

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA



“PROCESO DE FABRICACIÓN DE TANQUES SUPERFICIALES  
PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE Y LÍQUIDOS  
INFLAMABLES SEGÚN ESTÁNDAR INTERNACIONAL UL 142”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO

AÑANCA CERNA, ROBERTO LUIS

  
PEDRO BALAZARES DE LA CRUZ  
CASTILLO  
INGENIERO MECANICO  
Reg. CIP N° 96534

Callao, 2021

PERÚ





## Document Information

Analyzed document	NFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL- ROBERTO LUIS AÑANCA CERNA.docx (D174933936)
Submitted	9/30/2023 2:03:00 AM
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	3%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Proyecto Final .pdf</b> Document Proyecto Final .pdf (D111514503)	 	4
<b>SA</b>	<b>16887-Cachay Diaz, Juan Carlos-1.pdf</b> Document 16887-Cachay Diaz, Juan Carlos-1.pdf (D52691045)	 	2
<b>SA</b>	<b>Tesis MIGUEL ANGEL AGUILAR MENA.pdf</b> Document Tesis MIGUEL ANGEL AGUILAR MENA.pdf (D86625474)	 	2
<b>SA</b>	<b>10972-Venegas Sánchez Sergio Armando_.pdf</b> Document 10972-Venegas Sánchez Sergio Armando_.pdf (D54456478)	 	2
<b>SA</b>	<b>10737-Caballero Espinoza Saúl César_.pdf</b> Document 10737-Caballero Espinoza Saúl César_.pdf (D37680731)	 	1
<b>SA</b>	<b>Cámara hiperbárica-Tesis-Casa_Jati.pdf</b> Document Cámara hiperbárica-Tesis-Casa_Jati.pdf (D171712820)	 	1
<b>SA</b>	<b>Tesis Elaboracion de Procedimeintos de Soldadura - MAAM.pdf</b> Document Tesis Elaboracion de Procedimeintos de Soldadura - MAAM.pdf (D63207834)	 	1
<b>SA</b>	<b>13397-Leyva Giraldo, Ladislao Ronald.pdf</b> Document 13397-Leyva Giraldo, Ladislao Ronald.pdf (D41202082)	 	1
<b>SA</b>	<b>V-COINTI_2022_paper_5117.pdf</b> Document V-COINTI_2022_paper_5117.pdf (D148200772)	 	1
<b>SA</b>	<b>submission.pdf</b> Document submission.pdf (D112055238)	 	1

(Resolución N° 063-2021-C.F. del 14 de abril de 2021)

**ACTA N° 039 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL II CICLO TALLER  
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO N° 087 ACTA N° 039 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

A los 17 días del mes de Julio del año 2021, siendo las 09:59 horas, se reunieron, en la Sala Meet:, <https://meet.google.com/ftc-bvra-wuh>, el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL para la obtención del Título Profesional de INGENIERO MECÁNICO de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- |  |                    |
|--|--------------------|
| ▪ <b>Dr. José Hugo Tezén Campos</b>            | <b>:Presidente</b> |
| ▪ <b>Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci</b>        | <b>:Secretario</b> |
| ▪ <b>Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez</b>       | <b>:Vocal</b>      |
| ▪ <b>Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias</b> | <b>:Suplente</b>   |

Se dio inicio al acto de exposición del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller AÑANCA CERNA ROBERTO LUIS, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el Informe Titulado: **"PROCESO DE FABRICACIÓN DE TANQUES SUPERFICIALES PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE Y LÍQUIDOS INFLAMABLES SEGÚN ESTANDAR INTERNACIONAL UL142"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas la s deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (Quince)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrado la Sesión a las **10:22** horas del día **17** de **Julio** del **2021**.



Dr. José Hugo Tezén Campos  
Presidente de Jurado



Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci  
Secretario de Jurado



Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez  
Vocal



Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias  
Suplente



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

Nº 051-2023-UI-FIME

# CONSTANCIA DE AUTENTICIDAD

LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, quien suscribe;

**HACE CONSTAR:**

El(la) Señor(ita): **AÑANCA CERNA ROBERTO LUIS**, identificado(a) con DNI N° **25698802** y código de matrícula N° **930112-I** Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, ha concluido su **INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, titulado: **“PROCESO DE FABRICACIÓN DE TANQUES SUPERFICIALES PARA EL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE Y LÍQUIDOS INFLAMABLES SEGÚN ESTANDAR INTERNACIONAL UL142”**, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Mecánico, cuyo reporte del sistema Urkund es 3% de similitud; por lo que en calidad de Director de la Unidad de Investigación y de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos (aprobado con Resolución N° 150-2023-CU del 15.06.23), se da constancia de la **AUTENTICIDAD DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**.

Se expide la presente, a solicitud del interesado(a) para los fines que estime pertinentes.

Bellavista, 03 de octubre del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva  
Director

Nº. Operación: 050.001.0037 U18420 SCOTIABANK S/ 8.00 27/09/2023 12:22 p.m.

/Carmen.  
c.c.: Archivo

## Dedicatoria

Dedico este informe a Dios, a mis padres Lorenzo y María, a mis hermanos, Gilmar (Pepe), Rosa, Silvia, Eva, Carlos, y a mi sobrino Ronald, quienes, con su apoyo y consejos, me brindaron la oportunidad de concluir mi formación profesional. A mi esposa Carla por su paciencia y al apoyo de mis hijos Derek, Jerilee y Fabián, que son la fuerza que me obliga a ser mejor persona cada día.

## Agradecimiento

A los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Callao, agradecerles por los conocimientos brindados que son el mejor soporte para mi carrera profesional.

Al Ing. Pedro De La Cruz, quien con su asesoría permitió el desarrollo del presente informe de experiencia profesional y a mi familia, quienes siempre me alentaron a cumplir con mis objetivos.

## ÍNDICE

<b>ABREVIATURAS</b> .....	3
<b>TABLA DE FIGURAS</b> .....	4
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>I. ASPECTOS GENERALES</b> .....	9
1.1 Objetivos.....	9
1.1.1 Objetivo general.....	9
1.1.2 Objetivos específicos.....	9
1.2 Organización de la empresa o institución .....	9
1.2.1 Reseña Histórica .....	9
1.2.2 Organización de la empresa.....	11
1.2.3 Declaraciones estratégicas .....	11
1.2.4 Organigrama de la empresa.....	13
1.2.5 Cargo y funciones .....	14
1.2.6 Actividades desarrolladas por la empresa .....	15
<b>II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL</b> .....	17
2.1 Marco teórico.....	17
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	17
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	19
2.1.3 Bases teóricas .....	21
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas.....	23
2.2.1 Marco normativo .....	29
2.2.2 Normativa Nacional e Internacional.....	33
<b>III. APORTES REALIZADOS</b> .....	36
3.1 Diagrama de procesos de fabricación.....	37
3.2 Revisión de especificaciones .....	38
3.3 Verificación de la calidad de materiales .....	40
3.4 Pre- habilitado y habilitado .....	42
3.5 Montaje y apuntalamiento.....	44
3.6 Proceso de Soldadura .....	45
3.7 Control de calidad y END .....	46
3.8 Tratamiento de limpieza superficial con chorro de arena (Sand blast) .....	50



3.9	Pintura.....	51
3.10	Inspección Final.....	53
3.11	Identificación de seguridad del producto almacenado .....	56
3.12	Transporte y Despacho .....	57
3.13	Análisis de resultados.....	58
	<b>IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
	<b>V RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
	<b>VI BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>
	Anexo A: Registro de Revisión de Planos de Fabricación.....	69
	Anexo B: Registro de Recepción de Materiales.....	70
	Anexo C. Registro de Trazabilidad.....	71
	Anexo D: Registro de Distribución para Montaje y Apuntalamiento .....	72
	Anexo E: Registro de Welding map.....	73
	Anexo F: Plano distribución de Juntas Soldadas.....	74
	Anexo G. Modelo WPS (Especificación de Procedimiento de Soldadura) .	75
	Anexo H: Registro de Calificación de procedimiento de Soldadura - PQR	77
	Anexo I: Registro de Calificación del soldador.....	79
	Anexo J: Registro Prueba Neumática .....	80
	Anexo K: Registro Prueba Hidrostática.....	81
	Anexo L: Reporte Inspección Visual Soldadura.....	82
	Anexo M: Reporte de Tintes Penetrantes .....	83
	Anexo N: Registro de Inspección por Radiografía .....	84
	Anexo O: Registro de Preparación Superficial.....	85
	Anexo P: Registro de Aplicación de Pintura.....	86
	Anexo Q: Registro de medición de espesores película seca EPS .....	87
	Anexo R: Protocolo de Trazabilidad.....	88
	Anexo S Registro de Inspección dimensional .....	89

## ABREVIATURAS

UL	Underwriters Laboratories Inc - USA
ULC	Underwriters Laboratories Inc- Canada
ANSI	American National Standards Institute
ASME	American Society Mechanical Engineer
ASTM	American Society Testing Material
API	American Petroleum Institute
ASTM	American Society Testing Materials
AWS	American Welding Society
NFPA	National Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
SSPC	Steel Structures Painting Council,
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones
CNE	Código Nacional Eléctrico
D.S.	Decreto Supremo
NTP	Norma Técnica Peruana
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
UNE	Una Norma Española
PT	Tintes penetrantes
IV	Inspección Visual
cm	Centímetro
kg	Kilogramo
lb	Libra
m	Metro (s)
k	Kilo
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
gals	Galones (USA)
mm	milímetro
Pie	Pie
Pulg	Pulgada
Psi	libras por pulgada cuadrada
s, seg	segundo(s)
ton	Tonelada (s)

## TABLA DE FIGURAS

Figura: 1 .....	13
<i>Organización General de la Empresa</i>	
Figura: 2 .....	13
<i>Organización del área de producción</i>	
Figura: 3 .....	24
<i>Tipo de plano típico de tanques</i>	
Figura: 4 .....	25
<i>Vista de materiales, planchas, pernos y otros</i>	
Figura: 5 .....	26
<i>En proceso de fabricación de los Tanques</i>	
Figura: 6 .....	26
<i>Proceso de soldadura</i>	
Figura: 7 .....	27
<i>Inspección del interior y exterior del Tanque</i>	
Figura: 8 .....	28
<i>Limpieza superficial (arenado)</i>	
Figura: 9 .....	28
<i>Aplicación de pintura</i>	
Figura: 10 .....	29
<i>Identificación del producto en el tanque</i>	
Figura: 11 .....	31
<i>Tanque rectangular de pared simple con tablero de control eléctrico adosado al tanque</i>	

Figura: 12 .....	31
<i>Tanque elíptico con skid para remolcar</i>	
Figura: 13 .....	32
<i>Tanque cilíndrico vertical con base</i>	
Figura: 14 .....	37
<i>Vista de un tanque típico horizontal</i>	
Figura: 15 .....	37
<i>Diagrama de los procesos de fabricación.</i>	
Figura 16 .....	39
<i>Bosquejo de un Tanque Doble Pared</i>	
Figura 17 .....	39
<i>Plano típico de un Tanque</i>	
Figura: 18 .....	41
<i>Identificación de las Planchas acero estructural</i>	
Figura: 19 .....	43
<i>Rolado de planchas – conformado de anillos</i>	
Figura: 20 .....	43
<i>Tapa semielíptica para tanque</i>	
Figura: 21 .....	44
<i>Apuntalamiento de anillos cilíndricos</i>	
Figura: 22 .....	45
<i>Proceso de soldadura SMAW de cuerpo cilíndrico.</i>	
Figura: 23 .....	46
<i>Proceso de soldadura SMAW en tapa semiesférica</i>	
Figura: 24 .....	47
<i>Prueba Neumática</i>	

Figura: 25 .....	47
<i>Aplicando solución jabonosa, para detectar fugas</i>	
Figura: 26 .....	48
<i>Prueba de Hermeticidad (Prueba hidrostática)</i>	
Figura 27 .....	49
<i>Test de Tintes Penetrantes (Aplicación del líquido penetrante)</i>	
Figura: 28 .....	49
<i>Test de Tintes Penetrantes (Aplicación del Revelador)</i>	
Figura: 29 .....	51
<i>Limpieza de superficie aplicando Chorro de Arena</i>	
Figura: 30 .....	52
<i>Aplicación de pintura</i>	
Figura: 31 .....	53
<i>Medición de espesor de pintura (EPS)</i>	
Figura: 32 .....	54
<i>Inspección dimensional para liberación de producto</i>	
Figura: 33 .....	55
<i>Modelo de placa de identificación</i>	
Figura: 34 .....	56
<i>Tanque con stickers de seguridad</i>	
Figura: 35 .....	57
<i>Rombo de seguridad internacional para tanques de almacenamiento</i>	
Figura: 36 .....	58
<i>Transporte y despacho</i>	
Figura: 37 .....	58
<i>Tanque con skid tubular</i>	

## INTRODUCCIÓN

La Underwriters Laboratories Inc. UL142 es un estándar internacional definido para la fabricación de tanques superficiales para almacenamiento de combustibles y líquidos inflamables. Se debe indicar que el estándar internacional UL 142 es de aplicación obligatoria en todos los Estados Unidos de Norteamérica (USA) y en Canadá se denomina como ULC 142. De acuerdo a lo indicado en el DS N° 052-93-EM, que es el reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos recomienda su utilización en el territorio peruano.

Debido a la falta de una normativa técnica nacional (NTP) que sea específica para la fabricación de tanques, se opta por realizar una revisión de normas, estándares y códigos internacionales, que tengan como referencia la fabricación de tanques superficiales para el almacenamiento de combustibles y líquidos inflamables, como resultado de esta revisión se consideró emplear la norma UL 142 por ser la más adecuada para la fabricación de tanques que es materia de este informe. Asimismo, se debe señalar que cubre la mayoría de los tipos de tanques superficiales para almacenar combustibles y líquidos inflamables.

En el presente informe de trabajo titulado “Proceso de Fabricación de tanques superficiales para el almacenamiento de combustibles y líquidos inflamables según estándar internacional UL 142”, tiene como objetivo principal, definir lineamientos para el proceso de fabricación de tanques para almacenamiento de combustible líquido inflamable, de acuerdo al estándar internacional indicado.

El desarrollo del informe se ha dividido en los siguientes capítulos:

### **Capítulo I, Aspectos generales:**

Se expone el objetivo general y los objetivos específicos. Asimismo, se detalla el organigrama de la organización, la reseña histórica de la empresa, declaraciones estratégicas (política, visión, misión y valores), el cargo y las funciones que desempeña el autor en la organización.

## **Capítulo II, Fundamentación de la experiencia profesional:**

Se expone el marco teórico donde se fundamenta el presente informe, los antecedentes nacionales e internacionales y el marco normativo referidos al tema del informe.

## **Capítulo III, Aportes realizados:**

Contiene las evidencias de los procesos seguidos de la fabricación de los tanques de almacenamiento, asimismo, realizar una evaluación técnico para verificar la viabilidad de la fabricación.

## **Capítulo IV, Discusión y conclusiones**

En esta parte del informe se pone a debate la aplicabilidad del estándar y se emiten conclusiones al respecto

## **Capítulo V, Recomendaciones**

Se detallan las recomendaciones que se generen al aplicar el estándar internacional UL 1142, en el proceso de fabricación.

## **Capítulo VI, Bibliografía**

Se indicara los textos, handbooks, códigos, etc., que se utilizaron para ampliar los criterios y alcances para la fabricación de acuerdo al estándar utilizado.

**Anexos**, Registros, Reportes y otros.

El presente informe desarrolla las recomendaciones que brinda el estándar internacional UL 142 para la fabricación de tanques y fue realizado para ser utilizado como una guía o manual de consulta por el personal técnico de la empresa IMMSAC y también como un documento técnico interno que la organización puede utilizar para dar asesoría o responder consultas de los clientes nuevos a fin de dar un alcance sobre las bondades técnicas que brinda la aplicación de este estándar internacional UL 142, para el almacenamiento de combustibles y líquidos inflamables.

## **I. ASPECTOS GENERALES**

### 1.1 Objetivos.

#### 1.1.1 Objetivo general

Definir lineamientos para el proceso de fabricación de tanques para almacenamiento de combustible y líquidos inflamables.

#### 1.1.2 Objetivos específicos

Identificar en la legislación nacional normas técnicas o procedimientos que apliquen para los procesos de fabricación de tanques superficiales de acero.

Identificar y evaluar estándares, códigos, normas y especificaciones técnicas internacionales para el proceso de fabricación.

Evaluar la conveniencia técnica de calidad, seguridad y medio ambiente, que la organización obtendrá con la utilización de un estándar internacional.

Elaborar una guía de conocimientos técnicos con la aplicación parcial o integral del estándar internacional, para la fabricación de tanques superficiales para el almacenamiento de combustible y líquido inflamables.

### 1.2 Organización de la empresa o institución.

#### 1.2.1 Reseña Histórica

La organización INGENIERIA METAL MECANICA SAC, fue constituida en los años 90 con capitales nacionales, iniciando sus trabajos realizando el mantenimiento y reparaciones de calderas para la industria



pesquera, pero a consecuencia de la reducción de las empresas pesqueras por la baja en la pesca, decidieron reorganizarse y ampliar sus actividades e incursionar en la fabricación de tanques para el almacenamiento de sólidos, líquidos y gases. Para la realización de dichas actividades la empresa cuenta con un local – taller, ubicado en la Calle Punta Los Pescadores L-15, zona Industrial del Callao, altura km 4.7 Carretera Néstor Gambetta,

Los trabajos se realizan en su taller, donde se encuentran definidas sus áreas de almacén, rolado, habilitado, armado y soldadura, así como un área para la limpieza superficial y aplicación de pintura,

Asimismo, para realizar las fabricaciones cuentan con herramientas y personal capacitado y con experiencia en el rubro. Se debe indicar que la organización puede realizar el diseño de los tanques de acuerdo a normas que el cliente lo solicite. Asimismo, se debe señalar que la organización, no realiza trabajos de construcción de losas de concreto u obras civiles.

