



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CONTROL DE
CALIDAD DE UN TANQUE DE CAPACIDAD DE 275
 m^3 EN LA COMUNIDAD DE ALGAMARCA”**

Autor:

Bach. Yener Becerra Hernández

Asesor:

Dr. Daniel Carranza Montenegro

LAMBAYEQUE – PERÚ

ABRIL DEL 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CONTROL DE
CALIDAD DE UN TANQUE DE CAPACIDAD DE 275
 m^3 EN LA COMUNIDAD DE ALGAMARCA”**

Presentado Por:

Bach. Yener Becerra Hernández

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE : M. Sc. Juan Antonio Tumialan Hinostroza

SECRETARIO : Ing. Teobaldo Edgar Julca Orozco

MIEMBRO : Ing. Percy Niño Vásquez

ASESOR : Dr. Daniel Carranza Montenegro

Lambayeque – Perú

ABRIL DEL 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TITULO

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CONTROL DE
CALIDAD DE UN TANQUE DE CAPACIDAD DE
275 m³ EN LA COMUNIDAD DE
ALGAMARCA”**

CONTENIDO

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA.

CAPITULO VIII: ANEXOS Y PLANOS.

AUTOR: Bach. Yener Becerra Hernández

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ASESOR

Lambayeque – Perú

ABRIL DEL 2019

DEDICATORIA

Este trabajo de suficiencia profesional lo dedico a mis padres (Delia Hernandez e Hilder Becerra) y mi hermana que son uno de mis pilares de mi vida, que supieron guiarme por este largo camino de la vida, que siempre me dieron el apoyo incondicional que necesitaba.

Y a mi amada esposa Rosmeri, la persona que me ha cambiado la vida, la persona que me ha hecho un mejor hombre, la que se esfuerza día a día para darme lo mejor de ella, por creer en mí capacidad, aunque hemos pasado por momentos difíciles, siempre me ha brindado su amor.

Gracias Mi Amada Familia.

AGRADECIMIENTO

Agradecido a Dios por brindarme muchas oportunidades en esta vida, por permitirme realizar unos de mis sueños que es ser profesional, por mostrarme el camino correcto, por bríndame una familia muy hermosa y amistades incondicionales.

También agradezco a mi Asesor Dr. Daniel Carranza Montenegro, por toda la ayuda brindada, por tomarse un tiempo y guiarme en este trabajo, por darme las facilidades para poder así desarrollar este trabajo de suficiencia profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional, se propone la construcción de un tanque de almacenamiento de agua agrícola, desde el diseño hasta el control de calidad de dicho tanque bajo la implementación y supervisión de la NORMA API 650.

En los presentes años (2017-Actualidad) la comunidad de Algamarca a tecnificado la crianza de los cuyes, por tal motivo la producción agrícola ha tenido que crecer (producción de alfalfa y maíz forrajero). Lo cual ha llevado a mejorar el aprovechamiento de agua, llegando a controlar y tecnificar el proceso de riego, este proceso busca un espacio-lugar donde poder almacenar el agua (dicho fluido será llevado al campo por fuerza de gravedad), esto lleva a realizar la construcción del tanque de almacenamiento de 275 m^3 bajo la norma API 650.

También el presente trabajo pretende generar una guía, que permita entender el procedimiento correcto para la construcción de tanques de almacenamiento a presiones atmosféricas o bajas presiones y de tamaños relativamente grandes, utilizando reglas de construcción y de diseño.

Palabras Clave: Aprovechamiento, Construcción, Tanque, Norma API 650.

ABSTRACT

This work of professional sufficiency, proposes the construction of an agricultural water storage tank, from the design to the quality control of this tank under the implementation and supervision of the API 650 STANDARD.

In The present years (2017-Present) the community of Algamarca to technical raising of the cuyes, for this reason the agricultural production has had to grow (production of alfalfa and fodder maize). Which has led to improve the use of water, managing to control and modernize the irrigation process, this process seeks a space-place to store water (this fluid will be taken to the field by force of gravity), This leads to the construction of the 275 m^3 storage tank under the API 650 standard.

Also The present work aims to generate a guide, that allows to understand the correct procedure for the construction of storage tanks at atmospheric pressures or low pressures and of relatively large sizes, using rules of construction and of design.

Keywords: Use, Construction, Tank, API 650 Standard.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3.1 Delimitación Espacial.....	2
1.3.2 Delimitación temporal	3
1.4 JUSTIFICACIÓN Y APOORTE DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1 Justificación.....	4
1.4.2 Aporte	5
1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6 OBJETIVOS.....	5
1.6.1 Objetivo General.....	5
1.6.2 Objetivos Específicos	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	7
2.1.1 Introducción a Tanques de Almacenamiento.....	7
2.1.2 Historia De Los Tanques De Almacenamiento	8
2.2 AGUA AGRÍCOLA Y RIEGO TECNIFICADO.....	9
2.2.1 Agua Agrícola.....	9
2.2.2 Riego tecnificado	9

2.3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO	11
2.3.1 Cilíndricos Horizontales	11
2.3.2 Cilindros Verticales de Fondo Plano	11
2.4 ALCANCE - NORMA API 650.....	12
2.4.1 Referencia Normativa	13
2.5 MATERIALES – NORMA API 650	14
2.5.1 ASTM A36M/A36 Acero Estructural	15
2.5.2 ASTM A131M/A131 Acero Estructural	15
2.5.3 ASTM A283M/A283 Acero al carbón con medio y bajo esfuerzo a la tensión.	15
2.5.4 ASTM A285M/A285 Acero al carbón con medio y bajo esfuerzo a la tensión.	15
2.5.5 ASTM A516M Acero al carbón para temperaturas de servicio moderado	15
2.5.6 ASTM A53M/A53.....	15
2.5.7 ASTM A106M/A106.....	15
2.5.8 ASTM A105M/A105.....	16
2.5.9 ASTM A193 B7.....	16
2.5.10 ASTM A194 2H.....	16
2.5.11 Electrodo de soldadura	16
2.6 DISEÑO – NORMA API 650	16
2.6.1 Diseño de Uniones	16
2.6.2 Consideraciones de Diseño	23
2.6.3 Planchas de Fondo.....	24
2.6.4 Diseño del Casco	24
2.6.5 Uniones de Casco y Accesorios de Tanques	26
2.6.6 Anillos de Refuerzo superior e intermedio.....	29
2.6.7 Cálculo por Viento	32
2.6.8 Cálculo por Sismo	33
2.6.9 Pernos de Anclaje	37
2.7 FABRICACIÓN – NORMA API 650	39
2.8 MONTAJE – NORMA API 650.....	40
2.8.1 Detalles de Soldadura	40

2.8.2 Pruebas.....	42
2.8.3 Reparación de Soldadura	44
2.8.4 Tolerancias Dimensionales	44
2.9 MÉTODOS DE INSPECCIÓN DE JUNTAS	46
2.9.1 Inspección Radiográfica RT	46
2.9.2 Partículas Magnéticas MT	48
2.9.3 Inspección por Ultrasonido UT	48
2.9.4 Líquidos Penetrantes PT	48
2.9.5 Inspección Visual VT	49
2.10 PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA Y CALIFICACION DE SOLDADORES	40
2.10.1 Calificación De Procedimientos De Soldadura	40
2.10.2 Calificación de Soldadores.....	51
2.10.3 Identificación de los Soldadores.....	51
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	52
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.3 HIPÓTESIS	52
3.4 VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN.....	52
3.5 METODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	54
3.5.1 Métodos	54
3.5.2 Técnicas.....	54
3.6 DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS UTILIZADOS	54
3.6.1 Normas	54
3.6.2 Fotografías	55
3.6.3 Protocolos de Calidad.....	55
3.6.4 Informes	55
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	56
4.1 PROPUESTA DE INVESTIGACION.....	56
4.1.1 Equipamiento de la propuesta	56

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	57
5.1 TRABAJOS PREVIOS	57
5.1.1 Suelo de Cimentación.....	57
5.1.2 Consideraciones para cimentación	58
5.1.3 Anillo de concreto	58
5.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	59
5.3 SELECCIÓN DE ESPESOR DE FONDO	59
5.4 CÁLCULO DE ESPESOR DEL CASCO DEL TANQUE (t_c).....	60
5.4.1 Cálculo del espesor del primer Anillo	60
5.4.2 Cálculo del espesor del segundo Anillo.....	60
5.4.3 Cálculo del espesor del tercer Anillo	61
5.4.4 Cálculo del espesor del cuarto Anillo	61
5.4.5 Resultados	62
5.5 CÁLCULO DE ANILLOS DE REFUERZO.....	62
5.5.1 Cálculo de anillo de refuerzo superior	62
5.5.2 Cálculo de anillo de refuerzo intermedio	63
5.6 CÁLCULO POR VIENTO	64
5.6.1 Presión del viento sobre el casco.....	64
5.6.2 Presión del viento sobre el techo	64
5.6.2 Momento producido por la acción del viento	64
5.7 CÁLCULO POR SISMO	65
5.7.1 Momento en el anillo base	65
5.7.2 Esfuerzo de compresión en tanque.....	66
5.7.3 Esfuerzo sísmico admisible en tanques auto soportados.....	66
5.8 CÁLCULO DE PERNOS DE ANCLAJE	67
5.8.1 Cálculo por viento.....	67
5.8.2 Cálculo por Sismo	68
5.10 REGISTRO OPERACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD.....	70
5.10.1 Verificación de Nivelación y Alineamiento	70
5.10.2 Verificación de Verticalidad.....	71

5.10.3 Examinación Visual a Juntas Soldadas	72
5.10.4 Examinación por líquidos penetrantes.....	78
5.10.5 Control Dimensional de Redondez, Peacking y Banding	82
5.10.6 Reporte de Inspección de Prueba de Vacío	83
5.10.7 Examinación a Presión Atmosférica.....	85
5.10.8 Torque o Ajuste Manual de Pernos	86
5.10.9 Preparación Superficial y Aplicación de Pintura.....	87
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
6.1 CONCLUSIONES.....	88
6.2 RECOMENDACIONES.....	89
CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA	90
CAPITULO VIII: ANEXOS Y PLANOS.....	91
8.1 ANEXOS	91
A.1 Esfuerzo Del Perno ASTM A 307	91
A.2 Esfuerzos Admisibles de Materiales	92
A.3 Espesor de la Plancha de Refuerzo de Manhole y de la Brida	93
A.4 Dimensiones de Diseño de Manhole	94
A.5 Anillo de Refuerzo Típicos.....	95
A.6 Módulo de Sección del Anillo de Refuerzo Típicos.....	96
A.7 Tabla Carga de Elevación	97
A.8 Placa de Identificación y Certificación.....	98
A.9 Especificaciones ASTM A 36/ A36 M.....	99
8.2 PLANOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Datos Generales de la Zona.....	2
Tabla N° 02: Espesores de Casco Mínimo.....	25
Tabla N° 03: Operación de Variables.....	53
Tabla N° 04: Equipamiento.....	56
Tabla N° 05: Datos de Cálculo.....	59
Tabla N° 06: Espesor del Tanque.....	62
Tabla N° 07: Anillo de Refuerzo Superior.....	62
Tabla N° 08 Anillo de Refuerzo Intermedio.....	63
Tabla N° 09 Cálculo por Sismo.....	67
Tabla N° 10 Pernos por cálculo de viento.....	68
Tabla N° 11 Características del perno.....	68
Tabla N° 12 Pernos por cálculo de sismo.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Algamarca.....	3
Figura N° 02: Sistema de Riego Multi-compuertas.....	11
Figura N° 03: Uniones de casco verticales	19
Figura N° 04: Uniones de casco Horizontales.....	20
Figura N° 05a: Uniones de Fondo.....	21
Figura N° 05b: Uniones de Fondo.....	22
Figura N° 06a: Sumidero.....	27
Figura N° 06b: Tabla de Dimensiones de Sumidero.....	28
Figura N° 07: Soporte de Cable para Andamiaje... ..	29
Figura N° 08: Conformado de Laminas... ..	39
Figura N° 09: Redondez... ..	45
Figura N° 10: Peaking... ..	45
Figura N° 11: Banding... ..	46
Figura N° 12: Espesores de Refuerzo... ..	50

INTRODUCCIÓN

Durante el nacimiento de la Industria Petrolera, se presenta una primera etapa en la que el crudo extraído de los yacimientos era almacenado en depósitos tipo piscina, que presentaron problemas como: evaporación de productos livianos, contaminación del crudo por agua y elementos sólidos, y los eminentes peligros de incendios. Esto llevó a la modernización de los sistemas de almacenamiento, que en una segunda etapa, fue dominada por la utilización de la madera como elemento base para la construcción de recipientes almacenadores (tanques).

Pero al igual que la primera etapa del almacenamiento, tuvo problemas, en menor intensidad pero que se reflejaban en las ventas del producto, este problema se originó porque la madera no daba una hermeticidad total al tanque y se producían fugas por las uniones de las placas de madera, así como la evaporación de productos más volátiles y esto a su vez generaba la posibilidad de incendios.

Mientras la Industria Petrolera buscaba la solución a estos problemas en el almacenamiento, paralelamente la Industria Metalúrgica comenzó sus pasos con la industrialización del acero creando las láminas de este material en diferentes formas y tamaños, naciendo así una tercera etapa, que controla la construcción de tanques de almacenamiento para la Industria del Petróleo, estas láminas fueron utilizadas para la construcción de tanques de almacenamiento de petróleo.

El presente trabajo pretende generar una guía, que permita entender el procedimiento correcto para la construcción de tanques de almacenamiento a presiones atmosféricas o bajas presiones y de tamaños relativamente grandes, utilizando reglas de construcción y diseño que están basadas en el código de la norma API 650.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Muchas regiones del mundo han alcanzado el límite de aprovechamiento del agua, lo que las ha llevado a sobreexplotar los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos, creando un impacto negativo en el ambiente.

El uso eficiente del agua en el campo es uno de los factores fundamentales para poder garantizar la producción alimentaria y el trabajo de las familias de Algamarca vinculadas con el sector agrícola.

En el Perú se viene realizando soluciones al problema de falta de agua en el proceso agroindustrial, se busca nuevas formas de fuentes hídricas, con la que satisfacer este consumo, pero el problema no queda en este paso, con dificultad se consigue una fuente de recurso hídrico, pero esta se mal gasta al no aprovecharse de manera sustancial este recurso.

Por lo que hoy en día se viene creando soluciones de ahorro y una buena eficiencia en el consumo del agua en el sector agrícola, se implementan soluciones a sectores unitarios, localidades, comunidades y regionales.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La comunidad de Algamarca está siendo apoyada por la industria minera, la cual han tecnificado la crianza de cuyes, por tal motivo la producción agrícola ha tenido que crecer. En los meses de Diciembre a Marzo las precipitaciones de lluvia en la localidad son altas, pero en los meses restantes las precipitaciones de lluvia son muy bajas o nulas, por lo que se ven obligados a tecnificar y controlar el riego. Esto les permite tener un menor gasto directo en todo el año.

El proceso de riego tecnificado y controlado que ha optado la comunidad requiere como requisito fundamental tener gran cantidad de agua agrícola almacenada (agua que contiene insumos naturales o químicos para riego).

La cantidad de agua almacenada requerida para cada etapa de la producción oscila entre 100 m³ y 250 m³ de agua (estudios realizados por la misma comunidad), lo cual se busca dar una solución de la forma en la que se podría almacenar dicha agua. Las opciones que se plateo la comunidad fueron variadas, ya que son muchos los factores de pro y contras que la comunidad tiene que afrontar.

Por lo cual se busca una propuesta de factibilidad con la cual se logre almacenar dicho producto con la calidad requerida.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Delimitación Espacial

La delimitación espacial de este trabajo de es la comunidad de Algamarca, formalizado por 25 familias, las cuales son socias en la crianza de cuyes.

Tabla N° 01: Datos Generales Zona

Temperatura Promedio	15.7 °C
Humedad Relativa	60 - 89 %
Zona Sísmica	Zona 3 Norma Peruana E.030-03
Lluvia	900 mm/añual
Altitud	2492 msnm

Fuente: Proporciona por la Comunidad.

Figura N° 01: Algamarca



Fuente: Google Earth.

1.3.2 Delimitación temporal

El siguiente trabajo tiene una duración aproximada de 6 MESES.

Inicio: El presente trabajo se dio inicio en el mes de Diciembre del 2018

Culminación: El presente trabajo tendrá su posible culminación en las últimas semanas del mes de Mayo del 2019

1.4 JUSTIFICACIÓN Y APOORTE DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Justificación

El presente trabajo pretende dar a conocer la importancia de la construcción de tanques de almacenamiento de presión atmosférica o presiones bajas bajo la NORMA API 650 una de las tareas más importantes y vitales en la industria, generando la mayor cantidad de recursos económicos para el país.

Justificar el uso de la norma API 650 identificando cada una de las especificaciones y códigos establecidos en la misma se podrá determinar un correcto procedimiento para el diseño y construcción de tanques de almacenamiento en diferentes diámetros y capacidad volumétrica, esto permitirá desarrollar habilidad para el cálculo de espesores de las láminas de construcción y diseño del fondo, cuerpo y techo de los diferentes tanques.

Recordemos que las necesidades de los tanques se justifican porque:

- Cumplen la función de almacenar diversos tipos de productos de las diversas áreas de la industria.
- Actúan como un pulmón entre producción y transporte para controlar las variaciones de consumo.
- Es un elemento básico para la exportación de sustancias que genera espacios temporales.
- Permite la sedimentación de agua y lodos del crudo antes del despacho por el oleoducto a hacia la destilación en la industria petrolera.
- Brindan flexibilidad de operación en las diferentes industrias.

1.4.2 Aporte

El desarrollo de este trabajo de Suficiencia Profesional podría contribuir como un manual local y nacional para estudiantes, docentes y profesionales que quieran realizar un proyecto de construcción de tanques de almacenamiento o servir como material didáctico.

1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Como ya estamos mencionando en secciones anteriores, la solución de la problemática es la implementación de un sistema tecnificado de riego por parte de la comunidad. Por temas de estudio, esto se ha dividido en tres partes:

La primera es el estudio del sistema de riego tecnificado.

La segunda es el diseño y construcción sistemas y sub sistemas de riego.

La tercera es el diseño y construcción del tanque.

Por lo que este trabajo de suficiencia profesional solo se **limitara al diseño, construcción y control de calidad de un tanque de almacenamiento de agua agrícola de 275 m3.**

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

- Mejorar el aprovechamiento del agua por medio de la construcción de un tanque al almacenamiento de agua agrícola en la comunidad de Algamarca bajo la aplicación de la norma API 650.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Establecer un procedimiento para el diseño, construcción y control de calidad de tanques de almacenamiento de presión atmosférica o presiones bajas bajo la norma API 650.
- Mencionar otras normas y especificaciones necesarias para el diseño y construcción de tanques de almacenamiento.
- Realizar los cálculos de diseño para la construcción de un tanque de 275 m³ para la constatación de resultados.
- Mencionar las pruebas a las que son sometidos los tanques antes de su aprobación y funcionamiento con sus protocolos correspondientes.
- Generar un resumen de la norma API 650 que sirva como guía para la construcción de tanques de almacenamiento.
- Conocer la conformación general de un tanque de almacenamiento, sus tipos y sus accesorios.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1 Introducción a Tanques de Almacenamiento

Para conocer el número de tanques de almacenamiento que requerimos en cualquier localidad, primero debemos saber la cantidad de producto que vamos a manejar, porque no debemos olvidar que en nuestro país no se almacena producto para largos períodos de tiempo, sino de manera temporal y para su comercialización, producción u otro aspecto.

Para saber el volumen exacto de material que debemos almacenar tenemos que conocer primero los datos de producción estimada de los campos de donde proviene.

Segundo clasificar al producto, para poder determinar en qué tanque serán almacenados dichos volúmenes.

Y tercero conocer la cantidad de producto que se va a exportar y a que tiempo, además del volumen que necesitan tratar nuestro proceso para cubrir la demanda interna de del fluido.

Determinado el número necesario de tanques, ya sea uno o varios, definiremos su ubicación, es decir, si el tanque debe operar en pozo, subestaciones, plantas de deshidratación, centrales de almacenamiento, terminales de oleoducto, plantas de refinación o en cualquier lugar que se requiera.

Y lo más importante es que debemos definir su estructura física, o configuración, relacionada con las características del fluido, dependerán la forma física, el tipo de materiales escogidos para su fabricación y su eventual mantenimiento.

2.1.2 Historia De Los Tanques De Almacenamiento

Durante el nacimiento de la Industria Petrolera, se presenta una primera etapa en la que el crudo extraído de los yacimientos era almacenado en depósitos tipo piscina, que presentaron problemas como: evaporación de productos livianos, contaminación del crudo por agua y elementos sólidos, y los eminentes peligros de incendios.

Esto llevó a la modernización de los sistemas de almacenamiento, que en una segunda etapa, fue dominada por la utilización de la madera como elemento base para la construcción de recipientes almacenadores (tanques).

La construcción de este tipo de tanques no presentó problemas mayores por la facilidad de manipulación de este elemento con herramientas simples.

Pero al igual que la primera etapa del almacenamiento, tuvo problemas, en menor intensidad pero que se reflejaban en las ventas del producto, este problema se originó porque la madera no daba una hermeticidad total al tanque y se producían fugas por las uniones de las placas de madera, así como la evaporación de productos más volátiles y esto a su vez generaba la posibilidad de incendios.

Mientras la Industria Petrolera buscaba la solución a estos problemas en el almacenamiento, paralelamente la Industria Metalúrgica comenzó sus pasos con la industrialización del acero creando las láminas de este material en diferentes formas y tamaños, naciendo así una tercera etapa, que controló la construcción de tanques de almacenamiento para la Industria del Petróleo, estas láminas fueron utilizadas para la construcción de tanques de almacenamiento de petróleo.

