



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional Ingeniería Metalúrgica**

Implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras para garantizar la calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autor

Pedro Antonio Callirgos Osorio

Asesor

Alberto Irhaam Sanchez Guzman

Huacho – Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Pedro Antonio Callirgos Osorio	45839976	27 – 04 - 2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Alberto Irhaam Sanchez Guzman	15758117	0000-0003-1575-8466
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Berardo Beder Ruiz Sánchez	31602007	0000-0002-1822-9204
Juan Manuel Ipanaque Roña	32952515	0000-0003-2695-9802
Joaquín José Abarca Rodríguez	15740291	0000-0003-1004-3824

"IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A LAS JUNTAS DE LAS SOLDADURAS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TANQUES DE ACERO PARA EL P

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	2%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	2%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	2%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	www2.udec.cl Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%

repositorio.unjfsc.edu.pe

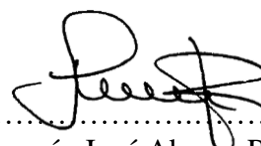
Implementación y Monitoreo de un Sistema de Inspección por Ensayos no Destructivos a las Juntas de las Soldaduras para Garantizar la Calidad en el Proceso de Fabricación de Tanques de Acero para el Proyecto Quellaveco



.....
Dr. Berardo Beder Ruiz Sánchez
Presidente



.....
M(o). Juan Manuel Ipanaque Roña
Secretario



.....
M(o). Joaquín José Abarca Rodríguez
Vocal



.....
Dr. Alberto Irhaam Sanchez Guzman
Asesor

DEDICATORIA

A mi hija posiblemente en estos momentos no entiendas muy bien mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que sepas lo que significas para mí. Eres la razón por la cual despierto cada mañana motivado en ser una persona mejor y abrir un camino llano por el cual puedas recorrer, Danna no olvides que siempre estaré a tu lado.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por a pesar de las vicisitudes siempre me guio por el camino correcto, a mis padres por ser las personas que siempre estuvieron a mi lado apoyándome, a la madre de mi hija que pese a las circunstancias estuvo acompañándome siempre, a mis maestros y profesores que gracias a ellos puedo lograr alcanzar mis metas trazadas

PENSAMIENTO

“El fracaso es la oportunidad de empezar de nuevo con más inteligencia” (Henry Ford)

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA -----	vi
AGRADECIMIENTO-----	vii
PENSAMIENTO-----	viii
ÍNDICE GENERAL -----	ix
ÍNDICE DE TABLA -----	xv
ÍNDICE DE FIGURA -----	xvi
ÍNDICE DE ANEXO-----	xvii
ABREVIATURA -----	xix
RESUMEN -----	xx
ABSTRACT -----	xxi
INTRODUCCIÓN -----	xxii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	23
1.1 Descripción de la realidad problemática. -----	23
1.2 Formulación del problema -----	25
1.2.1 Problema general -----	25
1.2.2 Problemas específicos-----	25
1.3 Objetivos de la Investigación. -----	25
1.3.1 Objetivo general. -----	25
1.3.2 Objetivo específico-----	25
1.4 Justificación de la investigación.-----	26
1.4.1. Justificación Metodológica. -----	26
1.4.2. Justificación Práctica. -----	26

1.4.3.	Justificación Económica. -----	27
1.4.4.	Justificación Social. -----	27
1.5	Delimitación del estudio.-----	28
1.5.1.	Delimitación Territorial.-----	28
1.5.2.	Delimitación Tiempo y Espacio. -----	28
1.5.3.	Delimitación de Recursos.-----	28
1.6	Viabilidad del estudio.-----	28
CAPITULO II MARCO TEÓRICO -----		29
2.1.	Antecedentes de la investigación -----	29
2.1.1.	Investigación Internacional.-----	29
2.1.2.	Investigación Nacional.-----	30
2.1.3.	Otros estudios. -----	32
2.2.	Bases Teóricas: Implementación y Monitoreo de un Sistema de inspección por END.	
	33	
2.2.1.	Pruebas No Destructivas Superficiales.-----	34
2.2.1.1.	Inspección Visual (IV) -----	34
2.2.1.2.	Líquidos Penetrantes (PT).-----	36
2.2.1.3.	Partículas Magnéticas (MT). -----	37
2.2.1.4.	Corrientes Foucault o inducidas (EC)-----	38
2.2.2.	Pruebas No Destructivas Volumétricas. -----	39
2.2.2.1.	Radiografía Industrial (RT)-----	39
2.2.2.2.	Ultrasonido Industrial (UT)-----	40

2.2.2.3.	Emisión Acústica (AE)-----	40
2.2.2.4.	Termografía Activa. -----	42
2.2.3.	Pruebas No Destructivas de Hermeticidad. -----	42
2.2.3.1.	Pruebas por Cambio de Presión (Neumática o hidrostática).-----	43
2.2.3.2.	Pruebas de Burbuja.-----	44
2.2.3.3.	Pruebas por Espectrómetro de Masas (MS).-----	45
2.2.3.4.	Pruebas de Diodo Halógeno. -----	47
2.2.4.	Beneficios de las Pruebas No Destructivas -----	48
2.2.5.	El Impacto de los END en la Prevención de Desastres. -----	49
2.2.6.	Aseguramiento de la calidad y validación de la aplicación de ensayos no destructivos.-----	49
2.3.	Bases teóricas: Calidad en el Proceso de Fabricación de Tanques de Acero.-----	50
2.3.1.	Normativa de Inspección. -----	51
2.3.1.1.	Norma ASME.-----	51
2.3.1.2.	Norma API. -----	52
2.3.1.3.	Norma AWS. -----	54
2.3.2.	Diseño y Estructura de Tanques de Acero.-----	56
2.3.2.1.	Principios de Diseño. -----	56
2.3.2.2.	Esfuerzo Estructural Admisible y Constante del Material. -----	57
2.3.2.3.	Construcción y Montaje de Tanques de Acero. -----	59
2.3.3.	Control de Calidad de Soldadura. -----	59
2.3.3.1.	Inspección de la Soldadura.-----	60

2.3.3.2.	Elementos en control de calidad.	62
2.3.3.3.	Certificaciones de la calidad para Soldadura.	63
2.4.	Definiciones conceptuales.	66
2.5.	Hipótesis de la Investigación.	69
2.5.1.	Hipótesis General	69
2.5.2.	Hipótesis Específicos	69
2.6.	Operacionalización de Variables e Indicadores.	70
CAPITULO III METODOLOGÍA		71
3.1.	Diseño Metodológico.	71
3.1.1.	Tipo de Investigación.	71
3.1.2.	Nivel de Investigación.	71
3.1.3.	Diseño de la Investigación.	71
3.1.4.	Enfoque de la Investigación.	71
3.2.	Población y Muestra.	71
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	72
3.3.1.	Técnicas a emplear.	72
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información.	72
3.5.	Matriz de Consistencia.	73
CAPITULO IV RESULTADOS		74
4.1.	Implementación de sistema de inspección de ensayo no destructivo construcción de tanque para el proyecto Quellaveco.	74
4.2.	Plan de calidad de fabricación de tanque proyecto quellaveco.	75

4.2.1.	Procedimientos aprobados para la inspección de tanque fabricado para el proyecto quellaveco.-----	75
4.2.2.	Especificación de procedimiento de soldadura para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.-----	77
4.2.3.	Registro de calificación de procedimiento de soldadura aprobados para fabricación de tanque para el proyecto Quellaveco.-----	77
4.2.4.	Registro de soldadores de calificados para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.-----	78
4.2.5.	Lista y certificación de instrumentos de medición para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.-----	78
4.2.6.	Certificado del personal (END) para fabricación de tanque para el proyecto Quellaveco.-----	79
4.2.7.	Recepción de materiales para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco. 79	
4.2.8.	Fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.-----	80
4.2.9.	Protección superficial a tanque fabricado para el proyecto Quellaveco.-----	81
4.2.10.	Construcción de tanque para el proyecto Quellaveco.-----	82
4.3.	Contrastación de Hipotesis.-----	84
4.3.1.	Hipótesis General-----	84
4.3.2.	Hipótesis Específicos.-----	86
CAPITULO V DISCUSIÓN-----		90
5.1.	Discusión de Resultados.-----	90
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----		92

6.1.	Conclusiones.	92
6.2.	Recomendaciones.	93
CAPÍTULO VII FUENTES DE INFORMACIÓN		94
7.1	Fuentes Bibliográficas	94
5.1.	Fuentes Hemerográficas	98
5.2.	Fuentes Documentales.	101
5.3.	Fuentes Electrónicas	104