Se detalla un listado de trabajos realizados:

- Fabricación de 10 tanques transportables verticales cilíndricos para la empresa TALISMAN ENERGY PERU B.V. Sucursal del Perú,
- Fabricación de tanques helítransportables para combustible de aviación Turbo Jet A1, para la empresa PGM SERVICES SAC.
- Fabricación de 20 tanques cilíndricos horizontales con serpentín-interior y con chaqueta térmica, para Asfalto Líquido para la empresa Representaciones Internacionales Salinas SA-REINSA
- Fabricación de tanques horizontales tipo rectangulares de pared simple, para combustible Diesel 2, para la empresa Minera Golds Fields- Cajamarca.
- Fabricación de tanques horizontales con skid para almacenar combustible de aviación Turbo Jet A1, para la empresa OL WELL SERVICE SAC.

## 1.2.2 Organización de la empresa

La organización de la empresa IMMSAC, está dirigida por su Gerente General y las diversas gerenciales que forman el grupo humano que lleva las riendas de la organización, a ellos se les suma todo el equipo de apoyo administrativo y el equipo técnico, quienes con su apoyo y colaboración hacen que la organización sea competitiva para el mercado nacional.

## 1.2.3 Declaraciones estratégicas

### **Política**

En INGENIERIA METAL MECANICA SAC, (en adelante IMMSAC) es una empresa de metalmecánica, donde tenemos la firme intención de lograr la satisfacción de nuestros clientes. Para lograr sus propósitos IMMSAC se compromete en:

Desarrollar nuestros servicios con los más altos estándares de calidad, seguridad, salud en el trabajo y cuidado del medio ambiente, para satisfacer los requisitos y expectativas de nuestros clientes.

Promover una actitud innovadora de nuestros colaboradores a través de la potenciación de su desarrollo personal, técnico y profesional para así mantener el equipo concientizado, entrenado y calificado para mejorar la eficacia de los procesos.

Promover la mejora continua de la eficacia en sus procesos y servicios que brinda.

Garantizar el cumplimiento de las normativas legales aplicables y otros compromisos que la organización suscriba, relacionados con la Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional.

Identificar los peligros, evaluar y controlar los riesgos con el fin de prevenir lesiones y enfermedades ocupacionales que puedan afectar a nuestros trabajadores, clientes, comunidades y todas las personas que podrían resultar afectados por nuestras actividades.

Prevenir la contaminación del medio ambiente y conservar los recursos naturales minimizando los impactos ambientales generados y otras partes interesadas.

### **Visión**

La empresa Ingeniería Metal Mecánica SAC, tiene por visión ser líder en la fabricación de tanques superficiales para el almacenamiento de combustibles líquidos inflamables. Generando ahorro interno y desarrollo para el país, desarrollando fabricaciones de calidad, seguridad, cuidado del medio ambiente y con responsabilidad social.

### **Misión**

IMMSAC, es una organización metal mecánica que busca la satisfacción de sus clientes, colaboradores y de la comunidad aplicando la seguridad y la mejora del medio ambiente.

Cumplir las políticas gubernamentales y buenas prácticas laborales, garantizando un servicio de primera calidad.

### **Valores**

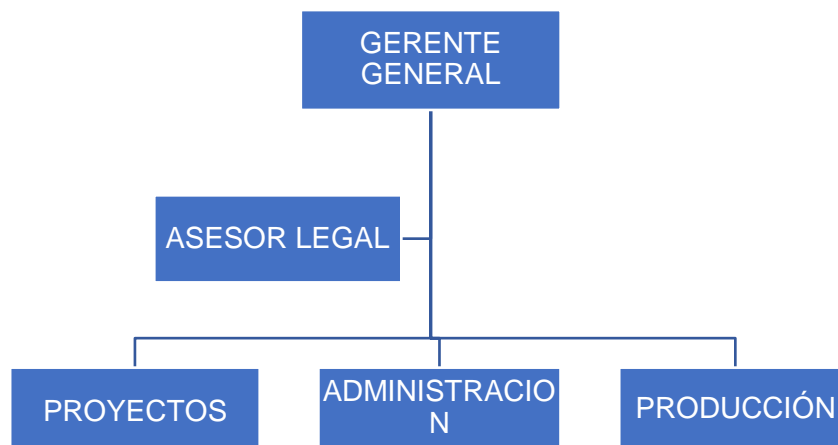
IMMSAC considera que el continuo crecimiento está basado en el permanente respeto a los valores fundamentales de Calidad, Cumplimiento, Seriedad y Eficiencia.

#### 1.2.4 Organigrama de la empresa.

La empresa tiene una estructura organizativa, tal como se detalla líneas abajo, que colaboran en el buen desarrollo de sus actividades empresariales.

**Figura 1**

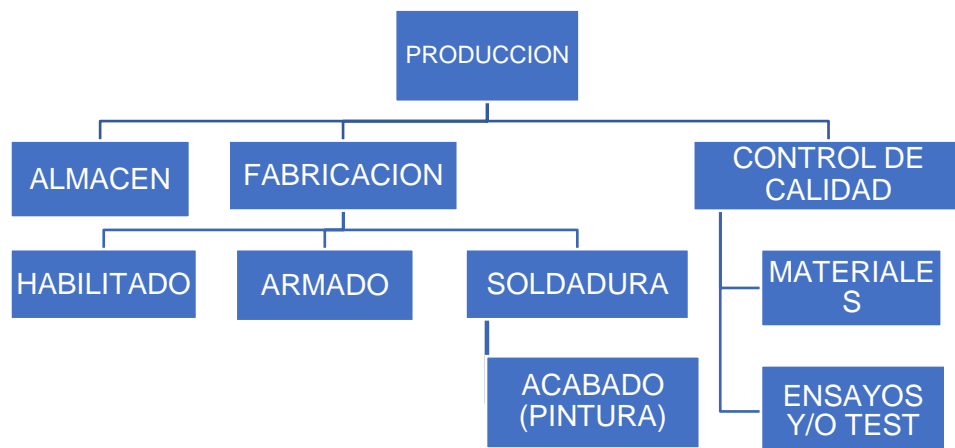
*Organización General de la Empresa*



Fuente: Propia

**Figura 2**

*Organización del área de producción*



Fuente: Propia

### 1.2.5 Cargo y funciones

En la empresa IMMSAC, desempeño el cargo de Responsable del Área de Producción y las responsabilidades al interior de la organización se define en las siguientes:

Realizar la revisión de los planos de fabricación, si son realizados por la organización y/o si fueron proporcionados por el cliente. Es responsable de revisar, dar aprobaciones y de realizar observaciones técnicas, canalizando las comunicaciones al área comercial de la empresa, para que realice el trámite respectivo con el cliente.

Asimismo, se encuentra bajo su responsabilidad la recepción de los materiales que se emplearan en las fabricaciones, también es responsable de supervisar los procesos y realizar los controles necesarios en la etapa de producción, en las áreas de habilitado, pre-ensamble, ensamble, soldadura, pruebas requeridas para verificar la hermeticidad, controles dimensionales y otros, además de la etapa de limpieza superficial y aplicación de los recubrimientos que apliquen según contrato, todos estos controles son realizados en el taller,

Para cumplir con las responsabilidades indicadas, el autor cuenta con cursos de especialización en temas referidos a la especialidad, sistemas de calidad y seguridad, medio ambiente y salud ocupacional del trabajo (QHSA), tales como:

- Inspector en soldadura, realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú – Facultad de Ingeniería Mecánica.
- Inspector de Grúas Móviles de acuerdo a la norma ASME B30.5, realizado en la organización Enginzone (ASME Perú)
- Curso de preparación para Inspector API 510, realizado en la organización Tech-in-service Certifies.
- Inspector en Inspección Visual Nivel II
- Inspector en Tintes Penetrantes nivel II

- Inspector en Partículas Magnéticas Nivel II
- Auditor interno de sistemas de gestión integrado (ISO 9001; ISO 14001, OSHA 18001 y ISO 45001)
- Construction Safety and Health Professional OSHA 29 CFR 1926
- Industry Safety and Health Professional OSHA 29 CFR 1910
- Hazard Recognition Training for the Construction Industry Course
- Diplomado en Gestión Ambiental
- Diplomado en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
- Diplomado en Gerencia de Proyectos

Además, otros cursos, diplomados, seminarios, entre otros, que validan la competencia profesional para el cargo que desempeño y que es parte del organigrama de la empresa IMMSAC.

#### 1.2.6 Actividades desarrolladas por la empresa

A fines del año 2000 aproximadamente la empresa Ingeniería Metal Mecánica SAC, inicia a ampliar sus actividades económicas a consecuencia del cierre de varias plantas pesqueras en todo el litoral del Perú, ocasiono que su actividad económica principal se viera afectada.

La organización ha realizado fabricaciones de tanques superficiales para el almacenamiento de combustibles y líquidos inflamables derivados del petróleo, para lo cual se han utilizado como referencia estándares y códigos internacionales, tales como API 12F, NFPA 30, UL 142, ASME SECC VIII Div. 1 y/o especificaciones técnicas propias del cliente.

Seguidamente se detallan fabricaciones realizadas por IMMSAC.

- Fabricación de 10 tanques transportables verticales cilíndricos para el almacenamiento de fluidos de perforación (base sintética y lodos de perforación) de 403 bbls (64m<sup>3</sup>) de capacidad según estándar de referencia

API 12F, realizado para la empresa TALISMAN ENERGY PERU B.V. Sucursal del Perú, lote 64 Sargento Puño- Loreto.

- Fabricación de tanques helítransportables para el almacenamiento de combustible de aviación Turbo Jet A1, de 500, 1000, 2500, 3000, 5000 galones de capacidad de acuerdo al estándar de referencia UL 142, para la empresa PGM SERVICES SAC. Estos tanques fueron destinados a los pozos de exploración de las empresas petroleras (Repsol y Talisman, etc) para el abastecimiento y recarga de combustible de los helicópteros.
- Fabricación de 20 tanques cilíndricos horizontales térmicos, para el almacenamiento de Asfalto Líquido PEN 250 (base asfáltica) de 8000 galones de capacidad con un sistema de calentamiento serpentín interior para el calentamiento con aceite térmico y revestimiento exterior de lana de vidrio de 30kg/m<sup>2</sup> de acuerdo a los estándares de referencia API, ASME para la empresa Representaciones Internacionales Salinas SA
- Fabricación de 3 tanques horizontales tipo rectangulares de pared simple soportada con base metálica de perfiles angulares, para almacenamiento de combustible Diesel 2, con una capacidad de 2900 galones, de acuerdo a al estándar UL 142 y NFPA 30, para nuestro cliente Minera Golds Fields. Cajamarca.
- Fabricación de tanques horizontales con skid para almacenamiento de combustible de aviación Turbo Jet A1 con una capacidad de 5000 galones de acuerdo al estándar de referencia UL 142, para el cliente OL WELL SERVICE SAC.
- Asimismo se realizan otras fabricaciones.

## II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

### 2.1 Marco teórico.

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

- Aguilar y Campos, (2014). “Diseño de un Recipiente Rectangular de Almacenamiento para Agua Tratada con capacidad 870 ft<sup>3</sup>” Tesis para obtener el Título de Ingeniero Mecánico, en el INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad AZCAPOTZALCO, México.

Análisis: La presente tesis se orienta en dar pautas generales de cómo realizar una evaluación para la construcción de un tipo de tanque, para lo cual ha considerado unas variables a tomar, tales como: el área útil donde será construido, las condiciones climatológicas del sitio, presión, temperatura y volumen del producto a ser almacenado. Asimismo, realiza un desarrollo de técnicas utilizada para los procesos de fabricación de un tanque de acuerdo al estándar UL 142

Conclusiones: El desarrollo de la tesis determino, la selección de un tanque tipo rectangular como consecuencia de realizar una evaluación técnica y económica de las ventajas y desventajas de los tanques típicos (cilíndricos y no cilíndricos) considerando que sus variables principales eran el volumen y área útil de su proyecto.

- Aldaz, (2014). “Procesos para la fabricación y montaje de tanques hidrostáticos para almacenamiento de combustible” Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico, en la Escuela Politécnica Nacional - Ecuador



Análisis: Este trabajo de tesis tiene como finalidad presentar una descripción detallada de los procedimientos utilizados para la construcción y montaje de un tanque hidrostático de almacenamiento de combustible, basado en el estándar API 650. Además se describen las partes principales y auxiliares del tanque que será fabricado e igualmente realiza un análisis de costos directos e indirectos que se generan por la fabricación del tanque.

Conclusiones: El autor en el presente trabajo, realiza una detallada descripción de las partes y las secuencias constructivas de acuerdo a las partes principales y auxiliares del tanque tipo vertical, tratando que su trabajo se considere como un medio de consulta para las personas que directa o indirectamente participe en la fabricación de un tanque similar.

- Mazaquiza, (2015). "Rediseño de las instalaciones de superficie para el almacenamiento del combustible de aviación (Jet A-1) en la Escuela Militar de Aviación Cosme Rennella B." Tesis para obtener el título de Ingeniero de Petróleo, en la Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador

Análisis: La presente tesis tiene como finalidad el diseñar dos tanques de almacenamiento para una capacidad operativa total de 55.000 galones de combustible de aviación Jet A-1 con todos los accesorios de control y seguridad para la operación de las aeronaves militares. Para tal fin realiza un análisis y evaluación del actual estado estructural del sistema de almacenamiento, recepción, despacho, sistema de seguridad y de control a fin de tener los alcances técnicos y legales para presentar el rediseño de acuerdo al estándar API 650. El autor elaboro un plan de fabricación de acuerdo a lo que establece

el estándar de fabricación, por lo que dicho plan se puede convertir en un documento de consulta.

Conclusiones: El autor, demuestra los resultados obtenidos al realiza un adecuado análisis de funcionabilidad de los equipos existentes, para tomar la decisión de fabricar los tanques indicados para aumentar la capacidad de almacenamiento. El presente trabajo puede ser utilizado como una herramienta de consulta técnica a ser utilizada cuando se requiera tratar temas de remodelación de estaciones de servicios de combustibles.

#### 2.1.2 Antecedentes nacionales

- Angel, (2018). “Mejoramiento del procedimiento de construcción de tanques de acero para reducir los costos de construcción en la empresa S. Lagos” Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico, por la Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo, Perú.

Análisis: En el presente trabajo, trata de la elaboración de un procedimiento constructivo para Tanques de Acero, de diferentes usos en el sector industrial, para reducir los costos de construcción en la empresa de Fabricaciones S. Lagos.

La tesis en mención orienta y desarrolla el concepto del uso de herramientas o equipos utilizados para los sistemas de elevación y que por su maniobrabilidad puedan ser empleados para mejoramiento en el desarrollo de los trabajos de fabricación y que ayudarían a reducir los tiempos y por ende los costos operativos.

Conclusiones: Este trabajo realiza una adecuada descripción de las etapas constructivas de los tanques que son fabricados por la organización. El aporte más significativo observado es el cambio del sistema de elevación de los anillos donde detalla la reducción del tiempo de ejecución de los trabajos.

- Pérez, (2017). “Propuesta de diseño de una instalación de consumidor directo de diésel B5 y gasolina para disminuir el costo de adquisición de combustibles para la municipalidad provincial de Maynas – Loreto”, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico por la Universidad Nacional del Centro del Perú – Perú

Análisis: La presente investigación, busca proponer un diseño de una instalación de consumidor directo de Diésel B5 y gasolina para disminuir el costo de adquisición de los combustibles de la Municipalidad Provincial de Maynas - Loreto.

El trabajo realizado tiene como elementos principales de evaluación el uso de pruebas estadísticas para analizar el estado técnico-económico, el cual sería una herramienta de apoyo para realizar y evaluar la factibilidad de realizar un proyecto similar.

Conclusiones: Asimismo, la tesis recomienda la utilización de las técnicas de evaluación estadísticas para analizar y evaluar la factibilidad de los proyectos. Estas herramientas pueden ser utilizadas en cualquier etapa de una fabricación a fin de evaluar sus resultados y así verificar si se está cumpliendo lo programado del proyecto.

- Blas, (2019). “Diseño automatizado de una estación de combustible JP-1 para aeronaves en la selva peruana”, Tesis para obtener el título

profesional de Ingeniero Mecatrónico, por la Universidad Tecnológica del Perú - Perú

**Análisis:** La presente tesis contribuye al conocimiento respecto a las condiciones operativas de una estación de combustible con la implementación de un sistema de medición automática y otro sistema mecánico que controle las operaciones de recepción y despacho de combustible para aeronaves. Asimismo, se considera la aplicación de las recomendaciones que el estándar UL 142 realiza sobre la fabricación de tanques.

**Conclusiones:** La elaboración del diseño de la guía para la instalación y mejorar el control mecánico y automatizado de los equipos en la estación de despacho y recepción, se debe considerar como un aporte a los diseñadores y/o fabricantes de estaciones de servicio de hidrocarburos. Asimismo, se debe considerar como un documento de consulta para cuando se realice un diseño para la ubicación de los tipos de conexiones, tuberías para los fluidos, para la distribución del sistema eléctrico y electrónico en un tanque para ser utilizados en los sistemas de control automatizados.

### 2.1.3 Bases teóricas

Se dan los términos y definiciones teóricas de las actividades y procesos que realiza la organización.

- Empresa: Empresa propietaria o a cargo de la construcción.
- Código: conjunto de leyes, nacionales, locales, de grupos industriales entre otros arreglados sistemáticamente para facilidad de uso y referencia rápida.
- Norma: documento de aplicación obligatoria en el país. Por ejemplo: las leyes, los tratados y los decretos.