En un inicio estas láminas eran unidas con pernos lo que no solucionaba el problema de las fugas, ya que por las propiedades que presenta el petróleo con el

pasar del tiempo se vencía la hermeticidad impuesta por la unión con pernos entre lámina y lámina lo que llevo a la utilización de los sistemas de soldadura como una solución técnica, que si daba la hermeticidad total a los tanques.

A partir de esta tercera etapa entramos en una modernización de los sistemas de almacenamiento dentro de la Industria Petrolera, ya no solo, con la utilización de láminas de acero, si no también, láminas de aluminio dando como resultado una gama infinita de diseños de tanques de almacenamiento.

2.2 AGUA AGRÍCOLA Y RIEGO TECNIFICADO

2.2.1 Agua Agrícola

El agua agrícola son llamadas así, porque solo se destinan para consumo agrícola, tienen químicos y cosas aprovechables para las plantas, no para el consumo humano.

Son aguas que resultan de la combinación de líquidos y residuos como fertilizantes naturales y fertilizantes químicos, son destinados para procesos tecnificados del aprovechamiento de agua, generalmente riego por gravedad.

Las principales fuentes de este recurso son aguas provenientes de lagos, ríos y de la lluvia.

2.2.2 Riego tecnificado

La tecnificación del riego es muy importante porque se encuentra una mayor eficiencia en el uso del agua y los fertilizantes, mayor producción y mejor calidad de los productos, y mayores ingresos económicos para los agricultores.

2.2.2.1 Sistema de riego multi-compuertas

Este sistema de riego consiste en la instalación de tuberías de conducción y distribución instaladas en la superficie del terreno.

Consta de tubos, válvulas y conexiones de PVC, con protección ultravioleta y empalme de unión flexible, de fácil y hermético ensamble y desarmado. Sus compuertas regulables derivan el agua directamente al surco. El sistema se interconecta con la fuente de agua. Su instalación también puede ser mixta con una parte fija enterrada (matrices conductoras), y el resto en la superficie.

Sustituye muy bien a las acequias de conducción y distribución eliminando perdidas por filtración, alcanzando hasta una eficiencia del 70% en el riego.

Mayor uniformidad en el perfil de humedecimiento del suelo.

Menos malezas, porque solo se humedecen áreas necesarias, así se evita la proliferación de malas hierbas por el transporte de semillas en el agua.

Se capta mayor cantidad de agua y se puede distribuir simultáneamente a distintos sectores por cámaras y válvulas reguladoras de presión y caudal.

Permite la aplicación de fertilizantes solubles, a través del sistema.

Se ahorra 25% de energía, por regar con baja presión, elevados caudales y eficiencias más altas que en riego por gravedad, regando más área en menos tiempo.

Bajo costo de inversión, instalación, operación y mantenimiento.

Figura N° 02: Sistema de riego multi-compuertas



Fuente: Elaboración Propia.

2.3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

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

2.3.1 Cilíndricos Horizontales

Generalmente se utilizan para almacenar volumen relativamente bajo debido que presentan dificultades por fallas de corte y flexión. Por eso su aplicación es un sector específico de la industria.

2.3.2 Cilindros Verticales de Fondo Plano

Este tipo de tanque nos permite almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo, con la única limitante que solo se puede usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

2.3.2.1 T. de Techo Fijo

Se emplea para almacenar productos no volátiles o de bajo contenido de inflamabilidad como son agua, diésel, asfalto, petróleo crudo, etc. Entre esta categoría tenemos a:

- Techos auto-soportados.
- Techos soportados.

2.3.2.2 T. de Techo Flotante

Se emplea para almacenar productos con alto contenido de volátiles como alcohol, gasolina y combustibles en general. Este tipo de techo fue desarrollado para reducir o anular la cámara de aire, o espacio libre entre el espejo del líquido y el techo.

2.3.2.3 T. sin Techo

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

2.4 ALCANCE - NORMA API 650.

Esta norma cubre especificaciones de material, diseño, fabricación, instalación y requerimientos de prueba para cilindros verticales (tanques) en los cuales se almacenan fluidos líquidos y están contruidos de acero, instalados sobre tierra (cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc.), cerrados y de tapa superior abierta.

La norma aplica para tanques soportados uniformemente y para tanques en servicio no refrigerado con temperaturas de servicio máximo de 93°C y presiones internas máximas de 17,2 kPa.

La norma no establece tamaños específicos de tanques y por lo contrario se puede establecer cualquier tamaño que se requiera, su intención es ayudar a los clientes y fabricantes a comprar, fabricar e instalar tanques y no pretende prohibir la compra o fabricación de tanques que cumplan con otras especificaciones o diferentes normativas.

2.4.1 Referencia Normativa

Los estándares, códigos, especificaciones y publicaciones citados en el código de la norma API 650, se deben utilizar en su última edición publicada a menos que se indique otra cosa en el código.

La siguiente es una lista de los principales códigos y estándares referenciados:

API

STD 620 Diseño y construcción tanques grandes de baja presión.

STD 650 Diseño y construcción de tanques de almacenamiento atmosférico.

RP651 Protección Catódica.

RP652 Recubrimientos de los fondos de tanques.

ASME

Código de calderas y recipientes a presión.

SECCION V Ensayos no destructivos.

SECCION VIII Recipientes a presión.

SECCION IX Calificación de soldaduras.

ASNT

SNT-TC-1A Calificación y certificación de personal de ensayos no destructivos.

ACI

318 Requerimientos de construcción con concreto reforzado.

350 Ingeniería ambientadle estructuras de concreto.

AISC

Manual de construcción de acero. Diseño por esfuerzos admisibles – ASD.

AISI

A-1 Diseño de estructuras en lámina – información útil.

ASCE

STD 7-93 Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.

2.5 MATERIALES – NORMA API 650

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

Aquellas planchas que se adecuen a las siguientes especificaciones ASTM son aceptables mientras las planchas se encuentren dentro de las limitaciones expuestas:

2.5.1 ASTM A36M/A36 Acero Estructural (ver Anexo 9)

Planchas para un máximo espesor de 40 mm (1.5 in.), este material es aceptable y usado en los perfiles, ya sean comerciales o ensamblados de los elementos estructural del tanque.

2.5.2 ASTM A131M/A131 Acero Estructural

Grado A para espesores menores o igual a 13 mm (0.5 in.)

Grado B para espesores menores o igual a 25 mm (1 in.)

Grado EH36 para espesores menores o igual a 45 mm (1.75 in.)

2.5.3 ASTM A283M/A283 Acero al carbón con medio y bajo esfuerzo a la tensión.

Grado C para espesores menores o igual a 25 mm (1 in.)

2.5.4 ASTM A285M/A285 Acero al carbón con medio y bajo esfuerzo a la tensión.

Grado C para espesores menores o igual a 25 mm (1 in.)

2.5.5 ASTM A516M Acero al carbón para temperaturas de servicio moderado

Grado 55, 60, 65 y 70. Para espesores menores o igual a 40 mm (1.5 in.)

2.5.6 ASTM A53M/A53

Grado A y B. Tubería en general

2.5.7 ASTM A106M/A106

Grado A y B. Tubos de acero al carbón sin costura para servicios de alta temperatura.

2.5.8 ASTM A105M/A105

Forja de aceros al carbón para usos en general.

2.5.9 ASTM A193 B7

Material para tornillos sometidos a alta temperatura y de alta resistencia, menores a 64 mm (2.5 in.) de diámetro.

2.5.10 ASTM A194 2H

Material para tuercas de alta temperatura y de alta resistencia.

2.5.11 Electrodo de soldadura

Para el soldado de materiales con un esfuerzo mínimo a la tensión menor de 550 MPa (80 ksi), los electrodos de arco manual deben estar hechos de materiales cuya clasificación sea AWS A5.1: E-60XX y E70XX.

Para soldado de materiales con un esfuerzo mínimo a la tensión de 550 MPa a 585 MPa (80 ksi a 85 ksi) el material del arco manual debe ser AWS A5.5: E80XX-CX.

2.6 DISEÑO – NORMA API 650

2.6.1 Diseño de Uniones

2.6.1.1 Definiciones

Uniones a tope doblemente soldadas: Una unión entre dos partes terminales que se encuentran aproximadamente en el mismo plano y son soldados por ambos lados.

Uniones a tope de soldadura simple y respaldo: Una unión entre dos partes terminales que se encuentran aproximadamente en el mismo plano,

soldados por un lado solamente con el uso de una platina, barra u otro material adecuado de respaldo.

Uniones traslapadas doblemente soldadas: Una unión entre 2 piezas superpuestas en la cual los bordes superpuestos de ambos miembros son soldadas con soldadura de filete.

Unión traslapada de soldadura simple: Una unión entre 2 elementos superpuestos en la cual el borde superpuesto de uno de los elementos es soldado con una soldadura de filete.

Soldadura a tope: Una soldadura localizada en una ranura entre los extremos de elementos las carearas pueden ser cuadradas, V (simple o doble), o U (simple o doble) o de simple o doble bisel.

Soldadura de filete: Una soldadura de una sección recta aproximadamente triangular, uniendo 2 superficies que se encuentran aproximadamente en ángulo recto entre sí, como en una unión de traslape, unión te o junta de esquina.

Soldadura de filete completo: Una soldadura de filete cuyo tamaño es igual al espesor de la plancha más delgada que se está uniendo.

Soldadura por puntos o provisional: Una soldadura efectuada para sujetar las partes de un elemento soldado hasta que se realice la soldadura final.

2.6.1.2 Tamaños de Soldadura

Los tamaños de la soldadura deberán basarse en las siguientes dimensiones:

Soldadura de ranura: La penetración de la unión (profundidad del rebaje más la raíz de la penetración cuando se especifica).

Soldadura de filete: Para soldadura de filete de catetos iguales, el tamaño del cateto del triángulo rectángulo Isósceles más grande que pueda inscribirse en la sección recta del Cordón. Para soldaduras de filete de lados desiguales el cateto mayor del mayor triángulo rectángulo que Intersecta inscribirse dentro de la sección recta del Cordón.

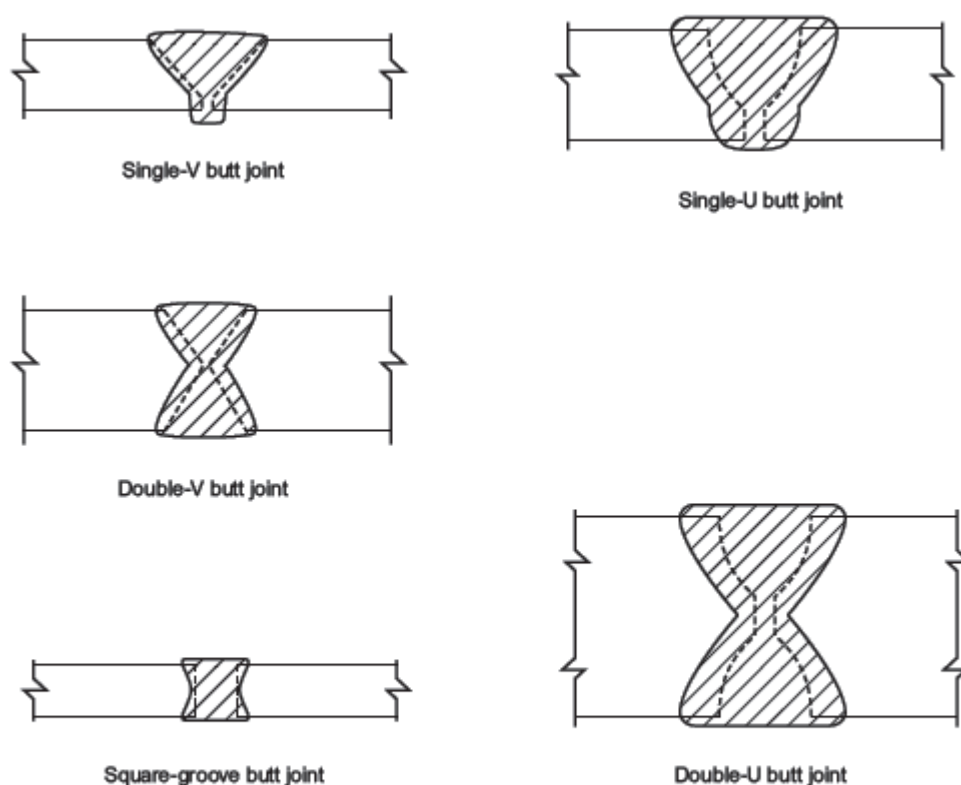
2.6.1.3 Símbolos de Soldadura

Los símbolos de soldadura empleados, en los dibujos deberán ser los indicados por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).

2.6.1.4 Uniones Típicas

Uniones de casco verticales: Las uniones de casco verticales deberán ser uniones a tope con completa penetración y fusión completa como la conseguida por la soldadura doble u otros medios los cuales deberán obtener las mismas calidades que el material de aporte sobre el interior y exterior de las superficies soldadas hasta cumplir con los requisitos. Las uniones verticales en cordones de tanque adyacentes deberán no estar alineadas pero deberán estar desplazadas cada una de otra una distancia mínima de $5t$, donde t es el espesor de plancha del cordón más grueso del punto de desplazamiento.

Figura N° 03: Uniones de casco verticales



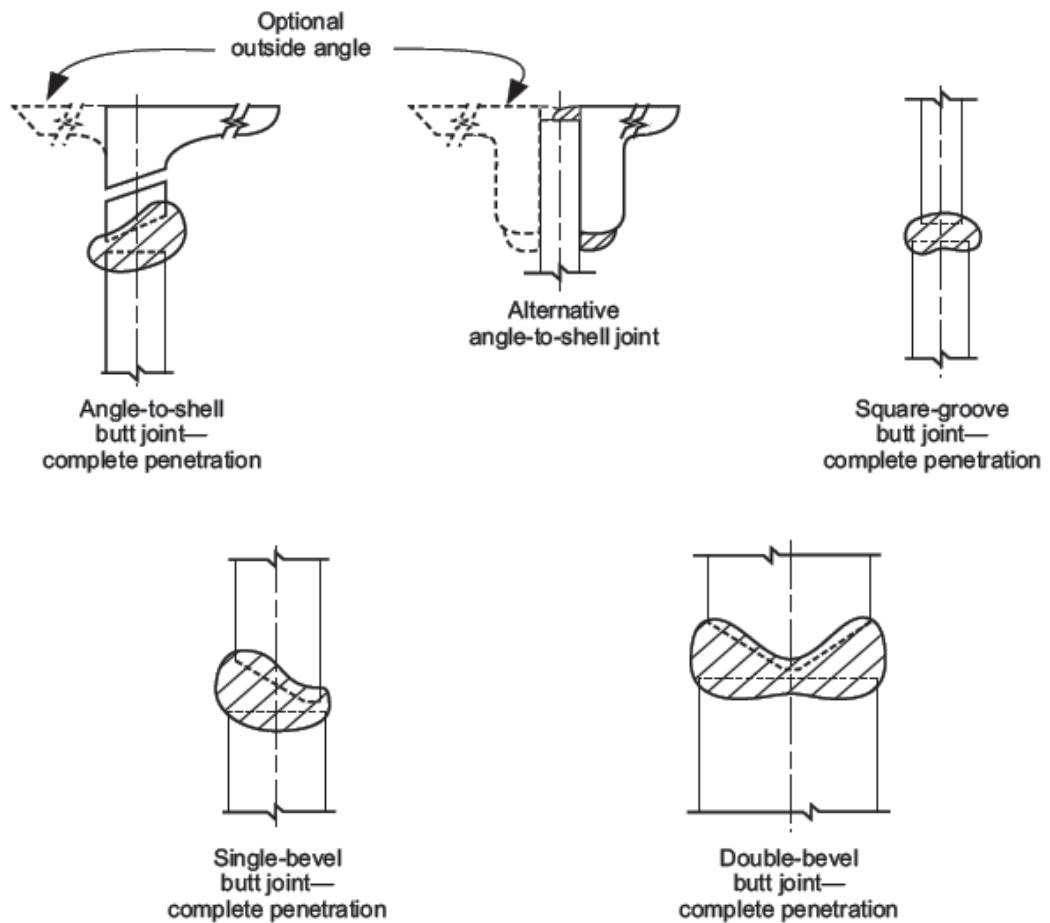
NOTE See 5.1.5.2 for specific requirements for vertical shell joints.

Figure 5.1—Typical Vertical Shell Joints

Fuente: Norma API 650.

Uniones de casco horizontales: Las uniones de casco horizontales deberán tener completa penetración y completa fusión; sin embargo, como una alternativa, los ángulos superiores pueden ser sujetados al casco por una unión de soldadura doble. A menos que se especifique de otro modo, las planchas del casco terminando cerca de las uniones horizontales deberán tener un centro de eje vertical común.

Figura N° 04: Uniones de casco verticales



NOTE See 5.1.5.3 for specific requirements for horizontal shell joints.

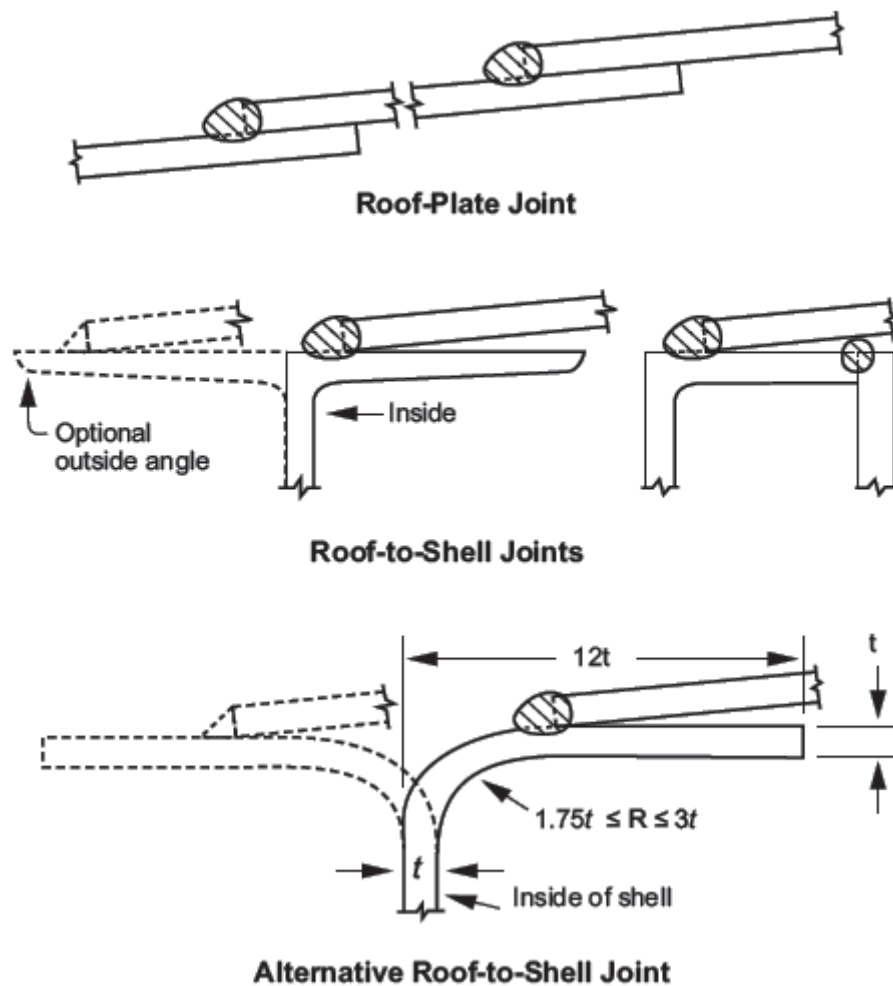
Figure 5.2—Typical Horizontal Shell Joints

Fuente: Norma API 650.

Uniones de fondo soldadas a solapa: Las planchas de fondo soldadas a solapa deberán ser razonablemente rectangulares y de canto escuadrado. Tres planchas solapadas en el fondo del tanque deberán estar por lo menos 300 mm (12 in.) cada una de otra, desde el casco del tanque, de las uniones de planchas anulares soldadas a tope y de uniones entre planchas anulares

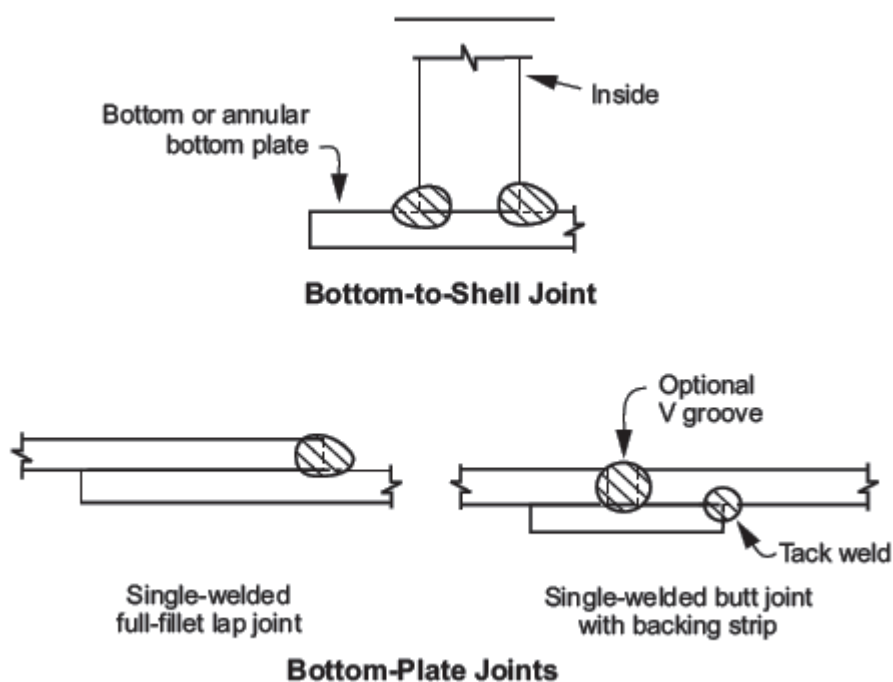
y de fondo. El solapado de dos planchas de fondo sobre las planchas anulares soldadas a tope no constituye una tri plancha soldada a solapa.