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores.	70
Tabla 2 Matriz de consistencia.....	73
Tabla 3 Plan de trabajo y procedimiento.....	74
Tabla 4 Tanques construidos para el proyecto Quellaveco.	82
Tabla 5: Estadística descriptiva de Hipótesis.	84
Tabla 6 Medida de distribución de END.....	85
Tabla 7: Medida de distribución de la normatividad vigente.....	86
Tabla 8: Medida de distribución del Diseño y Estructura.....	87
Tabla 9: Medida de distribución del Control de Soldadura.	89

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Plan de calidad y el plan inspección y ensayo	75
Figura 2 Secuencia de la inspección de tanque fabricado para el proyecto Quellaveco	76
Figura 3 Especificación de procedimiento de soldadura	77
Figura 4 Registro de calificación de procedimiento de soldadura aprobados	77
Figura 5 Registro de soldadores calificados	78
Figura 6 Lista y certificado de instrumentos de medición	78
Figura 7 Certificado de personal en ensayo no destructivo	79
Figura 8 Recepción de materiales para la fabricación de tanque	79
Figura 9 Secuencia de fabricación de tanque	80
Figura 10 Protección superficial a tanque fabricado	81
Figura 11: Histograma de frecuencia para aceptación de hipótesis- Variable X	85
Figura 12: Histograma de hipótesis X/Y_1	87
Figura 13: Histograma de hipótesis X/Y_2	88
Figura 14: Histograma de hipótesis X/Y_3	89

ÍNDICE DE ANEXO

A- 1: Plan de inspección y ensayos PE.OPER.2118.ITP.001	106
A- 2: Lista de procedimientos de soldadura PE. OPER. 2118.RG.001.	111
A- 3: Lista de calificación de procedimientos de soldadura PE. OPER. 2118.RG.002.	112
A- 4: Lista de soldadores calificados PE. OPER. 2118.RG.003.	113
A- 5: Lista de equipos/instrumentos de medición PE. OPER. 2118.RG.004.	114
A- 6: Lista de personal de ensayo no destructivo PE. OPER. 2118.RG.005.	115
A- 7: Recepción de materiales PE. OPER. 2118.RG.006.	116
A- 8: Registro de trazabilidad PE. OPER. 2118.RG.007.	117
A- 9: Registro de control dimensional PE. OPER. 2118.RG.008.	118
A- 10: Registro de inspección visual PE. OPER. 2118.RG.009.	119
A- 11: Registro de inspección por líquidos penetrantes PE. OPER. 2118.RG.010.	120
A- 12: Registro de inspección radiográfica PE. OPER. 2118.RG.011.	121
A- 13: Prueba neumáticas PE. OPER. 2118.RG.012.	122
A- 14: Prueba de vacío PE. OPER. 2118.RG.013.	123
A- 15: Reporte de prueba hidrostática PE. OPER. 2118.RG.014	124
A- 16: Registro de protección superficial PE. OPER. 2118.RG.015.	125
A- 17: Registro de liberación final PE. OPER. 2118.RG.016.	126
A- 18: Registro liberación 2118-2040-TK-001	127
A- 19: Registro liberación 2118-3530-TK-004	128
A- 20: Registro liberación 2118-3520-TK-015	129
A- 21: Registro liberación 2118-3520-TK-006	130
A- 22: Registro liberación 2118-3410-TK-001	131
A- 23: Registro liberación 2118-3410-TK-008	132

A- 24: Registro liberación 2118-3410-TK-009.....	133
A- 25: Registro liberación 2118-3410-TK-007.....	134
A- 26: Registro liberación 2118-3410-TK-005.....	135

ABREVIATURA

&	I
AE	Emisión acústica
ANSI	Instituto nacional americana de estándares
API	Instituto americano de petróleo
ASME	Sociedad americana para pruebas y materiales.
AWS	Sociedad americana de soldadura
DTT	Pruebas de toque digital
EC	Corriente Foucault o inducidas
ECT	Eddy Current Testing
END	Ensayo no destructivo
IAEA	Agencia internacional de energía atómica
IRT	Termografía infrarroja
IV	Inspección visual
MS	Espectrofotómetro de masas
MT	Partículas magnéticas
NDT	Non-Destructive Testing
PT	Líquidos penetrantes
QAI	Inspección de garantía de calidad
RT	Radiografía industrial
SAC	Sociedad anónima cerrada
UT	Ultrasonido industrial
WAAM	Wire Arc Additive Manufacturing

RESUMEN

La investigación descriptiva es concerniente a la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de soldadura garantizado a través de la calidad en el proceso de fabricación de tanques de ser así pues a través de las dimensiones para X (Pruebas no destructivas superficiales, volumétricas y de hermeticidad) y para Y (normatividad, diseño y estructura y control de soldadura); mediante la evaluación de 219 ensayos, la hipótesis general de investigación obtuvo valores de la media y su desviación estandar ($\mu=1.73$ y $\sigma=0.86$), donde Z teórico ($Z\alpha$) con el nivel de significancia de 0.05, fue $Z\alpha = 1.73 - 1.64 = 0.37$, del diagrama de Gauss unilateral izquierdo, de acuerdo con esta valoración el resultado de Z probabilístico ($Z = - 6.45$) indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa.

Palabras Clave: Implementación, Monitoreo, Inspección, Ensayos no destructivos, Calidad, Fabricación.

ABSTRACT

The descriptive research concerns the implementation and monitoring of a non-destructive testing inspection system for weld joints guaranteed through the quality of the tank manufacturing process, if so, through the dimensions for X (Tests non-destructive superficial, volumetric and hermeticity) and for Y (standards, design and structure and welding control); Through the evaluation of 219 trials, the general research hypothesis obtained values of the mean and its standard deviation ($\mu=1.73$ and $\sigma=0.86$), where theoretical Z ($Z\alpha$) with the level of significance of 0.05, was $Z\alpha = 1.73 - 1.64 = 0.37$, from the left unilateral Gauss diagram, according to this assessment, the probabilistic Z result ($Z = - 6.45$) indicates that it is in the rejection zone of the null hypothesis, therefore the alternative hypothesis is accepted.

Keywords: Implementation, Monitoring, Inspection, Non-destructive testing, Quality, Manufacturing.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de Vermont Agency of Transportation (2020), la garantía de calidad es la inspección y documentación por parte del ingeniero de fabricación de acero estructural y / o el inspector de garantía de calidad (QAI) consultor de la supervisión de la fabricación para garantizar que el control de calidad entregue los productos de alta calidad requeridos. Además de las disposiciones del contrato, así mismo mediante un manual se documenta y aclara la autoridad, las responsabilidades y los deberes de un inspector que realiza una inspección de garantía de calidad para la empresa.

Es un hecho que existen defectos inherentes en los materiales debido a las imperfecciones y dislocaciones de la red cristalina, por muy microscópicas que sean. Los procesos de fabricación como soldadura, fundición, forja, tratamiento de superficies, etc. pueden causar más fallas o defectos. Por lo tanto, es necesario detectar estos defectos y evaluarlos en términos de su naturaleza, tamaño y ubicación, los cuales son realizados a través de ensayos y pruebas, en el caso de la esta investigación evaluaremos los ensayos no destructivos (pruebas no destructivas superficiales, volumétricas y de hermeticidad) como garantía de la calidad (normatividad, diseño y estructura de tanque, y control de calidad de soldadura) en el proceso de fabricación de tanques de acero.

Li, X. (2012), expone que las pruebas no destructivas también pueden ser beneficiosas para reducir la frecuencia del mantenimiento no programado, que generalmente es más costoso que el mantenimiento programado regularmente.

Algernon, D.; et al. (2018), manifiestan que, para garantizar la calidad de las pruebas no destructivas, tiene sentido tener una visión holística de todos los elementos de la prueba.

Los ensayos no destructivos se denominan así porque permiten la evaluación del material o componente sin destruirlo, los cuales dan resultados indirectos pero válidos y, por definición, dejan el objeto de prueba en forma para su propósito.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

Es un hecho que existen defectos inherentes en los materiales debido a las imperfecciones y dislocaciones de la red cristalina, por muy microscópicas que sean. Los procesos de fabricación como soldadura, fundición, forja, tratamiento de superficies, etc. pueden causar más fallas o defectos. Los materiales se utilizan bajo diversas condiciones de estrés, fatiga y corrosión, que pueden crear defectos adicionales o agravar los presentes.

Por lo tanto, es necesario detectar estos defectos y evaluarlos en términos de su naturaleza, tamaño y ubicación. Los pasos adicionales deben ser evaluar (a) cuán severos y peligrosos son los defectos en su estado actual, (b) si es necesario eliminarlos reparando el componente probado, (c) si el componente se desecha, o (d) con leyes conocidas, si se puede permitir que el producto entre en servicio. Estos se realizan mediante inspección y pruebas.

