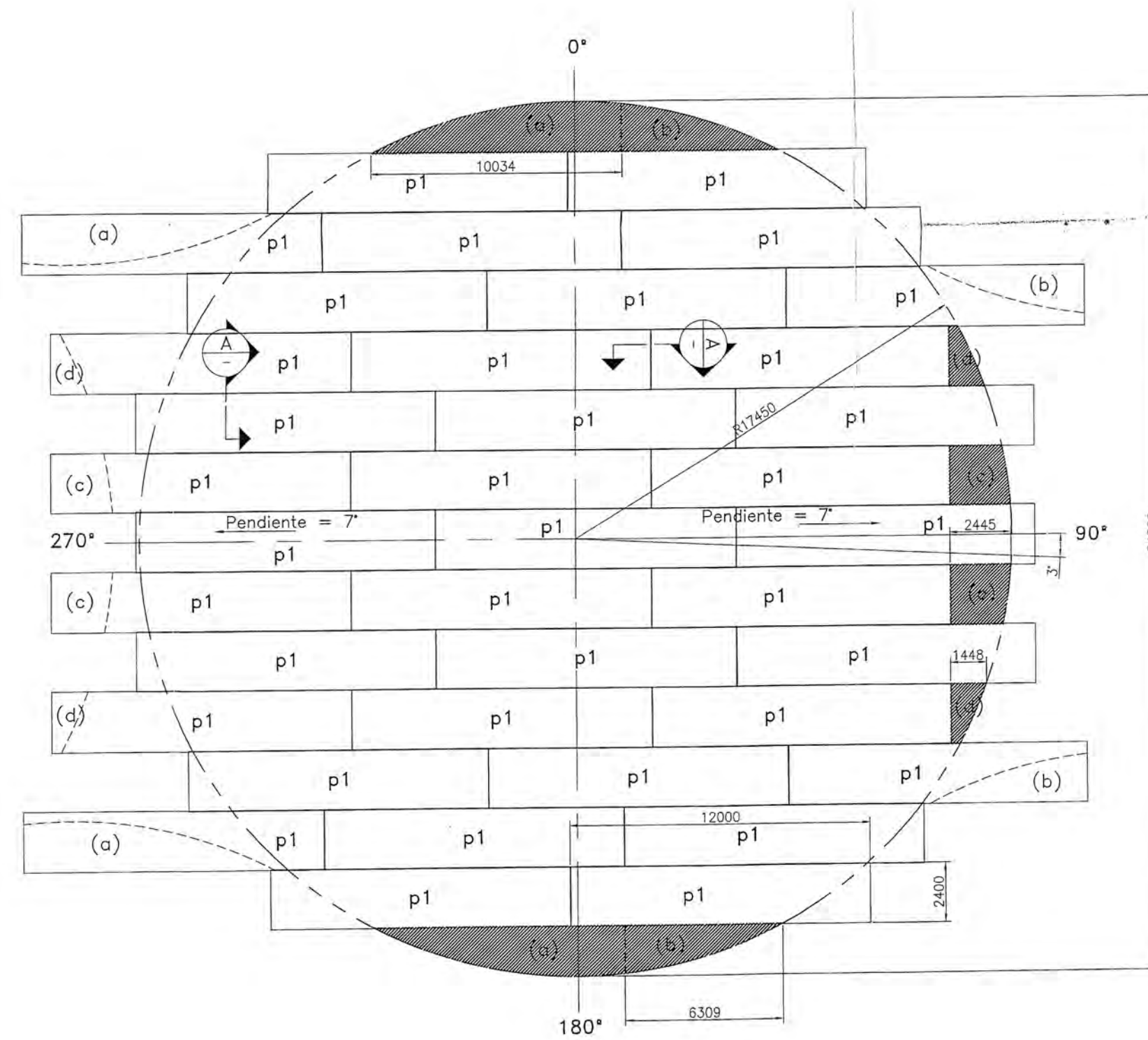


ORDEN DE SOLDADURA

- LEYENDA
- ~ PRIMERA SOLDADURA
 - SEGUNDA SOLDADURA
 - TERCERA SOLDADURA
 - SOLDADURA PREVIA A LA COLOCACION DEL PRIMER ANILLO