- Estándar: documento establecido para ser usado como una regla o base de comparación. Ejemplo ASTM A370
- Especificación: descripción detallada de las diferentes partes de un todo o enumeración de sus características particulares Ejemplo AWS A5.1 material de aporte de soldadura o ASME sec II A, B y C
- Guía: documento que suministra lineamientos y guías de diversa clase. Ejemplo AWS B1.11 Guía para la inspección visual de soldadura
- Tanque: Recipiente de acero fabricado en el taller para el almacenamiento de líquidos y combustible.
- Tanque por encima del suelo: Que no está enterrado en el suelo.
- Compartimiento: Espacio único para el almacenamiento de un fluido al interior de un tanque.
- Tipo de tanque: Para fines de este informe se distinguen dos tipos, De pared simple y de pared doble.
- Tanque atmosférico. Un tanque de almacenamiento que ha sido diseñado para operar desde la presión atmosférica hasta una presión manométrica de 6.9 kPa (1.0 psi)
- Tanque de almacenamiento. Cualquier recipiente que tenga una capacidad de líquido que exceda 230 L (60 gal.), destinado para instalación fija y no utilizado para proceso.
- Presión de servicio  $P_o$ : Presión existente en el interior del tanque, por encima del líquido en las condiciones de servicio.
- Presión de ensayo: Presión a la que se somete el tanque o el compartimiento durante el ensayo.
- Volumen nominal: Capacidad de almacenamiento del tanque.
- Volumen real: Capacidad interna total del tanque, igual o superior al volumen nominal.
- Líquido combustible. Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación copa cerrada igual o superior a 37.8°C (100°F)

- Líquido inflamable. Cualquier líquido con un punto de inflamación copa cerrada por debajo de 37.8°C (100°F)
- Soldador: Persona que hace una soldadura.
- Cordón de raíz: El cordón que une inicialmente dos secciones de metálicas
- Soldadura: Completada la unión de dos secciones o más partes metálicas, con o sin material de aporte.
- GMAW: soldadura por arco con electrodo metálico protegida con gas.
- FCAW: soldadura por arco de núcleo fundente.
- SMAW: soldadura por arco con electrodo metálico revestido.
- Rolado: Referido a la acción mecánica de pasar la plancha entre rodillos para que adquiera una forma determinada.
- Habilitado: material preparado dimensionalmente de acuerdo a planos
- Pre-habilitado: Material en proceso de selección y preparación
- Ensamble: montaje de dos o más las partes de una fabricación
- Apuntalado: unión de las partes del montaje con puntos de soldadura
- Limpieza superficial con chorro de arena (sand blast):retiro de óxidos u otros elementos de la superficie metálica con aplicación de chorros a presión de aire y partículas metálicas u otros elementos

## 2.2 Descripción de las actividades desarrolladas.

La fabricación de tanques que realiza la organización, está desarrollado en varios procesos y sub-procesos, los mismos que están sujetos a la complejidad de la fabricación. De las actividades desarrolladas por la organización, se detallan las secuencias y normativas a cumplir en cada proceso y los controles que se realizan antes, durante y al final de la fabricación.

Las fabricaciones se realizan de acuerdo a recomendaciones del estándar internacional UL 142, y se complementa con la utilización de otros estándares internacionales, tales como la NFPA 30 y el estándar

europeo UNE-EN 12285-2, utilizados como soporte técnico para cumplir con los requisitos de calidad y seguridad, que señala el estándar internacional.

Para el presente informe no están consideradas las actividades de construcción de losas de concreto o similar, que servirá para soportar el tanque, por ser una actividad que la organización no realiza.

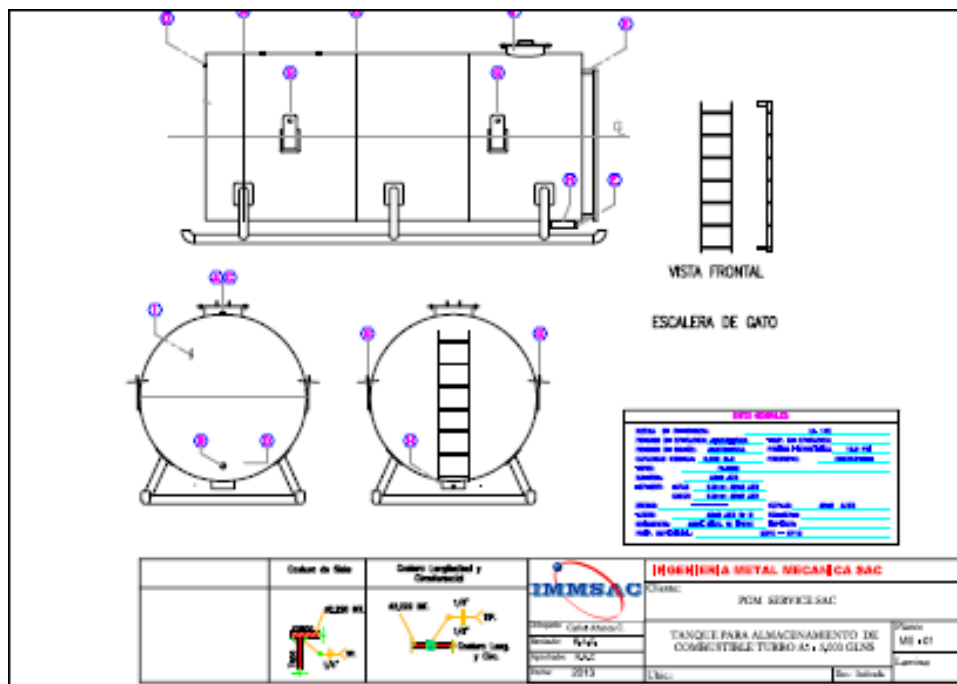
A continuación se describen los procesos y/o sub-procesos

a. Planos de fabricación

Es una etapa muy importante para iniciar el proceso constructivo del tanque, en el plano se detallan las dimensiones, la ubicación de conexiones y accesorios, y los materiales correspondientes.

**Figura 3**

*Tipo de plano típico de tanques*



Fuente: Propia

## b. Materiales

De acuerdo a la recomendación del estándar, sólo deberán emplearse materiales nuevos para los procesos constructivos y el fabricante deberá garantizar que el o los materiales empleados cumplan con lo que se indican en los planos

Planchas: se empleará preferiblemente de acero estructural ASTM A36.y/o planchas de acero inoxidable Calidad 304 u 316

Electrodos: Deberán cumplir los requerimientos de la especificación AWS

Tuberías: De acuerdo a la norma ASTM A53 Gr.B ó ASTM A106 ó equivalente.

Accesorios: Con la Especificación ASTM A105 ó equivalente.

Bridas: De acuerdo al estándar ASME/ ANSI B16.5 para bridas forjadas de acero al carbono.

Pernos: Deberán cumplir con la especificación ASTM A307.

### Figura 4

*Vista de materiales, planchas, pernos y otros*



Fuente: Propia

## c. Proceso de Fabricación

En esta etapa se realiza toda la operación y comprende, desde la recepción de los materiales, trazado, pre-habilitado, habilitado,



conformado, ensamble, soldadura, inspecciones y pruebas requeridas por el tipo de fabricación. Se deben considerar las recomendaciones del estándar UL-142 y el código ASME Sección VIII Capítulo 1. El proceso de soldadura de acuerdo al código ASME Sección IX.

### Figura 5

*En proceso de fabricación de los Tanques*



Fuente: Propia

#### d. Proceso de soldadura.

Se utilizara el proceso de Soldadura por Arco Eléctrico - SMAW, también conocido como Soldadura de Electrodo Revestido, o Soldadura de Varilla. Se cumplirá con lo indicado por la norma de referencia ASME sección IX.

### Figura 6

*Proceso de soldadura*



Fuente: Propia

e. Ensayos e Inspección NDT

Inspección Visual (VT): Es la detección a simple vista de defectos que se producen durante el proceso productivo.

Tintes penetrantes (PT): Se consiguen detectar imperfecciones superficiales en materiales no porosos tanto en materiales metálicos como en materiales no metálicos.

Ensayo por Gammagrafia); es el ensayo donde se utiliza radiación del tipo gamma para detectar imperfecciones profundas en los materiales

Se realizaran pruebas de Hermeticidad para verificar la integridad del tanque. Pruebas hidrostática y Neumática, las que deberá cumplir con lo indicado en el código ASME Sección VIII Capítulo I.

**Figura 7**

*Inspección del interior y exterior del Tanque*



Fuente: Propia

f. Limpieza superficial por chorro de arena (Sand-blast)

Este proceso se encarga de retirar toda presencia de óxidos, restos de grasas, pintura adherida, entre otras, que se presente en la superficie de los materiales. Se debe cumplir con las recomendaciones del estándar Steel Structures Painting Council– SSPC.

**Figura 8**

*Limpieza superficial (arenado)*



Fuente: Propia

g. Pintura

En este proceso se da una protección contra agentes contaminantes externos (internos de ser el caso), para el cual se debe aplicar pinturas de calidad probada y con espesores de película seca (EPS) recomendados. Seguir las recomendaciones del estándar Steel Structures Painting Council– SSPC.

**Figura 9**

*Aplicación de pintura*



Fuente: Propia

#### h. Transporte y despacho

Los tanques y sus accesorios deberán cargarse, transportarse y descargarse de tal modo que se asegure su entrega en obra sin daños ni perjuicios

#### i. Identificación del producto

El tanque debe estar identificado de acuerdo al producto almacenado, y cumplir con la normativa internacional que identifica de los peligros de los materiales peligrosos.

### Figura 10

*Identificación del producto en el tanque*



Fuente: Propia

#### 2.2.1 Marco normativo

Se debe tener presente que esta norma es aplicable para condiciones de temperatura de funcionamiento normales (-20 ° C a +50 ° C), cuando las

temperaturas estén fuera de este rango, deben tenerse en cuenta requisitos adicionales.

a. Definiciones de los Tipos de tanques:

Las siguientes definiciones se aplican de acuerdo a las recomendaciones del estándar UL 142,

- a. Tanque atmosférico: Un tanque de almacenamiento que ha sido diseñado para operar a presión atmosférica, alrededor de 0.5 psig (3.4 kPa), medidos en la parte superior del tanque.
- b. Dique cerrado: Un tanque sobre superficie con dique, con protección en la parte superior del dique para mantener precipitaciones, basuras, u otros elementos en la entrada del área con dique.
- c. Tanque sobre superficie con dique para líquidos inflamables: Es un tanque de superficie de pared simple y de doble pared, dentro de un dique de acero proyectado para contener producto como resultado de un derrame, fuga o ruptura. Los tanques de superficie con dique incluyen: Diques cerrados y diques abiertos.
- d. Diques abiertos: Un tanque de superficie con dique en el cual el dique está abierto a los elementos en su parte superior.
- e. Tanque de superficie con contenedor primario para líquidos inflamables; Un tanque de acero de pared simple atmosférico, proyectado para instalación estacionaria, teniendo una capacidad de líquido que exceda los 227 litros, para almacenamiento sobre superficie (contenedor primario) de líquidos inflamables y combustibles líquidos. Los tanques de superficie con contenedor primario incluyen tipos: cilíndricos horizontales, cilíndricos verticales y rectangulares.
- f. Tanque de superficie con contenedor secundario para líquidos inflamables; Un tanque de superficie con contenedor primario contenido dentro de un manto contenedor secundario de acero, formando un espacio (anular) intersticial, el cual es capaz de ser monitoreado por fugas dentro de espacio de cualquier pared, interior o



exterior. Los tanques de superficie con contenedor secundario incluyen tipos: Cilíndricos horizontales, Cilíndricos verticales y rectangulares.

**Figura 11**

*Tanque rectangular de pared simple con tablero de control eléctrico adosado al tanque*



Fuente: Propia

**Figura 12**

*Tanque elíptico con skid para remolcar*



Fuente: Propia

## Figura 13

*Tanque cilíndrico vertical con base*



Fuente: Propia

### b. Definiciones de Combustibles y Líquidos inflamables

- Líquido combustible: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación copa cerrada igual o superior a 37.8°C, determinado bajo los procedimientos establecidos en Capítulo “Definición y Clasificación de Líquidos” del estándar NFPA 30.
- Líquido inflamable: Cualquier líquido con un punto de inflamación copa cerrada por debajo de treinta y siete coma ocho grados centígrados (37.8°C), y una presión de vapor Reid que no exceda una presión absoluta de 40 psi (276kPa) a 37.8°C, determinado bajo los procedimientos establecidos en Capítulo “Definición y Clasificación de Líquidos” del estándar NFPA 30.
- Punto de inflamación: Temperatura mínima de un líquido a la cual se produce suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire, cerca de la superficie del líquido o dentro del recipiente usado.

c. Clasificaciones de líquidos inflamables:

- Líquido Clase IA – Cualquier líquido con un punto de inflamación menor a 22.8°C y punto de ebullición menor a 37.8°C.
- Líquido Clase IB – Cualquier líquido con un punto de inflamación menor de 22.8°C y un punto de ebullición mayor o igual a 37.8°C.
- Líquido Clase IC – Cualquier líquido con un punto de inflamación de 22.8°C o superior, pero menor de 37.8°C.

d. Clasificación de Líquidos Combustibles:

- Líquidos Clase II – Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 37.8°C e inferior a 60°C.
- Líquidos Clase III – Cualquier líquido con un punto de inflamación igual o superior a 60°C.
- Líquidos Clase IIIA – Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 60°C pero inferior a 93°C.
- Líquidos Clase IIIB – Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 93°C

## 2.2.2 Normativa Nacional e Internacional

La organización IMMSAC debe utilizar códigos, especificaciones, guías, normativas y/o estándares internacionales, además la legislación nacional para cumplir con la calidad y seguridad en sus fabricaciones, según el estándar UL 142. Se detallan a continuación:

a. Normativa Nacional

La organización adecua sus fabricaciones a la normativa nacional que se detalla a continuación y es de su responsabilidad mantenerse informado de las actualizaciones que se presenten en la legislación nacional.

- Ley orgánica de hidrocarburos y reglamentos. Ley N° 26221, de acuerdo a la legislación aquí se dan los lineamientos generales para toda actividad relacionada a hidrocarburos.



- Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos- D.S. 052-93 EM.; este documento es la base reglamentaria donde se dan las reglas que se deben considerar para el almacenamiento de los productos de hidrocarburos.
- Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE.; son un conjunto de normas que tienen por objetivo normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbano
- Código Nacional de Electricidad- CNE.; estable las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad.
- Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos D.S. 039-2014-EM.; da las disposiciones normativas para la adecuación de la reglamentación ambiental aplicable a las Actividades de Hidrocarburos

b. Códigos, normas y Estándares Internacionales.

Para la fabricación de los tanques, se requiere las recomendaciones de otros documentos como; normas, estándares, códigos, guías e especificaciones técnicas, que den el soporte técnico para estandarizar los procesos y/o sub-procesos en la fabricación. Se mencionan las siguientes:

- NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code: Dan recomendaciones que se deben realizar para asegurar un adecuado almacenamiento, manejo y uso de líquidos inflamables y combustibles.
- ASME SECC. IX: Welding, Brazing, and Fusing Procedures: Se dan las recomendaciones para realizar los procedimientos de soldadura

- ASTM A6. Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling: Se dan los alcances para evaluar de calidad de los materiales nuevos, tales como tolerancias de desviaciones y espesores para las planchas y perfiles de acero.
- ASTM A36. Standard Specification for Carbon Structural Steel: es el material estructural más utilizado para ser empleado en la fabricación de tanques debido a su composición química.
- SSPC Steel Structures Painting Council: Con este estándar se realizará la verificación y evaluación de los procesos de tratamiento superficial del material y la aplicación de los recubrimientos de pintura.
- ASTM E1003 Standard Practice for Hydrostatic Leak Testing: el empleo de este estándar está definida para la realización de las pruebas de hermeticidad del tanque.
- ASTM E165 Standard Test Method for Liquid penetrant Examination; se empleara para verificar la calidad de los cordones de soldadura realizados, es un test complementario a la inspección visual.
- ASME Section V: contiene los requerimientos y los métodos para la Examinación No Destructiva (END) de acuerdo a los requisitos de los códigos o estándares de fabricación.
- AWS A2.4: Este estándar establece la información referente a soldaduras por fusión, soldaduras por soldeo fuerte y ensayos no destructivos mediante símbolos.
- UNE EN 12285-2: Tanques horizontales cilíndricos, de pared simple o pared doble, para el almacenamiento por encima del suelo de líquidos inflamables y líquidos no inflamables contaminantes del agua: esta norma es de aplicación en los países del continente Europeo.

### III. APORTES REALIZADOS

En el presente informe, se ha elaborado un procedimiento de conocimientos técnicos con las secuencias constructivas de un tanque de acuerdo al diagrama de procesos de la organización, que ha sido implementado y es utilizado como una guía de consulta técnica por todo el personal técnico que participa en los diferentes procesos, con la finalidad de poder realizar una adecuada fabricación de los tanques superficiales para el almacenamiento de combustible y líquidos inflamables, con la calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente, que son recomendaciones del estándar internacional UL 142.