Georgiu, G. (2011), refiere que los Ensayos No Destructivos (END) de metales en todo el mundo experimentaron un cambio significativo en la última mitad del siglo XX. Durante la década de 1950, los END de metales dominó la proporción de END realizado por los usuarios finales y alcanzó tanto como todos los demás sectores industriales juntos (es decir, aeroespacial, servicios públicos, petroquímica, automotriz y otros sectores). Summerscales, J. (1987), sustenta que, desde entonces ha habido una disminución significativa en los END de los metales, que generalmente se ha atribuido a la disminución de la industria pesada. El aeroespacial y otros sectores, como la industria alimentaria y la ingeniería civil, dominan el mercado de END por usuarios finales. Sin embargo, a pesar de esta disminución, el END de metales sigue siendo un mercado amplio y variado en todo el mundo.

Un método de inspección es someter el material o la soldadura a pruebas destructivas, que proporcionarían información sobre el desempeño de ese objeto de prueba. La desventaja de las pruebas destructivas es que, como su nombre lo indica, el objeto de prueba se destruye en el proceso.

La introducción de pruebas no destructivas conlleva elevados costes fijos y de mantenimiento. También implica pruebas de laboratorio con el fin de realizar medidas de calibración. El procedimiento de inspección es caro y requiere personal calificado. De hecho, es difícil unir probetas sin defectos o con defectos definidos. Se han introducido varias técnicas para detectar irregularidades en uniones por soldadura, pero la mayoría de ellas no pueden garantizar una unión de alta calidad cuando se trata de debilidad de la junta y proporcionan una correlación cuantitativa directa con la resistencia.

La implementación limitada de la unión estructural en los nuevos códigos sigue siendo un obstáculo para nuevas aplicaciones innovadoras. Mutuamente, el problema de durabilidad de las juntas en todos los sectores industriales aún no ha activado los cuerpos de dibujo estándar para desarrollar reglas de diseño significativamente confiables para una amplia gama de sistemas adheridos y solo permiten el diseño mediante pruebas. Por lo tanto, los esfuerzos adicionales no pueden concentrarse fácilmente en el desarrollo de nuevos métodos de prueba y estándares respectivos para la ejecución y el control de calidad.

Por lo tanto, se han desarrollado métodos de prueba para proporcionar la información requerida del objeto de prueba sin dejarlo inadecuado para el servicio.

Estos métodos se denominan ensayos no destructivos porque permiten la evaluación del material o componente sin destruirlo. Las pruebas destructivas de piezas pueden ser costosas y se supone que las piezas no probadas son de la misma calidad que las probadas. Las pruebas no destructivas dan resultados indirectos pero válidos y, por definición, dejan el objeto de prueba en forma para su propósito.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras garantiza la calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras estaría garantizada por la normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco?
- b) ¿Cómo la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras estaría garantizada por el diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco?
- c) ¿Cómo la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras estaría garantizada por el control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco?

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 Objetivo general.

Determinar en qué manera la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras garantiza la calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco.

1.3.2 Objetivo específico

- a) Determinar como la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras está garantizada por la normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

- b) Determinar como la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras está garantizada por el diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.
- c) Determinar como la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras está garantizada por el control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1. Justificación Metodológica.

El propósito de los mecanismos metodológicos previstos para el disertación de las variables señaladas, son consecuentes al objetivo planteado, así pues, una vez identificado las dimensiones e indicadores para cada una de ellas, tabla 1, se pretende determinar la existencia o no de una relación de efecto entre la variable X y la variable Y, de esta manera se pretende valorar a través de los métodos cuánticos experimentales la incidencia de las hipótesis consideradas para el análisis significativo del estudio.

1.4.2. Justificación Práctica.

En el aspecto práctico, determinar la relación qué podría existir entre la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos en las juntas de soldadura con la garantía de proporcionar una buena calidad durante el proceso de fabricación específicamente en tanques de acero, si bien es cierto, el desarrollo de esta investigación está situada en el proyecto Quellaveco; demostrar que la variable X afecta en la variable Y, permitirá especificar o demostrar la importancia de los puntos expuestos en el desarrollo de actividades para este rubro empresarial, considerándose

con un antecedente para los que deseen especializarse en los procesos de monitoreo e inspección en soldaduras.

1.4.3. Justificación Económica.

De acuerdo a la información que nos proporciona la compañía minera la inversión total para este proyecto es de 5300 millones de dólares con una vida útil de mina de 30 años, en lo que sería la producción de cobre alrededor de 300,000 toneladas métricas, se pretende generar el 2500 puestos de trabajo en la primera etapa de operaciones del proyecto, lo que sería beneficioso para la población local y regional (80% de colaboradores), así como también para los profesionales calificados (20% de colaboradores) del país que verían una oportunidad laboral dentro de la empresa Anglo American; así mismo a la a la fecha se ha implementado el Fondo de Desarrollo de Moquegua, que incluye compromisos asumidos por la empresa en beneficio de las tres provincias aledañas al proyecto.

1.4.4. Justificación Social.

En la parte social, la investigación involucra la responsabilidad social y la contribución del desarrollo sustentable que tiene el proyecto Quellaveco, a la par con los colaboradores de la empresa minera Anglo American, a cargo de la instalación y puesta en marcha, de uno de los más grandes proyectos mineros del país, la calidad que se proporcione en todos los aspectos de construcción, permitirá que la compañía minera habrá actividades para el 2022, año previsto según su cronograma, generando más puestos de trabajo a nivel nacional (20% de colaboradores) y para la localidad afectada (80% de colaboradores), qué es el departamento de Moquegua. Cabe mencionar que a la fecha Anglo American ha contribuido en la instauración del Fondo de Desarrollo para Moquegua, abarcando proyectos en educación, salud, capacitación. Desarrollo empresarial entre otros.

1.5 Delimitación del estudio.

1.5.1. Delimitación Territorial.

Geográficamente se encuentra en Moquegua, provincia de Mariscal Nieto.

1.5.2. Delimitación Tiempo y Espacio.

La investigación se desarrollará durante el presente año 2021.

1.5.3. Delimitación de Recursos.

Para la investigación se ha previsto los recursos económicos y humanos, necesarios para el desarrollo y finalización del mismo, así pues, se pretende no tener contratiempos, aun así, se debe considerar factores externos al estudio, que puedan intervenir indirectamente en su conclusión, como son los temas político- económico nacional.

1.6 Viabilidad del estudio.

En el aspecto de viabilidad metodológica y financiera, se ha establecidos las condiciones económicas, de asesoramiento, movilidad y viáticos, en estos puntos la financiación es cubiertos por mi persona; respecto a la parte de metodológica científica se tiene el apoyo de la empresa en la realización de las pruebas experimentales; de esta manera se tiene la confianza y seguridad de concluir satisfactoriamente la investigación seleccionada.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigación Internacional.

Shabnam, K. (2020), en su estudio Revisión de las técnicas modernas de ensayo no destructivo para la infraestructura civil, concluye que el reemplazo de equipos de prueba pesados y voluminosos por instrumentos portátiles y automatizados ha hecho que las pruebas sean más prácticas, alcanzado un nuevo terreno que ha permitido su uso sin la necesidad de un amplio conocimiento o experiencia hacia evaluaciones precisas de estructuras. La implementación de análisis UT, IRT y DTT con sistemas aéreos no tripulados ha mostrado resultados prometedores en términos de reducción del costo, esfuerzo y tiempo de inspección. La falta de validación, estandarización y certificación de algunas de las técnicas de END ha limitado su aplicación en el campo.

Devera, F. & Ortiz, D. (2019), en su investigación de una Guía para el control de calidad en la construcción de estructuras metálicas, concluyen que la supervisión técnica es competente para validar el control de calidad, además que el seguimiento de las normas y los códigos establecidos son indispensables para un eficaz control de calidad. La trazabilidad de la metodología garantiza el cumplimiento de la gestión de calidad.

Barradas, J. (2018), en su investigación Ensayos no destructivos de piezas metálicas grandes producidas por Fabricación aditiva de arco de alambre, concluye que la END podría ser un método viable para ser aplicado en la inspección de piezas WAAM. Sin embargo, comercialmente END solo se establece en la inspección de defectos superficiales y subsuperficiales. Basándose en el principio de funcionamiento de las sondas IONic, se desarrollaron sondas innovadoras teniendo en cuenta la curvatura de los cordones de soldadura para mejorar la proximidad entre las bobinas y las capas

WAAM. En todos los ensayos realizados se evidenció el ruido provocado por la rugosidad superficial de las muestras WAAM, que se redujo mediante filtros. La sonda IONIC # 5 ha demostrado ser la más fiable al poder localizar defectos 2 mm por debajo de la superficie con un diámetro tan pequeño como 1 mm, tanto en las barras de aluminio como en las paredes WAAM.