Figura N° 05a: Uniones de Fondo



Fuente: Norma API 650.

Figura N° 05b: Uniones de Fondo



Fuente: Norma API 650.

Uniones de fondo soldadas a tope: Las planchas de fondo soldadas a tope deberán tener paralelo a ellas los bordes preparados para el soldado a tope con su escuadra o ranura en V. Si las ranuras escuadradas son empleadas, la abertura de la raíz debería no ser menor 6 mm (0.25 in.). Los soldados a tope deberían ser hechos por soldadura a punto con una platina de respaldo de por lo menos 3 mm (0.125 in.) de espesor para la parte inferior de la plancha.

Uniones de plancha anulares de fondo: Las uniones radiales de plancha anulares de fondo deberán ser soldados a tope de acuerdo a la mención anterior (uniones de fondo soldadas a tope) y deberán tener una completa penetración y fusión. La barra auxiliar será compatible para el soldado de los platos anulares juntos.

Soldadura con filete para casco – fondo: Para el fondo y las planchas anulares con un espesor nominal de 13 mm (0.5 in.), y menos, la conexión entre el borde inferior del cordón más bajo de la plancha de casco y la plancha de fondo deberá ser un soldeo de filete continuo colocado en cada lugar de la plancha del casco. El tamaño de cada soldadura no será más de 13 mm (0.5 in.) y no será menor del espesor nominal de la más delgada de las planchas unidas.

2.6.2 Consideraciones de Diseño

2.6.2.1 Factores de Diseño

El comprador declarará la temperatura de metal de diseño (basado en las temperaturas ambientales), la gravedad específica de diseño, la corrosión admisible (si hubiera), y la velocidad de diseño del viento.

2.6.2.2 Cargas Externas

El comprador declarará la magnitud y dirección de cargas externas o de restricción, si la hubiera, para las cuales el casco o las conexiones del casco serán diseñados. El diseño para tales cargas deberá ser un tema de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

2.6.2.3 Medidas de Protección

El comprador debe dar la consideración especial a las pruebas de dureza, cimentaciones, tolerancias de corrosión y algunas otras medidas protectoras que crea conveniente.

2.6.2.4 Presión Externa

Esta norma no contiene las prevenciones para el diseño de los tanques sujetos al vacío interior parcial; sin embargo, aquellos tanque que reúnen los mínimos requerimientos de esta norma pueden ser sujetos a un vacío parcial de 0.25 kPa de presión de agua.

2.6.3 Planchas de Fondo

Todas las planchas del fondo deberán tener como mínimo un espesor de 6 mm (0.236 in.) (49.8 Kg/m²) fuera de cualquier corrosión admisible especificado por el comprador, para las planchas de fondo. Todas las planchas rectangulares deberán tener de preferencia un ancho mínimo de 1800 mm (72 in.) en el extremo rectangular.

Las planchas del fondo deberán ser ordenadas de un tamaño suficiente tal que, cuando sean desbastadas como mínimo 25 mm (1 in.) de ancho deberá proyectarse más allá del borde exterior de la soldadura de fijación del fondo a la plancha del casco.

2.6.4 Diseño del Casco

El espesor requerido del casco será el espesor mayor de los espesores de diseño del casco, incluyendo cualquier tolerancia de corrosión, o del espesor del casco con pruebas hidrostáticas; pero los espesores del casco no deberán ser menores que los valores siguientes:

Tabla N° 02: Espesores de Casco Mínimo

Diám. Nominal del Tanque			Espesor Nominal de la Plancha	
(m)	(ft)		(mm)	(in.)
<15	< 50	.....	6	1/4
15 a < 36	50 a < 120	.....	6	1/4
36 a 60	120 a 200	.....	8	5/16
> 60	> 200	.....	10	3/8

Fuente: Elaboración Propia.

El espesor de casco diseñado será calculado sobre la base de que el tanque está lleno a un nivel H cuya gravedad especificada ha sido especificada por el comprador.

2.6.4.1 Esfuerzos permisibles (Table 5.2^a y Table 5.2b API STANDARD 650)

El esfuerzo máximo permisible de diseño del producto, S_d , será tal como se muestra en la tabla. El espesor neto de la plancha (el espesor real menos cualquier tolerancia de corrosión) deberá ser usado en el cálculo. El esfuerzo de diseño base, S_d , deberá ser, o dos o tres veces la resistencia de punto cedente o, de dos a cinco veces la resistencia a tensión, cualquiera que sea menor.

El esfuerzo máximo permisible hidrostático del producto, S_t , será tal como se muestra en el Anexo A.2.

2.6.4.2 Cálculo de espesores por el método del 1er pie

El método 1-pie calcula el espesor requerido en el punto característico 0.3 m (1 ft) por encima del fondo de cada cordón del casco. Este método no se usará para los tanques mayores de 60 m (200 ft) de diámetro.

Los espesores mínimos requeridos de las planchas del casco serán mayores que los valores calculados por las fórmulas siguientes.

$$t_d = \frac{4.9D(H - 0.3)G}{S_d} + CA \quad E.1$$

$$t_t = \frac{4.9D(H - 0.3)G}{S_t} \quad E.2$$

Donde:

t_d = espesor diseñado del casco, en mm,

t_t = espesor del casco de prueba hidrostática, en mm,

D = Diámetro nominal del tanque, en m,

H = nivel de diseño del líquido, en m,

G = gravedad específica de diseño del líquido que será almacenado, especificado por el comprador,

CA = tolerancia de corrosión en mm, especificado por el comprador,

S_d = esfuerzo admisible para la condición de diseño, en MPa

S_t = esfuerzo admisible para las condiciones de prueba hidrostática, en MPa.

2.6.5 Uniones de Casco y Accesorios de Tanques

2.6.5.1 Uniones del casco

Las uniones del casco serán hechas, inspeccionadas, y retiradas en conformidad con la sección 7 (Norma API 650). Las uniones del casco son uniones de superficie tales como equipamiento, empernado, ángulos, grapas, y escaleras de paso.

Las uniones permanentes pueden soldarse directamente al casco con la soldadura de filete teniendo un máximo de cateto (ala) de 13 mm (0.5 in.). El borde de cualquier unión permanente será por lo menos 75 mm (3 in.) desde la junta horizontal del tanque y por lo menos 150 mm (6 in.) desde la junta vertical, juntas insertadas, o soldaduras de filete de planchas de refuerzo.

2.6.5.2 Conexiones del fondo

Las conexiones para el fondo del tanque son permitidas sujetas a los acuerdos entre el comprador y el fabricante con respecto a detalles que proporcionan esfuerzos, estrechez, y utilidad igual a los detalles de las conexiones del casco especialmente en esta norma.

2.6.5.3 Sumideros de decantación de agua

Los sumideros de decantación de agua están especificados.

Figura N° 06a: Sumidero

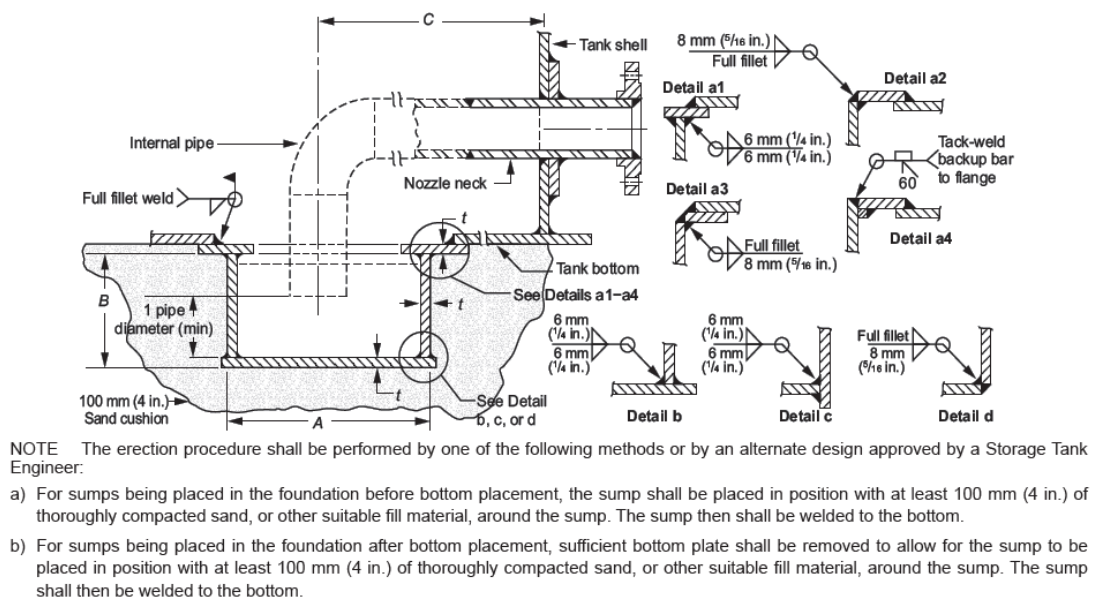


Figure 5.21—Drawoff Sump (see Table 5.16a and Table 5.16b)

Fuente: Norma API 650

Figura N° 06b: Tabla de dimensiones Sumidero

Table 5.16a—Dimensions for Drawoff Sumps (SI)

NPS	Diameter of Sump mm <i>A</i>	Depth of Sump mm <i>B</i>	Distance from Center Pipe to Shell m <i>C</i>	Thickness of Plates in Sump mm <i>t</i>	Minimum Internal Pipe Thickness mm	Minimum Nozzle Neck Thickness mm
2	610	300	1.1	8	5.54	5.54
3	910	450	1.5	10	6.35	7.62
4	1220	600	2.1	10	6.35	8.56
6	1520	900	2.6	11	6.35	10.97
NOTE See Figure 5.19.						

Fuente: Norma API 650

2.6.5.4 Soportes de cable para andamiaje

Los soportes de cable para andamiaje se ajustarán a la figura 5.22 de la Norma API 650. Donde las costuras y otras uniones son localizadas cerca del centro del tejado del tanque, el soporte del andamio se localizará tan cerca sea posible del centro.

Figura N° 07: Soporte de cable para andamiaje

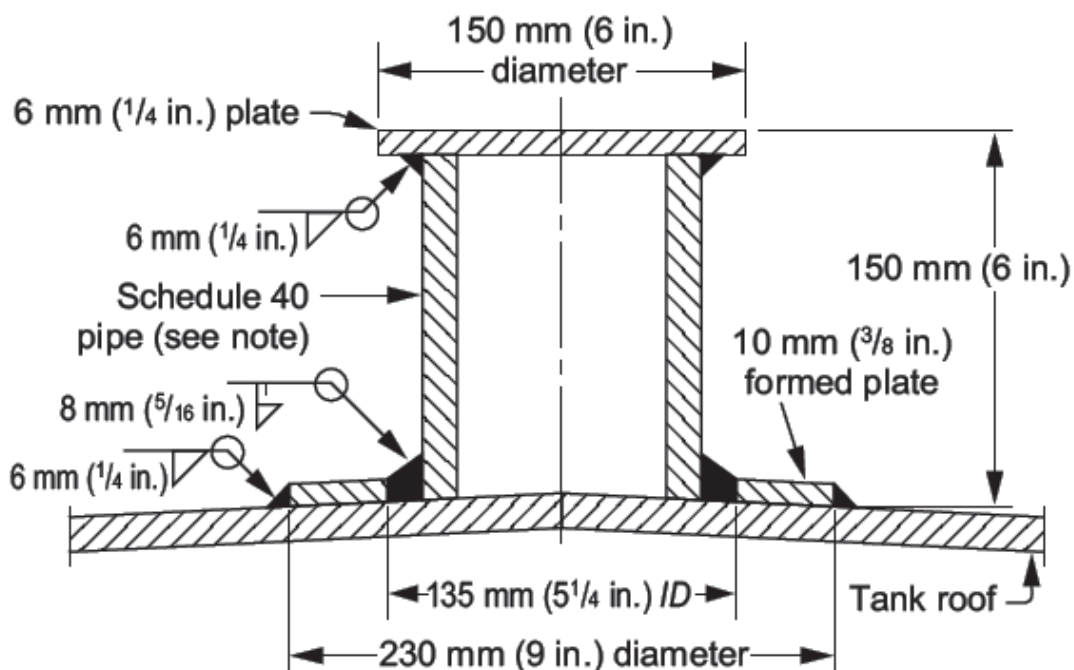


Figure 5.22—Scaffold Cable Support

Fuente: Norma API 650

2.6.5.5 Plataformas, pasarelas y escaleras

Las plataformas, pasarelas y escaleras estarán de acuerdo con las tablas Tabla 5.17, Tabla 5.18, Tabla 5.19a, y Tabla 5.19b de la norma API 650, y OSHA 29 CFR 1910.

2.6.6 Anillos de Refuerzo superior e intermedio

Un tanque de cima abierta será proporcionado con anillos de refuerzo para mantener la redondez cuando el taque es sujetado para las cargas del viento. Los anillos de refuerzo se localizarán cerca o encima del cordón superior, preferentemente sobre el exterior del casco del tanque.

Los anillos de refuerzo pueden hacerse de secciones estructurales, secciones de planchas formadas, secciones ensambladas por soldadura, o combinaciones de tipos semejantes de secciones ensambladas por soldadura.

El tamaño mínimo de ángulo para el uso para el uso solitario o como un componente en un ensamble de un anillo de refuerzo será 65 x 65 x 6 mm (21/2 x 21/2 x 1/4 in.).

2.6.6.1 Anillo de refuerzo superior

El módulo de sección mínimo requerido del anillo de refuerzo será determinado por la siguiente ecuación.

$$Z = \frac{D^2 H_2}{17} \left(\frac{V}{190} \right)^2 \quad E.3$$

Z = módulo de sección mínimo requerido, en cm³,

D = diámetro nominal del tanque, en m,

H₂ = altura del casco del tanque, en m,

V = velocidad del viento de diseño.

2.6.6.2 Anillo de refuerzo intermedio

La altura máxima del caco sin refuerzo será calculada

$$H_1 = 9.41 * t * \sqrt[2]{\left(\frac{t}{D} \right)^3 * \left(\frac{190}{V} \right)^2} \quad E.4$$

Donde:

H₁ = distancia vertical, en m, entre la viga contra viento intermedia y la viga superior contra viento de un tanque.

t = espesor nominal como se ordena, en mm, del anillo superior del cuerpo.

D = diámetro nominal del tanque, en m,

V = velocidad del viento de diseño, en km/h, ráfaga de 3 segundos.

Después de que la máxima altura del cuerpo si refuerzos, H1, ha sido calculado, la altura transformada del cuerpo deberá ser calculada como sigue; con la siguiente ecuación, cambiar el ancho actual de cada anillo del cuerpo por un ancho transformado de cada anillo del cuerpo que tiene un espesor igual al del anillo superior del cuerpo:

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

W_{tr} = ancho transformado de cada anillo del cuerpo, en mm,

W = actual ancho de cada anillo del cuerpo, en mm,

$t_{uniforme}$ = espesor como se ordena, a menos que sea especificada otra cosa, del anillo superior del cuerpo, en mm,

t_{actual} = espesor del anillo superior del cuerpo para el cual el ancho transformado está siendo calculado, mm.

Sumar los anchos transformados de los anillos. La suma de los anchos transformados de los anillos dará la altura de cuerpo transformada.

Si la altura del cuerpo transformada es mayor de la altura máxima del cuerpo, H1, se requiere un anillo de refuerzo intermedia.

El mínimo módulo de sección requerido de un anillo de refuerzo intermedia será:

$$Z = \frac{D^2 H_1}{17} \left(\frac{V}{190} \right)^2 \quad E.6$$

Z = módulo de sección mínimo requerido, en cm³,

D = diámetro nominal del tanque, en m,

H₁ = distancia vertical, en m, entre la viga contra viento intermedia y la viga superior contra viento de un tanque.

V = velocidad del viento de diseño.

2.6.7 Cálculo por Viento

En la sección 5.2.1.k de la Norma API 650, explica los cálculos de presiones y momento producido por acción del viento.

2.6.7.1 Presión del Viento Sobre el casco

Para calcular la presión del viento sobre el casco necesitamos la formula siguiente;

$$P_{ws} = 0.86 * \left(\frac{V}{190} \right)^2 \quad E.7$$

P_{ws} = presión del viento sobre el casco, en kPa,

V = velocidad del viento de diseño.

2.6.7.2 Presión del Viento Sobre el Techo

Para calcular la presión del viento sobre el casco necesitamos la formula siguiente;

$$P_{WR} = 1.44 * \left(\frac{V}{190} \right)^2 \quad E.8$$

P_{WR} = presión del viento sobre el Techo, en kPa,

V = velocidad del viento de diseño.

2.6.7.3 Momento Producido por la acción del viento

Para calcular el momento producido por la acción del viento

$$M_W = P_{WS} * D * \frac{H^2}{2} + P_{WR} * 0.5 * D * Hr * \left(H + \frac{Hr}{3} \right) \quad E.9$$

M_W = momento producido por la acción del viento, en Nm,

P_{WS} = presión del viento sobre el casco, en kPa,

D = diámetro nominal del tanque, en m,

H = nivel de diseño del líquido, en m,

P_{WR} = presión del viento sobre el Techo, en kPa,

Hr = Altura de diseño del techo, en m.

2.6.8 Cálculo por Sismo

De acuerdo a la Norma API 650 Apéndice E

Grupo sísmico (SUG)	:	2
Factor de importancia	:	1
Máximo sismo para periodos cortos (S_s)	:	1.75
Máximo sismo para periodos de 1 seg. (S_1)	:	0.875
Máximo sismo para periodos de 0 seg. (S_0)	:	0.7

Máximo sismo (Sp) : 0.7

2.6.8.1 Momento en el anillo base

$$Mrw = \sqrt{(Ai * (Wi * Xi + Ws * Xs + Wr * Xr))^2 + (Ac * Wc * Xc)^2} \quad E.10$$

$$Wc = 0.230 * \frac{D}{H} * \tanh\left(\frac{3.67 * H}{D}\right) * Wp \quad E.11$$

$$Wi = \left(1.0 - 0.218 \frac{D}{H}\right) * Wp \quad ; \text{para } \frac{D}{H} \text{ mayor } 1.333 \quad E.11$$

$$Xi = \left(1.0 - 0.094 \frac{D}{H}\right) * H \quad ; \text{para } \frac{D}{H} \text{ mayor } 1.333 \quad E.12$$

$$Xc = \left[1.0 - \frac{\cosh\left(\frac{3.67H}{D}\right) - 1}{\frac{3.67H}{D} \sinh\left(\frac{3.67H}{D}\right)}\right] * H \quad E.13$$

$$Xs = 0.45 * H \quad E.14$$

$$Xr = H + 1 \quad E.15$$

Donde;

Mrw = Momento del anillo base, en Nm,

Ai = Variable adimensional,

Wi = efecto impulsivo producido por el peso del líquido contenido, en N,

Xi = Altura desde el fondo del tanque hasta el punto de aplicación de la fuerza impulsiva-sismo, en m,

Ws = Peso total del casco con accesorios, en N,

Xs = Altura desde el fondo del tanque hasta el centro de gravedad del tanque, en m,

Wr = Peso total del techo, en N,

X_r = Altura desde el fondo del tanque hasta el centro de gravedad del tanque con accesorios, en m,

A_c = Aceleración Convectiva,

W_c = Acción convectiva del líquido, en N,

X_c = Altura del punto de aplicación de la fuerza convectiva-sismo, en m.

D = diámetro nominal del tanque, en m,

H = nivel de diseño del líquido, en m,

W_p = peso total del fluido según gravedad específica, en N.

2.6.8.2 Esfuerzo de compresión en tanques auto soportados

El esfuerzo de compresión longitudinal máxima del anillo inferior del casco del tanque cuando no hay elevación se calcula con la formula siguiente;

$$\sigma_c = \left(w_t * (1 + 0.4 * A_v) + \frac{1.273 * Mrw}{D^2} \right) * \left(\frac{1}{1000 * t_s} \right) \quad E. 16$$

Pero w_t se calcula de la siguiente forma;

$$w_t = \left[\frac{W_s}{\pi D} + w_{rs} \right] \quad E. 17$$

Donde:

σ_c = esfuerzo de compresión en tanques auto soportados, en MPa,

w_t = peso del tanque que actúa sobre la carcasa, en N/m,

w_{rs} = carga del techo que actúa sobre la carcasa, en N/m,

A_v = Variable adimensional,

Mrw = Momento del anillo base, en Nm,

D = diámetro nominal del tanque, en m,

ts = espesor del anillo inferior sin tolerancia de corrosión, en mm,

Ws = Peso total del casco con accesorios, en N.

2.6.8.3 Esfuerzo sísmico admisible en tanques auto soportados

El esfuerzo de compresión longitudinal máxima del anillo inferior del casco del tanque Sc debe ser menor que el esfuerzo sísmico admisible Fc, que se determina mediante las siguientes formulas.

Cuando GHD^2/t^2 es mayo o igual a 44 entonces;

$$Fc = 83 * \frac{t_s}{D} \quad E. 18$$

Cuando GHD^2/t^2 es menor a 44 entonces;

$$Fc = \left(\frac{83 * ts}{2.5 * D} \right) + 7.5 * \sqrt[2]{G * H} \quad E. 19$$

Donde;

Fc = esfuerzo sísmico admisible, en MPa,

ts = espesor del anillo inferior sin tolerancia de corrosión, en mm,

D = diámetro nominal del tanque, en m,

H = nivel de diseño del líquido, en m,

t = espesor del anillo del casco, en mm,

G = gravedad específica de diseño del líquido que será almacenado, especificado por el comprador.