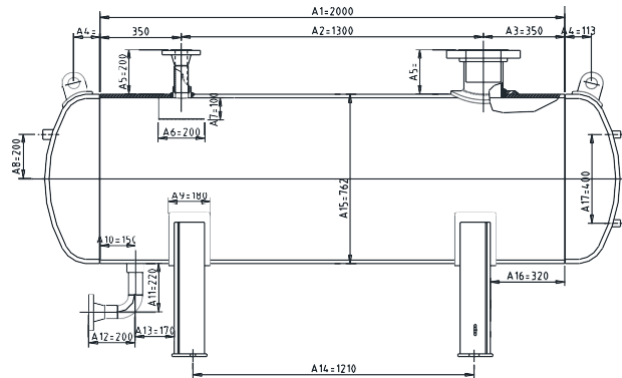
Para una mejor utilización del estándar internacional UL 142, se debe conocer el tipo de producto que será almacenado, el lugar donde se instalara y el material para su fabricación, debido a que las condiciones ambientales del lugar podrían afectar la integridad estructural y/o la seguridad del producto almacenado en el tanque. Asimismo, se debe señalar que este estándar cubre la mayoría de los tipos de tanques para combustibles y líquidos inflamables, que serán instalados sobre la superficie del piso.

Asimismo, se debe indicar que el estándar internacional UL 142, solo cubre la fabricación de tanques superficiales y no es de aplicación para tanques soterrados (instalados bajo la superficie), contenedores portátiles, tanques montados y/o utilizados en un remolque para transportar líquidos

Considerar que estos tanques están fabricados para ser instalados y utilizados de acuerdo con las recomendaciones del código de líquidos inflamables y combustibles NFPA 30. Asimismo, se debe indicar que en el presente trabajo, no se ha considerado la construcción de la base de concreto, para la instalación final del tanque.

**Figura 14**

*Vista de un tanque típico horizontal*



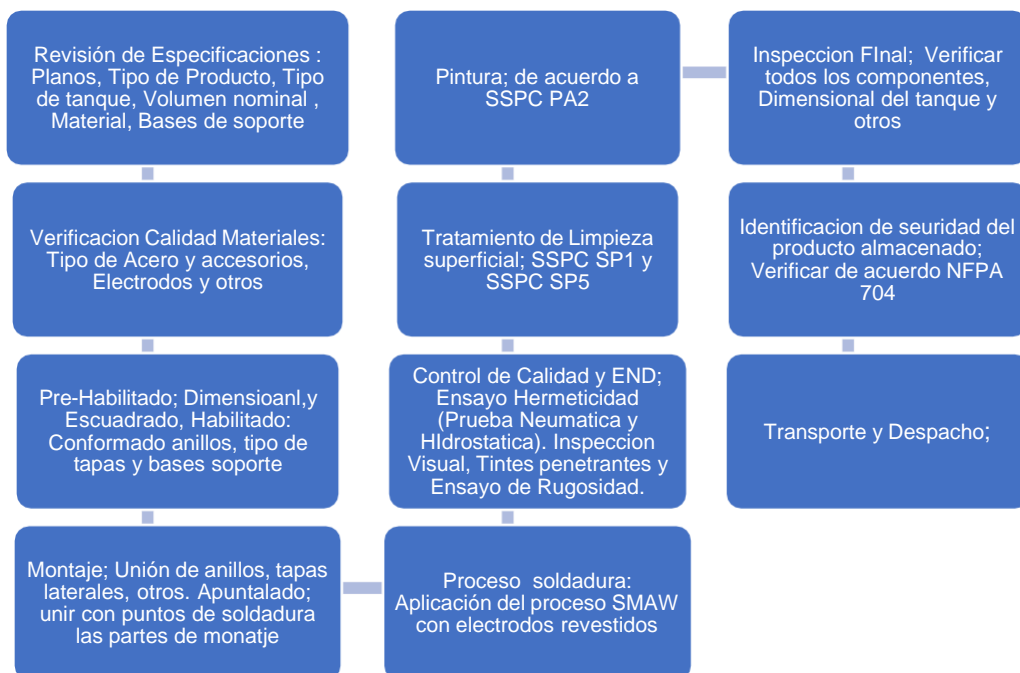
Fuente; Propia.

### 3.1 Diagrama de procesos de fabricación.

Para la realización de las fabricaciones la organización cuenta con un diagrama con las etapas de producción y se detallan a continuación:

**Figura 15**

*Diagrama de los procesos de fabricación.*



Fuente: Propia

A continuación se realiza una descripción de las etapas de acuerdo al diagrama de procesos de fabricación

### 3.2 Revisión de especificaciones

La etapa de fabricación de un tanque para almacenamiento de combustible y líquidos inflamables, deben cumplir con lo señalado por el estándar internacional UL 142 y se inicia con una revisión detallada de los planos, diagramas y/o bosquejos del propietario que será empleado como documento base.

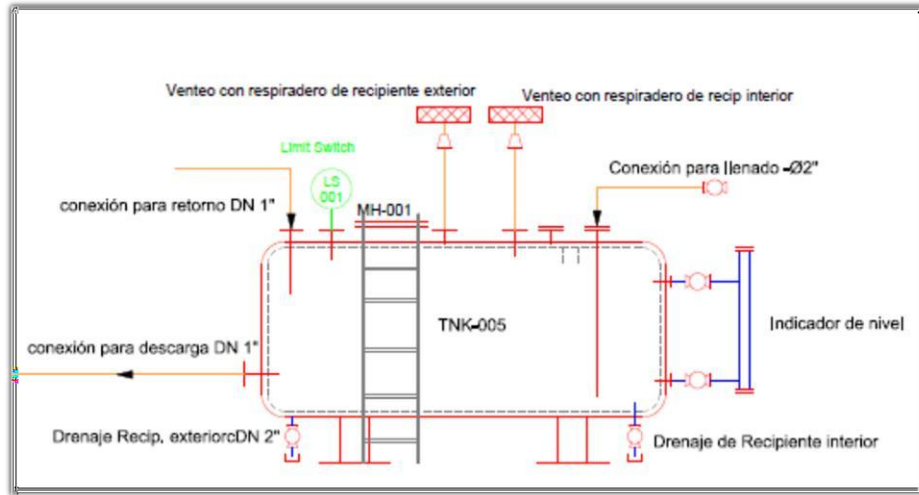
Verificar que los tanques, sean de acero, del tipo atmosférico, para ser instalado en la superficie, almacenar líquidos inflamables estables, no corrosivos y combustibles líquidos, que tengan una gravedad específica que no exceda la del agua.

Se debe verificar que los planos cumplan con indicar los requisitos mínimos que el estándar requiere,

- Se debe tener la precisión del tipo de producto combustible o líquido inflamable que será almacenado.
- Verificar geometría del tanque, dimensiones y la capacidad de almacenamiento nominal (volumen nominal -  $V_n$ ).
- Asimismo, verificar si el tanque será de pared simple o de doble pared y la forma geométrica del tanque (cilíndrico horizontal, cilíndrico vertical o rectangular).
- El tipo de material a ser utilizado en su fabricación.
- Para identificar la soldadura se debe utilizar la simbología recomendada por el estándar AWS A2.4.
- Verificar si el tanque tendrá o no bases de soportes para su fijación y otras características que se adicionen a solicitud del propietario.

**Figura 16**

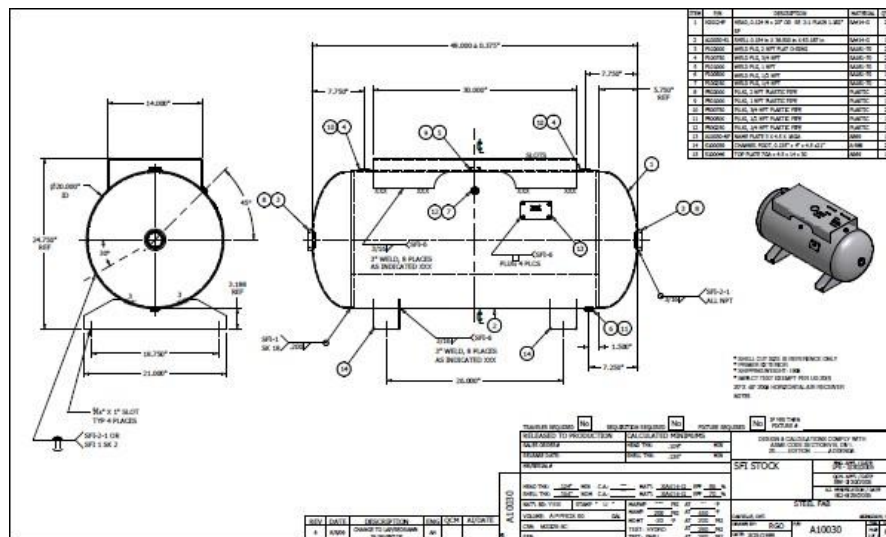
*Bosquejo de un Tanque Doble Pared*



Fuente: Propia

**Figura 17**

*Plano típico de un Tanque*



Fuente: Propia

### 3.3 Verificación de la calidad de materiales

Los materiales a ser utilizados en la fabricación de los tanques deben de cumplir con las recomendaciones de los estándares UL 142 y los ASTM correspondientes.

- Los materiales deben ser nuevos y de acero al carbono tipo estructural o acero inoxidable. Se empleará el acero al carbono tipo estructural ASTM A-36-14, “Standard Specification for Carbon Structural Steel”, por ser un material con características físicas y químicas adecuadas para la fabricación de tanques y si empleara material de acero inoxidable tipo 304 y 316, estos deben cumplir con los requisitos del estándar ASTM A240 “Standard Specification for Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels”, estos materiales son recomendados por el estándar UL 142.

El estándar ASTM A6 “Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling”, será utilizado para verificar las características y condiciones del material antes de su uso. Se realizan 5 mediciones (lecturas) mínimas para verificar el espesor de los materiales a distancias equidistantes a lo largo de la plancha. Las zonas donde se recomienda realizar las mediciones no debe ser menor a 9.5 mm, ni mayor a 19 mm de los bordes. Se recomienda utilizar un micrómetro para la realización de esta actividad.

- Las tuberías deben ser nuevas y de un material de acorde al tipo de tanque a fabricar, si es de acero estructural utilizar el estándar ASTM A53 “Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless”, de preferencia sin costura y si fuera de acero inoxidable cumplir con las recomendaciones del estándar AISI Gr. 304 o Gr. 316. Para unir las tuberías, conexiones y otros, se recomienda utilizar bridas y estas deben cumplir con el estándar ASME B16.5 “Pipe Flanges

and Flanged Fittings” y las conexiones con el estándar ASTM A105  
“Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications”

- Los elementos de sujeción tipo pernos, deben cumplir con el estándar ASTM A307 “Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60 000 PSI Tensile Strength” y las tuercas según el estándar ASTM A563 “Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts”
- Los materiales empleados para la soldadura, deben cumplir con los requisitos de acuerdo al proceso de soldadura elegido. En el presente caso se empleara electrodos revestidos los que deben cumplir con las especificaciones de los estándares AWS.A5.1 “Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding y A5.5 “Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding“(Ver Anexo B).

### Figura 18

*Identificación de las Planchas acero estructural*



Fuente: Propia



### 3.4 Pre- habilitado y habilitado

Se denomina pre-habilitado a las actividades preliminares que se realizan con los materiales a ser utilizados, entre estos se encuentran las siguientes actividades:

- Verificar si los materiales cumplen con las dimensiones solicitadas según plano.
- Realizar el escuadrado de las planchas previo a ser enviado al rolado o a la unión de secciones.
- Revisar que los perfiles no presenten desviaciones en sus secciones como: alas desviadas, desplazamiento de los ejes de referencia, rectitud, entre otras que puedan generen inconvenientes al realizar el habilitado.
- Para tener un mejor entendimiento de las desviaciones que pueden presentar los materiales se debe recurrir al estándar ASTM A6 a fin de contrastar que los valores de desviación se encuentren dentro de las tolerancias del estándar.

Se denomina habilitado a las actividades de preparación de los materiales en secciones o partes que después serán unidos por medios mecánicos o manuales.

- Para el conformado de los anillos cilíndricos, se debe realizar un pestañado o pre-curvado en el borde de la plancha aproximadamente 50 mm de longitud y que tenga la curvatura de acuerdo al radio interior del tanque. Para tal medición deben preparar sus plantillas a fin de verificar la curvatura, esta acción se realiza en ambos extremos de la plancha y se verifica al inicio y final del rolado.
- Se debe asegurar que el anillo formado en la rola, no se deforme, para lo cual se recomienda la utilización de apuntalar interiormente crucetas de perfiles y fijarlo al interior del anillo con cordones o puntos de soldadura.

- Las tapas de los tanques deben ser del tipo semi-elíptica, que por su forma geométrica soporta más presión. También se puede considerar las tapas planas pestañeadas según recomendaciones del estándar UL 142.
- Considerar el habilitado de los manholes o entradas de hombre, de acuerdo a las dimensiones y tipo de tanque. (Ver Anexo C).

**Figura 19**

*Rolado de planchas – conformado de anillos*



Fuente: Propia

**Figura 20**

*Tapa semielíptica para tanque*



Fuente: Propia

### 3.5 Montaje y apuntalamiento

Para el proceso de montaje o ensamble de los anillos cilíndricos o partes del tanque, se realizan colocando los anillos alineados y que los bordes de cada uno estén en el mismo eje horizontal, para conseguir mantener la horizontalidad se debe colocar sobre una superficie plana y que soporte el peso de todo el material.

Seguidamente se trabaja con los bordes laterales de cada anillo aproximándolos a una distancia entre ellos de 1.5 a 3 milímetros, para ser apuntalado secuencialmente en todo el perímetro. Para la separación (abertura) entre los dos anillos cilíndricos, se debe tomar en cuenta el proceso de soldadura, el tipo de junta y espesor del material a ser soldado, los mismos que deben estar indicados en los planos de fabricación. Para mayor información sobre el tipo de simbología para las juntas de soldadura, consultar el “Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination” AWS A2.4. (Ver Anexo D),

Figura: 21

*Apuntalamiento de anillos cilíndricos.*



Fuente: Propia

### 3.6 Proceso de Soldadura

El proceso empleado en fabricación de los tanques de almacenamiento será la Soldadura por arco eléctrico revestido (SMAW). Se utilizarán electrodos revestidos que cumplan las especificaciones AWS A5.1, se recomienda el uso de los electrodos de la serie de clasificación E-60XX y/o E-70XX.

Se debe cumplir con lo indicado en el WPS, PQR y WPQ. El personal técnico (soldador) debe tener la calificación y competencia, son ellos los únicos autorizados para realizar los trabajos de apuntalamiento, soldadura y reparaciones de todas las partes y/o secciones del tanque a fabricar,

Las inspecciones al proceso de soldadura, se realizarán al inicio, durante y al final del proceso, con la finalidad de mantener mapeado las posibles desviaciones o discontinuidades que se puedan presentar y así evitar los retrocesos por reparación. El personal que realice las inspecciones en todas las etapas debe tener la competencia y experiencia en los procesos constructivos de tanques de almacenamiento. (Ver anexo E.- F - G - H - I)

#### **Figura 22**

*Proceso de soldadura SMAW de cuerpo cilíndrico.*



Fuente: Propia

## Figura 23

### *Proceso de soldadura SMAW en tapa semiesférica*



Fuente; Propia

### 3.7 Control de calidad y END

Se realizan los controles de calidad de acuerdo a los requerimientos del estándar utilizado, se deben revisar la documentación que aplique a cada actividad realizada.

- a. Ensayo de Hermeticidad: Se debe ensayar cada tanque después del ensamblaje final y previo a la aplicación de la pintura por los métodos de prueba neumática o hidrostática. Se deben contar con manómetros calibrados y en la escala recomendada para la realización de las pruebas.
  - Prueba Neumática: Se aplica una presión interna no mayor de 0,40 kg/cm<sup>2</sup> ni menor a 0,35kg/cm<sup>2</sup> (5 a 7 lb/pulg<sup>2</sup>) en un tiempo de 1 h. Se aplica externamente una solución jabonosa o equivalente para la detección de filtraciones o fuga. (Ver Anexo J).
  - Prueba Hidrostática: Se realiza la prueba durante el lapso de 1 hora a presión atmosférica, se llena hasta el nivel máximo de diseño. Se aplica externamente una solución jabonosa o equivalente para la detección de filtraciones o fuga. (Ver Anexo K)



- b. Si se observan filtraciones o fugas durante el ensayo, el tanque debe repararse, se soldará nuevamente por los métodos aprobados y se realizará el ensayo no destructivo de líquidos penetrantes al 100%

**Figura 24**

*Prueba Neumática*



Fuente; Propia

**Figura 25**

*Aplicando solución jabonosa, para detectar fugas.*



Fuente; Propia

## Figura 26

### *Prueba de Hermeticidad (Prueba hidrostática)*



Fuente; Propia

#### c. Ensayos No Destructivos (NDT)

Se realiza de acuerdo a la Especificaciones técnicas de Ingeniería o las condiciones del contrato para la fabricación:

- Inspección Visual; se realizara a todas las partes del tanque que hayan sido unidos por soldadura. Se debe tomar el código de fabricación como referencia para realizar la evaluación de las partes soldadas. Asimismo, se deben tomar las recomendaciones del código ASME sección 5 parte 9. (Ver anexo L)
- Tintes Penetrantes: esta técnica de ensayo se realiza para detectar discontinuidades donde la inspección visual tiene alguna duda o observación. Es una técnica que determina las discontinuidades superficiales, tales como poros, grietas, entre otras, de acuerdo al código ASME sección 5 parte 6. (Ver Anexo M).
- Ensayo de Gammagrafia; es un método de ensayo no destructivo que se basa en la absorción a la radiación “gamma” que penetra de la

pieza que está siendo inspeccionada de acuerdo al código ASME sección 2. (Ver anexo N)

- Ensayo de Rugosidad: Es un ensayo que se realiza a la superficie del material después de pasar por el tratamiento superficial por chorro abrasivo y determina el perfil de anclaje que será una base para la adherencia de la pintura.