Braga, F. (2017), en su investigación concluye que el sistema debe cumplir con algunos requisitos importantes: ser fácil de operar; ser fácil de producir; ser económico. Se estudiaron técnicas no interferométricas e interferométricas. Para el diseño del sistema fue necesario seleccionar algunos componentes ópticos, como espejos, divisor de haz, etc. Luego de seleccionar los componentes, fue necesario recurrir al software de modelado 3D, SolidWorks®. Esta herramienta fue fundamental para modelar los componentes utilizados en la estructura del interferómetro, así como el estudio de distancias críticas a considerar en el diseño de un interferómetro. Para aplicar la técnica es necesario desarrollar nuestro propio software. Las posibilidades en el desarrollo de software para shearografía son inmensos: desde la adquisición de imágenes cálculo de interferencia, cálculo de fase de interferencia, desenvolvimiento del mapa de fase a resultados de posprocesamiento.

2.1.2. Investigación Nacional.

Cavero, Y.; Ordinola, Z. & Portocarrero, J. (2019), en su investigación se realizó el control de la calidad para el montaje del tanque clarificador, cumpliendo con la norma API 650, antes de iniciar con los trabajos de montaje y soldeo se elaboró procedimiento de trabajo, los procedimientos para la inspección de calidad, se realizaron diversos ensayos no destructivos, teniendo en cuenta que cada resultado fue sometido a interpretación de acuerdo a la norma API y el manual del fabricante.

Flores C. (2019), en su investigación la implementación de un sistema de control de calidad basado en las normas ASME B31.3, ASME B31.1, ASME IX y AWS D1.1, en la empresa Ermi Instalaciones & Mantenimiento S.A.C, demostró la mejora en la eficiencia de los procesos de soldadura en la fabricación y montaje, mejorando la optimización de los recursos económicos, demostrando así la rentabilidad del proyecto para la empresa.

Palacios R. (2019), en su investigación aplicación de control de calidad en el proceso de fabricación de estructuras metálicas, concluye que los círculos de calidad existen debido al compromiso de la Gerencia, la alta dirección no desarrolla e implementa el Sistema de Gestión de calidad, por tal razón se diseñó el plan de mejoras basado en la gestión por procesos.

Noriega, W. (2019), concluye en su investigación diseño de un sistema de Aseguramiento y Control de Calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento para optimizar el abastecimiento de combustible, lo siguiente, se determinó los requerimientos y necesidades del proyecto, se identificó las secciones críticas e identificación de los elementos que conforman las etapas del proceso productivo. Se definió un plan de calidad, se diseñó un plan de puntos de inspección, se generó protocolos de fabricación, se aplicó los procedimientos de ensayos no destructivos, detectando y reparando fallas mínimas.

Mateos, C. & Concepción, L. (2019), en su investigación plan de control de calidad en la fabricación de un tanque de lixiviación de plata de 50 m³, concluyeron que el plan de control optimizó en un 25% el tiempo de fabricación y en un 20% los costos de fabricación. Se elaboró los parámetros técnicos utilizando la norma API-650, se elaboró un registro de control y se estableció un procedimiento de trabajo para la fabricación.

Ticona, P. (2016), en su estudio de la aplicación de ensayos no destructivos y control de calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento atmosférico empleando acero ASTM-A36 según la norma API-650, llega a la conclusión que la realización de los ensayos END, se verificó que las uniones soldadas se realizaron de forma correcta reduciendo posibles fisuras. Los registros de control de las etapas de fabricación dan confiabilidad al cliente, la aplicación e interpretación de API-650, permite tener parámetros que permitan la fabricación de tanques. Existen diversos ensayos END, la selección de ellos dependerá del proyecto.

2.1.3. Otros estudios.

Cesarino, J. & Crisanto, J. (2020), en su investigación análisis de riesgos en el proceso de inspección de ensayos no destructivos con líquido penetrante concluyen que, las etapas de limpieza de Delaware fueron identificadas revelando por ventilación a las piezas como aquellas en las que los riesgos químicos estaban en mayor evidencia, teniendo como fuente de peligro el vapor desengrasante compuesto de tricloroetileno y tetracloroetileno, sin tanque limpieza, cuando se usa el tanque de revelado. Se destaca la importancia de la seguridad en el trabajo, que no debe verse como un factor que va en el sentido opuesto de la producción, sino más bien una herramienta para mejorar el trabajo. La medida en que se evita pérdidas innecesarias, se crea un entorno propicio para el desarrollo de las actividades.

Kumar, S.; Vishwakarma, M. & Akhilesh, S. (2017), en su investigación sobre los avances e investigaciones sobre ensayos no destructivos: una revisión, concluyen que técnicas no destructivas se encuentran disponibles para la investigación de defectos en materiales compuestos, materiales y materiales de construcción. Dichas técnicas son utilizadas en la industria aeroespacial, la industria manufacturera y las infraestructuras civiles. Cabe mencionar también que tienen ventajas y limitaciones dependiendo de sus

usos y aplicación. Además, esas herramientas compuestas se utilizan en aplicaciones de seguridad crítica. La confiabilidad y el nivel de confianza de la prueba no destructiva generalmente se incrementan mediante el uso de múltiples métodos de prueba. Para el examen de piezas complejas, la técnica ultrasónica se utiliza ampliamente.

Gholizadeh, S. (2016), en su investigación una revisión de los métodos de prueba no destructivos de materiales compuestos, concluye que las herramientas compuestas se utilizan principalmente en aplicaciones de seguridad crítica, por ejemplo, en construcciones primarias de aviones, la prueba no destructiva de materiales compuestos se ha vuelto más crucial y exigente. Se deben utilizar factores como la eficiencia y la seguridad para analizar el mejor método a utilizar. Además, el método elegido debe minimizar los costos incurridos en la operación. Se basa en métodos que Dependen del uso de valores físicos para determinar las características de los materiales. Además, pruebas no destructivas utilizar principios físicos para identificar y evaluar fallas o defectos destructivos.

2.2. Bases Teóricas: Implementación y Monitoreo de un Sistema de inspección por END.

Georgiu, G. (2011), refiere que los Ensayos No Destructivos (END) de metales en todo el mundo experimentaron un cambio significativo en la última mitad del siglo XX. Durante la década de 1950, el END de metales dominó la proporción de END realizado por los usuarios finales y alcanzó tanto como todos los demás sectores industriales juntos (es decir, aeroespacial, servicios públicos, petroquímica, automotriz y otros sectores). Summerscales, J. (1987), sustenta que, desde entonces ha habido una disminución significativa en el END de los metales, que generalmente se ha atribuido a la disminución de la industria pesada.

De acuerdo con IAEA (2001), existe una variedad de métodos END que se pueden utilizar para evaluar los materiales, los componentes y las soldaduras completadas. Todos los métodos END comparten varios elementos comunes.

Estos elementos son:

- Fuente de energía de sondeo o algún tipo de medio de sondeo
- Discontinuidad que debe provocar un cambio o alteración del medio de sondeo
- Medios para detectar el cambio
- Medio de indicar el cambio
- Medio de observar y / o registrar esta indicación para que se pueda hacer una interpretación.

Si bien existen muchos métodos diferentes de END, solo se describirán aquí los métodos de END más comunes utilizados para la evaluación de materiales y soldaduras. Estas pruebas son las siguientes: (a) Pruebas no destructivas superficiales, (b) Pruebas no destructivas volumétricas y (c) Pruebas no destructivas de hermeticidad.

2.2.1. Pruebas No Destructivas Superficiales.

Este tipo de pruebas o ensayos se pueden aplicar en materiales metálico y no metálicos, para determinar su sanidad, así mismo el procedimiento de inspección no causará daño superficial en las muestras, pero sí permitirá identificar sus defectos superficiales del material.