2.6.9 Pernos de Anclaje

2.6.9.1 Calculo por Viento

Si $U < 0$, no necesita pernos de anclaje (calculo por viento).

$$U = P_{WR} * D^2 * 785 + \left(\frac{4 * M_{WS}}{D} \right) - W_2 \quad E. 20$$

$$M_{WS} = P_{WS} * D * \frac{H^2}{2} \quad E. 21$$

Donde:

U = Carga de elevación neta, en N,

P_{WR} = presión del viento sobre el Techo, en kPa,

D = diámetro nominal del tanque, en m,

M_{WS} = es el momento de vuelco en torno a la unión entre el casco y el fondo a la presión del viento horizontal, en Nm,

H = nivel de diseño del líquido, en m,

P_{WS} = presión del viento sobre el casco, en kPa,

W_2 = peso total del tanque sin fluido, en N.

2.6.9.1 Calculo por Sismo

Calcularemos la carga distribuida de elevación conforme a la ecuación siguiente;

$$W_{ab} = \left(\frac{1.273 * M_{rw}}{D^2} - W_t * (1 - 0.4 * A_v) \right) \quad E. 22$$

Donde;

W_{ab} = carga distribuida de elevación, en N,

M_{rw} = Momento del anillo base, en Nm,

w_t = peso del tanque que actúa sobre la carcasa, en N/m,

D = diámetro nominal del tanque, en m,

A_v = Variable adimensional.

Si $W_{ab} < 0$, no necesita pernos de anclaje (calculo por sismo).

Si $W_{ab} > 0$, calculamos la carga de elevación para después poder calcular el esfuerzo por perno.

$$P_{ab} = \frac{W_{ab} * \pi * D}{N} \quad E.23$$

$$\delta s = \frac{P_{ab}}{A} \quad E.24$$

Donde;

δs = esfuerzo por perno de anclaje, en MPa,

P_{ab} = Carga de elevación, en N,

A = Área del perno de anclaje seleccionada, mm²,

N = número de perno a considerar, $N \geq 4$,

D = diámetro nominal del tanque, en m.

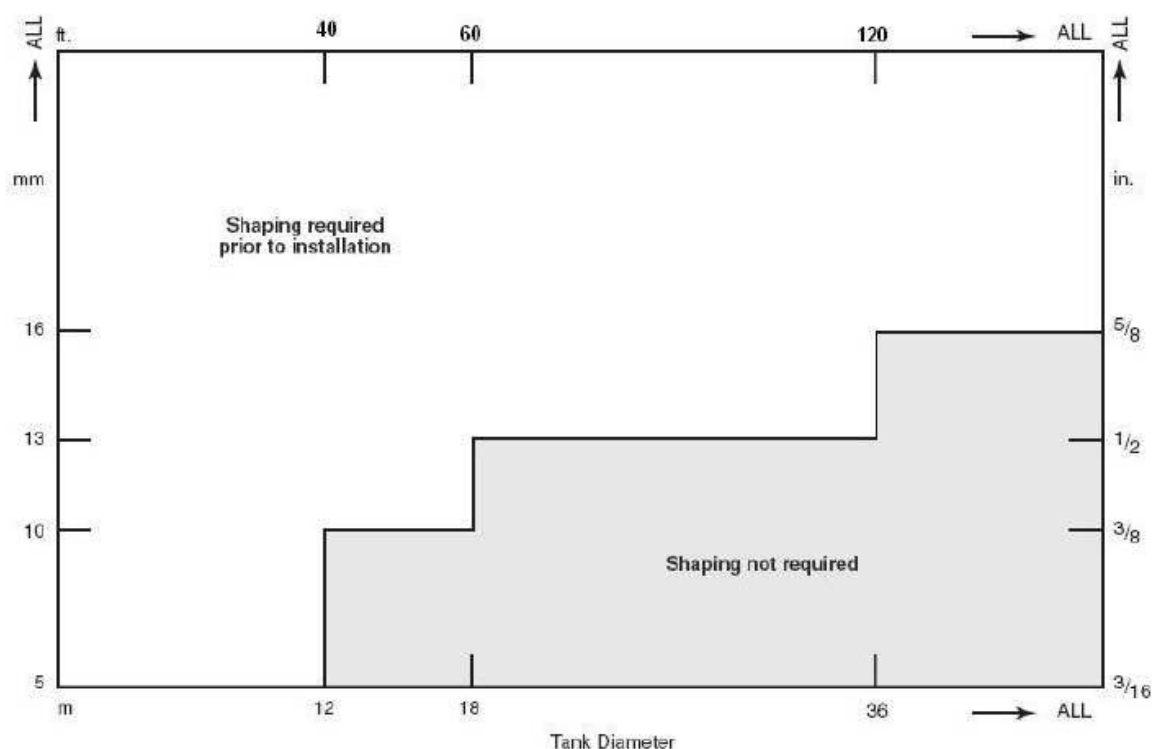
2.7 FABRICACIÓN – NORMA API 650

Cuando el material requiere enderezamiento el trabajo deberá ser hecho con prensa u otro método que no dañe el material, previo a cualquier trazado o conformado. Calentamiento o martillado no es permitido a menos que el material se ha mantenido a la temperatura de forjado durante el enderezamiento.

Las láminas pueden ser cortadas con cizalla hasta un espesor de 3/8" (10 mm) para juntas a tope y hasta un espesor de 5/8" (16 mm) para juntas traslapadas. Espesores mayores se deben cortar por procesos de corte a gas.

Las láminas se deben curvar con enrolladora para los espesores y diámetros establecidos por el parágrafo 6.1.3, Figura 6-1 de la norma API 650.

Figura N° 08: Conformado de Láminas



Nota: cualquier combinación de diámetro y espesor que caiga en la línea sólida o por encima requiere conformado antes de la instalación.

Fuente: Norma API 650

2.8 MONTAJE – NORMA API 650

Se deben tener en cuenta este párrafo para la construcción de la fundación civil y el manejo de los materiales en el campo.

2.8.1 Detalles de Soldadura

Los tanques y sus elementos estructurales se pueden soldar con los siguientes procesos o una combinación de los mismos:

- SMAW. Electrodo revestido.
- GMAW. MIG
- GTAW. TIG
- OFW. Oxigas.
- FCAW. Electrodo tubular (Flux cored).
- SAW. Arco sumergido.
- ESW. Electro escoria.
- EGW. Electro gas.

Ninguna soldadura de ninguna clase se deberá efectuar cuando las superficies a ser soldadas están húmedas por lluvia, nieve o hielo; cuando la lluvia o la nieve están cayendo en tales superficies; o durante períodos de vientos altos, a menos que el soldador y el trabajo estén apropiadamente protegidos. También debe ser aplicado pre-calentamiento cuando la temperatura del metal esté por debajo de la temperatura requerida.

Los puntos de armado de las juntas verticales de los cuerpos de los tanques se deben remover y no se deben incorporar en la soldadura terminada cuando se

utiliza proceso manual. Cuando se utiliza proceso de arco sumergido (SAW) no se requiere remover los puntos de soldadura si estos han sido limpiados y preparados para ser involucrados en la soldadura final.

2.8.1.1 Soldadura de Fondo

La soldadura se debe hacer con una secuencia que produzca la menor distorsión y por lo tanto una superficie tan plana como sea posible. La soldadura del cuerpo al fondo se debe hacer completamente antes de terminar cualquier junta del fondo que se haya dejado abierta para compensar las distorsiones y deformaciones de las soldaduras previamente ejecutadas.

Las láminas o chapas del cuerpo pueden ser alineadas por medio de grapas metálicas soldadas a las láminas del fondo, y el cuerpo puede ser apuntado con soldadura al fondo antes de hacer la soldadura continua de las láminas del cuerpo a las láminas del fondo.

2.8.1.2 Soldadura del Cuerpo

El desalineamiento máximo permitido para las juntas verticales deberá ser menor de 1/8" o el 10% del espesor de la lámina (el que sea menor) para láminas mayores de 5/8" y de 1/16" para láminas hasta 5/8" de espesor.

El desalineamiento máximo permitido para las juntas horizontales deberá ser menor de 1/8" o el 20% del espesor de la lámina superior (el que sea menor) y de 1/16" para láminas hasta 5/16" de espesor.

Las juntas circunferenciales y verticales en cuerpos de tanques fabricados con materiales de espesores mayores de 38 mm (1-1/2 in), basados en el

espesor de la lámina más gruesa de la junta, se deben soldar con pases múltiples (con pases no mayores de 19 mm (3/4 in)).

2.8.1.3 Soldadura del Cuerpo-Fondo

El pase inicial de soldadura por el interior del cuerpo en la junta de unión cuerpo-fondo se debe inspeccionar visualmente y por uno de los siguientes métodos, según se acuerde con el cliente:

- Partículas magnéticas.
- Aplicando a la soldadura líquidos penetrantes removibles con solvente y luego el revelador en la luz entre el fondo y el cuerpo por el otro lado y dejando un tiempo mínimo de penetración de 1 hora.
- Aplicando a la soldadura líquidos penetrantes removibles con agua, igual que el punto anterior.
- Aplicando a la luz entre el fondo y el cuerpo, por el otro lado de la soldadura un aceite de alto punto de ignición (flash point) tal como el diésel dejándolo actuar como mínimo cuatro horas y después inspeccionando para buscar evidencia de paso del aceite.
- Inspección con la caja de vacío de ángulo recto y solución jabonosa.

2.8.2 Pruebas

2.8.2.1 Pruebas de Cuerpo

Una vez terminado el tanque completo y la estructura del techo, se deberá probar el cuerpo (excepto para el cuerpo de tanques diseñados de acuerdo con el apéndice F de la Norma API 650) por uno de los siguientes métodos:

- Si hay agua disponible para probar el cuerpo, el tanque se deberá llenar con agua como sigue: (1) hasta el nivel máximo de diseño de líquido, H; (2) para un tanque con un techo hermético, hasta 50 mm (2 pulgadas) por encima de la soldadura de unión de la lámina del techo o la barra de compresión con el ángulo superior o el cuerpo; (3) hasta un nivel más bajo que el especificado en el sub-item 1 o 2 cuando esté restringido por el sobre-llenado, un techo flotante interno u otro nivel por acuerdo entre el Comprador y el Fabricante; o 4) hasta un cierto nivel con agua del mar que produzca en la parte inferior del cuerpo un esfuerzo de membrana igual al producido por una prueba de altura total con agua fresca. Se debe inspeccionar frecuentemente durante el proceso de llenado del tanque para verificar defectos y el asentamiento del tanque en la fundación civil, de la cual se deben tomar medidas antes de iniciar la prueba. Esta prueba deberá ser hecha antes de que las tuberías externas permanentes sean conectadas al tanque.
- Si no hay disponible agua suficiente para llenar el tanque, este se puede ser probado por (1) pintando todas las juntas por el interior con un aceite altamente penetrante, tal como el de resortes de automóviles (spring oil) y examinando cuidadosamente las juntas por el exterior para verificar que no hay fugas; (2) aplicando vacío a cualquiera de los dos lados de las juntas o aplicando una presión interna de aire como está especificado para la prueba del techo en 7.3.7 de la norma API 650 y examinando cuidadosamente las juntas para verificar que no hay fugas

2.8.3 Reparación de Soldadura

Todos los defectos encontrados en las soldaduras deberán ser notificados al inspector del comprador y deberá ser obtenida su aprobación antes de que el defecto sea reparado. Todas las reparaciones una vez terminadas deberán estar sujetas a la aprobación del inspector del comprador. Los criterios de aceptación están especificados en 8.2, 8.4 y 8.5 (Norma API 650), como sea aplicable.

2.8.4 Tolerancias Dimensionales

El propósito de las tolerancias dadas en esta sección es la de producir un tanque de apariencia aceptable y permitir un funcionamiento apropiado de los techos flotantes. Se deberán tomar mediciones antes de la prueba hidrostática. A menos que sea eliminado o modificado por el Comprador, o establecido separadamente por acuerdo entre el Comprador y el Fabricante, se aplican las siguientes tolerancias:

2.8.4.1 Verticalidad

La máxima desviación de la verticalidad entre la parte superior del cuerpo y el fondo no debe exceder de $1/200$ de la altura total del tanque. Para los anillos individuales se debe aplicar el criterio de planitud y ondulamiento especificado en ASTM A6, A20 o A480, según sea aplicable. El criterio de desviación de la verticalidad menor de $1/200$ también se debe aplicar a las columnas de soporte del techo.

2.8.4.2 Redondez

La redondez medida a 1 ft por encima de la soldadura en esquina del anillo inferior del cuerpo al fondo, no debe exceder las tolerancias siguientes:

Figura N° 09: Redondez

Diámetro del tanque m (ft)	Tolerancia en el radio mm (in)
< 12 (40)	± 13 (1/2)
De 12 (40) a < 45 (150)	± 19 (3/4)
De 45 (150) a < 75 (250)	± 25 (1)
≥ 75 (250)	± 32 (1-1/4)

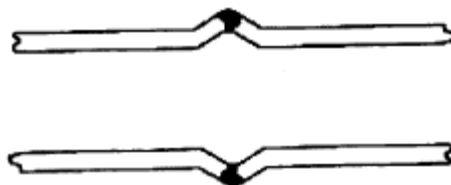
Fuente: Norma API 650

2.8.4.3 Desviaciones Locales

En este tipo de desviaciones las soldaduras de las juntas verticales y circunferenciales se mueven hacia adentro o hacia afuera de la superficie de la lámina. Son producto de armado inapropiado de las juntas, demasiada entrada de calor en la junta por la soldadura desde un lado o una inapropiada luz de penetración entre los bordes de la lámina de la junta.

Desviaciones locales – Cresta (Peaking), son este tipo de desviación la soldadura de la junta vertical se mueve hacia adentro o hacia afuera de la superficie de la lámina.

Figura N° 10: Peaking

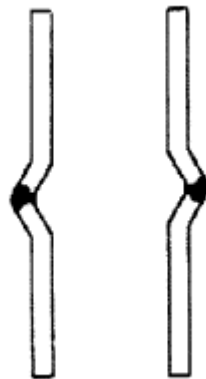


Fuente: Norma API 650

La cresta en las juntas verticales no debe exceder de 1/2". La cresta de las soldaduras verticales se debe determinar usando una regla horizontal de 36" curvada en su borde con el radio nominal del tanque.

Desviaciones locales – Cintura (Banding), son este tipo de desviación la soldadura de la junta vertical se mueve hacia adentro o hacia afuera de la superficie de la lámina.

Figura N° 11: Banding



Fuente: Norma API 650

La cintura en las juntas horizontales no debe exceder de 1/2". La cintura de las soldaduras horizontales se debe determinar usando una regla vertical de borde recto de 36" de longitud.

2.9 MÉTODOS DE INSPECCIÓN DE JUNTAS

2.9.1 Inspección Radiográfica RT

Para efectos de la inspección radiográfica se considera que las láminas o planchas son del mismo espesor cuando la diferencia entre sus espesores especificados o de diseño son menores de 3 mm (1/8 in).

Se requiere inspección radiográfica para las soldaduras a tope del cuerpo, las soldaduras a tope de la platina anular del fondo y las soldaduras a tope de las conexiones a ras (flush type).

No se requiere RT para las soldaduras del techo, del fondo, de la junta anillo superior-cuerpo o anillo superior-techo, de la junta cuerpo-fondo, de los cuellos de las conexiones hechos de lámina y de los accesorios del tanque.

Se debe hacer inspección por spot radiográfico en número y localización según lo requerido.

Para soldaduras a tope en las que el espesor de lámina en la parte más delgada es menor o igual a 10 mm (3/8 in), se tomará un spot radiográfico en los primeros 3 m (10 ft) de soldadura terminada de cada tipo y espesor soldada por cada soldador u operario de soldadura. Posteriormente se tomará un spot radiográfico cada 30 m (100 ft) de soldadura.

Al menos un 25% de los spot seleccionados deberán quedar en los cruces entre las juntas verticales y las horizontales.

Para soldaduras a tope en las que el espesor de lámina en la parte más delgada es mayor a 10 mm (3/8 in) pero menor o igual a 25 mm (1 in), se tomará un spot radiográfico igual que en el punto anterior. Adicionalmente se tomará una radiografía de todos los cruces de las juntas verticales y las horizontales; cada radiografía debe mostrar al menos 75 mm (3 in) de la junta vertical y 50 mm (2 in) de la junta horizontal a cada lado de la junta vertical.

En el anillo inferior se deben tomar 2 spots en cada junta vertical, una tan cerca del fondo como sea posible y la otra en un punto seleccionado al azar.

La inspección radiográfica se hará según lo requerido en el artículo 2 de la sección V del código ASME. El personal que ejecuta e interpreta las radiografías deberá estar calificado y certificado por el fabricante del tanque de acuerdo con los lineamientos del estándar recomendado en ASNT SNT-TC-1A.

2.9.2 Partículas Magnéticas MT

Cuando se requiera hacer inspección por partículas magnéticas se hará según lo requerido en el artículo 7 de la sección V del código ASME.

El personal que ejecuta e interpreta las radiografías deberá estar calificado y certificado por el fabricante del tanque de acuerdo con los lineamientos del estándar recomendado en ASNT SNT-TC-1A.

Los criterios de aceptación serán los establecidos en el código ASME sección VIII división 1, apéndice 6, párrafos 6-3, 6-4 y 6-5.

2.9.3 Inspección por Ultrasonido UT

Cuando se requiera hacer inspección por ultrasonido se hará según lo requerido en el artículo 5 de la sección V del código ASME.

El personal que ejecuta e interpreta las radiografías deberá estar calificado y certificado por el fabricante del tanque de acuerdo con los lineamientos del estándar recomendado en ASNT SNT-TC-1A. Los criterios de aceptación deberán ser acordados entre el Fabricante y el Comprador.

2.9.4 Líquidos Penetrantes PT

Cuando se requiera hacer inspección por líquidos penetrantes se hará según lo requerido en el artículo 6 de la sección V del código ASME.

El personal que ejecuta e interpreta las radiografías deberá estar calificado y certificado por el fabricante del tanque de acuerdo con los lineamientos del estándar recomendado en ASNT SNT-TC-1A.

Los criterios de aceptación serán los establecidos en el código ASME sección VIII división 1, apéndice 8, párrafos 8-3, 8-4 y 8-5.

2.9.5 Inspección Visual VT

Las soldaduras se considerarán aceptables en la inspección visual si muestran lo siguiente:

No hay grietas de cráter (crater cracks), otras grietas superficiales o rastrilladuras del arco (arc strikes) en la junta soldada.

El socavado máximo permisible es de 0.4 mm (1/64 in) para las juntas verticales a tope, accesorios permanentes orientados verticalmente, las soldaduras de unión de boquillas, bocas de inspección de hombre (man-holes), bocas de limpieza a ras (flush-type clean-out) y la soldadura interior cuerpo-fondo. Para soldaduras horizontales a tope, accesorios permanentes orientados horizontalmente y las juntas a tope de la lámina anular de fondo el socavado máximo permisible es de 0.8 mm (1/32 in).

La frecuencia de porosidad superficial en la soldadura no debe exceder de un grupo (cluster) (Uno o más poros) en 100 mm (4 in) de longitud y el diámetro de cada grupo no deberá exceder de 2.5 mm (3/32 in).

Los refuerzos (sobre monta) de las soldaduras en todas las juntas a tope en cada lado de la lámina, no deberá exceder los siguientes espesores:

Figura N° 12: Espesores de Refuerzos

Espesor de lámina mm (in)	Máximo espesor del refuerzo mm (in)	
	Juntas verticales	Juntas horizontales
≤ 13 (½)	2.5 (3/32)	3 (1/8)
> 13 (½) hasta 25 (1)	3 (1/8)	5 (3/16)
> 25 (1)	5 (3/16)	6 (¼)

Fuente: Norma API 650

2.10 PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA Y CALIFICACION DE SOLDADORES

2.10.1 Calificación De Procedimientos De Soldadura

Los procedimientos de soldadura (WPS), sus calificaciones (PQR) y las calificaciones de soldadores (WPQ) se deben efectuar de acuerdo con la sección IX del código ASME y de los requerimientos adicionales establecidos en la sección 7 del código API 650.

Las especificaciones de materiales listadas en la sección 4 del código API 650 pero que no están incluidas en la tabla QW-422 de la sección IX del código ASME se deberán considerar como materiales P1 con número de grupo asignado como sigue, dependiendo a la resistencia mínima de tensión especificada:

Menor o igual a 485 MPa (70 ksi): grupo 1.

Mayor de 485 MPa (70 ksi) pero menor o igual a 550 MPa (80 ksi): grupo 2.

Mayor de 550 MPa (80 ksi): grupo 3.

Se deben hacer procedimientos y calificaciones de los mismos separadas para el material A-841M/A-841.

Cuando se requieren pruebas de impacto de la zona afectada por el calor, la condición de tratamiento térmico será una variable suplementaria esencial.

2.10.2 Calificación de Soldadores.

Las calificaciones de los soldadores y los operarios de soldadura son responsabilidad del Fabricante o el Montador del tanque.

Las pruebas efectuadas por un Fabricante no calificarán un soldador u operarios de soldadura para trabajar con otro Fabricante.

Los soldadores y los operarios de soldadura que suelden partes de presión y partes de no presión a partes de presión, tales como orejas o grapas permanentes o temporales, deberán estar calificados.

2.10.3 Identificación de los Soldadores

La marca de identificación de los soldadores y los operarios de soldadura se debe estampar a mano o a máquina adyacente a la soldadura y a intervalos que no deben exceder de 1 m (3 ft), a lo largo de la soldadura terminada.