**Figura 27**

*Test de Tintes Penetrantes (Aplicación del líquido penetrante)*



Fuente; Propia

**Figura 28**

*Test de Tintes Penetrantes (Aplicación del Revelador)*



Fuente; Propia



### 3.8 Tratamiento de limpieza superficial con chorro de arena (Sand blast)

El tratamiento superficial es un proceso necesario para garantizar la aplicación de los recubrimientos en un metal. Las técnicas, los métodos, recomendaciones y alcances nos los brinda la Sociedad de Recubrimientos de Protección, SSPC.

La superficie exterior y/o interior del tanque incluido todos sus accesorios deben ser tratados previamente antes de la aplicación de la primera capa de pintura, de acuerdo al siguiente procedimiento.

Se deberá eliminar restos de salpicaduras de soldaduras con herramientas manuales de impacto, tales como cincel, martillo SSPC SP 2 "Hand Tool Cleaning" y/o herramientas mecánicas accionadas por fuerza motriz (esmeril, pistolas u otros) SSPC SP3 "Power Tool Cleaning". Remover depósitos visibles de aceite o grasa por alguno de los métodos especificados en SSPC SP 1 "Solvent Cleaning".

Para las superficies internas (solo si es solicitado) y la superficie externa, se deberá efectuar la limpieza con chorro abrasivo ("Sand Blasting") hasta lograr la condición de metal blanco, según los requerimientos de la especificación SSPC SP 5, condición metal blanco. Se usará como abrasivo arena limpia, cernida y libre de cloruros, especial para chorro de arena.

El perfil de anclaje (rugosidad) obtenido deberá ser de 25,4 a 76,2 micrones (1 a 3 mils), esta rugosidad estará definida en el procedimiento de pintado y/o cuando sea acordado con el cliente. (Ver Anexo O)

## Figura 29

*Limpieza de superficie aplicando Chorro de Arena*



Fuente; Propia

### 3.9 Pintura

#### a. Aplicación de Pintura

Antes de iniciar la aplicación de la pintura, toda la superficie deberá ser soplada con aire comprimido seco y libre de aceite o de cualquier otro contaminante, a fin de eliminar el polvillo o material desprendido que pudiera haberse depositado sobre el área recién limpiada.

Se debe considerar un tiempo no mayor a una hora, para la aplicación de la primera capa de pintura. Para la aplicación de las subsiguientes capas de pintura estas se realizarán de acuerdo al tiempo (secado al tacto o equivalente) que estipulen sus especificaciones técnicas de las pinturas y deberán ser de colores diferentes hasta llegar al espesor final requerido.

Pintura interna; Cuando sea requerido por el cliente, se deberá utilizar pintura de buena calidad y que tenga una buena resistencia físico-química para el producto almacenado.

Pintura Externa; Las capas de pintura deberá soportar las condiciones climatologías y deben ser de acuerdo a lo indicado en los planos o especificaciones técnicas del cliente (Ver Anexo P).

### **Figura 30**

#### *Aplicación de pintura*



Fuente; Propia

#### b. Mediciones de espesor de pintura

Durante el proceso de pintado se debe realizar una medición del espesor de película húmeda (EPH) de la pintura, esto con la finalidad de verificar que el espesor de la misma se encuentra dentro de los parámetros recomendados. Esta medición ayuda a calcular el volumen aproximado de consumo de pintura.

Se realizara las verificaciones del Espesor de Película Seca (EPS) con el medidor de espesores “Ecometer” de acuerdo lo que recomienda la norma SSCP-PA2 y se contrastara los valores de espesor final con lo requerido en el procedimiento de pintura.

Se deben realizar como mínimo 3 lecturas por cada punto inspeccionado y solo registrar el valor promedio, se requiere un mínimo de 5 puntos

inspeccionados para determinar el valor promedio de espesor de película seca (EPS) revisar el estándar SSPC PA2 (Ver Anexo Q)

### Figura 31

*Medición de espesor de pintura (EPS)*



Fuente: Propia

### 3.10 Inspección Final

#### a. Revisión dimensional y componentes

En la etapa de Inspección final, se deben realizar una verificación de todos los componentes y partes que han sido fabricados o adquiridos para cumplir con los requisitos solicitados. Se deben verificar todas las dimensiones del tanque y deben estar de acuerdo a los planos. Las tolerancias dimensionales serán las que señalen los planos o las que apliquen de acuerdo a la norma DIN 7168 “General tolerances for linear and angular dimensions and geometrical tolerances”. (Ver Anexo R y Anexo S)

## Figura 32

*Inspección dimensional para liberación de producto*



Fuente: Propia

### b. Placa de identificación

Cada tanque debe identificarse con una placa troquelada y soldada en la parte superior del tanque, con las siguientes dimensiones en mm: 150 x 100 x 6 (si de acero al carbono), de 1 mm (si es de acero inoxidable) y 1.5 mm si es de Aluminio.

- Se recomienda que la placa deberá tener la siguiente información como mínimo:
- Norma técnica utilizada.
- Nombre o siglas del fabricante.
- Número de Serie de la fabricación.
- Capacidad nominal en litros o galones
- Fecha de fabricación.
- Iniciales del Cliente
- Material.
- Peso nominal.

**Figura 33**

*Modelo de placa de identificación*



Fuente: Propia

c. Certificado de Calidad

El fabricante verificará la conformidad de propiedades de los productos producidos por la organización, reportando los resultados de ensayos efectuados acordes con la presente especificación, emitiendo certificados de calidad donde se recomienda que incluyan la siguiente información cuando sea aplicable:

- Especificación técnica utilizada.
- Nombre o siglas del fabricante.
- Número del certificado de control de calidad.
- Número y fecha del plano de fabricación.
- Número de Serie del tanque.
- Capacidad nominal del tanque.
- Fecha de fabricación.
- Número y fecha de la orden de compra.
- Nombre del cliente.
- Resultados de los ensayos efectuados.
- Firma autorizada por el fabricante y firma del responsable de control de calidad.

El fabricante deberá entregar copias de los certificados de calidad de todos los materiales y componentes que no son fabricados por la organización. En caso de que los materiales y componentes sean suministrados por el cliente, el fabricante deberá exigir copia de los certificados de calidad.

### 3.11 Identificación de seguridad del producto almacenado

Todos los tanques de almacenamiento deben tener la identificación de seguridad de acuerdo al producto almacenado, por lo cual debe cumplir con el rombo de seguridad de la norma NFPA 704, que es el código utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos de la sustancia o producto almacenado.

#### **Figura 34**

*Tanque con stickers de seguridad*



Fuente: Propia



**Figura 35**

*Rombo de seguridad internacional para tanques de almacenamiento*



Fuente; NFPA 704

### 3.12 Transporte y Despacho

Se deberá suministrar todos los medios de transporte que sean necesarios para la carga, envío y descarga en los almacenes o locales temporales del cliente

El fabricante será responsable de proteger adecuadamente los tanques hasta el momento de la entrega.

El manejo de los tanques deberá hacerse cuidadosamente empleando eslingas adosadas a las agarraderas que tienen los tanques para tal fin.



**Figura 36**

*Transporte y despacho*



Fuente; Propia

**Figura 37**

*Tanque con skid tubular*



Fuente: Propia

### 3.13 Análisis de resultados

De las revisiones y evaluación de varios estándares internacionales, se pudo observar que la interpretación de los estándares por los talleres de fabricación de tanques de acero, no son las más adecuadas. Se puede tomar algunas observaciones como lecciones de aprendizaje para una mejora y evitar así

cometer los mismos errores de aplicación. Por ejemplo se pueden mencionar las siguientes:

1. Deficiencias en la interpretación de estándares de diseño y fabricaciones que erróneamente consideran para un producto a ser almacenado, sin contemplar la existencia de otro estándar que si cumple para dicho producto. Ejemplo: Utilizar el estándar API 650, para el diseño y fabricación de tanques de acero para almacenar agua potable, siendo el estándar recomendado AWWA D100 “American Water Works Association”.
2. La utilización dos sistemas de unidades diferentes para la interpretación de valores de medición para desarrollar formulas en un estándar. Esta acción puede generar conflictos en los resultados, dado que los valores de dos sistemas no son exactamente equivalentes, cada sistema se utilizará independientemente del otro sin mezclar las unidades. Ejemplo: considerar el valor medido de 0.25 (1/4”) pulgada como si fuera 6.0 mm, que no es el valor correcto de conversión, ya que esas decimas de diferencia pueden hacer que se genere desviaciones en los resultados. Se recomienda para cumplir con todos los requisitos del estándar se debe utilizar un solo sistema de manera consistente en todas las fases de construcción.
3. El considerar que todos los tanques fabricados en acero, pueden almacenar cualquier producto y a su vez ser instalados en cualquier ubicación ya sea sobre o bajo la superficie. Este desconocimiento del uso y fabricación es una desviación que se aprecia con recurrencia por algunos fabricantes, que no consideran que los criterios para el diseño y fabricación difieren totalmente entre los tanques instalados sobre la superficie (aboveground storage tanks) y los tanques instalados bajo la superficie (underground storage tanks).
4. Considerar para el mismo uso y mismas presiones internas. los tanques de los estándares API 650 y API 620. En esta apreciación es necesario indicar lo siguiente; La presión interna del estándar API 650 está en el

rango de 0 a 2.5 psi y puede almacenar, petróleo crudo, gasolina, productos químicos y agua, mientras que la presión interna del estándar API 620, cubre el rango de 0 a 15 psi y pueden almacenar Gas Natural Licuado, químicos y otros que requieren una presión interna más alta que la permitida por el API 650. Por tales motivos no se pueden considerar iguales o equivalentes estos dos estándares.

5. Considerar el estándar API 650, para diseñar y/o fabricar tanques horizontales para ser utilizados en las estaciones de servicio para el almacenamiento de combustible. Se debe señalar que debido al desconocimiento del alcance del estándar, se incurre en el error de considerarlo como base de fabricación para tanques tipo horizontales para almacenamiento de productos de hidrocarburos en las estaciones de servicio. Se debe señalar que ningún estándar API, hace referencia al diseño o fabricación de tanques horizontales y el estándar API 650 solo se aplica en el diseño y fabricación de tanques tipo verticales.

## IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### a. Discusión.

- El estándar internacional UL 142, fue creada en el año 1993 para la regulación de tanques para almacenamiento de hidrocarburos y líquidos inflamables, está aprobada por la American National Standards Institute (ANSI), por lo que cumple para la fabricación de tanques superficiales, según el DS 052-03-EM, artículo 42,
- Al no tener una Norma Técnica Peruana para la construcción de tanques metálicos superficiales, hace que se recurra a utilizar el estándar internacional UL 142, por presentar idoneidad para almacenar productos líquidos derivados de hidrocarburos.
- Los tanques fabricados bajo los estándares API 12D y API 12F, son para para el uso de la industria petrolera y se utiliza para almacenar productos de producción, tales como petróleo crudo y otros. Asimismo, los API 650 y API 620 son estándares de diseño y construcción de grandes tanques de acero soldado
- El estándar UL 58 tanques de almacenamiento bajo superficie (Underground storage Tanks), son los que están expuestos al deterioro por corrosión del acero que es material base de fabricación, por lo que se considera como riesgoso y podría ocasionar una contaminación de los suelos. El estándar UL 1316, son tanques fabricados de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) para almacenamiento bajo superficie (Underground storage Tanks).
- Los tanques fabricados de acuerdo al estándar internacional UL 142, son muy solicitados para almacenar combustibles tipo Turbo Jet A1, especial para la aviación en general, por presentar la calidad y seguridad y protección al medio ambiente. Asimismo, Environment Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos, promueve el empleo de los tanques de almacenamiento sobre la superficie (Aboveground Storage Tanks).

## b. Conclusiones.

- No existe en la legislación nacional, normativa o procedimiento para la fabricación de tanques superficiales de acero.
- Se identificaron y se realizaron las evaluaciones entre varios estándares internacionales (API 12F, API 12D, API 650, API 620, UL 58 y UL 1316), tomándose la decisión de utilizar el estándar internacional UL 142, por cumplir con el requisito de fabricación que señala el DS 052-93-EM artículo 42.
- Se realizaron las evaluaciones técnicas, verificándose que la calidad, seguridad y protección del medio ambiente, ha sido beneficioso para la organización al mejorar sus procesos para fabricación de los tanques superficiales de acero al poner en práctica las recomendaciones del estándar internacional UL 142, por lo que se considera técnicamente conveniente la aplicación del estándar.
- Se elaboró una Guía interna de conocimientos técnicos para la fabricación de tanques superficiales, que será empleada como documento para la capacitación del personal de la organización, donde se dará énfasis en los conceptos y las bondades técnicas que brinda el estándar internacional UL 142 para el almacenamiento de combustible y líquidos inflamables.. .

## V RECOMENDACIONES

- Es importante que el profesional tenga conocimientos de normas, códigos, estándares y especificaciones técnicas nacionales o internacionales, para el mejor desarrollo de sus labores profesionales tales como ASME, AWS, API, ASTM, entre otras.
- Conocer la NTP ISO 9001-2015 norma de Sistema de Gestión de la Calidad, para enfocar sus principios en la mejora de los procesos y evaluar sus riesgos, fin de lograr que la organización satisfaga a sus clientes y partes interesadas.
- Mantener una constante revisión de todas las normas, protocolos de seguridad y de medio ambiente para su actividad.
- Evitar el uso de materiales usados o material que no sea trazable. Por lo que se debe utilizar siempre materiales nuevos y trazables.
- Se requiere que los responsables de cada proceso de fabricación, tengan los conocimientos técnicos y ser competente para desarrollar sus funciones.
- El profesional deberá ser la persona que evalúe y brinde capacitaciones al personal técnico sobre los procedimientos constructivos, calidad del trabajo, los riesgos de seguridad y riesgos medio ambientales que pudieran presentarse al desarrollar sus labores.
- Para garantizar una adecuada instalación, el tanque deberá estar apoyado en una superficie a nivel (plana).
- Tener toda la información y documentos aprobados y mantenerlo en cualquier medio (papel impreso, fotos, electrónico, entre otros), para su divulgación. Si son documentos técnicos, tales como estándares deben estar en su última versión, salvo se indique lo contrario.
- De no existir norma o reglamentación nacional, se debe recurrir a documentos técnicos internacionales que pueden ser utilizados con la aceptación el usuario.

## VI BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, D.V, y Campos, A.E. (2014). *Diseño de un Recipiente Rectangular de Almacenamiento para Agua Tratada con capacidad 870 ft<sup>3</sup>*, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Mecánico, en el INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad AZCAPOTZALCO, México.
- Aldaz, E.E. (2014). *Procesos para la fabricación y montaje de tanques hidrostáticos para almacenamiento de combustible*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico, en la Escuela Politécnica Nacional – Ecuador
- Angel, M.A. (2018). *Mejoramiento del procedimiento de construcción de tanques de acero para reducir los costos de construcción en la empresa S. Lagos*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico, por la Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo, Perú.
- API Spec 12D (2017) *Specification for Field-welded Tanks for Storage of Production Liquids*. Washington DC, EEUU. American Petroleum Institute
- API Spec 12F (2019) *Specification for Shop-welded Tanks for Storage of Production Liquids*. Washington DC, EEUU. American Petroleum Institute
- API Std 620 (2014) *Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks*. Washington DC, EEUU. American Petroleum Institute
- API Std 650 (2020) *Welded Tanks for Oil Storage*. Washington DC, EEUU. American Petroleum Institute
- ASME BPVC-IIID (2019) *Materials - Part D - Properties*. Nueva York, EEUU. American Society of Mechanical Engineers
- ASME BPVC-V (2019). *Nondestructive Examination*. Nueva York, EEUU. American Society of Mechanical Engineers
- ASME BPVC-VIII (2019). *Rules for Construction of Pressure Vessels División 1*. Nueva York, EEUU. American Society of Mechanical Engineers
- ASME BPVC-IX (2019). *Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing and Fusing Operators*. Nueva York, EEUU. American Society of Mechanical Engineers

- ASME B16.5 (2013). *Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/Inch Standard*. Nueva York, EEUU. American Society of Mechanical Engineers
- ASTM A6 (2016). *Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling*. West Conshohocken. EEUU. American Society for Testing and Materials
- ASTM A36 (2014). *Standard Specification for Carbon Structural Steel*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials
- ASTM A53 (1999). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.
- ASTM A105 (2018). *Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.
- ASTM A106 (2019). *Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.
- ASTM A 240 (2005). *Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.
- ASTM A307 (2007). *Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 PSI Tensile Strength*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.
- ASTM A370 (2002). *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.
- ASTM E165 (2012). *Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.