2.2.1.1. Inspección Visual (IV)

Según Sherwin, A. (1990), manifiesta que la inspección visual es el método de inspección más básico y común. La inspección se puede realizar viendo directamente un componente o utilizando herramientas como boroscopios, lupas y espejos. El uso de unidades portátiles de inspección por video y rastreadores robóticos ha hecho posible inspeccionar superficies inaccesibles, como las que se encuentran en entornos remotos o radiactivos. Peter, J. (2001), menciona que un avance de la inspección visual es el

tinte penetrante. El tinte penetrante implica la aplicación de un tinte a la superficie de un componente. Se permite que este tinte penetre en cualquier defecto de rotura de la superficie. Después de un tiempo de permanencia asignado, el exceso de penetrante se lava de la superficie y se aplica un revelador. El desarrollador extrae el penetrante de las grietas produciendo indicaciones en la superficie que son más amplias y más visibles que el defecto real.

IAEA (2012), señala que para que las pruebas visuales sean más efectivas se requiere capacitación (conocimiento del producto y proceso, condiciones de servicio anticipadas, criterios de aceptación, mantenimiento de registros, por ejemplo). También es un hecho que todos los defectos encontrados por otros métodos NDT, en última instancia, deben justificarse mediante pruebas visuales. Las pruebas visuales se pueden clasificar como pruebas visuales directas, pruebas visuales remotas y pruebas visuales translúcidas. A menudo, el equipo necesario es simple.

Para la inspección visual Stöbel, R. (2003), manifiesta que la microscopía es otro método óptico bien conocido. Con un microscopio, no solo es posible el aumento óptico, sino que también son visibles las tensiones dentro de los materiales fotoelásticos (microscopía de polarización). Creath, K. (1985), sostiene que el efecto Moiré y los métodos relacionados con las franjas de interferencia se utilizan para detectar cambios locales de deformación causados por el calentamiento local, por tensiones externas o por subpresión. Así mismo Schubach, H. y Ettemeyer, A. (1997), explican que, para pequeñas deformaciones, las motas se acoplan a la deformación de la superficie, identificando franjas de los mismos patrones de deformación. Bhosale, D.; et al. (2017), refiere que, como resultado, se pueden detectar deformaciones mediante el uso de diferentes configuraciones del interferómetro de moteado, es posible monitorear

deformaciones perpendiculares a la superficie (fuera del plano) o tangenciales a la superficie (en el plano).

2.2.1.2. Líquidos Penetrantes (PT).

IAEA (2001), sustenta que revela defectos superficiales por el "sangrado" de un medio penetrante sobre un fondo contrastante. Esto se hace aplicando penetrante a la superficie previamente limpiada y el defecto del artículo que se está inspeccionando. El penetrante se aplica a la superficie y se deja permanecer en la superficie durante un tiempo prescrito (tiempo de permanencia); el penetrante el líquido entrará en cualquier abertura de la superficie por acción capilar. Bhosale, D.; et al. (2017) , menciona que tras la eliminación de exceso de penetrante una aplicación de un revelador invierte la acción capilar y atrae penetrante del defecto. Las indicaciones resultantes revelan la presencia del defecto para que pueda ser inspeccionado y evaluado visualmente.

IAEA (2012), subdivide el proceso de acuerdo con el método de lavado del componente: (i) lavables con agua, (ii) post-emulsionables, es decir, se agrega un emulsionante al exceso de penetrante en la superficie del componente para hacerlo lavable con agua, y (iii) removibles con solventes, es decir, el exceso de penetrante debe disolverse en un disolvente para eliminarlo de la superficie del componente.

Las ventajas de las pruebas de líquidos penetrantes son:

- (a) Costo relativamente bajo.
- (b) Alta portabilidad.
- (c) Muy sensible a grietas finas y estrechas.
- (d) Método bastante simple.
- (e) Puede usarse en una variedad de materiales.
- (f) Todos los defectos de la superficie se detectan en una operación, independientemente de la orientación.

2.2.1.3. Partículas Magnéticas (MT).

Según Rolls Royce (2015), refiere que la prueba de partículas magnéticas es un método END en el que se crea un campo magnético en un componente justo debajo de la superficie del material. Cualquier discontinuidad, como grietas, que se cruzan con las líneas del campo magnético a 90° (esto dará la máxima respuesta, pero el ángulo de intersección puede ser tan bajo como 45° y aún dar una respuesta) se puede resaltar con la aplicación de medios de detección. Una grieta en el camino de las líneas o flujo del campo magnético actúa como una barrera. Gholizadeh, S. (2016), refiere que para superar esta barrera, el flujo salta sobre la grieta para continuar su camino. El sitio donde el fundente deja la superficie del metal para saltar sobre la grieta se llama fuga de flujo. El medio de detección aplicado para resaltar la grieta puede ser de base líquida, esto se llama tinta o polvo seco. Ambos son, en esencia, partículas ferromagnéticas muy pequeñas, secas o suspendidas en líquido. Almeida, F.; et al (1992), explican que cuando el medio de detección se aplica a una superficie que contiene una fuga de flujo de una discontinuidad, el pequeño las partículas ferromagnéticas son atraídas, atraídas por la fuga de flujo, y forman lo que se llama una indicación.

IAEA(2012), señala dependiendo de la aplicación, existen diferentes técnicas de magnetización utilizadas en las pruebas de partículas magnéticas. Estas técnicas se pueden agrupar en dos categorías:

(a) *Técnicas de corriente continua*: Son las técnicas en las que la corriente fluye a través del objeto de prueba y el campo magnético producido por este flujo de corriente se utiliza para la detección de defectos.

(b) *Técnicas de flujo de flujo magnético*: en estas técnicas, el flujo magnético se induce en el objeto mediante el uso de un imán permanente o mediante el flujo de corriente a través de una bobina o un conductor.

2.2.1.4. Corrientes Foucault o inducidas (EC)

Según Brasche, L.; et al (2003), refiere que las corrientes de Foucault son muy diferentes a los otros métodos de superficie, ya que se aplica mediante una sonda que contiene una bobina. Cuando esta sonda se pone en contacto con una pieza de prueba conductora, se inducen corrientes parásitas dentro del componente.

Peter, J. (2001), advierte que cualquier distorsión causada a la corriente parásita (debido a la presencia de defectos) generará un campo magnético secundario, que a su vez afectará la impedancia de la bobina secundaria. Este cambio en la impedancia puede ser monitoreado por un voltímetro y exhibido continuamente. Pohl, R.; et al (2004), explica que las principales ventajas del método EC es que, a diferencia de las pruebas ultrasónicas convencionales, en las pruebas EC no se requiere que el sensor esté en contacto con el material bajo inspección, lo que lo hace adecuado para la inspección de alta velocidad. EC es sensible a las grietas finas y, por lo tanto, se puede utilizar para detectar grietas RCF, como grietas en las esquinas de la galga, a velocidades de hasta 100 km / h.

Sin embargo Georgiou, G. (2011), menciona que, a pesar de sus amplias ventajas, este método adolece de una serie de deficiencias; el sensor de CE no solo responde a la perturbación de la corriente parásita inducida (debido a defectos de la superficie) sino que también responde a cambios de señal no deseados debido a las propiedades del material (conductividad y la permeabilidad) o por presencia de quemaduras o soldaduras en las ruedas). Papaalias, M.; et al (2008) , mencionan que, se debe tener especial cuidado para evitar el cambio de despegue, ya que el método EC es muy sensible al despegue; en la práctica, es habitual intentar controlar el despegue a 2 mm (máximo).

Bentoumi, M.; et al (2003), afirman que se puede separar con éxito las señales similares a grietas (resultantes de la dinámica del bogie, etc.) de las señales de grietas verdaderas

(uniones enchapadas, uniones soldadas y descascarado) utilizando mediciones de sensor dual y propusieron un algoritmo de detección automática utilizando una transformada de ondícula (WT). Barradas, J. (2018), refiere que la detección de defectos se basó entonces en la magnitud del módulo de transformación más alto (umbralización). Los resultados de sus pruebas de campo sugieren que el WT es capaz de detectar defectos superficiales automáticamente; sin embargo, tiene dificultades para distinguir las señales de bombardeo de las señales de uniones soldadas.

2.2.2. Pruebas No Destructivas Volumétricas.

Al igual que las pruebas superficiales, este tipo de ensayos se pueden aplicar en materiales metálicos y no metálicos, para determinar su sanidad, pero con un nivel de profundidad determinado, proporcionando información sobre su estado interno y superficial del material.