En lugar del estampado se puede llevar un registro que identifique los soldadores empleados para cada junta soldada.

Las soldaduras del techo y de brida a cuello de las conexiones no necesitan ser identificadas con la marca del soldador.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicativo puesto que los resultados del diseño del tanque de almacenamiento de agua agrícola se utilizará para solucionar un problema que está aconteciendo en la comunidad de Algamarca (construcción y control de calidad), ubicado en el Distrito de Cachachi, Provincia de Cajabamba, en la Región de Cajamarca.

El diseño de la investigación será un trabajo descriptivo, ya que en esta etapa se utilizaron técnicas para describir la situación base de problema, además se detallara cada uno de los análisis y las pruebas que se realizaran a lo largo de la construcción del tanque; asegurando un control de calidad bajo la normativa correspondiente.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población es la comunidad de Algamarca, ubicado en el Distrito de Cachachi, Provincia de Cajabamba, en la Región de Cajamarca.

3.3 HIPÓTESIS

Se logrará satisfacer los parámetros solicitados por la comunidad con respecto a capacidad, durabilidad, exposición a factores climáticos, entre otros con la construcción de un tanque de almacenamiento de agua agrícola de capacidad de 275 m³ aplicando los controles de diseño, fabricación, montaje y métodos de inspección mencionado en la norma API 650.

3.4 VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN

Tabla N° 03: Operación de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CENCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Tanque de Almacenamiento	En el proceso de almacenamiento de agua agrícola implica contener dicho fluido en un espacio-lugar, con las condiciones y parámetros adecuados.	Diseño y Control de calidad, especificaciones del equipo	Volumen de Diseño Condiciones Ambientales Norma de Construcción: API 650
Fluido: Agua Agrícola	EL agua agrícola es una fluido el cual no necesita de pureza o condiciones de conservación.	Cantidad demandada para el riego tecnificado	Temperatura de almacenamiento Pureza del agua

Fuente: Elaboración Propia.

3.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1 Métodos

En este trabajo de suficiencia profesional utilizamos el método deductivo a partir de las teorías, leyes y normas emitidas por El Instituto Americano de Petróleo (API), La sociedad Americana de Mecánicos (ASME) y El reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

3.5.2 Técnicas

Observación

Este tipo de técnica nos permitirá realizar una inspección visual de la situación actual en lo referente al espacio geográfico del lugar, factibilidad de la nueva implementación del riego tecnificado.

A la vez, cuando empieza el trabajo constructivo esta técnica nos permitirá realizar los controles de calidad de dicho tanque.

Análisis de Documentos

Para desarrollar esta técnica buscaremos la información en las Normas API 650, libros actualizados con relación al tema de investigación, también analizaremos los diferentes trabajos realizados en publicaciones de tesis, revistas, manuales, fichas técnicas y publicaciones en portales de páginas de internet confiables.

3.6 DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS UTILIZADOS

3.6.1 Normas

Instrumento base utilizado para fundar todo el diseño, construcción y control de calidad del tanque, entre las Normas utilizadas la más importante para este trabajo de suficiencia profesional es la Norma API 650.

3.6.2 Fotografías

Se utilizaron las fotografías para evidenciar nuestra presencia en las pruebas de control de calidad requeridas.

3.6.3 Protocolos de Calidad

Formatos con el cual se controla cada prueba realizada al tanque en el proceso de construcción.

3.6.4 Informes

Documento en el cual detallamos el resumen diario o semanal del proceso constructivo del tanque.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1 PROPUESTA DE INVESTIGACION

En este trabajo de suficiencia profesional se propone el diseño, construcción y control de calidad de un tanque de almacenamiento de agua agrícola de capacidad de 275 m³ aplicando los controles de diseño, fabricación, montaje y métodos de inspección mencionados en la norma API 650, en la comunidad de Algamarca, ubicado en el Distrito de Cachachi, Provincia de Cajabamba, en la Región de Cajamarca.

4.1.1 Equipamiento de la propuesta

En lo respecta al equipamiento se ha considerado:

Tabla N° 04: Equipamiento

EQUIPO ACCESORIO	DESCRIPCIÓN
Tanque de Almacenamiento	Volumen de diseño 275 m ³ Volumen de operación 170 m ³
Conexiones	C1 - descarga C2 - Paso de Hombre
Material	ASTM A 36
Pintura	Primera Capa: Pintura base epóxido 4 mils Segunda Capa: Pintura de Acabado Poliuretano 2 mils

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 TRABAJOS PREVIOS

Antes de empezar con el montaje del tanque se debe realizar un estudio geológico de las características del suelo donde va a ser ubicado el tanque, para determinar las propiedades de compactación del mismo y así evitar el hundimiento del mismo con una cimentación estable.

La cimentación está expuesta a fuerzas horizontales generadas por sismos y acción del viento, y fuerzas verticales producidas por la compresión provocando que el tanque tienda a levantar la cimentación.

Para cualquier tanque pequeño o grande se realiza estos estudios para obtener los valores permisibles de presión y profundidad necesarios para la cota de cimentación.

Debe haber un factor de seguridad de mínimo 1.5 contra el levantamiento posible, las fuerzas críticas en este caso con causadas por el viento que actúa sobre el tanque vacío.

5.1.1 Suelo de Cimentación

Efectuaremos perforaciones y pruebas de carga para determinar si este suelo es capaz de soportar la carga del tanque y su contenido.

Con el conocimiento de estas pruebas se puede determinar el asentamiento que experimentará la estructura y sus posibles efectos sobre la cimentación.

5.1.2 Consideraciones para cimentación

Identificación del tipo de terreno, que puede ser firme, roca, o suelos inestables, el tanque puede ser ubicado necesariamente en uno de estos suelos o una combinación de ellos.

Identificación del tipo de zona, variara en zonas pantanosas y zonas que necesitan relleno, ambas poseen capas de vegetación o fango que pueden estar en la superficie o bajo ella, o donde materiales inestables o corrosivos han sido depositados como rellenos.

Identificación de zonas arcillosas, lugares donde existan arcillas expansivas, las cuales no puedan soportar cargas permanentes ya que experimentarían asentamientos diferenciales considerables.

5.1.3 Anillo de concreto

El anillo de concreto es una capa de concreto que va sobre el nivel, que sirven de base para la construcción de tanques grandes con cuerpos altos, es importante la construcción de un anillo de concreto para soportar las cargas impuestas, este permitirá:

Distribuir de mejor forma las cargas de tanque.

El nivel permanecerá sólido y estable.

Evita la erosión de los materiales bajo los tanques.

El diseño del anillo de concreto debe estar bien dimensionado de tal manera que el promedio de la carga unitaria del suelo bajo la pared, sea la misma que la del resto de la tierra confinada a la misma profundidad.

Se recomienda que el espesor de la pared no sea menor a 30.5 centímetros y de igual diámetro que el diámetro nominal del tanque.

5.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

En la siguiente tabla mostramos los factores de diseño dados por el cliente.

Tabla N° 05: Datos de Calculo

Ítem	Símbolo	Característica
Diámetro interior	D	6.6 m
Altura	H	5 m
Corrosión permisible	C.A.	1.5 mm
Material	---	ASTM A 36
Esfuerzo de diseño	Sd	160 Mpa
Esfuerzo hidrostático	St	171 Mpa
Fluido	---	Agua
Velocidad de Viento	V	100 km/h
Gravedad especifica	G	1
Ancho plancha	---	2400 mm
Largo plancha	---	5990 mm

Fuente: Elaboración Propia.

5.3 SELECCIÓN DE ESPESOR DE FONFO

Material de las planchas : ASTM A36

Sobre espesor por corrosión (mm) : 1.5

De acuerdo a la sección 5.4.1 del API, todas las planchas de fondo deben tener un espesor de plancha corroído no menor a 6 mm.

El espesor de la plancha del fondo, considerado, es de 9 mm.

5.4 CÁLCULO DE ESPESOR DEL CASCO DEL TANQUE (t_c)

Considerando la altura nominal del tanque H, es igual a 8 m, por lo que consideraremos cuatro pisos de anillos para cubrir la altura requerida.

Los anillos del tanque son como las paredes de un edificio, deben tener mayor consistencia en la base; los anchos de los anillos serán de 2.4 m, 2.4 m, 2 m, y de 1.2 m respectivamente.

5.4.1 Cálculo del espesor del primer Anillo

Siendo:

$$t_d = \frac{4.9D(H - 0.3)G}{S_d} + CA$$

$$t_t = \frac{4.9D(H - 0.3)G}{S_t}$$

Entonces; H = 8

$$t_d = \frac{4.9 * 6.6(8 - 0.3) * 1}{160} + 1.5$$

$$t_t = \frac{4.96.6(8 - 0.3) * 1}{171}$$

$$t_d = 3.33 \text{ mm}$$

$$t_t = 1.713 \text{ mm}$$

5.4.2 Cálculo del espesor del segundo Anillo

Siendo H = 8 – 2.4

$$t_d = \frac{4.9 * 6.6(5.6 - 0.3) * 1}{160} + 1.5$$

$$t_t = \frac{4.96.6(5.6 - 0.3) * 1}{171}$$

$$t_d = 2.76 \text{ mm}$$

$$t_t = 1.17 \text{ mm}$$

5.4.3 Cálculo del espesor del tercer Anillo

Siendo H = 8 – 4.8

$$t_d = \frac{4.9 * 6.6(3.2 - 0.3) * 1}{160} + 1.5$$

$$t_t = \frac{4.96.6(3.2 - 0.3) * 1}{171}$$

$$t_d = 2.19 \text{ mm}$$

$$t_t = 0.65 \text{ mm}$$

5.4.4 Cálculo del espesor del cuarto Anillo

Siendo H = 8 – 6.8

$$t_d = \frac{4.9 * 6.6(1.2 - 0.3) * 1}{160} + 1.5$$

$$t_t = \frac{4.96.6(1.2 - 0.3) * 1}{171}$$

$$t_d = 1.71 \text{ mm}$$

$$t_t = 0.20 \text{ mm}$$

5.4.5 Resultados

Tabla N° 06: Espesor del Tanque

ANILLO	td (mm)	tt (mm)	tc (mm)
Primero	3.33	1.71	8
Segundo	2.76	1.17	6
Tercero	2.19	0.65	6
Cuarto	1.71	0.20	6

Fuente: Elaboración Propia.

5.5 CÁLCULO DE ANILLOS DE REFUERZO

5.5.1 Cálculo de anillo de refuerzo superior

Según la fórmula para calcular se sección mínima requerida de módulo de sección;

$$Z = \frac{D^2 H_2}{17} \left(\frac{V}{190} \right)^2$$

$$Z = \frac{6.6^2 * 8}{17} \left(\frac{100}{190} \right)^2$$

$$Z = 5.678 \text{ cm}^3$$

Entonces;

Según la tabla 5.20a de la Norma API 650 seleccionamos el perfil.

Tabla N° 07: Anillo de Refuerzo superior

Z (cm3)	Z sug (cm3)	Perfil
5.7	9.5	L 75x75x10

Fuente: Elaboración Propia.

5.5.2 Cálculo de anillo de refuerzo intermedio

Según la fórmula para calcular se sección mínima requerida de módulo de sección;

$$H_1 = 9.41 * t * \sqrt{\left(\frac{t}{D}\right)^3 * \left(\frac{190}{V}\right)^2}$$

$$H_1 = 9.41 * 6 * \sqrt{\left(\frac{6}{6.6}\right)^3 * \left(\frac{190}{100}\right)^2}$$

$$H_1 = 177 \text{ m}$$

Después calcularemos la nueva altura transformada;

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

$$W_{tr1} = 1428 \text{ mm}$$

$$W_{tr2} = 2931 \text{ mm}$$

$$W_{tr3} = 2443 \text{ mm}$$

$$W_{tr4} = 1465 \text{ mm}$$

Entonces;

Tabla N° 08: Anillo de Refuerzo intermedio

H1 (m)	Suma W (m)	Conclusión W>H1
177	8.2	NO

Fuente: Elaboración Propia.

No se requiere anillo de refuerzo intermedio.

5.6 CÁLCULO POR VIENTO

Para el cálculo de todas las fuerzas ejercidas hacia el tanque consideraremos $V = 100$ km/h.

5.6.1 Presión del viento sobre el casco

De acuerdo a la formula;

$$P_{WS} = 0.86 * \left(\frac{V}{190} \right)^2$$

$$P_{WS} = 0.86 * \left(\frac{100}{190} \right)^2$$

$$P_{WS} = 0.24 \text{ kPa}$$

5.6.2 Presión del viento sobre el techo

De acuerdo a la formula;

$$P_{WR} = 1.44 * \left(\frac{V}{190} \right)^2$$

$$P_{WR} = 1.44 * \left(\frac{100}{190} \right)^2$$

$$P_{WR} = 0.4 \text{ kPa}$$

5.6.2 Momento producido por la acción del viento

$$M_W = P_{WS} * D * \frac{H^2}{2} + P_{WR} * 0.5 * D * Hr * \left(H + \frac{Hr}{3} \right)$$

$$M_W = 0.24 * 6.6 * \frac{8^2}{2} + 0.4 * 0.5 * 6.6 * 0 * \left(8 + \frac{0}{3} \right)$$

$$M_W = 50.7 \text{ Nm}$$

5.7 CÁLCULO POR SISMO

5.7.1 Momento en el anillo base

Siendo W_r , igual a 0 por ser el tanque sin techo, y W_p igual a 2681848 N, la ecuación misionada en la sección 2.6.8.1 quedaría así;

$$Mrw = \sqrt[2]{(A_i * (W_i * X_i + W_s * X_s))^2 + (A_c * W_c * X_c)^2}$$

$$W_c = 0.230 * \frac{6.6}{8} * \tanh\left(\frac{3.67 * 8}{6.6}\right) * 2681848$$

$$W_c = 508880 \text{ N}$$

$$W_i = \left(1.0 - 0.218 \frac{6.6}{8}\right) * 2681848$$

$$W_i = 2199518 \text{ N}$$

$$X_i = \left(1.0 - 0.094 \frac{6.6}{8}\right) * 8$$

$$X_i = 3.38 \text{ m}$$

$$X_c = \left[1.0 - \frac{\cosh\left(\frac{3.67 * 8}{6.6}\right) - 1}{\frac{3.67 * 8}{6.6} \sinh\left(\frac{3.67 * 8}{6.6}\right)}\right] * 8$$

$$X_c = 6.24 \text{ m}$$

$$X_s = 0.45 * 8$$

$$X_s = 3.6 \text{ m}$$

$$X_r = 8 + 1 = 9 \text{ m}$$

$$X_r = 9 \text{ m}$$

Entonces;

$$Mrw = \sqrt[2]{(0.4 * (2199518 * 3.38 + 106641 * 3.6))^2 + (0.4 * 508880 * 6.2)^2}$$

$$Mrw = 3403661 \text{ Nm}$$

5.7.2 Esfuerzo de compresión en tanque

Como el tanque es sin techo, entonces w_{rs} es igual a 0, por lo que las formulas expresadas en 2.6.8.2 quedarían así;

$$\sigma_c = \left(w_t * (1 + 0.4 * Av) + \frac{1.273 * Mrw}{D^2} \right) * \left(\frac{1}{1000 * ts} \right)$$

$$w_t = \left[\frac{Ws}{\pi D} \right]$$

$$w_t = \left[\frac{106641}{\pi * 6.6} \right]$$

$$w_t = 5145.8 \text{ N/m}$$

Entonces;

$$\sigma_c = \left(5145.8 * (1 + 0.4 * 0.4) + \frac{1.273 * 3403661}{6.6^2} \right) * \left(\frac{1}{1000 * 6.5} \right)$$

$$\sigma_c = 16.22 \text{ MPa}$$

5.7.3 Esfuerzo sísmico admisible en tanques auto soportados

Siendo; $\frac{GHD^2}{t^2} = 8.3 < 44$; entonces la formula a usa seria:

$$F_c = \left(\frac{83 * ts}{2.5 * D} \right) + 7.5 * \sqrt[2]{G * H}$$

$$F_c = \left(\frac{83 * 6.5}{2.5 * 6.6} \right) + 7.5 * \sqrt[2]{1 * 8}$$

$$F_c = 53.9 \text{ MPa}$$

Por lo que tenemos lo siguiente:

Tabla N° 09: Calculo por Sismo

σ_c (MPa)	F_c (MPa)	Conclusión $F_c > \sigma_c$
16.2	53.9	SI

Fuente: Elaboración Propia.

5.8 CÁLCULO DE PERNOS DE ANCLAJE

5.8.1 Cálculo por viento

$$U = P_{wr} * D^2 * 785 + \left(\frac{4 * M_{ws}}{D} \right) - W_2$$

Primero calcularemos M_{ws} ;

$$M_{ws} = P_{ws} * D * \frac{H^2}{2}$$

$$M_{ws} = 0.24 * 6.6 * \frac{8^2}{2}$$

$$M_{ws} = 50 \text{ Nm}$$

Ahora $W_2 = 97690 \text{ N}$, por lo que calculamos U ;

$$U = 0.4 * 6.6^2 * 785 + \left(\frac{4 * 50}{6.6} \right) - 97690$$

$$U = -83981 \text{ N}$$

Por el cálculo por viento no se requiere pernos de anclaje

Tabla N° 10: Pernos por Cálculo de Viento

U (N)	Conclusión $U < 0$
-83981	SI

Fuente: Elaboración Propia.

5.8.2 Calculo por Sismo

Ahora calcularemos la carga distribuida de elevación;

$$W_{ab} = \left(\frac{1.273 * Mr_w}{D^2} - wt * (1 - 0.4 * Av) \right)$$

$$W_{ab} = \left(\frac{1.273 * 3403661}{6.6^2} - 5145.8 * (1 - 0.4 * 0.4) \right)$$

$$W_{ab} = 95145.5 \text{ N}$$

Como $W_{ab} > 0$, entonces calcularemos la carga de elevación de cada perno, nosotros consideraremos 12 pernos de 40 mm (1.5 in.)

Tabla N° 11: Características del Perno

PERNO	d (mm)	d (in.)	δ_s (Mpa)
ASTM A 307	40	1.5	414

Fuente: Elaboración Propia.

$$P_{ab} = \frac{W_{ab} * \pi * D}{N}$$

$$P_{ab} = \frac{95145.5 * \pi * 6.6}{12}$$

$$P_{ab} = 164316 \text{ N}$$

Ahora calcularemos el esfuerzo de cada perno;

$$\delta s = \frac{Pab}{A} = \frac{164316}{1256}$$

$$\delta s = \frac{164316}{1256}$$

$$\delta s = 130 \text{ MPa}$$

Tabla N° 12: Pernos por Cálculo de Sismo

PERNO	δs (Mpa) Diseño	δs (Mpa) Comercial	130<414
ASTM A 307	130	414	SI

Fuente: Elaboración Propia.