- ASTM E1003 (2013). *Standard Practice for Hydrostatic Leak Testing*. West Conshohocken. EEUU American Society for Testing and Materials.
- AWS A2.4 (2020) *Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination*. Doral Blvd. Doral Florida. EEUU American Welding Society.
- AWS A 5.1 (2012) *Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding*. Doral Blvd. Doral Florida. EEUU American Welding Society.
- AWS A 5.5 (2006) *Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding*. Doral Blvd. Doral Florida. EEUU American Welding Society.
- AWS B1.11 (2015) *Guide for Visual Examination of Welds*. Doral Blvd. Doral Florida. EEUU American Welding Society.
- AWWA Std. D100 (2011) *Welded Carbon Steel Tanks for Water Storage*. Denver, EEUU. American Water Works Association
- Blas,P.E.(2019). *Diseño automatizado de una estación de combustible JP-1 para aeronaves en la selva peruana*, Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, por la Universidad Tecnológica del Perú – Perú
- Código Nacional de Electricidad - CNE (2005), Lima, Perú. Ministerio de Energía y Minas.
- Digrado Brian D. y Thorp Gregory A. (2004) *The Aboveground Steel Storage Tank Handbook*, New Jersey EEUU Editorial : Wiley & Song Inc,
- DIN 7168 (1991) *General tolerances for linear and angular dimensions and geometrical tolerances*, Germany. Deutsche Norm
- D.S. 052 EM (1993) *Reglamento de Seguridad para establecimientos de Venta al Público de Combustibles Derivados de Hidrocarburos*. Lima, Perú. Ministerio de Energía y Minas.
- D.S. 039 EM (2014) *Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos*. Lima, Perú. Ministerio de Energía y Minas


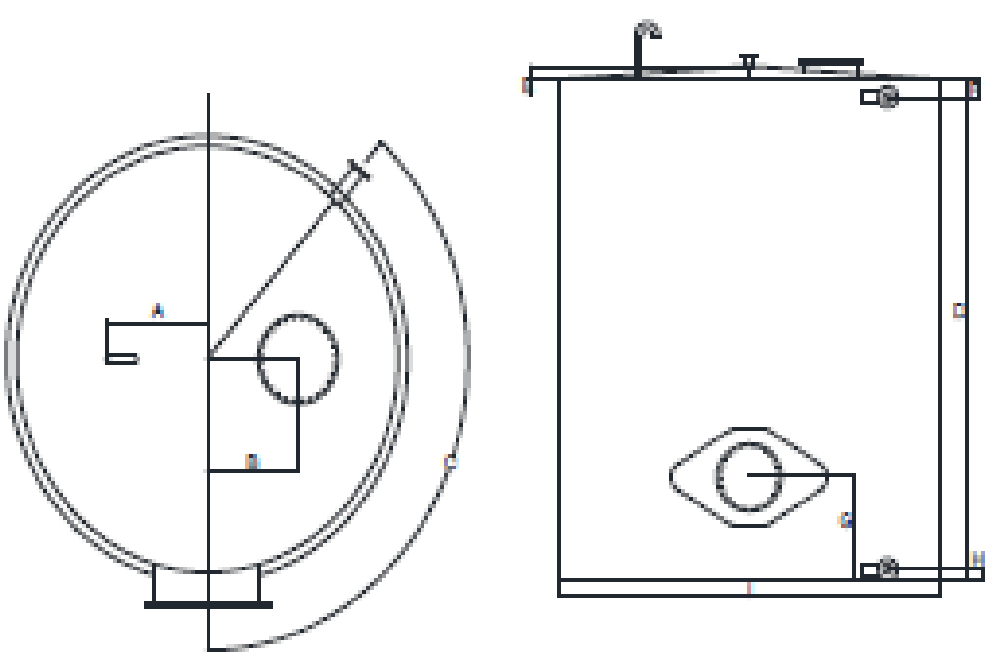
- LEY N° 26221 (1993) Ley Orgánica que norma las actividades de Hidrocarburos en el territorio nacional. Lima, Perú. Congreso Constituyente Democrático.
- Mazaquiza, W.O. (2015). *Rediseño de las instalaciones de superficie para el almacenamiento del combustible de aviación (Jet A-1) en la Escuela Militar de Aviación Cosme Rennella B*. Tesis para obtener el título de Ingeniero de Petróleo, en la Universidad Estatal Península de Santa Elena – Ecuador
- Myers Philip E. (1997) *Aboveground Storage Tanks*, New York, EEUU Editorial McGraw-Hill
- NFPA 30 (2012) *Código de Líquidos inflamables y combustibles*. Quincy MA. EEUU National Fire Protection Association.
- NTP ISO 9001 (2015) *Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos*, Lima. Perú. INACAL Instituto Nacional de la Calidad
- Pérez, L.G. (2017). *Propuesta de diseño de una instalación de consumidor directo de diésel B5 y gasolina para disminuir el costo de adquisición de combustibles para la municipalidad provincial de Maynas – Loreto*, Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico por la Universidad Nacional del Centro del Perú – Perú
- Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE (2021), Lima, Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Sunil Pullarcort. (2015) *Above Ground Storage Tanks, Practical Guide to Construction, Inspection, and Testing*, Boca Raton Florida, EEUU. Editorial CRC Pres.
- SSPC–PA 2 (2012) *Coating Application Standard N°.2 Procedure for Determining Conformance To Dry Coating Thickness Requirements*, Pittsburgh, PA, Estados Unidos. Steel Structures Painting Council
- SSPC–SP2 (2018) *Surface Preparation Standard N°. 2, Hand Tool Cleaning*, Pittsburgh, PA, Estados Unidos. Steel Structures Painting Council
- SSPC–SP3 (2004) *Surface Preparation Specification N°. 3 Power Tool Cleaning*, Pittsburgh, PA, Estados Unidos. Steel Structures Painting Council

- SSPC–SP5 (2005) *Joint Surface Preparation Standard SSPC-SP 5/NACE NO. 1 White Metal Blast Cleaning*, Pittsburgh, PA, Estados Unidos. Steel Structures Painting Council
- UL 58 (2018). *Steel Underground Tanks for Flammable and Combustible Liquids*. Northbrook, Illinois, EEUU. Underwriters Laboratories
- UL 142 (2019). *Steel Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids*. Northbrook, Illinois, EEUU. Underwriters Laboratories
- UL 1316 (2006). *Glass-Fiber-Reinforced Plastic Underground Storage Tanks for Petroleum Products, Alcohols, and Alcohol-Gasoline Mixtures*. Northbrook, Illinois, EEUU. Underwriters Laboratories
- UNE EN 12285-2: (2005) *Tanques horizontales cilíndricos, de pared simple y pared doble, para el almacenamiento por encima del suelo de líquidos inflamables y no inflamables contaminantes del agua*. Madrid, España AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Wayne B. Geyer, (2000) *Handbook of Storage Tank Systems, Codes, Regulations, and Designs*, Nueva York, EEUU. Editorial CRC Pres

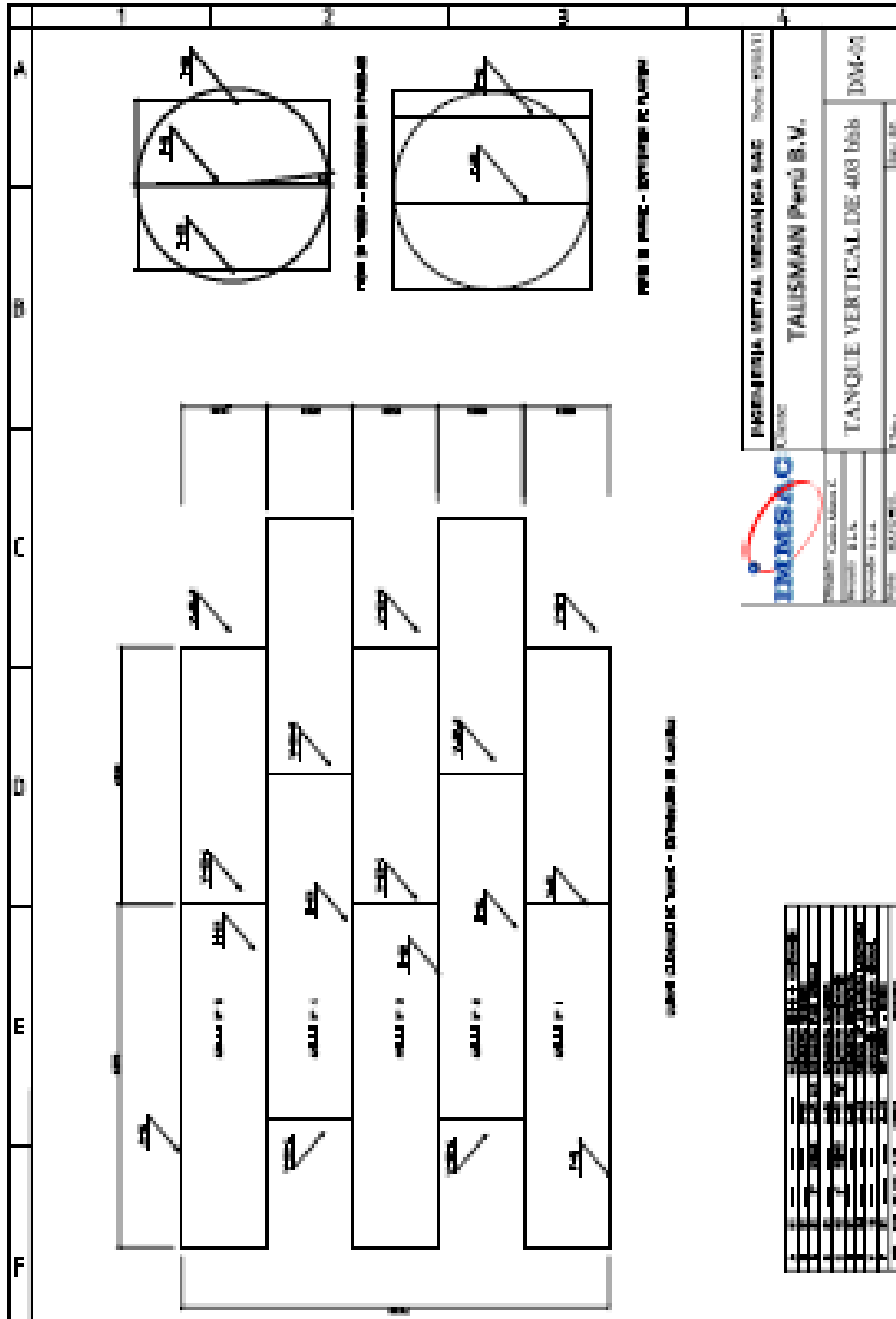




Anexo C. Registro de Trazabilidad

	<b>PROTOCOLO DE TRAZABILIDAD</b>	CONTROL TUBOS REVISIONES EN TUBOS DE ALMACENAMIENTO																																																																																																																																		
<b>PROYECTO:</b> FABRICACION DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE																																																																																																																																				
<b>Plan de referencia:</b>	<b>Descripción:</b>	<b>Norma N°:</b>	<b>Región:</b>																																																																																																																																	
DISEÑO LÍNEA	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE	Según Códex	02H-007																																																																																																																																	
<b>INDICADA ADJUNTO</b>																																																																																																																																				
																																																																																																																																				
<b>CANTIDAD DE INSPECCIONES:</b>																																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DETALLE</th> <th>NORMAL</th> <th>REAL</th> <th>DEVIACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>A</td><td>400</td><td>750</td><td>-1</td></tr> <tr><td>2</td><td>B</td><td>750</td><td>750</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>C</td><td>130</td><td>130</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>D</td><td>400</td><td>400</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>E</td><td>100</td><td>100</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>F</td><td>130</td><td>130</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>G</td><td>750</td><td>750</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	ITEM	DETALLE	NORMAL	REAL	DEVIACION	1	A	400	750	-1	2	B	750	750	0	3	C	130	130	0	4	D	400	400	0	5	E	100	100	0	6	F	130	130	0	7	G	750	750	0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DETALLE</th> <th>NORMAL</th> <th>REAL</th> <th>DEVIACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8</td><td>H</td><td>40</td><td>40</td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td>I</td><td>300</td><td>300</td><td>0</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	ITEM	DETALLE	NORMAL	REAL	DEVIACION	8	H	40	40	0	9	I	300	300	0																															<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DETALLE</th> <th>NORMAL</th> <th>REAL</th> <th>DEVIACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	ITEM	DETALLE	NORMAL	REAL	DEVIACION																																								
ITEM	DETALLE	NORMAL	REAL	DEVIACION																																																																																																																																
1	A	400	750	-1																																																																																																																																
2	B	750	750	0																																																																																																																																
3	C	130	130	0																																																																																																																																
4	D	400	400	0																																																																																																																																
5	E	100	100	0																																																																																																																																
6	F	130	130	0																																																																																																																																
7	G	750	750	0																																																																																																																																
ITEM	DETALLE	NORMAL	REAL	DEVIACION																																																																																																																																
8	H	40	40	0																																																																																																																																
9	I	300	300	0																																																																																																																																
ITEM	DETALLE	NORMAL	REAL	DEVIACION																																																																																																																																
<b>REVISIONES:</b>																																																																																																																																				
_____																																																																																																																																				
_____																																																																																																																																				
Juan Luis Pizarro de la Cruz JEFE DE FABRICA	FABRICA																																																																																																																																			
JEFE DE FABRICA	JEFE PRODUCCION - FABRICA	SUPERVISOR DEL CLIENTE																																																																																																																																		

Anexo D: Registro de Distribución para Montaje y Apuntalamiento



Anexo E: Registro de Welding map


PRIMAX		PUNILLO DETALLE DE UNIONES SOLDADAS (Welding Map)		DOCUMENTO PROYECTO		FECHA: 01/06/2017	
CONTRATO N°		ESTADO DE OBRAS		PROYECTO: BARRIO		HOJA: 1 DE 1	
PLANO DE DISEÑO DE UNIÓN DE SOLDADURA (Welding Map)		ESTADO DE OBRAS		PROYECTO: BARRIO		HOJA: 1 DE 1	
PLANO DE DISEÑO DE UNIÓN DE SOLDADURA (Welding Map)		ESTADO DE OBRAS		PROYECTO: BARRIO		HOJA: 1 DE 1	
UNIONES SOLDADAS		MATERIAL (Weld)		MATERIAL (Weld)		UNIONES SOLDADAS	
UNIONES SOLDADAS	UNIONES SOLDADAS	UNIONES SOLDADAS	UNIONES SOLDADAS	UNIONES SOLDADAS	UNIONES SOLDADAS	UNIONES SOLDADAS	UNIONES SOLDADAS
001	001	001	001	001	001	001	001
002	002	002	002	002	002	002	002
003	003	003	003	003	003	003	003
004	004	004	004	004	004	004	004
005	005	005	005	005	005	005	005
006	006	006	006	006	006	006	006
007	007	007	007	007	007	007	007
008	008	008	008	008	008	008	008
009	009	009	009	009	009	009	009
010	010	010	010	010	010	010	010
011	011	011	011	011	011	011	011
012	012	012	012	012	012	012	012
013	013	013	013	013	013	013	013
014	014	014	014	014	014	014	014
015	015	015	015	015	015	015	015
016	016	016	016	016	016	016	016
017	017	017	017	017	017	017	017
018	018	018	018	018	018	018	018
019	019	019	019	019	019	019	019
020	020	020	020	020	020	020	020
021	021	021	021	021	021	021	021
022	022	022	022	022	022	022	022
023	023	023	023	023	023	023	023
024	024	024	024	024	024	024	024
025	025	025	025	025	025	025	025
026	026	026	026	026	026	026	026
027	027	027	027	027	027	027	027
028	028	028	028	028	028	028	028
029	029	029	029	029	029	029	029
030	030	030	030	030	030	030	030
031	031	031	031	031	031	031	031
032	032	032	032	032	032	032	032
033	033	033	033	033	033	033	033
034	034	034	034	034	034	034	034
035	035	035	035	035	035	035	035
036	036	036	036	036	036	036	036
037	037	037	037	037	037	037	037
038	038	038	038	038	038	038	038
039	039	039	039	039	039	039	039
040	040	040	040	040	040	040	040
041	041	041	041	041	041	041	041
042	042	042	042	042	042	042	042
043	043	043	043	043	043	043	043
044	044	044	044	044	044	044	044
045	045	045	045	045	045	045	045
046	046	046	046	046	046	046	046
047	047	047	047	047	047	047	047
048	048	048	048	048	048	048	048
049	049	049	049	049	049	049	049
050	050	050	050	050	050	050	050
051	051	051	051	051	051	051	051
052	052	052	052	052	052	052	052
053	053	053	053	053	053	053	053
054	054	054	054	054	054	054	054
055	055	055	055	055	055	055	055
056	056	056	056	056	056	056	056
057	057	057	057	057	057	057	057
058	058	058	058	058	058	058	058
059	059	059	059	059	059	059	059
060	060	060	060	060	060	060	060
061	061	061	061	061	061	061	061
062	062	062	062	062	062	062	062
063	063	063	063	063	063	063	063
064	064	064	064	064	064	064	064
065	065	065	065	065	065	065	065
066	066	066	066	066	066	066	066
067	067	067	067	067	067	067	067
068	068	068	068	068	068	068	068
069	069	069	069	069	069	069	069
070	070	070	070	070	070	070	070
071	071	071	071	071	071	071	071
072	072	072	072	072	072	072	072
073	073	073	073	073	073	073	073
074	074	074	074	074	074	074	074
075	075	075	075	075	075	075	075
076	076	076	076	076	076	076	076
077	077	077	077	077	077	077	077
078	078	078	078	078	078	078	078
079	079	079	079	079	079	079	079
080	080	080	080	080	080	080	080
081	081	081	081	081	081	081	081
082	082	082	082	082	082	082	082
083	083	083	083	083	083	083	083
084	084	084	084	084	084	084	084
085	085	085	085	085	085	085	085
086	086	086	086	086	086	086	086
087	087	087	087	087	087	087	087
088	088	088	088	088	088	088	088
089	089	089	089	089	089	089	089
090	090	090	090	090	090	090	090
091	091	091	091	091	091	091	091
092	092	092	092	092	092	092	092
093	093	093	093	093	093	093	093
094	094	094	094	094	094	094	094
095	095	095	095	095	095	095	095
096	096	096	096	096	096	096	096
097	097	097	097	097	097	097	097
098	098	098	098	098	098	098	098
099	099	099	099	099	099	099	099
100	100	100	100	100	100	100	100

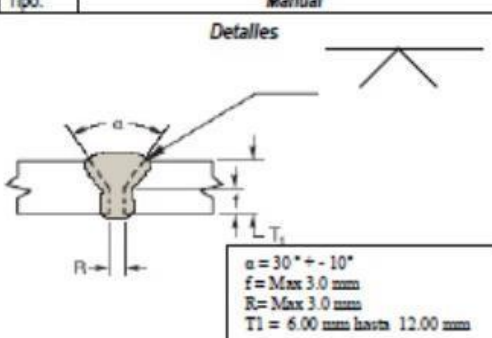
(1) TIPO DE UNIÓN DE SOLDADURA (Welding Map)  
 (2) ESTADO DE OBRAS  
 PRIMA S.A. - JUNIO 2017