2.2.2.1. Radiografía Industrial (RT)

Según Zolin, I. (2011), manifiesta que la radiografía industrial utilizada en la detección de fallas sigue el mismo principio que la radiografía clínica utilizada en seres humanos, pero con dosis de radiación 10 veces superiores, lo que requiere un alto nivel de seguridad. El principio de funcionamiento básico es la emisión de los rayos (X o gamma), siendo una parte absorbida por el material y la otra atravesándolo, sensibilizando la película y produciendo una imagen. Barnes, R. (1964), menciona que la prueba que usa rayos X se llama radiografía, y la prueba que usa rayos gamma se llama gammagrafía, y requiere mayor cuidado, ya que una vez activadas, emiten radiación constantemente. La radiografía se produce al acelerar, a través de una diferencia de potencial, entre un ánodo y un cátodo, partículas (electrones) que, al chocar a gran velocidad con el metal objetivo (ánodo), provocan inestabilidad en la electrosfera, liberando calor y ondas. (Rayos X). Los rayos X para uso industrial se generan en una ampolla de vidrio llamada tubo Coolidge.

2.2.2.2. Ultrasonido Industrial (UT)

La inspección ultrasónica es un método no destructivo mediante el cual se introducen ondas sonoras de alta frecuencia en el objeto que se inspecciona, las cuales viajan a través del material con cierta pérdida de energía (atenuación) debido a las características del material. Krautkraemer, H. & Krautkraemer, J. (1986), mencionan que el proceso básico implica ondas de ultrasonido que son lanzadas por un transductor a una muestra y la onda reflejada es registrada por el mismo transductor (técnica de reflexión) o la onda que se transmite a través de la muestra es registrada por un segundo transductor en el lado opuesto (técnica de transmisión continua).

Según Almeida, F.; et al (1992) sostienen que son técnicas no destructivas que no requieren el uso de radiaciones ionizantes y permiten obtener resultados en tiempo real. También permiten aumentar la sensibilidad de la prueba, ya que es posible detectar varios tipos de defectos. Carasco, J. (2014), refiere que las técnicas de ultrasonido consisten en transmitir ondas sonoras con frecuencias iguales o superiores a 20 kHz, por encima de la frecuencia audible por el oído humano. Sin embargo, actualmente en la inspección no destructiva, es más frecuente utilizar ondas sonoras con frecuencias dentro de un rango de frecuencia más alto, desde 0.2MHz a 10MHz.

IAEA (2012), menciona que la prueba ultrasónica es aplicable para la detección y medición de defectos en materiales, determinación de propiedades mecánicas y estructura de grano de materiales.

2.2.2.3. Emisión Acústica (AE)

Hamstad, M. (1986), sostiene las técnicas de END basadas en emisiones acústicas (AE) detectan y rastrean estas liberaciones repentinas de ondas de tensión a través de conjuntos de sensores o transductores altamente sensibles, lo que permite localizar fugas

y/o discontinuidades, además que se pueden realizar con el contenido transportado o almacenado.

Además, Dahmene F.; et al (2015) manifiestan que el uso del método AE comenzó a principios de la década de 1950, cuando Kaiser utilizó por primera vez instrumentación electrónica para detectar sonidos audibles producidos por deformación por tracción de una muestra metálica. Su descubrimiento sobre el efecto del historial de estrés de la muestra en la producción de EA se conoció como el "efecto Kaiser". AE se aplicó por primera vez al estudio de materiales compuestos en la década de 1970, y ahora se ha utilizado ampliamente en varios aspectos de la investigación de compuestos.

Como presenta Abendi (2019), es un fenómeno que ocurre cuando una discontinuidad está sometida a estrés térmico o mecánico y tiene tendencia a propagarse. Debido a estas demandas, la zona plastificada en la punta de esta discontinuidad sufrirá una perturbación con un reordenamiento plástico, siendo esta la fuente de ondas de voltaje en forma de ondas mecánicas transitorias.

Devera, F. & Ortiz, D. (2019), refieren que la emisión acústica también puede ser provocada por la ocurrencia de otros fenómenos como: rotura de óxidos (productos de corrosión), descargas parciales, roturas de fibra de vidrio, roturas de resinas, fisuras del hormigón, entre muchas otras fuentes de actividad estructural. El método consiste en capturar estas perturbaciones y señales sonoras a través de transductores piezoeléctricos instalados estacionarios en la estructura. Creath, K. (1985), menciona que estos receptores pasivos, estimulados por ondas transitorias, transforman la energía mecánica en señales eléctricas, que se digitalizan y archivan para su análisis utilizando parámetros representativos del método.

2.2.2.4. Termografía Activa.

Según Švanter, M. y Veslý, Z. (2014), manifiestan que la termografía activa utiliza una fuente externa (calentamiento por láser, lámpara, eléctrico, etc.) para la excitación del objeto y así identificar discontinuidades.

Gholizadeh, S. (2016), refieren que estas fuentes pueden calentar el objeto directamente o puede provocar el calentamiento de un objeto mediante procesos termofísicos internos. La fuente de excitación puede actuar de forma continua, por un pulso o por carga armónica detectando defectos sub-superficiales (pegado, de laminaciones, burbujas de aire, soldaduras defectuosas, etc.)

Clark, M.; et al (2003) , mencionan que la mayoría de los materiales pueden absorber radiación infrarroja con una variedad de longitudes de onda de su entorno, y la radiación infrarroja puede ayudar a que el material aumente de temperatura.

Barnes, R. (1964), menciona que la termografía, según el uso del término, combina termómetro, termógrafo, radiómetro y pirómetro. Se basa en el uso de un radiómetro de exploración; extiende los rangos del pirómetro sin contacto a baja temperatura y proporciona imágenes gráficas de la temperatura de las sub-superficies de los objetos estudiados.

2.2.3. Pruebas No Destructivas de Hermeticidad.

Braga, F. (2017), sustenta que un procedimiento de prueba de fugas suele ser un paso de control de calidad para asegurar la integridad del dispositivo, y preferiblemente debe ser una prueba no destructiva de una sola vez, sin impacto sobre el medio ambiente y los operadores. Grabec, I.; et al (1993), mencionan que los métodos de prueba de fugas más utilizados son la prueba de burbujas bajo el agua, la pintura de jabón de burbujas, la descomposición por presión y vacío, los detectores de gas trazador (halógeno, helio e hidrógeno), pruebas por Cambio de Presión (Neumática o hidrostática).

2.2.3.1. Pruebas por Cambio de Presión (Neumática o hidrostática).

MCAA (2013), señala que la mayoría de los peligros asociados con las pruebas de presión provienen de la liberación repentina e involuntaria de energía almacenada. El riesgo de lesiones por una junta, conexión, manómetro, válvula, accesorio u otro componente defectuoso aumenta durante el proceso de prueba, especialmente durante las pruebas neumáticas. Se necesitan prácticas de trabajo seguras para todo tipo de pruebas de presión con el fin de proteger a los trabajadores que realizan las pruebas.

Debido al mayor nivel de energía potencial almacenada durante la compresión de gas, las pruebas neumáticas pueden ser más peligrosas que las pruebas hidrostáticas. Asegurarse de que el sistema sea adecuado para pruebas neumáticas puede minimizar la posibilidad de fallas por fragilidad durante la prueba.

SLAC. (2015), advierte que se debe tener cuidado para minimizar la posibilidad de fallas por fragilidad durante la prueba, asegurándose inicialmente de que el sistema sea adecuado para la prueba neumática. Las pruebas neumáticas solo se pueden realizar cuando exista al menos una de las siguientes condiciones:

- Cuando el sistema está diseñado de tal manera que no se puede llenar con agua.
- Cuando el sistema se va a utilizar en servicios donde no se pueden tolerar rastros del medio de prueba.

El uso de una prueba neumática en lugar de hidrostática requiere la aprobación del administrador del programa de sistemas de presión y de su esquema de tubería.

The Plastics Pipe Institute (2013), señala que el concepto detrás de las pruebas hidrostáticas es tensar la tubería, los accesorios y los accesorios. Los defectos de fabricación o de construcción suelen verse forzados por la intensificación de la tensión a revelarse por goteo, fugas o rupturas. Cualquier defecto restante se considera subcrítico dentro de un límite de tamaño de defecto tolerable y debe permanecer estable

a partir de entonces a las presiones de funcionamiento más bajas. Las pruebas hidrostáticas proporcionan el nivel normal de garantía de la integridad de las fugas y la ausencia de fallas que excedan un tamaño de falla intolerable.

En términos generales, cuanto mayor es la relación entre la presión de prueba y la presión de funcionamiento real, más eficaz es la prueba, dentro de los límites de tensión del material, mediante la aplicación de presión de agua, fluido no corrosivo, o aire.

2.2.3.2. Pruebas de Burbuja.

Gamblin, C. (2014), manifiesta que la prueba de fugas de burbujas es un ejemplo de detección y localización de fugas, ya que en comparación con otros métodos tiene un mayor grado de sensibilidad para localizar o medir la fuga, lo que lo hace fiable sobre cualquier superficie (MT, PT) o volumétrico (UT, RT), además de ser de económico y seguro.