5.10.1 Verificación de Nivelación y Alineamiento





pág. 70




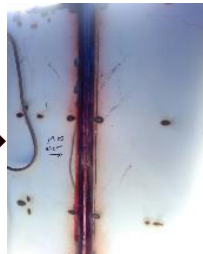
[illegible]



CONTROL DE LA CALIDAD										
EXAMINACIÓN VISUAL A JUNTA SOLDADAS										
<div>Cliente: COMUNIDAD DE ALGAMARCA Proyecto: CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO N° Registro: M-03</div> <div>Lugar: ALGAMARCA Fecha: Norma: API 650</div> <div>TK-01</div> <div>Equipo: Plano(s) aplicable(s):</div> <div>Disciplina: MECANICA</div>										
Condición superficial			Soldado <input checked="" type="checkbox"/>		Esmerilado <input type="checkbox"/>		Cepillado <input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>	
Fuente de luz			Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/>		Técnica Visual empleada		"TRES TIEMPOS"			
Describir			LUZ PROVENIENTE DEL SOL		Describir		ANTES - DURANTE - DESPUES			
Tipo de elemento:			Estructuras <input type="checkbox"/> Tanques <input checked="" type="checkbox"/>		Equipos <input type="checkbox"/>		Tuberías <input type="checkbox"/>			
Código del elemento estructural:			TK-01							
Ítem	Junta	Stampa soldador	N° WPS_Rev.	Fecha Examinación	Defectología		Resultado (*)	Acción correctiva	Observaciones	
					Soldadura Ranura	Soldadura Filete				
1	L13	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
2	L14	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
3	L15	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
4	L16	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
5	L9	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
6	L10	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
7	L11	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
8	L12	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
9	H1	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
10	H1	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
11	H1	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
12	H1	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
13	H1	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
14	H1	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
15	H1	ALF-18	WPS-HLC-050	10-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.	
(*) AC: Aceptado RJ: Rechazado										
DEFECTOLOGIA:										
LF: Falta de fusión CR: CRACKS IP Penetración incompleta SC Concavidad superficial BT: Quemón UC: Socavado										
P: Porosidad OT: Otros										
NOTA: Se debe adjuntar planos correspondientes e identificando las juntas inspeccionar.										
Observaciones:										



CONTROL DE LA CALIDAD											
EXAMINACIÓN VISUAL A JUNTA SOLDADAS											
Cliente: _____		COMUNIDAD DE ALGAMARCA		Proyecto: _____		CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO		N° Registro: _____		M-05	
Lugar: _____		ALGAMARCA		Fecha: _____				Norma: _____		API 650	
Equipo: _____				TK-01		Plano(s) aplicable(s): _____					
Disciplina: _____				MECANICA							
Condición superficial				Soldado <input checked="" type="checkbox"/>		Esmerilado <input type="checkbox"/>		Cepillado <input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>	
Fuente de luz		Natural <input checked="" type="checkbox"/>		Artificial <input type="checkbox"/>		Técnica Visual empleada "TRES TIEMPOS"					
Describir				LUZ PROVENIENTE DEL SOL		Describir					
						ANTES - DURANTE - DESPUES					
Tipo de elemento:		Estructuras <input type="checkbox"/>		Tanques <input checked="" type="checkbox"/>		Equipos <input type="checkbox"/>		Tuberías <input type="checkbox"/>			
Código del elemento estructural:				TK-01							
Ítem	Junta	Stampa soldador	N° WPS_Rev.	Fecha Examinación	Defectología		Resultado (*)	Acción correctiva	Observaciones		
					Soldadura Ranura	Soldadura Filete					
1	L5	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
2	L6	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
3	L7	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
4	L8	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
5	L1	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
6	L2	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
7	L3	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
8	L4	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
9	H2	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
10	H2	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
11	H2	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
12	H2	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
13	H2	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
14	H2	ALF-18	WPS-HLC-050	20-Ene-19	NINGUNA.	NA.	AC	NINGUNA.	NINGUNA.		
(*) AC: Aceptado RJ: Rechazado											
DEFECTOLOGIA:											
LF: Falta de fusión CR: CRACKS IP Penetración incompleta SC Concavidad superficial BT: Quemón UC: Socavado											
P: Porosidad OT: Otros											
NOTA: Se debe adjuntan planos correspondientes e identificando las juntas inspeccionar.											
Observaciones:											

5.10.4 Examinación por líquidos penetrantes

CONTROL DE LA CALIDAD										
EXAMINACIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES										
Nombre del Proyecto: CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO			Nombre del Cliente: COMUNIDAD DE ALGAMARCA			N° Registro: M-08				
Lugar: ALGAMARCA		Disciplina: Mecánica		Norma: API 650						
Condición superficial		Soldado <input checked="" type="checkbox"/>		Esmerilado <input type="checkbox"/>		Cepillado <input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>		
Describir: _____										
Referencias:		Limpiador: C101-A		Penetrante: P101S-A		Removedor: _____		Revelador: D101-A		
Penetrante:	Tipo: Visible <input checked="" type="checkbox"/>		Fluorescente <input type="checkbox"/>		Aplicación: Con brocha <input type="checkbox"/>		Aerosol <input checked="" type="checkbox"/>			
	Temperatura del metal base: AMBIENTE				Tiempo de penetración: 5 MINUTOS					
Remoción:	Penetrante removible con solvente <input checked="" type="checkbox"/>		Revelador: Revelado en seco <input type="checkbox"/>		Revelador húmedo <input checked="" type="checkbox"/>		Tiempo de revelado: 10 MINUTOS			
	Penetrante lavable con agua <input type="checkbox"/>									
	Penetrante post-emulsificable <input type="checkbox"/>									
Fuente de luz: NATURAL (LUZ DEL SOL)										
Tipo de elemento: Estructuras: <input type="checkbox"/>		Tanques: <input checked="" type="checkbox"/>		Equipos: <input type="checkbox"/>		Tuberías: <input type="checkbox"/>				
Código del elemento estructural: TK-01 JUNTAS VERTICALES L15, L16 1er. ANILLO										
Item	Junta	Proceso	Stampa soldador	Fecha Examinación	Defectología en la capa			Resultado (*)	Acción correctiva	Observaciones
					Raíz	Relleno	Acabado			
1	L15	SMAW	ALF-18	11/01/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	NA.	NA.	AC	NINGUNA	NINGUNA
2	L16	SMAW	ALF-18	11/01/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	NA.	NA.	AC	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOLOGIA: LI: Lineal RE: Redondeada					(*)		AC: Aceptado		RJ: Rechazado	
Registro fotográfico										
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">L15</div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">➡</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">L15</div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">➡</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">L16</div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">➡</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">L16</div> </div>										
Observaciones:										

CONTROL DE LA CALIDAD										
EXAMINACIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES										
Nombre del Proyecto:		CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO			Nombre del Cliente:		COMUNIDAD DE ALGAMARCA		N° Registro: M-09	
Lugar:		ALGAMARCA		Disciplina:		Mecánica		Norma:		API 650
Condición superficial		Soldado <input checked="" type="checkbox"/>		Esmerilado <input type="checkbox"/>		Cepillado <input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>		
Describir: _____										
Referencias:		Limpiador: C101-A		Penetrante: P101S-A		Removedor: _____		Revelador: D101-A		
Penetrante:		Tipo: Visible <input checked="" type="checkbox"/> Fluorescente <input type="checkbox"/>		Aplicación: Con brocha <input type="checkbox"/> Aerosol <input checked="" type="checkbox"/>						
		Temperatura del metal base: AMBIENTE		Tiempo de penetración: 5 MINUTOS						
Remoción:		Penetrante removible con solvente <input checked="" type="checkbox"/>		Revelador: Revelado en seco <input type="checkbox"/> Revelador húmedo <input checked="" type="checkbox"/>		Tiempo de revelado: 10 MINUTOS				
		Penetrante lavable con agua <input type="checkbox"/>		Fuente de luz: NATURAL (LUZ DEL SOL)						
Tipo de elemento:		Estructuras: <input type="checkbox"/>		Tanques: <input checked="" type="checkbox"/>		Equipos: <input type="checkbox"/>		Tuberías: <input type="checkbox"/>		
Código del elemento estructural:		TK-01 JUNTAS VERTICALES L9, L10 2do. ANILLO								
Item	Junta	Proceso	Stampa soldador	Fecha Examinación	Defectología en la capa			Resultado (*)	Acción correctiva	Observaciones
					Raiz	Relleno	Acabado			
1	L10	SMAW	WLM-94	30/01/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	NA.	NA.	AC	NINGUNA	NINGUNA
2	L9	SMAW	WLM-94	30/01/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	NA.	NA.	AC	NINGUNA	NINGUNA
DEFECTOLOGIA: LI: Lineal RE: Redondeada (*) AC: Aceptado RJ: Rechazado										
Registro fotográfico <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 5px;">L10</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 5px;">L10</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 5px;">L9</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 5px;">L9</div> </div>										
Observaciones:										

CONTROL DE LA CALIDAD											
EXAMINACIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES											
Nombre del Proyecto:		CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO				Nombre del Cliente:		COMUNIDAD DE ALGAMARCA		N° Registro: M-10	
Lugar:		ALGAMARCA		Disciplina:		Mecánica		Norma:		API 650	
Condición superficial: Soldado <input checked="" type="checkbox"/> Esmerilado <input type="checkbox"/> Cepillado <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/>											
Describir: _____											
Referencias:		Limpiador: C101-A		Penetrante: P101S-A		Removedor: _____		Revelador: D101-A			
Penetrante:		Tipo: Visible <input checked="" type="checkbox"/> Fluorescente <input type="checkbox"/>		Aplicación: Con brocha <input type="checkbox"/> Aerosol <input checked="" type="checkbox"/>							
		Temperatura del metal base: AMBIENTE		Tiempo de penetración: 5 MINUTOS							
Remoción:		Penetrante removible con solvente <input checked="" type="checkbox"/>		Revelador: Revelado en seco <input type="checkbox"/> Revelador húmedo <input checked="" type="checkbox"/>							
		Penetrante lavable con agua <input type="checkbox"/>									
		Penetrante post-emulsificable <input type="checkbox"/>		Fuente de luz: NATURAL (LUZ DEL SOL)							
Tipo de elemento:		Estructuras: <input type="checkbox"/>		Tanques: <input checked="" type="checkbox"/>		Equipos: <input type="checkbox"/>		Tuberías: <input type="checkbox"/>			
Código del elemento estructural:		TK-01 JUNTAS SILLETAS									
Item	Junta	Proceso	Stampa soldador	Fecha Examinación	Defectología en la capa			Resultado (*)	Acción correctiva	Observaciones	
					Raiz	Relleno	Acabado				
1	J1	SMAW	WLM-94	11-Feb-19	NA.	NA.	✓	AC	NINGUNA	NINGUNA	
2	J2	SMAW	WLM-94	11-Feb-19	NA.	NA.	✓	AC	NINGUNA	NINGUNA	
3	J8	SMAW	WLM-94	11-Feb-19	NA.	NA.	✓	AC	NINGUNA	NINGUNA	
DEFECTOLOGIA: LI: Lineal RE: Redondeada (*) AC: Aceptado RJ: Rechazado											
Registro fotográfico											
  											
Observaciones:											

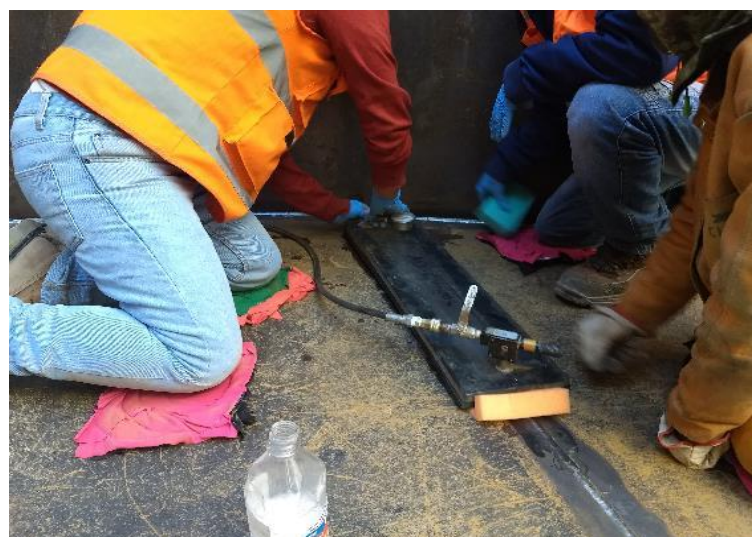
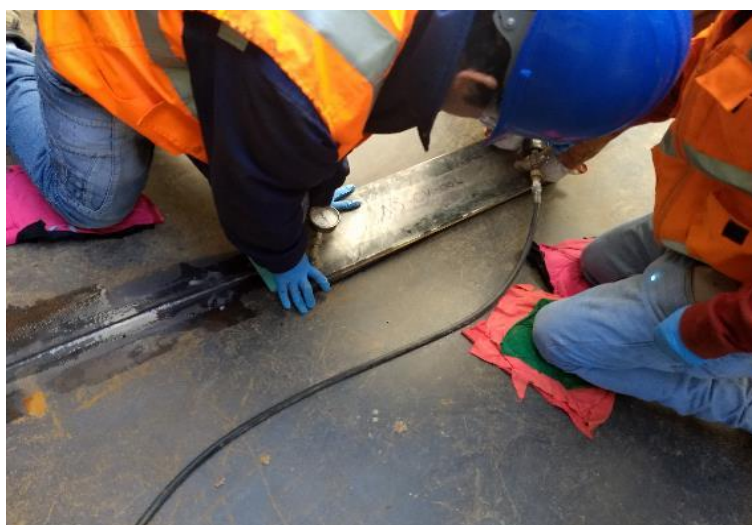
CONTROL DE LA CALIDAD										
EXAMINACIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES										
Nombre del Proyecto:		CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO			Nombre del Cliente:		COMUNIDAD DE ALGAMARCA		N° Registro: M-11	
Lugar:		ALGAMARCA		Disciplina:		Mecánica		Norma:		API 650
Condición superficial		Soldado <input checked="" type="checkbox"/>		Esmerilado <input type="checkbox"/>		Cepillado <input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>		
Describir: _____										
Referencias:		Limpiador: C101-A		Penetrante: P101S-A		Removedor: _____		Revelador: D101-A		
Penetrante:		Tipo: Visible <input checked="" type="checkbox"/> Fluorescente <input type="checkbox"/>		Aplicación: Con brocha <input type="checkbox"/> Aerosol <input checked="" type="checkbox"/>						
		Temperatura del metal base: AMBIENTE		Tiempo de penetración: 5 MINUTOS						
Remoción:		Penetrante removible con solvente <input checked="" type="checkbox"/>		Revelador: Revelado en seco <input type="checkbox"/> Revelador húmedo <input checked="" type="checkbox"/>		Penetrante lavable con agua <input type="checkbox"/>		Tiempo de revelado: 10 MINUTOS		
		Penetrante post-emulsificable <input type="checkbox"/>		Fuente de luz: NATURAL (LUZ DEL SOL)						
Tipo de elemento:		Estructuras: <input type="checkbox"/>		Tanques: <input checked="" type="checkbox"/>		Equipos: <input type="checkbox"/>		Tuberías: <input type="checkbox"/>		
Código del elemento estructural:		TK-01 JUNTA FONDO-CASCO								
Item	Junta	Proceso	Stampa soldador	Fecha Examinación	Defectología en la capa			Resultado (*)	Acción correctiva	Observaciones
					Raiz	Relleno	Acabado			
1	H4	SMAW	ALF-18	27-Ene-19	NA.	NA.	<input checked="" type="checkbox"/>	AC	NINGUNA	SEGÚN API 650 7.2.4.1 b)
DEFECTOLOGÍA: LI: Lineal RE: Redondeada (*) AC: Aceptado RJ: Rechazado										
Registro fotográfico <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>										
Observaciones:										

5.10.5 Control Dimensional de Redondez, Peacking y Banding

CONTROL DE LA CALIDAD									
CONTROL DIMENSIONAL DE REDONDEZ Y PEACKING & BANDING									
Proyecto:		CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO			Cliente:		COMUNIDAD DE ALGAMARCA		N° Registro: M-12
Norma:		API 650		Código de Const. Aplicable	API 650		Disciplina:		MECANICA
Diámetro (mm):		6600	Perímetro (mm):	20735	Tolerancia redondez (mm)	+/-13		Tolerancia Peacking & Banding:	+/-13
Nombre del Equipo:		TANQUE DE ALMACENAMIENTO			Plano Aplicable:	Tag del Equipo:			TK-01
Control dimensional de redondez									
Punto superior del anillo					Punto inferior del anillo				
Referencia	Radio Nominal mm	Radio Real mm	Diferencia mm	Resultado	Referencia	Radio Nominal mm	Radio Real mm	Diferencia mm	Resultado
Pnt. 1 / 1 anillo	3300	3297	3	ACEPTABLE	Pnt. 1 / 1 anillo	3300	3301	-1	ACEPTABLE
Pnt. 2 / 1 anillo	3300	3307	-7	ACEPTABLE	Pnt. 2 / 1 anillo	3300	3301	-1	ACEPTABLE
Pnt. 3 / 1 anillo	3300	3297	3	ACEPTABLE	Pnt. 3 / 1 anillo	3300	3299	1	ACEPTABLE
Pnt. 4 / 1 anillo	3300	3297	3	ACEPTABLE	Pnt. 4 / 1 anillo	3300	3298	2	ACEPTABLE
Pnt. 1 / 2 anillo									
Pnt. 2 / 2 anillo									
Pnt. 3 / 2 anillo									
Pnt. 4 / 2 anillo									
Pnt. 1 / 3 anillo	3300	3305	-5	ACEPTABLE	Pnt. 1 / 3 anillo	3300	3303	-3	ACEPTABLE
Pnt. 2 / 3 anillo	3300	3311	-11	ACEPTABLE	Pnt. 2 / 3 anillo	3300	3307	-7	ACEPTABLE
Pnt. 3 / 3 anillo	3300	3298	2	ACEPTABLE	Pnt. 3 / 3 anillo	3300	3294	6	ACEPTABLE
Pnt. 4 / 3 anillo	3300	3287	13	ACEPTABLE	Pnt. 4 / 3 anillo	3300	3294	6	ACEPTABLE
Pnt. 1 / 4 anillo	3300	3302	-2	ACEPTABLE	Pnt. 1 / 4 anillo	3300	3303	-3	ACEPTABLE
Pnt. 2 / 4 anillo	3300	3312	-12	ACEPTABLE	Pnt. 2 / 4 anillo	3300	3313	-13	ACEPTABLE
Pnt. 3 / 4 anillo	3300	3303	-3	ACEPTABLE	Pnt. 3 / 4 anillo	3300	3298	2	ACEPTABLE
Pnt. 4 / 4 anillo	3300	3290	10	ACEPTABLE	Pnt. 4 / 4 anillo	3300	3290	10	ACEPTABLE
Nota: Se recomienda realizar el control de redondez como mínimo a tres anillos del tanque (Primer anillo y ultimo anillo), tomando como puntos de inspección a 0.3m (1 pie) de la junta soldada.									
Control dimensional de Peacking					Control dimensional de Banding				
Referencia	Medida real mm	Tolerancia mm	Diferencia mm	Resultado	Referencia	Medida real mm	Tolerancia mm	Diferencia mm	Resultado
Pnt. 1 / Junta 1	0	+/-13	4	ACEPTABLE	Pnt. 1 / Junta 1	0	+/-13	2	ACEPTABLE
Pnt. 2 / Junta 1	0	+/-13	3	ACEPTABLE	Pnt. 2 / Junta 1	0	+/-13	9	ACEPTABLE
Pnt. 3 / Junta 1	0	+/-13	5	ACEPTABLE	Pnt. 3 / Junta 1	0	+/-13	-6	ACEPTABLE
Pnt. 1 / Junta 2	0	+/-13	6	ACEPTABLE	Pnt. 1 / Junta 2	0	+/-13	-4	ACEPTABLE
Pnt. 2 / Junta 2	0	+/-13	7	ACEPTABLE	Pnt. 2 / Junta 2	0	+/-13	-2	ACEPTABLE
Pnt. 3 / Junta 2	0	+/-13	5	ACEPTABLE	Pnt. 3 / Junta 2	0	+/-13	2	ACEPTABLE
Pnt. 1 / Junta 3	0	+/-13	3	ACEPTABLE	Pnt. 1 / Junta 3	0	+/-13	2	ACEPTABLE
Pnt. 2 / Junta 3	0	+/-13	-5	ACEPTABLE	Pnt. 2 / Junta 3	0	+/-13	1	ACEPTABLE
Pnt. 3 / Junta 3	0	+/-13	-2	ACEPTABLE	Pnt. 3 / Junta 3	0	+/-13	0	ACEPTABLE
Pnt. 1 / Junta 4									
Pnt. 2 / Junta 4									
Pnt. 3 / Junta 4									
Nota: La medida real se obtendrá utilizando una plantilla cuya dimensiones dependerá del diámetros de los tanques y las recomendaciones del código API 650_2013									
Observaciones:									

5.10.6 Reporte de Inspección de Prueba de Vacío

CONTROL DE LA CALIDAD					
REPORTE DE INSPECCIÓN DE PRUEBA DE VACÍO					
Proyecto:	CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO		Ciente:	COMUNIDAD DE ALGAMARCA N° Registro: M-13	
Lugar:	ALGAMARCA	Disciplina:	Mecanica	Norma:	API 650
Fecha:		Código de Const. Aplicable	API 650	Disciplina:	MECANICA
		Plano Aplicable:		Tag del Equipo:	TK-01
Característica del tanque:			Condiciones de prueba:		
Díámetro:	6600 mm		Presión de prueba:	-3 psi / -6 psi	
Altura:	8000 mm		Tiempo de cada prueba:	5 seg.	
Espesor cuerpo:	6 mm / 8 mm		Temperatura de prueba:	24 °C	
Fondo:	9 mm		Vacuómetro: marca/serie:	NUOVAFIMA / ELP-129-18	
Material base:	ASTM - A36		Rango:	-30 a 0	
Capacidad:	275 m3		Fluido utilizado:	agua jabonosa	
Uso:	Algamarca		Tipo de junta:	A tope	
RESULTADO					
UBICACIÓN	CODIGO DE JUNTA	DISCONTINUIDAD		RESULTADO	OBSERVACIONES
		TIPO	UBICACIÓN		
PLANO	F1	-	-	ACEPTABLE	NINGUNA
PLANO	F2	-	-	ACEPTABLE	NINGUNA
NOMENCLATURA					
Aa: Porosidad agrupada.		Ag: Agujero pasante.		Ea: Fisura longitudinal.	
Ac: Porosidad aislada.		Fb: Socavado externo.		Eb: Fisura transversal.	
Observaciones:					



Observaciones:

5.10.7 Examinación a Presión Atmosférica

CONTROL DE LA CALIDAD																																																																																																																																		
EXAMINACIÓN A PRESIÓN ATMOSFÉRICA																																																																																																																																		
Proyecto:	CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO				Cliente:	COMUNIDAD DE ALGAMARCA				N° Registro:	M-14																																																																																																																							
Lugar:	ALGAMARCA			Ubicación/Subsistema:	SISTEMA DE REBOMBEO N°01			Norma:	API 650																																																																																																																									
Nombre del Equipo:	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				Tag del Equipo:	TK-01			Disciplina:	MECANICA																																																																																																																								
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <p style="font-size: small;">FILLING WITH WATER (HOURS)</p> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> Registro de nivelación </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Punto de referencia</th> <th colspan="3">Llenado a 1/3 (niveles)</th> <th colspan="3">Llenado a 2/3 (niveles)</th> <th colspan="3">Llenado al 100% (niveles)</th> <th colspan="2">Vaciado al 100% (niveles)</th> </tr> <tr> <th>0 Horas</th> <th>12 Horas</th> <th>Diferencia (mm)</th> <th>0 Horas</th> <th>12 Horas</th> <th>Diferencia (mm)</th> <th>0 Horas</th> <th>24 Horas</th> <th>Diferencia (mm)</th> <th>24 Horas</th> <th>Diferencia total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.346</td> <td>4</td> <td>2493.350</td> <td>2493.343</td> <td>7</td> <td>2493.350</td> <td>2493.343</td> <td>7</td> <td>2493.343</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>45°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.350</td> <td>0</td> <td>2493.350</td> <td>2493.344</td> <td>6</td> <td>2493.350</td> <td>2493.344</td> <td>6</td> <td>2493.344</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>90°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.349</td> <td>1</td> <td>2493.350</td> <td>2493.343</td> <td>7</td> <td>2493.350</td> <td>2493.343</td> <td>7</td> <td>2493.343</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>135°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.348</td> <td>2</td> <td>2493.350</td> <td>2493.342</td> <td>8</td> <td>2493.350</td> <td>2493.342</td> <td>8</td> <td>2493.342</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>180°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.347</td> <td>3</td> <td>2493.350</td> <td>2493.342</td> <td>8</td> <td>2493.350</td> <td>2493.342</td> <td>8</td> <td>2493.341</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>225°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.344</td> <td>6</td> <td>2493.350</td> <td>2493.339</td> <td>11</td> <td>2493.350</td> <td>2493.339</td> <td>11</td> <td>2493.339</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>270°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.344</td> <td>6</td> <td>2493.350</td> <td>2493.340</td> <td>10</td> <td>2493.350</td> <td>2493.340</td> <td>10</td> <td>2493.339</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>315°</td> <td>2493.350</td> <td>2493.346</td> <td>4</td> <td>2493.350</td> <td>2493.340</td> <td>10</td> <td>2493.350</td> <td>2493.340</td> <td>10</td> <td>2493.339</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;">Observaciones: _____</p> <p style="margin-top: 10px;">Instrumento utilizado: <u>NIVEL AUTOMATICO SOKKIA B4 SERIE N° 120314</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>												Punto de referencia	Llenado a 1/3 (niveles)			Llenado a 2/3 (niveles)			Llenado al 100% (niveles)			Vaciado al 100% (niveles)		0 Horas	12 Horas	Diferencia (mm)	0 Horas	12 Horas	Diferencia (mm)	0 Horas	24 Horas	Diferencia (mm)	24 Horas	Diferencia total	0°	2493.350	2493.346	4	2493.350	2493.343	7	2493.350	2493.343	7	2493.343	7	45°	2493.350	2493.350	0	2493.350	2493.344	6	2493.350	2493.344	6	2493.344	6	90°	2493.350	2493.349	1	2493.350	2493.343	7	2493.350	2493.343	7	2493.343	7	135°	2493.350	2493.348	2	2493.350	2493.342	8	2493.350	2493.342	8	2493.342	8	180°	2493.350	2493.347	3	2493.350	2493.342	8	2493.350	2493.342	8	2493.341	9	225°	2493.350	2493.344	6	2493.350	2493.339	11	2493.350	2493.339	11	2493.339	11	270°	2493.350	2493.344	6	2493.350	2493.340	10	2493.350	2493.340	10	2493.339	11	315°	2493.350	2493.346	4	2493.350	2493.340	10	2493.350	2493.340	10	2493.339	11
Punto de referencia	Llenado a 1/3 (niveles)			Llenado a 2/3 (niveles)			Llenado al 100% (niveles)			Vaciado al 100% (niveles)																																																																																																																								
	0 Horas	12 Horas	Diferencia (mm)	0 Horas	12 Horas	Diferencia (mm)	0 Horas	24 Horas	Diferencia (mm)	24 Horas	Diferencia total																																																																																																																							
0°	2493.350	2493.346	4	2493.350	2493.343	7	2493.350	2493.343	7	2493.343	7																																																																																																																							
45°	2493.350	2493.350	0	2493.350	2493.344	6	2493.350	2493.344	6	2493.344	6																																																																																																																							
90°	2493.350	2493.349	1	2493.350	2493.343	7	2493.350	2493.343	7	2493.343	7																																																																																																																							
135°	2493.350	2493.348	2	2493.350	2493.342	8	2493.350	2493.342	8	2493.342	8																																																																																																																							
180°	2493.350	2493.347	3	2493.350	2493.342	8	2493.350	2493.342	8	2493.341	9																																																																																																																							
225°	2493.350	2493.344	6	2493.350	2493.339	11	2493.350	2493.339	11	2493.339	11																																																																																																																							
270°	2493.350	2493.344	6	2493.350	2493.340	10	2493.350	2493.340	10	2493.339	11																																																																																																																							
315°	2493.350	2493.346	4	2493.350	2493.340	10	2493.350	2493.340	10	2493.339	11																																																																																																																							
Observaciones:																																																																																																																																		

[illegible]

5.10.9 Preparación Superficial y Aplicación de Pintura

Prueba todavía por realizar.

CONTROL DE CALIDAD													
PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA													
Cliente:	COMUNIDAD DE ALGAMARCA				Nombre del Proyecto:	CONSTRUCCION DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO				N° Registro:	M-16		
Lugar:	ALGAMARCA				Fecha:					Norma:	API 650		
N° Procedimiento:	PP022-18				Código de Construcción:					Plano(s) Aplicable(s):			
Disciplina:	Mecanica				Equipo / Elemento:	TK-01							
1. Preparación superficial:													
Tipo de máquina		Tipo de abrasivo		Grado de preparación	Perfil de anclaje	Fecha de granallado	Hora	Press To Film					
Manual	<input type="checkbox"/>	Granalla angular	<input type="checkbox"/>										
Perfiladora	<input type="checkbox"/>	Granalla esférica	<input type="checkbox"/>										
		Mixta	<input type="checkbox"/>										
		Otros	<input type="checkbox"/>										
2. Sistema de pintado:													
1era Capa base			Color		Lote			Resina		Catalizador		Diluyente	
												Espesor de película seca	
Condiciones ambientales:					Estampa Pintor 1 Capa:								
Temperatura superficial (°C)	Temperatura ambiente (°C)	Punto de rocío (°C)	HR %	T° SUP - T° ROCIO (°C)	Resultado	Fecha	Hora						
Mediciones del espesor de película seca:													
Descripción	Código	Plano de referencia	Rev.	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Promedio				
2da capa de acabado			Color		LOTE			Resina		Catalizador		Aditivo	
												Espesor de película seca	
Condiciones ambientales:					Estampa Pintor 2 Capa:								
Temperatura superficial (°C)	Temperatura ambiente (°C)	Punto de rocío (°C)	HR %	T° SUP - T° ROCIO (°C)	Resultado	Fecha	Hora						
Mediciones del espesor de película seca (Mils):													
Descripción	Código	Plano de referencia	Rev.	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Promedio				
3. Inspección visual de pintura (La inspección de pintura se realiza sobre el total de elementos indicados en el presente formato)													
Elemento inspeccionado presenta				Se debe reparar				Fecha de reparación		Resultado de reparación			
Descolgamientos	Si		%	No	Si		%	No					
Sobreasperción	Si		%	No	Si		%	No					
Piel de Naranja	Si		%	No	Si		%	No					
Holiday	Si		%	No	Si		%	No					
4. Observaciones													
5. Instrumentos utilizados													
Equipo:					Certificado de calibración:					Fecha:			
Equipo:					Certificado de calibración:					Fecha:			

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se ha dado cumplimiento al diseño y control de calidad del tanque de almacenamiento bajo la correcta aplicación de la Norma API 650, en la cual establece los parámetros correctos para garantizar una larga vida útil al tanque.
- La capacidad de diseño del tanque cumple con los parámetros de funcionamiento del proceso de riego tecnificado seleccionado para el mejoramiento del aprovechamiento de agua.
- Los cálculos realizados para este tanque satisfacen las pruebas mínimas de calidad.
- Todas las superficies fueron tratadas con un proceso de pintura bajo la norma SSPC-SP10, donde la primera capa de 4 mils de espesor con base epóxido anticorrosivo, y la segunda capa de 2 mils de espesor con pintura de acabado poliuretano alifático de alto brillo.
- Se realizó la descripción detallada de los tanques, tipos y sus respectivos accesorios.
- Se concluyó que el proceso más crítico fue el rolado de las planchas, por lo tal proceso se verifico en la etapa de fabricación y montaje, para obtener parámetros correctos con respecto a la redondez del casco, y no tener puntos fuera ni dentro del diámetro nominal del tanque.

- Los parámetros básicos de diseño serán otorgados únicamente por el cliente (comunidad de Algamarca), no serán de cargo de los diseñados por futuros errores de cálculo.
- Los resultados de las pruebas de soldadura serán los más importantes por que determinan el tipo de tanque a construir, y estos resultados garantizan la mayor calidad del mismo.

6.2 RECOMENDACIONES

- Es importante exigir a cualquier fabricante el Dossier de Calidad de los materiales, insumos y equipos a usar el en proceso de fabricación y montaje del tanque de almacenamiento.
- Es importante que todas las pruebas mínimas y/o solicitadas por el cliente (comunidad de Algamarca) sean realizadas por personal capacitado y con experiencia.
- El sobre dimensionamiento de los materiales no debe ser tomado en función de ideas de mayor seguridad, sino debe regirse a especificaciones de la Norma API 650, recordemos que no necesariamente el colocar láminas de mayor espesor me da mayor seguridad o tiempo de vida en el tanque.
- Antes de entrar en uso el tanque se deben haber realizado todas las pruebas de calidad, y este haber tenido como resultado satisfactorio.
- Siempre será necesario establecer el tipo de producto a ser almacenado para determinar el tipo de tanque a construir, esto por la variedad de formas de los mismos y sus diversas condiciones de operación.

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA

1. Norma API 650, Welded Tanks For Oil Storage, 12° Edición (Marzo 2013), Addendum 1 (Septiembre 2014), Addendum 2 (Enero 2016). Washington (EE.UU).
2. Norma API 650, Tanques de Acero Soldados Para Almacenamiento de Petróleo, 11° Edición (Junio 2007).). Washington (EE.UU).
3. Fernando Dávila, Normas API 650,651 y 653 – Construcción, Inspección, Reparación, Modificación y Protección Catódica de Tanques de Acero soldados, (trabajo de Investigación), Julio (2017). Colombia.
4. Fernando Jibaja, Estudio para el diseño y construcción de tanques de almacenamiento (trabajo de grado), Quito (Ecuador). Universidad Tecnológica Equinoccial (10 de Octubre del 2006).

CAPITULO VIII: ANEXOS Y PLANOS

8.1 ANEXOS

A.1 Esfuerzo Del Perno ASTM A 307



Southern Fasteners and Supply, Inc.
A 1st AMERICAN COMPANY

ASTM A307

Scope - This specification covers carbon steel bolts and studs ranging from 1/4" through 4" diameter. This is your everyday, run of the mill bolt specification often manufactured using A36 round bars.

Grades	A	Headed bolts, threaded rods and bent bolts intended for general applications				
	B	Heavy hex bolts and studs intended for flanged joints in piping systems with cast iron flanges				

Mechanical Properties	Grade	Markings	Tensile, ksi	Yield, min, ksi	Elong %, min	Hardness
	A	307A	60 min	—	18	B69-B100
	B	307B	60 – 100	—	18	B69-B95

Chemical Properties	Element		Grade A	Grade B
	Carbon, max		0.29	0.29
	Manganese, max		1.2	1.2
	Phosphorus, max		0.04	0.04
	Sulfur, max		0.15	0.05

Recommended Mating Materials	Nuts Spec/Grade			Washers Spec/Grade
	A307 Grades A		A307 Grade B	
	1/4 - 1-1/2	1-5/8 - 4	1/4 - 4	
	A563A Hex	A563A Heavy Hex	A563A Heavy Hex	F844

A.2 Esfuerzos Admisibles de Materiales

Norma API 650

Table 5.2a—Permissible Plate Materials and Allowable Stresses (SI)

Plate Specification	Grade	Nominal Plate Thickness t mm	Minimum Yield Strength MPa	Minimum Tensile Strength MPa	Product Design Stress S_d MPa	Hydrostatic Test Stress S_y MPa
ASTM Specifications						
A283M	C		205	380	137	154
A285M	C		205	380	137	154
A131M	A, B		235	400	157	171
A36M	—		250	400	160	171
A131M	EH 36		360	490 ^a	196	210
A573M	400		220	400	147	165
A573M	450		240	450	160	180
A573M	485		290	485 ^a	193	208
A516M	380		205	380	137	154
A516M	415		220	415	147	165
A516M	450		240	450	160	180
A516M	485		260	485	173	195
A662M	B		275	450	180	193
A662M	C		295	485 ^a	194	208
A537M	1	$t \leq 65$	345	485 ^a	194	208
		$65 < t \leq 100$	310	450 ^b	180	193
A537M	2	$t \leq 65$	415	550 ^a	220	236
		$65 < t \leq 100$	380	515 ^b	206	221
A633M	C, D	$t \leq 65$	345	485 ^a	194	208
		$65 < t \leq 100$	315	450 ^b	180	193
A678M	A		345	485 ^a	194	208
A678M	B		415	550 ^a	220	236
A737M	B		345	485 ^a	194	208
A841M	Class 1		345	485 ^a	194	208
A841M	Class 2		415	550 ^a	220	236

A.3 Espesor de la Plancha de Refuerzo de Manhole y de la Brida

Norma API 650

Table 5.3a—Thickness of Shell Manhole Cover Plate and Bolting Flange (SI)

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9	Column 10
Max. Design Liquid Level m H	Equivalent Pressure ^a kPa	Minimum Thickness of Cover Plate ^b (t_c), mm				Minimum Thickness of Bolting Flange After Finishing ^b (t_f), mm			
		500 mm Manhole	600 mm Manhole	750 mm Manhole	900 mm Manhole	500 mm Manhole	600 mm Manhole	750 mm Manhole	900 mm Manhole
5	49	8	10	12	13	6	7	9	10
6.5	64	10	11	13	15	7	8	10	12
8.0	78	11	12	14	17	8	9	11	14
9.5	93	12	13	16	18	9	10	13	15
11	108	12	14	17	20	9	11	14	17
13	128	13	15	18	21	10	12	15	18
16	157	15	17	20	23	12	14	17	20
19	186	16	18	22	26	13	15	19	23
23	225	18	20	24	28	15	17	21	25
^a Equivalent pressure is based on water loading. ^b For addition of corrosion allowance, see 5.7.5.2. ^c Cover Plate and Flange thickness given can be used on Manholes dimensioned to ID or OD. ^d For table calculations S_d set per 5.7.5.6. NOTE See Figure 5.7a.									

A.4 Dimensiones de Diseño de Manhole

Norma API 650

Table 5.4a—Dimensions for Shell Manhole Neck Thickness (SI)

Dimensions in millimeters

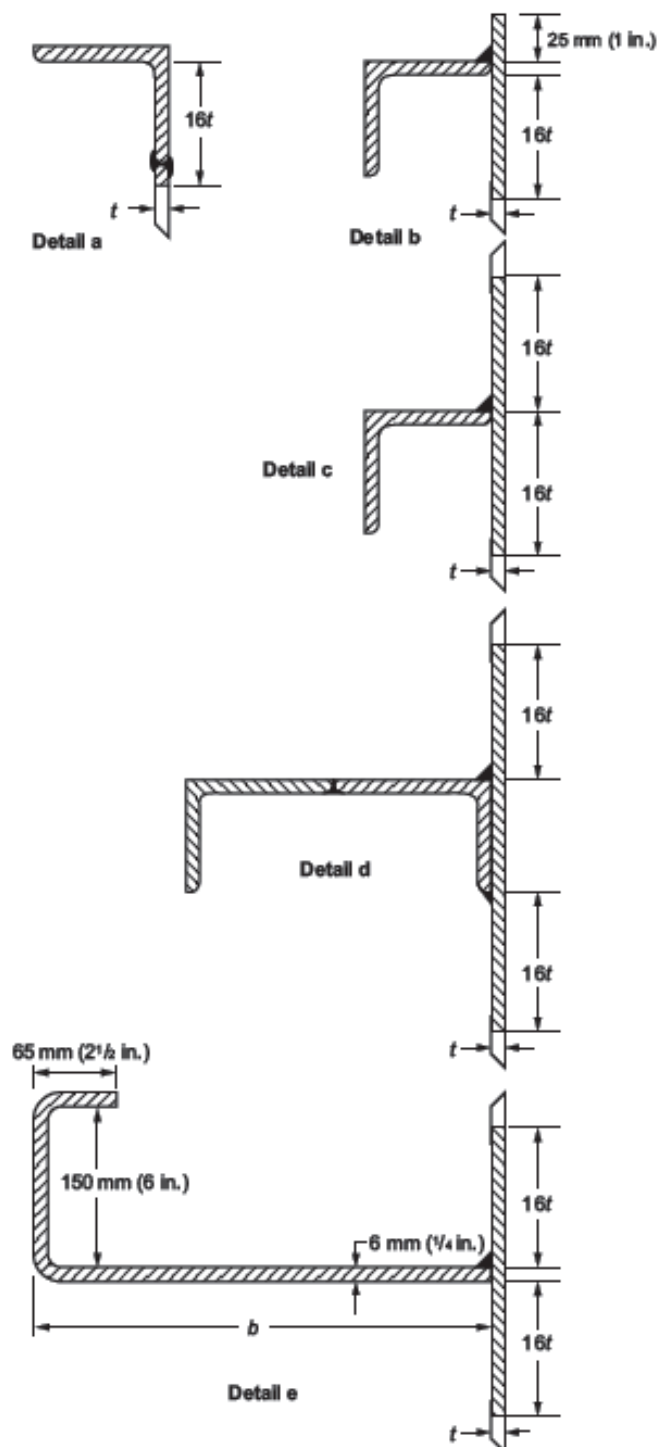
Thickness of Shell (t) ^a	Minimum Neck Thickness (t_n) ^b			
	For Manhole Diameter 500 mm	For Manhole Diameter 600 mm	For Manhole Diameter 750 mm	For Manhole Diameter 900 mm
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
8	6	6	8	8
10	6	6	8	10
11	6	6	8	10
12.5	6	6	8	10
14	6	6	8	10
16	6	6	8	10
18	6	6	8	10
19	6	6	8	10
21	8	6	8	10
22	10	8	8	10
24	11	11	11	11
25	11	11	11	11
27	11	11	11	11
28	13	13	13	13
30	14	14	14	14
32	16	14	14	14
33	16	16	16	16
35	17	16	16	16
36	17	17	17	17
38	20	20	20	20
40	21	21	21	21
41	21	21	21	21
43	22	22	22	22
45	22	22	22	22

^a If a shell plate thicker than required is used for the product and hydrostatic loading (see 5.6), the excess shell-plate thickness, within a vertical distance both above and below the centerline of the hole in the tank shell plate equal to the vertical dimension of the hole in the tank shell plate, may be considered as reinforcement, and the thickness T of the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly. In such cases, the reinforcement and the attachment welding shall conform to the design limits for reinforcement of shell openings specified in 5.7.2.

^b The minimum neck thickness shall be the required corroded thickness of the shell plate or the minimum flange thickness of the bolting flange (see Table 5.3a), whichever is thinner. If the neck thickness is greater than the required minimum, the manhole reinforcing plate thickness may be decreased accordingly. In such cases the reinforcement and the attachment welding shall conform to the design limits of the reinforcement of the shell opening in 5.7.2.

A.5 Anillo de Refuerzo Típicos

Norma API 650



- 15 | Note: The section moduli given in Tables 5.20a and 5.20b for Details c and d are based on the longer leg being located horizontally (perpendicular to the shell) when angles with uneven legs are used.

Figure 5.24—Typical Stiffening-ring Sections for Tank Shells (see Table 5.20a and Table 5.20b)

A.6 Módulo de Sección del Anillo de Refuerzo Típicos

Norma API 650

Table 5.20a—Section Moduli (cm³) of Stiffening-Ring Sections on Tank Shells (SI)

Dimensions in millimeters

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6
Member Size	As-Built Shell Thickness				
	5	6	8	10	11
Top Angle: Figure 5.24, Detail a					
65 × 65 × 6	6.58	6.77	—	—	—
65 × 65 × 8	8.46	8.63	—	—	—
75 × 75 × 10	13.82	13.97	—	—	—
Curb Angle: Figure 5.24, Detail b					
65 × 65 × 6	27.03	28.16	—	—	—
65 × 65 × 8	33.05	34.67	—	—	—
75 × 75 × 6	35.98	37.49	—	—	—
75 × 75 × 10	47.24	53.84	—	—	—
100 × 100 × 7	63.80	74.68	—	—	—
100 × 100 × 10	71.09	87.69	—	—	—
One Angle: Figure 5.24, Detail c (See Note)					
65 × 65 × 6	28.09	29.15	30.73	32.04	32.69
65 × 65 × 8	34.63	36.20	38.51	40.32	41.17
100 × 75 × 7	60.59	63.21	66.88	69.48	70.59
102 × 75 × 8	66.97	70.08	74.49	77.60	78.90
125 × 75 × 8	89.41	93.71	99.86	104.08	105.78
125 × 75 × 10	105.20	110.77	118.97	124.68	126.97
150 × 75 × 10	134.14	141.38	152.24	159.79	162.78
150 × 100 × 10	155.91	171.17	184.11	193.08	196.62
Two Angles: Figure 5.24, Detail d (See Note)					
100 × 75 × 8	181.22	186.49	195.15	201.83	204.62
100 × 75 × 10	216.81	223.37	234.55	243.41	247.16
125 × 75 × 8	249.17	256.84	269.59	279.39	283.45
125 × 75 × 10	298.77	308.17	324.40	337.32	342.77
150 × 75 × 8	324.97	335.45	353.12	366.82	372.48
150 × 75 × 10	390.24	402.92	425.14	443.06	450.61
150 × 100 × 10	461.11	473.57	495.62	513.69	521.41
Formed Plate: Figure 5.24, Detail e					
b = 250	—	341	375	392	399
b = 300	—	427	473	496	505
b = 350	—	519	577	606	618
b = 400	—	615	687	723	737
b = 450	—	717	802	846	864
b = 500	—	824	923	976	996
b = 550	—	937	1049	1111	1135
b = 600	—	1054	1181	1252	1280
b = 650	—	1176	1317	1399	1432
b = 700	—	1304	1459	1551	1589
b = 750	—	1436	1607	1709	1752
b = 800	—	1573	1759	1873	1921
b = 850	—	1716	1917	2043	2096
b = 900	—	1864	2080	2218	2276
b = 950	—	2016	2248	2398	2463
b = 1000	—	2174	2421	2584	2654
NOTE The section moduli for Details c and d are based on the longer leg being located horizontally (perpendicular to the shell) when angles with uneven legs are used.					