Anexo G. Modelo WPS (Especificación de Procedimiento de Soldadura)

	<b>ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b> (CÓDIGO ASME Sección IX- 2010)		HOJA:	1 de 2
			EMISION:	27-04-2010
			REVISION:	1

QW-482 - ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)								
Nombre de la compañía:	INGENIERIA METAL MECANICA SAC		Por:	ROBERTO AÑANCA				
WPS No.	WPS Nº IMMSAC - 001	Fecha:	22.03.11	PQR Nº:	IMMSAC 001			
Revisión No.	01	O/S IND						
Proceso(s) de soldadura:	SMAW		Tipo:	Manual				
<b>JUNTA (QW-402)</b>			<div style="text-align: center;">  </div>					
Diseño de junta:	A Tope en V							
Respaldo: (Si)	—	(No)						X
Material de respaldo: (Tipo):	—							
<input type="checkbox"/> Metal	<input type="checkbox"/> Refractario							
<input type="checkbox"/> No metálico	<input type="checkbox"/> Otro							
Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes ha ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.								
<b>METAL BASE (QW-403)</b>								
Nº P:	f	Grupo Nº:	f	al Nº P:	f	Grupo Nº:	f	
O								
Especificación de tipo y grado:	ASME SA 36							
A la especificación de tipo y grado:	ASME SA 36							
O								
Análisis químico y propiedades mecánicas:	—							
Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas:	—							
Rango de espesores								
Metal base:	Ranura:	6.00 mm hasta 12.00 mm		Filete:	—			
Diam. Tubo	Ranura:	—		Filete:	—			
Otro	—							
<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b>								
Especificación Nº (SFA)	A. 5.1							
AWS No (Clase)	E6011 / E7018							
Nº F	F4							
Nº A	A1							
Diámetro de metal de aporte:	1/8" Pulg							
Metal depositado								
Rango de espesores								
Ranura	Hasta 2.5 mm							
Filete	-							
Fundente (clase)	-							
Fundente nombre comercial	-							
Inserto consumible	-							



**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**  
(CÓDIGO ASME Sección IX- 2010)

HOJA:	2 de 2
EMISION:	27-04-2010
REVISION:	1


<b>POSICIONES (QW-405)</b>				<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO</b>				
Posición (es) de ranura		2 G		Rango de temperatura:		—		
Progresión: Asc.		—		Desc.		—		
Posición de filete		—		<b>GAS (QW-408)</b>				
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>				Composición Porcentual				
Temp. Pre calentamiento		Mín:		—		Gas(es)		
Temp. Interfase		Máx:		—		Mezcla		
Mantenimiento pre calentamiento:		—		Protección		—		
				Arrastre		—		
				Respaldo				
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>								
Corriente AC o DC		DC		Polaridad		EN		
Rango de amperaje		Ver Tabla		Rango de voltaje		Ver Tabla		
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno				—				
Modo de transferencia en GMAW				—				
Velocidad de alimentación de alambre				—				
<b>TÉCNICA</b>								
Pase ancho o angosto				1er pase angosto				
Orificio o tamaño de protección gaseosa				—				
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerlado, etc)				Escobillado y/o esmerlado				
Método de resane de raíz				-				
Oscilación				Como sea requerida				
Distancia de boquilla a pieza de trabajo				—				
Pase múltiple o simple				Simple				
Electrodo simple o múltiple				Simple				
Velocidad de avance (rango)				2.8 - 3 cm /min				
Martileo								
Otro				—				
Pase Nº	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Otros
		Clase	Diam	Polaridad	Amperaje			
1	SMAW	E6011	1/8" Pulg	DCEN	80-110	—	2.8 - 3	—
2	SMAW	E7018	1/8" Pulg	DCEP	90-160	—	2.8 - 3	
N	SMAW	E7018	1/8" Pulg	DCEP	90-160	—	2.8 - 3	

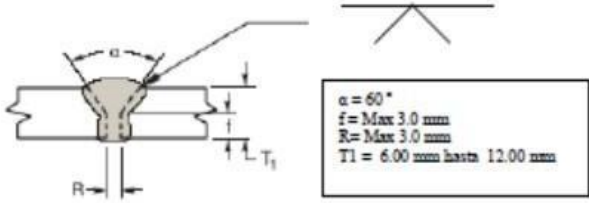
Fabricante:	INGENIERIA METAL MECANICA SAC	Elaborado por:	INSPECTORATE
Fecha:	27/03/2011	Aprobado por:	ING. RAUL CAYLLAHUA


 Raul F. Cayllahu Asesoría  
 CMI 10112221  
 QC1 EXP. 11/1/2013

Anexo H: Registro de Calificación de procedimiento de Soldadura - PQR

	REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR) (CÓDIGO ASME Sección IX-2010)		HOJA:	1 de 2
			EMISION:	27/04/2010
			REVISION:	1

QW-482 – REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)					
Nombre de la compañía: <b>INGENIERIA METAL MECANICA SAC</b>			Por: <b>ING. RAUL CAYLLAHUA</b>		
Calificación de Procedimiento - PQR No. <b>IMMSAC - 001</b>			Obs. <b>PROYECTO TANQUES TALISMAN</b>		
Proceso(s) de soldadura: <b>SMAW</b>		Tipo: <b>Manual</b>		Fecha: <b>27/04/2011</b>	
					
<b>METAL BASE (QW-403)</b>			<b>TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA (QW-407)</b>		
Especificación material <b>ASME SA 38</b>			Temperatura		
Tipo o grado			Tiempo		
P - No.	f	a P - No.	f	Otro	
Espesor de probeta <b>6.00 mm</b>					
Diámetro de probeta					
Otro <b>Designación ASME SA 38</b>			<b>GAS (QW-408)</b>		
Rango de espesores : <b>6.00 mm a hasta 12.00 mm</b>			Composición Porcentual		
Rango de diámetros :					
			Protección		
			Arrastre		
			Respaldo		
<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b>			<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b>		
Especificación SFA <b>A5.1</b>			Corriente <b>DC</b>		
Clasificación AWS <b>E6011 / E7018</b>			Polaridad <b>EN</b>		
Metal de aporte F - No. <b>F Nº 3 / F Nº 4</b>			Amperaje		
Análisis de metal depositado A - No. <b>A1</b>			Voltaje		
Diámetro de metal de aporte: <b>1/8" Pulg</b>			Tamaño de electrodo de tungsteno:		
Otro			Otro		
Espesor de metal de soldadura <b>Hasta 1" - 1/2"</b>					
<b>POSICION (QW-405)</b>			<b>TECNICA (QW-410)</b>		
Posición de ranura <b>2G</b>			Velocidad de avance <b>2.8 ( cm/min )</b>		
Progresión de soldadura (asc, desc) <b>Plana</b>			Pasada ancha o angosta <b>Angosto</b>		
Otro			Oscilación <b>No</b>		
			Pase simple o múltiple <b>Múltiple</b>		
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>			Electrodo simple o múltiple <b>Múltiple</b>		
Temperatura de precalentamiento			Otro		
Temperatura entre pases					
Tiempo <b>15 Minutos</b>					



	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b> (CÓDIGO ASME Sección IX-2010)		HOJA:	2 de 2
			EMISION:	27/04/2010
			REVISION:	1

Pase	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de Avance cm/min
		Clase	Diam (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje		
1	SMAW	E6011	1/8" Pulg	DCEN	90-110	-	2.8
2	SMAW	E7018	1/8" Pulg	DCEP	90-160	-	2.8

PRUEBAS DE TENSION (INFORME N° 007124)						
Especimen No.	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Carga rotura total (KN)	Resistencia máx. (Mpa)	Tipo de falla y ubicación
T1	25	6.35	158.75	80.2	505	Rompió en el metal base
T2	25	6.32	158.0	77.9	493	Rompió en el metal base

ENSAYOS DE DOBLEZ GUIADO (INFORME N° 10806)	
Tipo y figura No.	Resultado
C-1	Aceptada
C-2	Aceptada
R-1	Aceptada
R-2	Aceptada

PRUEBA DE IMPACTO							
Especimen No.	Ubicación de muesca	Tamaño de especimen	Temperatura de ensayo	Valores de impacto			Peso de rotura
				Fuerza	% corte	Mils	
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

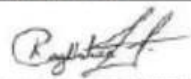

**PRUEBA EN SOLDADURA DE FILETE**  
 Resultado satisfactorio: Si  No  Penetración en metal origen: Yes  No   
 Resultados de macroataque

**OTRAS PRUEBAS**  
 Tipo de prueba   
 Análisis de depósito   
 Otro

Nombre soldador	CATALINO ROMAN GUTIERREZ ROJAS	Estampa No.	CRGR
Pruebas Mecánicas conducidas por:	Lab. Ensayo inspectorate	Prueba de laboratorio No.:	---
Prueba conducida por:	Ing. Raúl Cayllahua Ascencio	Nro. CWI:	10112221

Certificamos que los datos en este registro son correctos y que las probetas fueron preparados, soldados y ensayados de acuerdo con los requerimientos de la Sección IX del Código ASME - 2010

Fabricante	INGENIERIA METAL MECANICA SAC	Elaborado por:	INSPECTORATE
Fecha	27/04/2011	Aprobado por:	ING. RAUL CAYLLAHUA

  
 Raúl Félix Cayllahua Ascencio  
 CWI 10112221  
 QC1 EXP. 11/1/2013

Anexo I: Registro de Calificación del soldador



WQR N° 001-4  
**QW-484 MANUFACTURER'S RECORD OF WELDER OR  
 WELDING OPERATOR QUALIFICATION TESTS**  
 See QW-301, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel  
 Code

Welder's name <u>LAURO RAMOS VIRU</u>		PQR N°: <u>IMMSAC 001</u> Stamp No. <u>LRV</u>	
Welding process(es) <u>SMAW</u>		Type <u>Manual</u>	
Identification of WPS followed by welder during welding of test coupon <u>WPS N°/IMMSAC - 001</u>			
Base material(s) welded <u>CARBON STEEL</u>		Thickness <u>6.00 mm</u>	

Manual or Semiautomatic Variables for Each Process (QW-350)	Actual Values	Range Qualified
Backing (metal, weld metal, welded from both sides, flux, etc.) (QW-402)		
ASME P.No. <u>1</u> to ASME P.No. <u>1</u> (QW-403)	<u>ASME SA 36</u>	<u>GRUPO N°1</u>
( X ) Plate ( ) Pipe (enter diameter, if pipe)	<u>6.00 mm</u>	<u>6.00 mm a 12.00 mm</u>
Filler metal specification (SFA) : <u>A 5.1</u> Classification (QW-404)	<u>E6011 / E7018</u>	<u>EXX11/XX18</u>
Filler metal F-No.	<u>F- N°3/F N°4</u>	<u>F- N°3/F N°4</u>
Gas of Protection GTAW or PAW		
Weld deposit thickness for each welding process	<u>1" a 1/2"</u>	<u>1" a 1/2"</u>
Welding position (1G, 5G, etc.) (QW-405)	<u>2G</u>	<u>1G, 2G</u>
Progression (uphill / downhill)	<u>UPHILL</u>	<u>UPHILL</u>
Backing gas for GTAW, PAW, or GMAW; fuel gas for OFW (QW-408)		
GMAW transfer mode (QW-409)		
GTAW welding current type / polarity	<u>DCEN root</u>	<u>DCEN root</u>
	<u>DCEP Other</u>	<u>DCEP Other</u>

Machine Welding Variables for the Process Used (QW-360)	Actual Values	Range Qualified
Direct / remote visual control		
Automatic voltage control (GTAW)		
Automatic joint tracking		
Welding position (1G, 5G, etc.)		
Consumable insert		
Backing (metal weld metal, welded from both sides, flux, etc.)		

**Guided Bend Test Results**

Guided Bend Tests Type ( ) QW-462.2 (Side) Results ( ) QW-462.3(a) (Trans. R & F) Type ( ) QW-462.3(b) (Long. R & F)

Results

Radiographic test results (QW-304 and QW-305) : APPROVE  
 (For alternative qualification of groove welds by radiography) Fillet Weld          Fracture test          Length and percent of defects          in.

Macro test fusion         

Welding test conducted by Raúl Cayllahua Ascencio - CWI N° 10112221

Mechanical tests conducted by          Laboratory test No.         


We certify that the statements in this record are correct and that test coupons were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of Code ASME Section IX-2010.

Organization INGENIERIA METAL MECANICA SAC Date : ABRIL 2011

By:

Raúl Félix Cayllahua Ascencio  
 CWI 10112221  
 QC1 EXP. 11/1/2013

## Anexo J: Registro Prueba Neumática

	CONSTITUCIÓN TANQUES VERTICALES	IMMSAC/PPN-016
	REPORTE PRUEBA NEUMÁTICA A TANQUES	REVISIÓN: 01 EMISIÓN: 2010.08.12

### N° IMMSAC – TBP 001

Se deja constancia de haber realizado la Prueba Neumática a un tanque POLIEDRICO tipo rectangular para almacenamiento de Borne de petróleo. La prueba se realizó de acuerdo al procedimiento de Pruebas Neumáticas a Tanques de IMMSAC.

#### DATOS DEL TANQUE

- Fabricante : INGENIERIA METAL MECANICA S.A.C.
- N° de Serie : TBP 001
- Capacidad : 39 m<sup>3</sup> aprox
- Dimensiones
  - Longitud : 5000 mm
  - Ancho : 3000 mm
  - Altura : 2600 mm
- Material : Acero ASTM A-98
- Especificación : UL 142 y API 650 (Modificada)

#### CONDICIONES DE PRUEBA

- Presión de trabajo : Atmosférica
- Presión de diseño : 1 Psi
- Presión de Prueba : 3 Psi
- Tiempo de Prueba : 2 horas

#### OBSERVACIONES

- Durante la ejecución de la Prueba Neumática no se ha observado fugas o pérdida de presión en el cuerpo, techo, fondo y/o conexiones del tanque.
- Los trabajos se han desarrollado de acuerdo al procedimiento de prueba neumática N° IMMSAC/PRO - 011- Rev.-1.
- La prueba se efectuó en la Planta de la empresa INGENIERIA METAL MECANICA S.A.C.



Lima, 16 Noviembre del 2012

## Anexo K: Registro Prueba Hidrostática

### INGENIERÍA METAL MECÁNICA S.A.C.

Fabricación Tanques Industriales de acuerdo a Normas Internacionales y Osinergmin.  
Recipientes a Presión para todo tipo de gases y fluidos según Norma ASME Sec. VIII Div. I  
Tanques Atmosféricos para petróleo y agua según Norma API 650, UL 142 y UL 58  
Central Telef. : (511) 5770799 / 4519450



Callao, 22 de Julio del 2011

PROTOCOLO N° 0126

### PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA

<b>Cliente:</b>	<b>OIL WELL SERVICE SAC</b>												
<b>Dirección:</b>	Av. San Marcos 127 - 129 (Pueblo Libre, Lima 21)												
<b>Producto:</b>	<b>Tanque para almacenamiento de combustible</b>												
<b>DATOS GENERALES:</b>													
<b>Codigo:</b>	TK-01 - OWS												
<b>Diámetro:</b>	2200mm.												
<b>Longitud:</b>	5000mm.												
<b>Capacidad:</b>	5000 Glns.												
<b>Material:</b>	Acero Estructural A-36												
<b>NORMA Y/O ESPECIFICACIONES:</b>													
Para realización la prueba se utilizó como referencia la norma UL -142													
<b>PROCEDIMIENTO:</b>													
Se procedio a sellar todas las salidas, y a verificar el estado del tanque cada 1.0 Psi durante 0.2 hrs.													
<table border="1"><thead><tr><th>Manometro</th><th>Rango</th><th>Equipo Utilizado</th><th>Presión</th><th>Duración</th><th>Fecha</th></tr></thead><tbody><tr><td>Galeazzi</td><td>0 a 30 Psi</td><td>Bomba Manual</td><td>5.0 Psi</td><td>4.0 hrs.</td><td>20/07/2011</td></tr></tbody></table>		Manometro	Rango	Equipo Utilizado	Presión	Duración	Fecha	Galeazzi	0 a 30 Psi	Bomba Manual	5.0 Psi	4.0 hrs.	20/07/2011
Manometro	Rango	Equipo Utilizado	Presión	Duración	Fecha								
Galeazzi	0 a 30 Psi	Bomba Manual	5.0 Psi	4.0 hrs.	20/07/2011								
<b>RESULTADO:</b>													
Al termino de la prueba de presión, no se observaron fugas y las leves deformaciones de las tapas durante la prueba volvieron a su estado inicial.													
<b>EFFECTUADO POR :</b>	<b>SUPERVISADO POR:</b>												
 <b>Loreano Adanca A.</b> GERENTE													

Av. Punta Pescadores Lote 15 – Urb. Industrial Bocanegra \* Callao Ref. Carretera a Ventanilla - Los Ferrolles  
www.Ingenieriametalmecanica.com  
Email Ingenieria@immsac.com presupuestos@ingenieriametalmecanica.com