IAEA (2012), refiere que muchos diseños modernos se basan en el principio de "fuga antes que rotura", en el que se seleccionan espesores críticos y otras dimensiones para que un recipiente se agriete y gotee antes de que la grieta crezca hasta proporciones catastróficas. En estas aplicaciones, la capacidad de detectar la fuga en una etapa muy temprana es importante. En otras aplicaciones, la verificación de una fuga pasante es la única forma de asegurar completamente la integridad de un componente o soldadura.

Nucleom (2018), recomienda el proceso para la identificación de defectos superficiales (soldadura, tubos aerorefrigeradores, pisos de tanques). La detección es por aplicación de un líquido (Inmersión líquida, Película líquida y Aplicación de espuma).

Para la inspección se recomienda mejorar el medio ambiente para aumentar la sensibilidad del examen:

- Incrementar la iluminación.
- Mejor posición para mantener el ángulo de visión entre 0° - 15° .

- Si es posible, mejore la temperatura, el viento y la humedad.
- Utilice soluciones prueba de fugas de burbujas que tengan mayor visibilidad.

Rottländer, H.; Umrath, W. y Voss, G. (2016), refieren que cuando una muestra presurizada se sumerge en un baño líquido, las burbujas de gas en aumento indican las fugas, la detección depende en gran medida de la conciencia de la persona que realiza la inspección e induce el deseo de aumentar la "sensibilidad" mediante el uso de presiones cada vez más altas. Una variación de esta prueba es mediante una "caja de vacío" con un sello (algo así como gafas de buceo) en la superficie que se examina una vez que se ha sido rociado con una solución de jabón. A continuación, esta caja se evacua con una bomba de vacío. El aire que ingresa a través de las fugas provocará burbujas dentro de la caja, que se pueden observar a través de una ventana de vidrio en la caja. De esta manera también es posible, por ejemplo, examinar las placas de chapa plana en busca de fugas. Las cajas de vacío están disponibles para una variedad de aplicaciones, hechas para adaptarse a una amplia gama de contornos de superficie.

2.2.3.3. Pruebas por Espectrómetro de Masas (MS).

Kröger, T y Paaso, N. (2006), señalan que un espectrómetro de masas es un dispositivo utilizado para determinar la composición de una masa. Esto se logra normalmente ionizando la muestra y separando iones de masas diferentes, y registrando su abundancia relativa midiendo las intensidades del flujo de iones.

Van, S. (1998), señala que la espectrometría de masas se basa en el movimiento de una partícula cargada, llamada ion, en un campo eléctrico o magnético. La relación masa / carga (m / z) del ion efectúa este movimiento. Dado que se conoce la carga de un electrón, la relación masa / carga es una medida de la masa de un ion.

De acuerdo con Hoffmann, E. y Stroobant, V. (2007), este ion molecular normalmente sufre fragmentaciones. Debido a que es un catión radical con un número impar de

electrones, puede fragmentarse para dar un radical y un ión con un número par de electrones, o una molécula y un nuevo radical catión.

Para Kröger, T y Paaso, N. (2006), la espectrometría de masas es útil para la cuantificación de átomos o moléculas y también para determinar información química y estructural sobre moléculas. Las moléculas tienen patrones de fragmentación distintivos que proporcionan información estructural para identificar componentes estructurales. La secuencia de funcionamiento general de un espectrómetro de masas es:

- 1) Crear iones en fase gaseosa
- 2) Separe los iones en el espacio o el tiempo en función de su relación masa-carga
- 3) Medir la cantidad de iones para cada relación masa / carga.

Hoffmann, E. y Stroobant, V. (2007), afirman que las características de la espectrometría de masas la ha elevado a una posición destacada entre los métodos analíticos: sensibilidad inigualable, límites de detección, velocidad y diversidad de sus aplicaciones.

Según Rottländer, H.; Umrath, W. y Voss, G. (2016), la detección de un gas de prueba mediante espectrómetros de masas es, con mucho, el método de detección de fugas más sensible y el más utilizado en la industria. Los detectores de fugas MS desarrollados para este propósito hacen posible la medición cuantitativa de las tasas de fuga en un rango que se extiende a lo largo de muchas potencias de diez. El límite inferior se sitúa alrededor de 1×10^{-12} mbar.l/s. Esto incluso permite la medición cuantitativa del flujo de gas inherente a través de los sólidos (permeación)

2.2.3.4. Pruebas de Diodo Halógeno.

Munday, E. (1990), señala que los detectores de fugas de halógeno se distinguen de otros detectores de fugas de gas por su dependencia de la naturaleza químicamente reactiva de los halógenos. Los detectores de fugas de halógeno son especialmente aplicables a la detección de fugas de CFC debido a los átomos de cloro y flúor unidos a las moléculas del refrigerante.

Almeida, F.; et al (1992), indica que cuando se utiliza un detector de fugas de halógeno, se debe tener cuidado de no contaminar el aire con cualquier compuesto que contenga halógenos (vapores de líquido de limpieza en seco, vapores de desengrasante, humo de cigarrillo, etc.), ya que el detector no distingue los halógenos en Freon TM de los halógenos en otras fuentes.

Munday, E. (1990), identifica cuatro tipos de detectores de fugas de halógeno: (1) descarga de corona, (2) antorcha de haluro, (3) ánodo calentado (diodo de iones alcalinos) y (4) captura de electrones.

Según Rottländer, H.; Umrath, W. y Voss, G. (2016), históricamente el R-12 se ha utilizado como gas trazador para presurizar los recipientes de prueba para permitir la prueba de fugas con detectores de fugas halógenos, al igual que el R-114 causarían la misma indicación en un detector de fugas halógeno a una tasa de fuga volumétrica igual. Los compuestos químicos gaseosos cuyas moléculas contienen cloro y / o flúor, como los refrigerantes R12, R22 y R134a, influirán en las emisiones de iones alcalinos de una superficie impregnada con una mezcla de KOH e hidróxido de hierro (III) y mantenida a 800 ° C para 900 ° C mediante un calentador de Pt externo. Los iones liberados fluyen a un cátodo donde se mide la corriente iónica y luego se amplifica (principio del diodo halógeno). Mientras que estos dispositivos se usaban en el pasado para pruebas de fugas de acuerdo con el método de vacío, hoy en día, debido a los problemas asociados con

los CFC, se están construyendo más unidades de rastreo. El límite de detección alcanzable es de aproximadamente 1×10^{-6} mbar. l / s para todos los dispositivos.

De acuerdo con Bhosale, R.; et al (2017), los equipos que funcionan según el principio del diodo halógeno también pueden detectar SF₆. En consecuencia, estas unidades rastreadoras se utilizan para determinar si los refrigerantes se escapan de una unidad de refrigeración o de una caja de interruptores de tipo SF₆ (llena con gas de supresión de arco).

2.2.4. Beneficios de las Pruebas No Destructivas

Scruby, C. & Colbrook, R. (1992), manifiestan que los beneficios derivados de los END para la industria son numerosos. El resultado será una mayor capacidad de servicio de los equipos y materiales mediante la aplicación de técnicas de END mediante la búsqueda y localización de defectos que pueden causar un mal funcionamiento o avería del equipo. Smartt, H & Johnson, J. (1993), explican, siempre que se encuentre una relación fiable entre el parámetro END medido y las variables del proceso, la técnica se puede utilizar para mejorar la calidad del producto y la eficiencia del proceso.

Li, X. (2012), expone que las pruebas no destructivas también pueden ser beneficiosas para reducir la frecuencia del mantenimiento no programado, que generalmente es más costoso que el mantenimiento programado regularmente. A menudo, END se puede utilizar para inspeccionar piezas cuestionables mientras todavía están en el sitio en el equipo, evitando así un apagado no programado e innecesario si la pieza de hecho está libre de defectos. Con la seguridad de que no hay ningún defecto presente, el equipo puede continuar funcionando sin temor a fallar.

Grabec, I.; et al (1993) mencionan que, durante las etapas de fabricación, END se puede utilizar para detectar defectos en varias etapas durante la producción, mediante mediciones fuera de línea. Si bien hay claros beneficios en este enfoque, tiene el

inconveniente de que las mediciones fuera de línea interrumpen el flujo del proceso y reducen la productividad.