A.7 Tabla Carga de Elevación

Norma API 650

Table 5.21a—Uplift Loads (SI)

Uplift Load Case	Net Uplift Formula, U (N)	Allowable Anchor Bolt or Anchor Strap Stress (MPa)	Allowable Shell Stress at Anchor Attachment (MPa)
Design Pressure	$[P_i \times D^2 \times 785] - W_1$	$^{5/12} \times F_y$	$^{2/3} F_{ty}$
Test Pressure	$[P_t \times D^2 \times 785] - W_3$	$^{5/9} \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Wind Load	$P_{WR} \times D^2 \times 785 + [4 \times M_{WS}/D] - W_2$	$0.8 \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Seismic Load	$[4 \times M_{RW}/D] - W_2 (1 - 0.4A_v)$	$0.8 \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Design Pressure ^a + Wind	$[F_p (P_i + P_{WR}) \times D^2 \times 785] + [4 M_{WS}/D] - W_1$	$^{5/9} \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Design Pressure ^a + Seismic	$[F_p P_i \times D^2 \times 785] + [4 M_{RW}/D] - W_1 (1 - 0.4A_v)$	$0.8 \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Frangibility Pressure ^b	$[3 \times P_f \times D^2 \times 785] - W_3$	F_y	F_{ty}

where

A_v is the vertical earthquake acceleration coefficient, in % g;

D is the tank diameter, in meters;

F_p is the pressure combination factor;

F_{ty} is the minimum yield strength of the bottom shell course, in MPa;

F_y is the minimum yield strength of the anchor bolt or strap; bolts are limited to specified material minimum yield strength or 380 MPa, whichever is less, in MPa; anchor strap material minimum yield strength shall not exceed the minimum yield strength of the shell;

H is the tank height, in meters;

M_{WS} equals $P_{WS} \times D \times H^2/2$, in N-m;

M_{RW} is the seismic moment, in N-m (see Annex E);

P_i is the design internal pressure, in kPa (see Annex F);

P_f is the failure pressure, in kPa (see Annex F);

P_t is the test pressure, in kPa (see Annex F);

P_{WR} is the wind uplift pressure on roof, in kPa;

P_{WS} is the wind pressure on shell, in N/m²;

W_1 is the corroded weight of the roof plates plus the corroded weight of the shell and any other corroded permanent attachments acting on the shell, in N;

W_2 is the corroded weight of the shell and any corroded permanent attachments acting on the shell including the portion of the roof plates and framing acting on the shell, in N;

W_3 is the nominal weight of the roof plates plus the nominal weight of the shell and any other permanent attachments acting on the shell, in N.

^a Refer to 5.2.2 concerning the pressure combination factor applied to the design pressure.

^b Frangibility pressure applies only to tanks designed to 5.10.2.6 d.

Norma API 650

pág. 98

A.9 Especificaciones ASTM A 36 / A 36 M

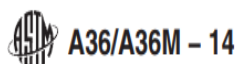


TABLE 3 Chemical Requirements

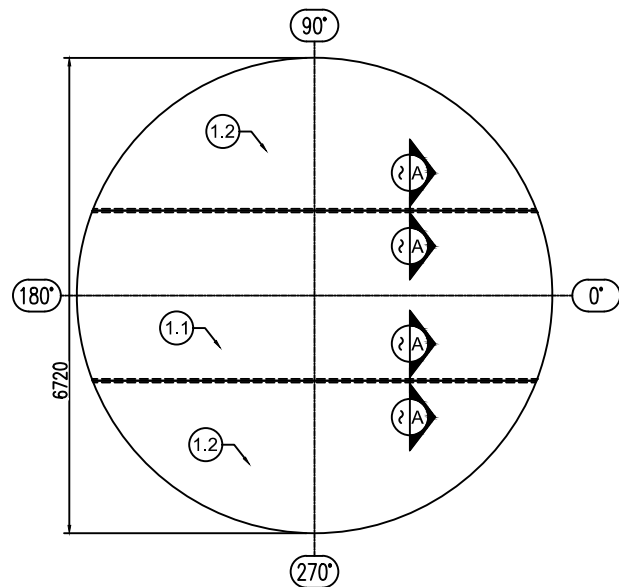
NOTE 1—Where “. . .” appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification **A6/A6M**.

Product	Shapes ^A	Plates > 15-in. [380 mm] Width ^B					Bars; Plates ≤ 15-in. [380 mm] Width ^B			
Thickness, in. [mm]	All	To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 2½ [40 to 65], incl	Over 2½ to 4 [65 to 100], incl	Over 4 [100]	To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 4 [100], incl	Over 4 [100]
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	...	...	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	0.85–1.20	...	0.60–0.90	0.60–0.90	0.60–0.90
Phosphorus, max, %	0.04	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min, % when cop per steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

^A Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes with flange thickness over 3 in. [75 mm].

^B For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35 %.

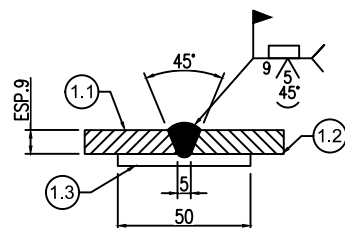
8.2 PLANOS



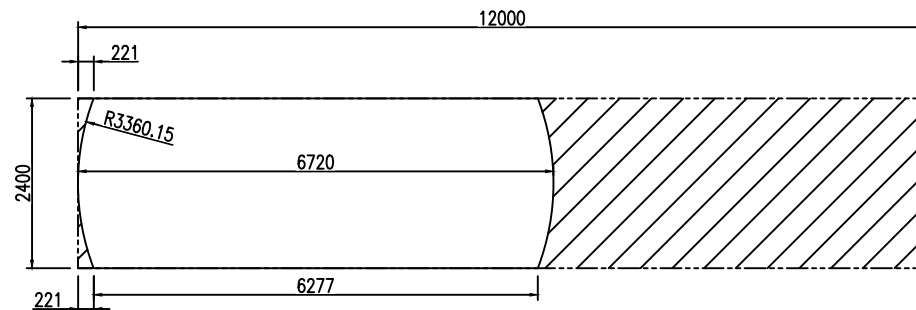
VISTA PLANTA~FONDO
ESC: 1:75

SISTEMA DE PINTURA DE PARTES

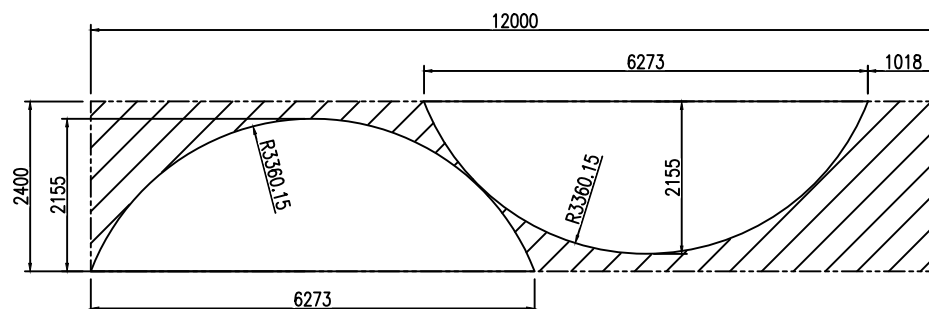
APLICADO A : TANQUE
 PREPARACION DE SUPERFICIE : SSPC-SP10
 PRIMERA CAPA : EPOXICO
 ESPESOR : 4 MILS
 SEGUNDA CAPA : POLIURETANO ALIFATICO
 ESPESOR : 2 MILS
 COLOR : POR DEFINIR



SECCION A-A
ESC: 1:2



DETALLE "1.1"
ESC: 1:75



DETALLE "1.2"
ESC: 1:75

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS EXCEPTO LAS INDICADAS.
2. TODAS LAS SOLDADURAS DEBERAN SER REALIZADAS CON LOS ELECTRODOS CORRESPONDIENTE AL MATERIAL, CLASIFICACIÓN AWS E60XX, E70XX, ESPEC. AWS A-5.1; AWS ER70S, ESPEC. AWS A-5.18; E71T1, ESPEC. AWS A5.20

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD: INGENIERIA MECÁNICA Y ELECTRICA

PLANO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO
FONDO DEL TANQUE

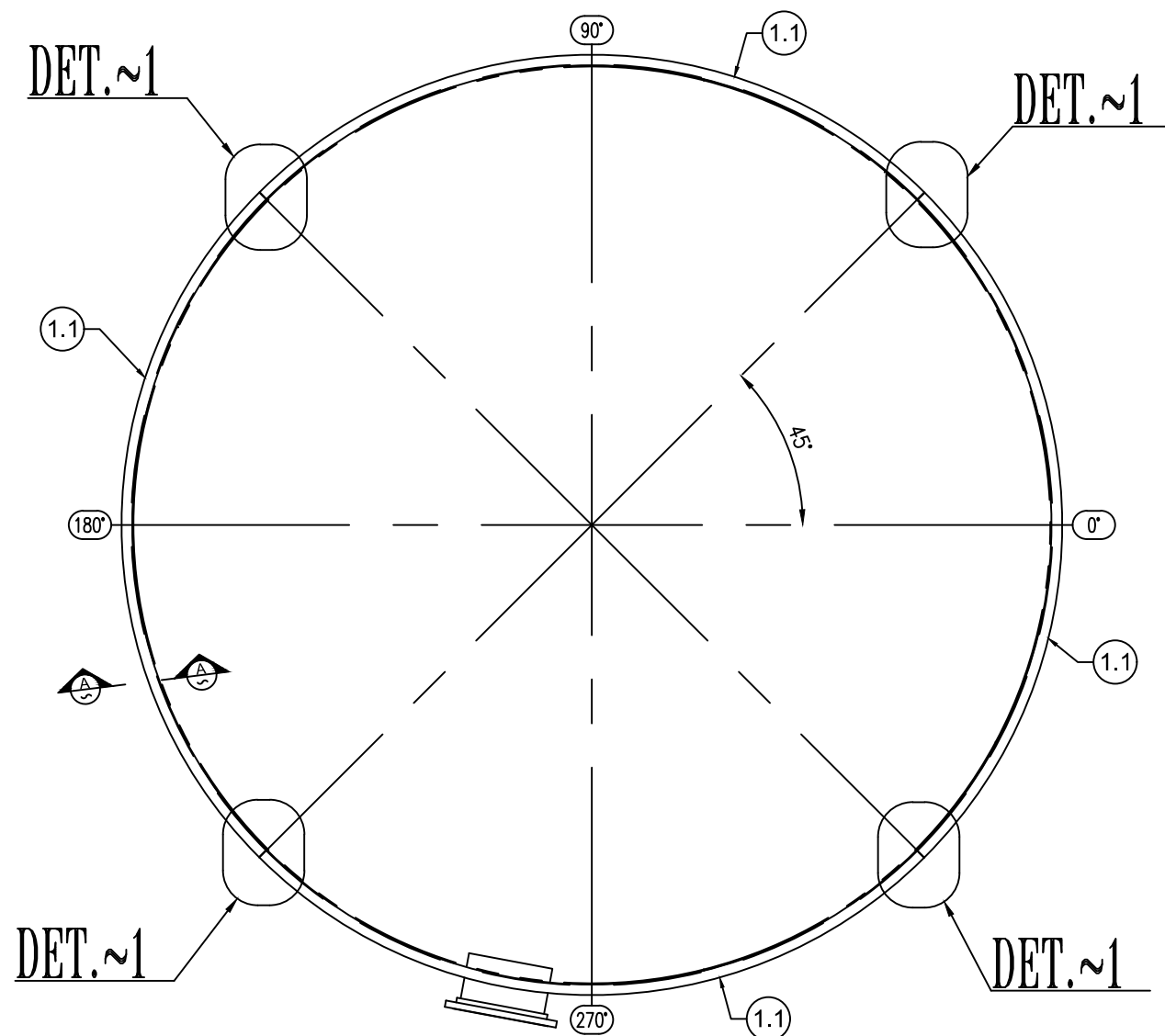
ESC:
INDICADA

TRABAJO:
PPTE

PLANO N°:
2018-TK-001

PROY. DIB.

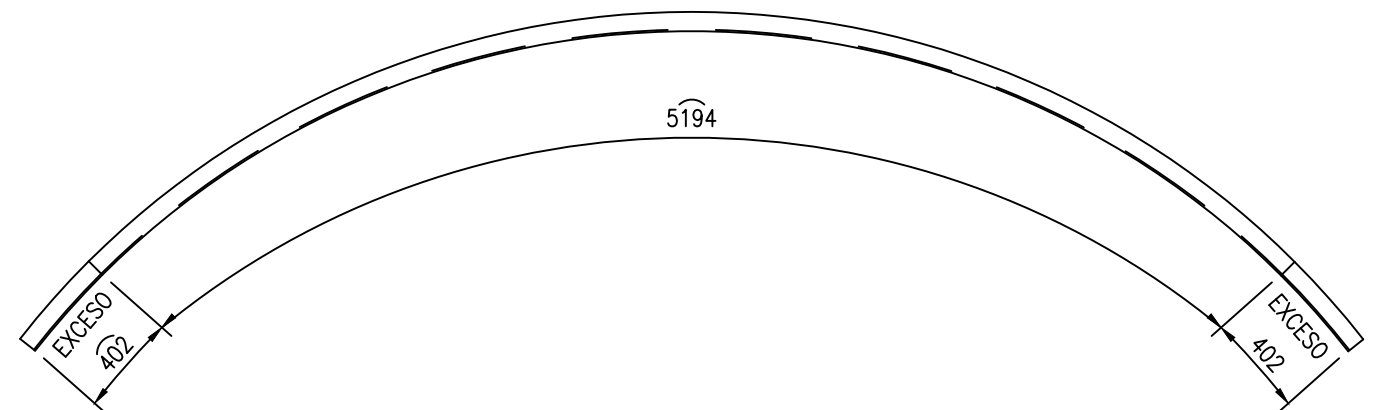
REV. 01



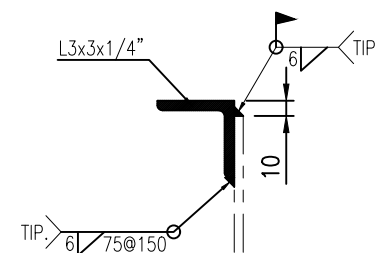
**VISTA PLANTA
ANILLO DE REFUERZO**
ESC. 1:50

SISTEMA DE PINTURA DE PARTES

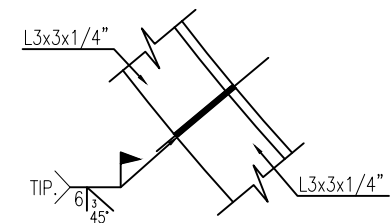
APLICADO A : EXTERIOR DE TANQUE
PREPARACION DE SUPERFICIE : SSPC-SP10
PRIMERA CAPA : EPOXICO
ESPESOR : 4 MILS
SEGUNDA CAPA : POLIURETANO
ESPESOR : 2 MILS
COLOR : POR DEFINIR



ITEM 1.1
ESC. 1:30



SECCION A-A
ESC. 1:5



DET. ~ 1
ESC. 1:5

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD: INGENIERIA MECÁNICA Y ELECTRICA

PLANO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ANILLO DE REFUERZO SUPERIOR

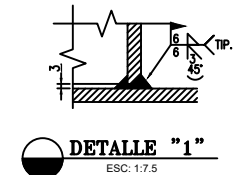
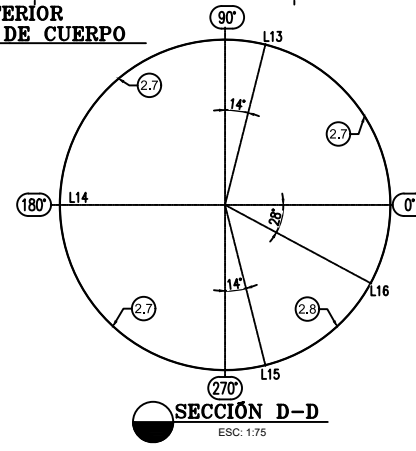
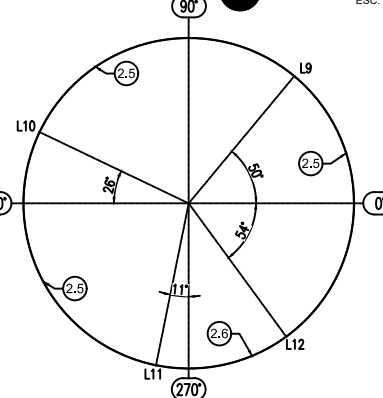
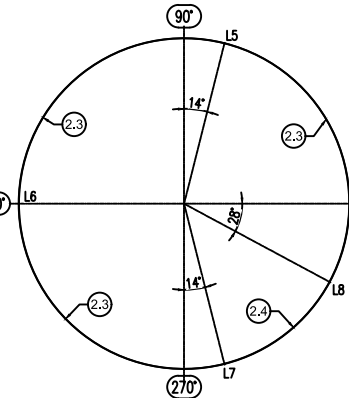
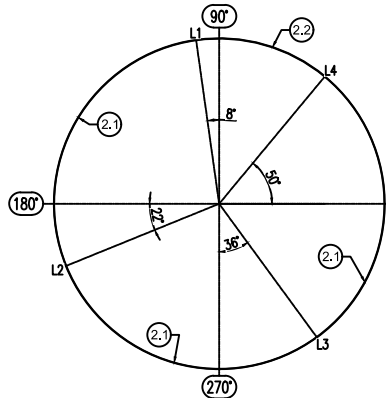
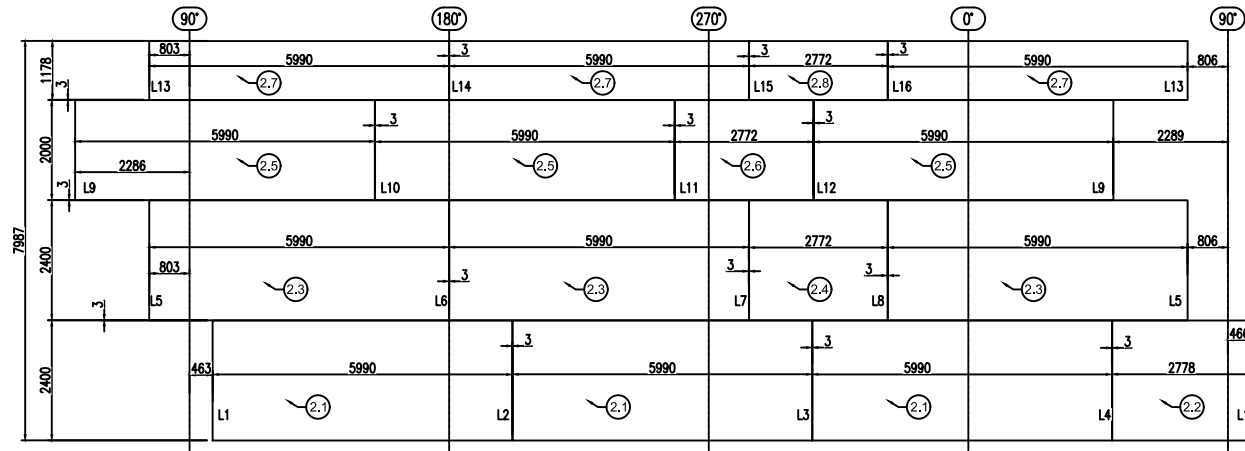
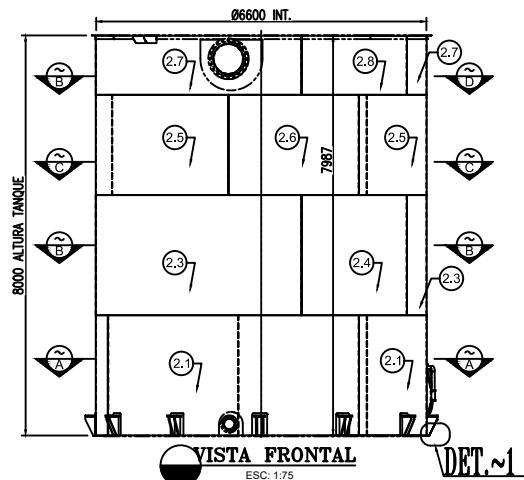
ESC:
INDICADA

TRABAJO:
PPTE

PLANO N°:
2018-TK-003

PROY. DIB.
PROY.

REV. 01

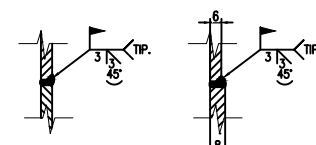
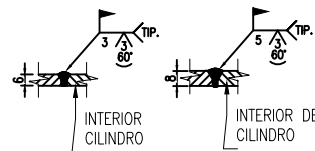


SISTEMA DE PINTURA DE PARTES

APLICADO A :	TANQUE
PREPARACION DE SUPERFICIE :	SSPC-SP10
PRIMERA CAPA :	EPÓXICO
ESPAESOR :	4 MILS
SEGUNDA CAPA :	POLIURETANO ALIFATICO
ESPAESOR :	2 MILS
COLOR :	POR DEFINIR

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS EXCEPTO LAS INDICADAS.
2. TODAS LAS SOLDADURAS DEBERAN SER REALIZADAS CON LOS ELECTRODOS CORRESPONDIENTE AL MATERIAL, CLASIFICACIÓN AWS E60XX, E70XX, ESPEC. AWS A-5.1; AWS ER70S, ESPEC. AWS A-5.18; E71T1, ESPEC. AWS A5.20



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD: INGENIERIA MECÁNICA Y ELECTRICA

PLANO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO
CASCO DEL TANQUE

ESC: INDICADA

TRABAJO: PPTE

PLANO N°: 2018-TK-002

PROY. DIB. REV. 01