Anexo L: Reporte Inspección Visual Soldadura

OPERACIONES INDUSTRIALES - AREA DE INGENIERIA

SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

Inspección Visual de Uniones Soldadas

		Código: IMM-VUS-F-006 Fecha: 14/09/2011 Revisión: 01														
		Equipo: Tanques para Borra de 39m3 de capacidad Lugar de Inspección: Pta Pescadores L-15 Los Ferrolles Callao Norma de Inspección: API 650														
Proyecto: TANQUE DE BORRA DE PETROLEO Cliente: YCOINGE SAC Plano de Referencia: PLANO 1 Tmq: TBP 001																
Descripción																
IDENTIFICACIÓN			EJECUCIÓN				CONTROL DE CALIDAD									
Item	Código Junta	Lado		Tipo de Junta	WPS N°	Soldador Estampa	Fecha de Ejecución	Inspección Visual		Tintes Penetrantes		Defectos (Señalar)	Reparado		Fecha de Inspección	Observaciones
		Int.	Ext.					Si	No	Si	No		Si	No		
1	J01	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	10/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	10/11/2012	
2	J02	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	10/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	10/11/2012	
3	J03	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	13/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	13/11/2012	
4	J04	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	13/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	13/11/2012	
5	J05	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	13/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	13/11/2012	
6	J06	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	14/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	14/11/2012	
7	J07	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	14/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	14/11/2012	
8	J08	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	14/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	14/11/2012	
9	J09	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	14/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	14/11/2012	
10	J10	X	X	TOPE	WPS-IMMSAC 001	CRGR	15/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	15/11/2012	
11	F11	X	X	FILETE	WPS-IMMSAC 001	JTC	15/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	15/11/2012	
12	F12	X	X	FILETE	WPS-IMMSAC 001	JTC	15/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	15/11/2012	
13	F13	X	X	FILETE	WPS-IMMSAC 001	JTC	16/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	16/11/2012	
14	F14	X	X	FILETE	WPS-IMMSAC 001	JTC	16/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	16/11/2012	
15	F15	X	X	FILETE	WPS-IMMSAC 001	JTC	16/11/2012	X	X	X	X	NINGUNO	X	X	16/11/2012	
APROBACIÓN FINAL																
Roberto Atanica IMMSAC																

Anexo M: Reporte de Tintes Penetrantes

		Inspección Visual de Uniones Soldadas		Código: 0510061002			
				Revisión: 01			
				Fecha: 14/08/2012			
<b>REPORTE DE INSPECCION DE SOLDADURA POR LIQUIDOS PENETRANTES</b>							
PROYECTO:	TANQUE ALMACENAMIENTO BOMBA DE PETROLIO		CLIENTE:	YECOM S.A.C.			
FECHA DE EMISIÓN:	Noviembre 14, 2012		PRODUCTO:	TANQUE BOMBA TEP 100			
CÓDIGO DE REFERENCIA (ESTÁNDAR APPLICABLE)							
ESPECIFICACION DE LIQUIDO PENETRANTE							
TIPO DE CONTROL			TIPO DE PENETRACION				
TIPO DE APPLICACION			TIPO DE REVELACION				
ITEM	Elemento	TIPO UNDA	Long (cm)	Ubicacion	Material	Tamaño	Observaciones
01	TECHNO 1	TECHO	25	PC	ASB	2	NINGUNA
02	TECHO 2	TECHO	1	CD20	ASB	2	NINGUNA
03	TECHO 3	TECHO	1	CD20	ASB	2	NINGUNA
04	LATERAL 1	TECHO	1	CD20	ASB	2	NINGUNA
05	LATERAL 2	TECHO	1	CD20	ASB	2	NINGUNA
06	TECHO 4	TECHO	25	CD20	ASB	2	NINGUNA
07	TECHO 5	TECHO	25	CD20	ASB	2	NINGUNA
08	TECHO 6	TECHO	25	CD20	ASB	2	NINGUNA
09	TECHO 7	TECHO	25	PC	ASB	2	NINGUNA
10	TECHO 8	TECHO	25	PC	ASB	2	NINGUNA
11	TECHO 9	TECHO	25	CD20	ASB	2	NINGUNA
12	TECHO 10	TECHO	25	PC	ASB	2	NINGUNA

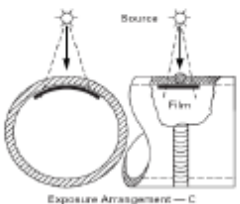
  

CONTENIDO Y DESCRIPCION:		
01	0	0
02	0	0
03	0	0
04	0	0
05	0	0
06	0	0
07	0	0
08	0	0
09	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0

APROBACION		
INGENIERO:	_____	_____
INGENIERO:	_____	_____
INGENIERO:	_____	_____
INGENIERO:	_____	_____

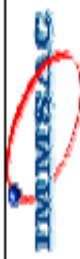
## Anexo N: Registro de Inspección por Radiografía

ESPECIALIZING IN NONDESTRUCTIVE TESTING		<b>INSPECCION POR RADIOGRAFIA</b>		Reporte N° : 100434						
				Orden de Trabajo : OT-RV-46-12						
				Página : 1 de 1						
Cliete	INGENIERIA METAL MECANICA SAC	Requisito de Inspección	API 650 10ma Edición Adenda 4							
Proyecto	Fabricación de Tanque para Borre	Método de Inspección	ASME SECCION V: 2007							
Equipo / Elemento	Tanque Rectangular de 5m x 3m x 2.6m	Fecha de Inspección	17.11.12							
Código / Serie	Tanque para Borre	Lugar de Inspección	Calle Pta Pescadores L-15 Los Faroles							
Material / Espesor	ASTM A 36 / 6 mm	Procedimiento de Insp. Radiográfica	RV-P-002							
<b>RESULTADOS DE INSPECCION</b>										
Nº	ID Union Soldada	Longitud	Resultado	Discontinuidad	Long de Defecto	ID Soldador	Area Soldada	Proceso	Comentarios	
1	TK / PLACA 1	254 mm	Aceptado	Escoria	1 mm	CRGR	-----	SMAW		
2	TK / PLACA 2	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
3	TK / PLACA 3	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
4	TK / PLACA 4	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
5	TK / PLACA 5	254 mm	Aceptado	Porosidad	1mmØ	CRGR	-----	SMAW		
6	TK / PLACA 6	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
7	TK / PLACA 7	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
8	TK / PLACA 8	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
9	TK / PLACA 9	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
10	TK / PLACA 10	254 mm	Aceptado	-----	-----	CRGR	-----	SMAW		
11										
12										
13										
14										
15										
16										
<b>DETALLES DE EQUIPO Y TECNICA</b>										
Fuente	Rayos Gamma	Material	Acero ASTM A36	TECNICA RADIOGRAFICA: Simple Pared/Simple Imagen						
Tipo / Kv	Iridio 192	Diámetro Tuberia	-----							
Tamaño	3.89 mm	Espesor	6 mm							
Curies / mA	19 Ci	Marca Film	AGFA							
Tipo ICI	ASTM 1B	Velocidad Film	D7							
Hilo Esencial	0.010"	Tamaño Film	70 mm x 254 mm							
Lado ICI	Film	Tipo de Pantalla	Plomo							
Dist Fuente-Film	250 mm	Tiempo de Exp.	182 segundos							
Objeto a Film	0 mm	Proces. Película	Manual							
Nosotros, los abajo firmantes certificamos que las declaraciones en este reporte son correctas y que las uniones soldadas fueron inspeccionadas de acuerdo con el requisito de inspección y el método de inspección especificados.										
<b>Inspeccionado por:</b>			<b>Evaluado por:</b>							
Nilton Santillan Ortega	Firma	Ing. Ernesto Villalobos C	Firma							
Nivel II SNT-TC-1A RT		Nivel II SNT-TC-1A RT MT PT UT								
Fecha		Fecha								
17.11.12		18.11.12								
<b>Aprobado por:</b>										
Juan Veliz Montero	Firma									
Gerente General										
Fecha										
19.11.12										



Anexo P: Registro de Aplicación de Pintura

OPERACIONES INDUSTRIALES - AREA DE INGENIERIA

		<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>																	
<b>Control de Aplicación de Pintura</b>		Código: IMMSA-C-PRE-006																	
		Revisión: 01																	
		Fecha: 14/09/2010																	
<b>Proyecto: TANQUES HELI-TRANSPORTABLES</b>																			
<b>Cliente: PGM SERVICES SAC</b>																			
<b>N° De Plano: IM-02</b>																			
<b>Equipo: TANQUE N° 1406-03/500 GL</b>																			
<b>Lugar de Inspección: PTA PESCADORES L15 - IMMSAC</b>																			
<b>Fecha: 25. 06.2014</b>																			
<b>SISTEMA DE PINTADO</b>																			
<b>SISTEMA DE PREPARACION SUPERFICIAL SEGUN SSPC-SP</b>		Conforme	SSPC-SP 10																
Inspección de Tamiz de Boquilla		Conforme	No Conforme																
Inspección de Preparación de Pintura		S/I	No Conforme																
<b>SISTEMA ESPECIFICO DE PINTURA</b>																			
1er - Exterior	Marca	SIGMAGUARD 720	Color																
2do - Exterior	Marca	SIGMAGUARD 720	Color																
Proveedor	AURORA - SIGMA		Equipo Pint																
Medidor de Película Seca	ECOMETER																		
<b>Rango</b>																			
<b>CONDICIONES AMBIENTALES (°C)</b>																			
Primer Pase exterior	Tem. Amb.	18	HR(%)																
		78																	
Segundo Pase exterior	Tem. Amb.	18	HR(%)																
		78																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Hora Inicio</td> <td>08:00</td> <td>Hora Term. (25.06.14)</td> <td>12.00</td> </tr> <tr> <td>Tem. Sup.</td> <td>14</td> <td>Tem. Sup.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hora Inicio</td> <td>08:00</td> <td>Hora Term. (26.06.14)</td> <td>11.00</td> </tr> <tr> <td>Tem. Sup.</td> <td>14</td> <td>Tem. Sup.</td> <td></td> </tr> </table>				Hora Inicio	08:00	Hora Term. (25.06.14)	12.00	Tem. Sup.	14	Tem. Sup.		Hora Inicio	08:00	Hora Term. (26.06.14)	11.00	Tem. Sup.	14	Tem. Sup.	
Hora Inicio	08:00	Hora Term. (25.06.14)	12.00																
Tem. Sup.	14	Tem. Sup.																	
Hora Inicio	08:00	Hora Term. (26.06.14)	11.00																
Tem. Sup.	14	Tem. Sup.																	
<b>Primera Capa Exterior</b>																			
N° de Spots	Valor Máximo	Fecha de Inspección	Valor Mínimo																
5	3,18		3																
		Promedio	Conforme																
		3,1																	
<b>Segunda Capa Exterior</b>																			
N° de Spots	Valor Máximo	Fecha de Inspección	Valor Mínimo																
5	3,3		3																
		Promedio	Conforme																
		3,2																	
<b>OBSERVACIONES</b>																			
<b>APROBACION</b>																			
APROBADO																			

# Anexo Q: Registro de medición de espesores película seca EPS



Especialistas en Arenado y Pintura

30 años de experiencia

Callao, 21 de Noviembre del 2011

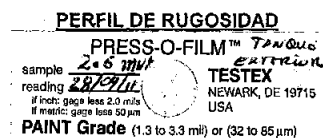
ASESORAMIENTO y CONTRAL de CALIDAD  
PROTOCOLO: Arenado y Pintura

PROYECTO: TALISMAN  
IDENTIFICACION  
CLIENTE: INGENIERIA METAL MECANICA S.A.C.  
RUC:

**Sistema de Arenado:** EXTERIOR

Sistema	Producto	Tamaño de boquilla	Rendimiento de Limpieza	m3 de aire A 7kg/cm2
Arenado al blanco (SSP-05)	Arena de río	N° 6 de 3/8"	100%	225 cfm

Preparación de Superficie: **Arenado al blanco (SSP-05)**  
Contratista Encargado: **ALAMA S.A.C.**



**Sistema de Pintado:** EXTERIOR

Producto consumido	Galones	Mills seco
SIGMAFAST 205 GRIS	16.66	4
SIGMADUR 550 VERDE	24.00	2

Preparación de Superficie: **Arenado al blanco (SSP-05)**  
Método de Aplicación de Pintura: **Sistema Airless**

Resultados:

Horario de Inicio: **8.40am**

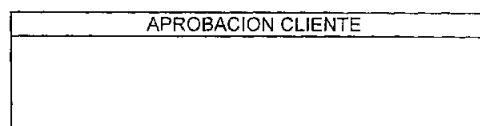
Hora de Terminó: **4.00pm**

Medidor de película seca: **El Cometer**


Cant.	DESCRIPCION	Mills Seco			Número de capas
		Min.	Max.	Prom.	
2.00	Tanques	8.0 - 8.1	8.4 - 8.5	8.25	2
2.00	Tanques	7.9 - 8.0	8.3 - 8.6	8.20	2
2.00	Tanques	8.1 - 8.2	8.4 - 8.6	8.32	2
2.00	Tanques	8.0 - 8.0	8.3 - 8.5	8.21	2
2.00	Tanques	8.1 - 8.2	8.4 - 8.6	8.32	2

CONCLUSION:

"Certificamos el servicio de arenado y aplicación de pintura a 10 tanques "



## Anexo R: Protocolo de Trazabilidad


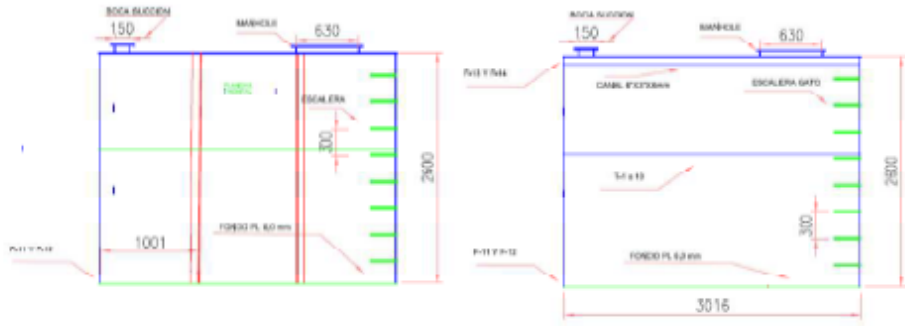
		<b>PROTOCOLO DE TRAZABILIDAD</b>			CODIGO: F-QC-03	
					REVISION: 01	
					FECHA: 07 Marzo 2009	
<b>PROYECTO:</b> FABRICACIÓN DE 02 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE						
Plano de referencia	Descripción				Marca N°	Registro
SEGÚN LISTA	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE				Según Lista	084-001
<b>TRAZABILIDAD DE ELEMENTOS:</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	MATERIAL	COLADA	REGISTRO DE MATERIALES	
<b>BASE CUERPO Y TAPA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>						
PLANO MQ-09-121-06 REV 1						
1	PL 4.5 X 9409 X 1520	3	ASTM A36	352518	084 - 001	
2	PL 6 X 1510 X 6000	2	ASTM A36	842333	084 - 001	
3	PL 4.5 X 2984 X 2984	2	ASTM A36	352518	084 - 001	
4	PLATINA 1/4 X 1 1/2 X 9042	2	ASTM A36	--	084 - 001	
<b>CUERPO DEL TANQUE</b>						
Plano MQ - 09 - 121 - 01 Rev 1						
1	PL 4.5 x 9409 x 1800	2	ASTM A36	153958	084 - 001	
2	PL 4.5 x 9409 x 900	1	ASTM A36	153958	084 - 001	
<b>MANHOLE 20" - 1 ANILLO</b>						
Flanchos de Refuerzo						
Plano MQ - 09 - 121 - 02 Rev 1						
1	PL 6 x 1285 x 1055	2	ASTM A36	758217	084 - 001	
<b>Cuello, Brida y Tapa de Manhole</b>						
Plano MQ - 09 - 121 - 02 Rev1						
1	PL 6 x 1475 x 203,1	3	ASTM A36	758217	084 - 001	
2	PL 6 x 1475 x 203,1	1	ASTM A36	960754101	084 - 001	
3	PL 6 x 720 x 720	4	ASTM A36	758217	084 - 001	
4	PL 6 x 720 x 720	4	ASTM A36	842333	084 - 001	
<b>Beranda Circular - Techo</b>						
Plano MQ - 09 - 121 - 08						
1	Tubo 1 1/4 x 9167 STD	2	ASTM A53	90306228	084 - 001	
2	Tubo 1 x 374 STD	12	ASTM A53	90201186	084 - 001	
3	Tubo 1 x 487 STD	12	ASTM A53	90201186	084 - 001	
4	Tubo 1 x 9170 STD	2	ASTM A53	90301186	084 - 001	
<b>OBSERVACIONES:</b> .....						
.....						
J.L.P.		R.L.A.C.				
V*B* QC - IMMSAC		V*B* PRODUCCION - IMMSAC		SUPERVISION DEL CLIENTE		



# Anexo S Registro de Inspección dimensional

OPERACIONES INDUSTRIALES - AREA DE INGENIERIA

## SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

	<b>REGISTRO DE INSPECCION DIMENSIONAL</b>		Código: PPI-004-001 Revisión: 01 Fecha: 14/03/2011					
<b>1. DATOS GENERALES:</b>								
Cliente: YICONGE SAC	Proyecto: TANQUES PARA BORRA	Equipo: TANQUE SERIE N° TBP-001	Plano de Referencia: PD-01					
<b>2. ESQUEMA:</b>								
								
<b>3. MEDICIONES:</b>								
N°	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ	N°	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ	Observaciones
1	A	3000	2999	1	8			
2	B	3000	3000	0	9			
3	C	5000	4999	1	10			
4	D	3000	2999	1	11			
5	E	2600	2601	1	12			
6								
7								
<b>4. OBSERVACIONES:</b>								
PLANCHAS DE 1500 mm X 6000 mm (SE UNIÓ LAS PLANCHAS PARA CONSEGUIR EL ANCHO REQUERIDO)								
<b>5. APROBACIÓN FINAL:</b>								
APROBADO								
REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:						