DETALLE DE TRASLAPE DE TRES PLANCHAS
ESC. S/E



TECHO MODULACION
ESC. 1/90

TODAS LA DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS Y LAS ELEVEACIONES EN METROS.
LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE FILETE DE 5mm.
LOS AGUJEROS PARA LAS CONEXIONES SE PLANTILLARAN Y SE CORTARAN EN OBRA.

REV.	DESCRIPCION	POR	CHQ	AP	JP	FECHA	PLANO DE REFERENCIA	N° DE PLANO	REV.	ESC.	INDICADA	ESPECIALISTAS			CLIENTE:	
												POS.	NOMBRE	FECHA		
0	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	15/01/12							DISEÑADO	PAUL ZAPATA	08/01/2012	
													DIBUJADO	PAUL ZAPATA	11/01/2012	
													REVISADO	ING. ALVA	14/01/2012	
A	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	13/01/12							APROBO	PAUL ZAPATA	16/01/2012	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

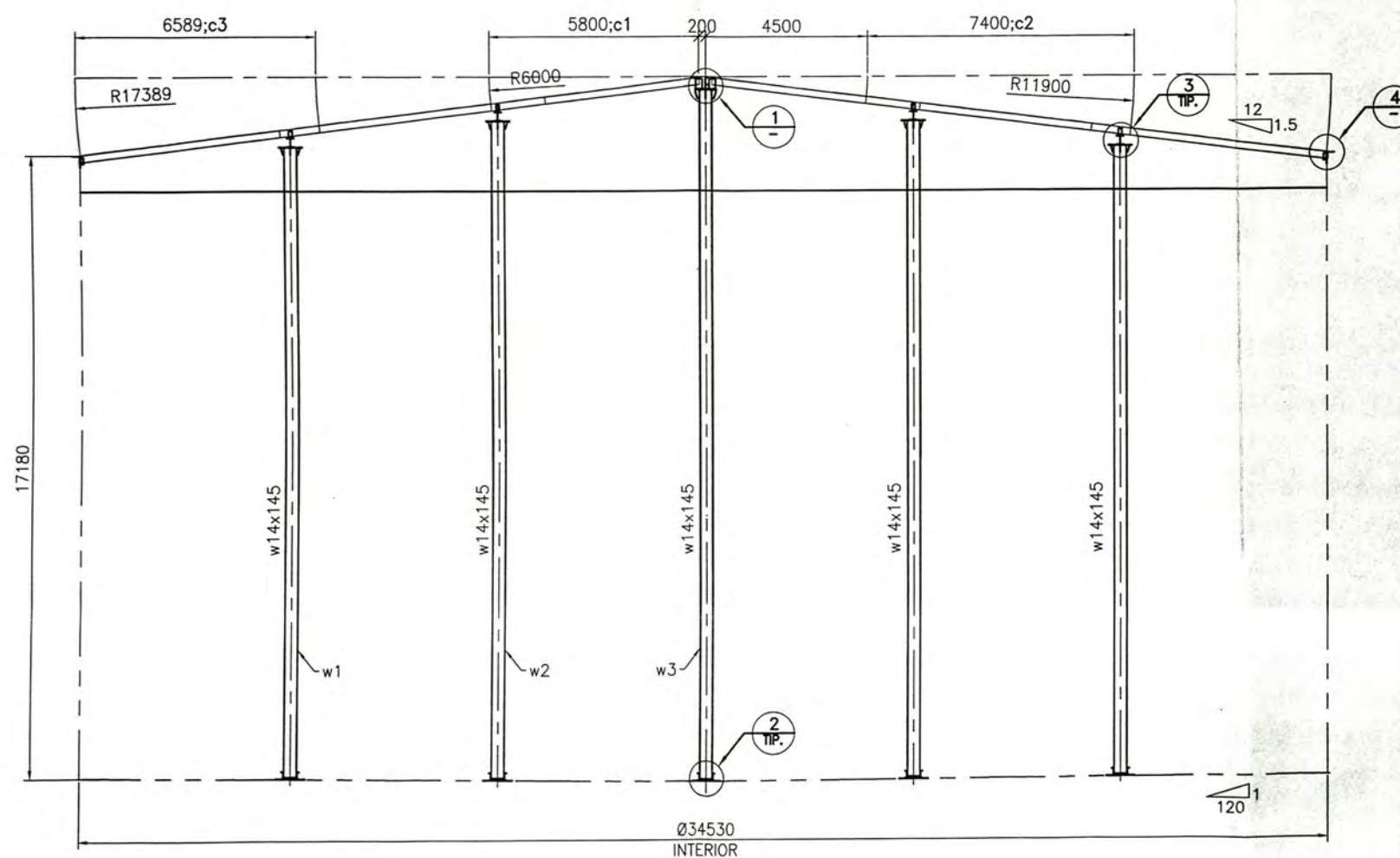
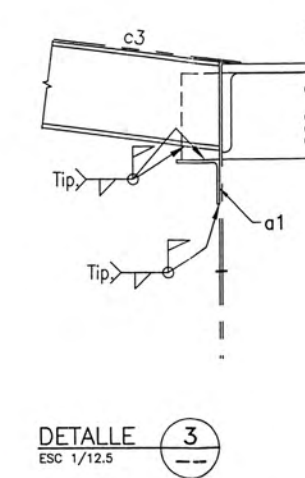
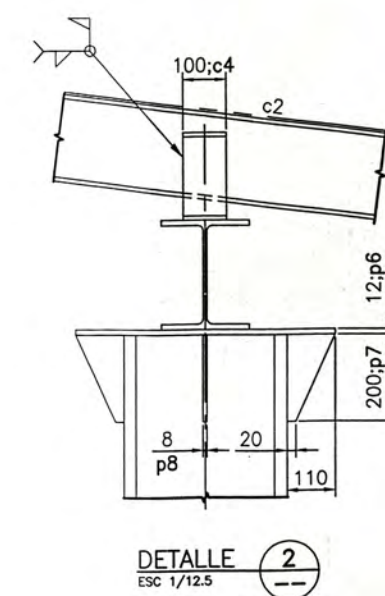
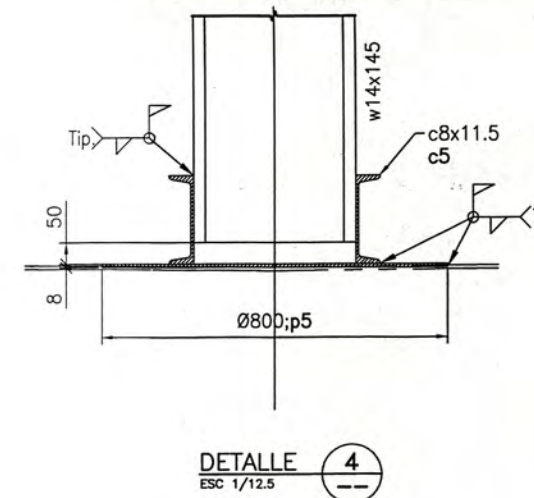
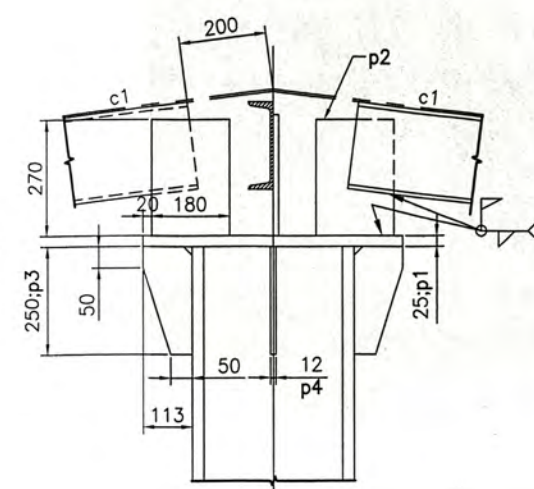
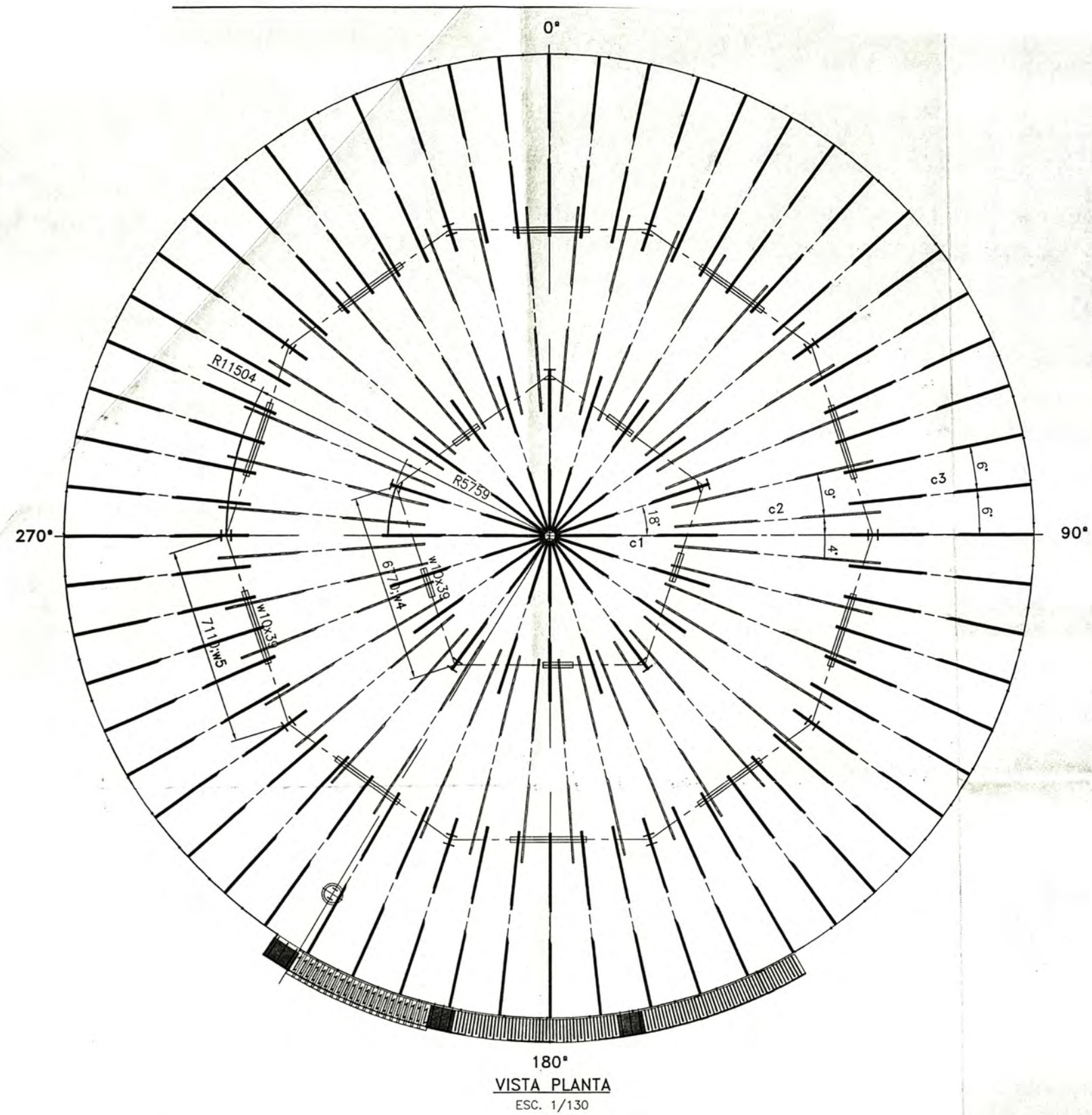
INFORME DE SUFICIENCIA

DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 15 152 M3 DE CAPACIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE UAN32

TANQUE TK-1
PLANO DE TALLER-TECHO

PLANO N° P-F03 REV. 0

NOTAS



LISTA DE MATERIALES									
ITEM.	MARCA	CANT.	DESCRIPCION	MAT.	PU (kg)	PT (kg)	OBSERVACIONES		
05	P-05	01	ESTRUCTURA TANQUE		82957.5	82957.5			
	w1	10	w 14 x 145 x 17380	A36	3754.9	37549.5			
	w2	05	w 14 x 145 x 18145	A36	3920.2	19601.1			
	w3	01	w 14 x 145 x 19070	A36	4120.1	4120.1			
	w4	05	w 10 x 39 x 6770	A36	393.4	1967.0			
	w5	10	w 10 x 39 x 7110	A36	413.2	4131.6			
	c1	20	C 8 x 11.5 x 5800	A36	99.4	1987.7			
	c2	40	C 8 x 11.5 x 7400	A36	126.8	5072.0			
	c3	60	C 8 x 11.5 x 6589	A36	112.9	6774.2			
	c4	15	C 8 x 11.5 x 100	A36	1.7	25.7			
	e5	32	C 8 x 11.5 x 500	A36	8.6	274.2			
	p1	01	PL 25 ø x 600	A36	55.5	55.5			CIRCULAR
	p2	20	PL 12 x 180 x 270	A36	4.6	91.6			
	p3	02	PL 12 x 250 x 113	A36	2.7	5.3			
	p4	02	PL 12 x 250 x 295	A36	6.9	13.9			
	p5	16	PL 8 ø x 800	A372 Gr50	31.6	505.1			CIRCULAR
	p6	16	PL 12 ø x 600	A36	26.6	426.1			CIRCULAR
	p7	30	PL 12 x 110 x 200	A36	2.1	62.2			
	p8	30	PL 8 x 290 x 200	A36	3.6	109.3			
	p9	60	PL 8 x 200 x 90	A36	1.1	67.8			
	a1	60	L 4 x 4 x 1/4 x 200	A36	2.0	117.6			
					82957.5		PESO TOTAL		

ODAS LA DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS Y LAS ELEVEACIONES EN METROS.
AS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE FILETE DE 5mm.
OS AGUEROS PARA LAS CONEXIONES SE PLANTILLARAN Y SE CORTARAN EN OBRA.

REV.	DESCRIPCION	POR	CHQ	AP	JP	FECHA
0	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	15/01/12
A	EMITIDO PARA APROBACION	PZ	FA	PZ	PZ	13/01/12

PLANO DE REFERENCIA	N° DE PLANO	REV.	ESPECIALISTAS		
			POS.	NOMBRE	FECHA
			DISEÑADO	PAUL ZAPATA	08/01/2012
			DIBUJADO	PAUL ZAPATA	11/01/2012
			REVISADO	ING. ALVA	14/01/2012
			APROBO	PAUL ZAPATA	16/01/2012

CLIENTE:	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
INFORME DE SUFICIENCIA	
DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 15 152 M3 DE CAPACIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE UAN32	
TANQUE TK-1	
PLANO DE TALLER-ESTRUCTURA DE TECHO	
PLANO N°	P-F04
REV.	A

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

INFORME DE SUFICIENCIA

DISEÑO DE UN TANQUE VERTICAL ATMOSFERICO DE 15 152 M3 DE CAPACIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE UAN32

TANQUE TK-1

PLANO DE TALLER-ESTRUCTURA DE TECHO

PLANO N° P-F04 REV. A