2.2.5. El Impacto de los END en la Prevención de Desastres.

Según la International Atomic Energy Agency (1999), manifiesta que las fallas debidas a defectos que se originan en la construcción o el servicio, sin importar cuán menores sean, pueden tener consecuencias graves y de gran alcance. La capacidad de aplicar correctamente los métodos NDT para detectar estos defectos los convierte en herramientas invaluable para la posible prevención de fracturas mediante la detección oportuna. Almeida, F.; et al (1992), explican que el fallo inesperado de los componentes del motor, recipientes o estructuras que pueden resultar en costos inestimables debido a la pérdida de vidas o daños ambientales permanentes, y se calcula más fácilmente por los costos incurridos por la pérdida de producto, el tiempo de inactividad de la planta y las reparaciones resultantes.

2.2.6. Aseguramiento de la calidad y validación de la aplicación de ensayos no destructivos.

Un alto nivel de fiabilidad es una característica de calidad esencial de las pruebas no destructivas. Para aumentar la confiabilidad de la información y, si es posible, establecer criterios cuantitativos, todo el proceso de prueba debe analizarse en forma de cadena, que consta de método, equipo, tecnología de prueba o procedimiento hasta su implementación por el personal apropiado. En general, toda la cadena de medición se puede resumir como un sistema de prueba. Para poder realizar mediciones de alta calidad y validadas con un alto nivel de confiabilidad, se debe determinar o al menos estimar la influencia de cada elemento de la cadena de medición. En muchas industrias, como la tecnología nuclear, la ingeniería automotriz o la aviación, los END ya son una parte integral del monitoreo tanto en la producción como para las pruebas periódicas.

En consecuencia, a veces existen amplios sistemas de garantía de calidad para END. Por varias razones (ver más abajo), este no siempre ha sido el caso en la construcción. Algernon, D.; et al. (2018), manifiestan que, para garantizar la calidad de las pruebas no destructivas, tiene sentido tener una visión holística de todos los elementos de la prueba. Básicamente, la tarea de END es entregar información sobre un objeto o una característica definida de este objeto. Esta característica puede consistir, por ejemplo, en irregularidades estructurales y daños, ser un componente constructivo del objeto o una propiedad (característica) del material.

Peter, J. (2001), menciona que la evaluación de si una característica o una irregularidad debe considerarse como una "falla". La información correspondiente sobre la condición del componente se infiere indirectamente de los valores medidos registrados con el método END.

Con el creciente nivel de desarrollo, comercialización y después de muchas aplicaciones exitosas, END en la construcción (NDTBau) ahora se utiliza cada vez más en la práctica de la construcción. Para utilizar el END para declaraciones confiables sobre el objeto de investigación, se requiere información confiable sobre el desempeño de todo el sistema de prueba en términos de validación, así como medidas que permitan y aseguren su correcta aplicación en campo. Aquí es donde entra en juego el subcomité de aseguramiento de la calidad (UA-QA) del comité especializado en END en construcción.

2.3. Bases teóricas: Calidad en el Proceso de Fabricación de Tanques de Acero.

Desde el punto de vista de Vermont Agency of Transportation (2020), la garantía de calidad es la inspección y documentación por parte del ingeniero de fabricación de acero estructural y / o el inspector de garantía de calidad (QAI) consultor de la supervisión de la fabricación para garantizar que el control de calidad entregue los productos de alta calidad

requeridos. Además de las disposiciones del contrato, así mismo mediante un manual se documenta y aclara la autoridad, las responsabilidades y los deberes de un inspector que realiza una inspección de garantía de calidad para la empresa.

2.3.1. Normativa de Inspección.

2.3.1.1. Norma ASME.

Process Fabricators INC (s/f), afirma que la publicación del código de caldera de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos en 1915 fue el comienzo de la solución a este problema. La formación de la Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión en 1919 creó el mecanismo de aplicación de las recomendaciones de ASME.

Lappalainen, T. (2015), menciona que ASME tiene una gran cantidad de normas en este momento y los números siguen creciendo todo el tiempo. Estas normas son específicamente para la ingeniería, fabricación y uso de calderas y recipientes a presión. Hoy en día, el Código ASME para Calderas y recipientes a presión también cubre las calderas nucleares y los tanques móviles grandes.

- ASME I Reglas para la construcción de calderas eléctricas.
- ASME II Materiales
- ASME III Reglas para la construcción de componentes de centrales nucleares.
- ASME IV Reglas para la construcción de calderas de calefacción.
- ASME V Examen no destructivo
- ASME VI Reglas recomendadas para el cuidado del funcionamiento de las calderas de calefacción.
- ASME VII Pautas recomendadas para el cuidado de calderas eléctricas.
- ASME VIII

- ASME IX Estándar de calificación para productores de soldadura fuerte y fuerte, soldadores, brazaletes y operadores de soldadura fuerte y fuerte
- ASME X Recipientes a presión de plástico reforzado con fibra
- ASME XI Normas para la inspección en servicio de los componentes de las centrales nucleares
- ASME XII Construcción y servicio continuo de transporte.

i. Certificado de Autorización ASME

Ojanpera, T. (2013), refiere que ASME BPVC requerirá un Certificado de autorización para todos los fabricantes que sigan la ASME BPVC al fabricar sus productos. Este certificado es como la aprobación de la fabricación de productos ASME BPVC. Cuando se habla de fabricante de ASME, se refiere al fabricante físico del equipo. También existe la posibilidad de sello de diseño. Este sello le da al diseñador la posibilidad de diseñar equipos a presión de acuerdo con ASME BPVC.

Al respecto Smid, R.; et al (2005), menciona que los tanques fabricados bajo el código ASME (Sección 8, división 1), requiere la aprobación de los inspectores, los cuales tienen un símbolo "U", que será estampado en una placa de identificación que se adhiere a cada tanque. Además de este sello incluyen la certificación de cada soldador de fábrica, la documentación del material y la aceptación del producto terminado por el A.S.M.E "interno" inspector.

2.3.1.2. Norma API.

API Standard 650 (2012), establece requisitos mínimos para el material, diseño, fabricación, montaje y pruebas para tanques de almacenamiento soldados verticales, cilíndricos, sobre el suelo, cerrados y abiertos en varios tamaños y capacidades para presiones internas que se aproximan a la presión atmosférica (presiones internas que no

exceden las peso de las placas del techo), pero se permite una presión interna más alta cuando se requieren requisitos adicionales

Esta Norma se aplica únicamente a los tanques cuyo fondo completo está apoyado uniformemente y a los tanques en servicio no refrigerado que tienen una temperatura máxima de diseño de 93 ° C o menos.

API, Standard 1104 (2013), ha publicado normas para la soldadura de tuberías que especifican diversos aspectos que incluyen equipos, materiales, procedimientos manuales y automáticos, soldadura con y sin alambres de soldadura, soldadores, diseño y preparación de geometría de juntas, inspección y prueba de soldaduras, reparación y remoción de defectos, procedimientos para pruebas no destructivas y pruebas de aceptación basadas en NDE.

i. **Requisitos.**

Esta Norma tiene requisitos dados en dos sistemas alternos de unidades. El fabricante deberá cumplir con:

- (1) Todos los requisitos dados en esta Norma en unidades SI, o
- (2) Todos los requisitos dados en esta Norma en unidades usuales de EE. UU.

ii. **Limitaciones.**

Las reglas de esta Norma no son aplicables más allá de los siguientes límites de tuberías conectadas interna o externamente al techo, carcasa o fondo de tanques construidos de acuerdo con esta Norma:

- a) La cara de la primera brida en conexiones con bridas empernadas, a menos que se proporcionen cubiertas o persianas según lo permitido en esta norma.
- b) La primera superficie de sellado para conexiones o accesorios patentados.
- c) La primera junta roscada en la tubería en una conexión roscada a la carcasa del tanque.

- d) La primera unión circunferencial en conexiones de tubería de extremo de soldadura si no se suelda a una brida.

2.3.1.3. Norma AWS.

Los Estándares Nacionales Estadounidenses de AWS se desarrollan a través de un proceso de desarrollo de estándares de consenso que reúne a voluntarios que representan diversos puntos de vista e intereses para lograr el consenso.

Fish, G. (1993), manifiesta que el primer puente en los Estados Unidos con construcción soldada fue construido en 1928. Durante el mismo año, la American Welding Society (AWS) publicó su primer código de soldadura estructural. En 1936, AWS publicó su primer código de soldadura de puentes. AWS (1972) refiere que estos dos documentos finalmente se fusionaron en una sola especificación destinada tanto a edificios como a puentes cuando AWS D1.1 se publicó por primera vez en 1972.

AWS B5.17 (2008), establece los requisitos mínimos para el Programa de Calidad de Soldadura para Fabricantes de Soldaduras. Esta especificación está destinada a ser utilizada por los fabricantes de soldadura independientemente de los procesos de soldadura o los materiales utilizados. Esta especificación no cubre el diseño de piezas soldadas o los procesos de fabricación no relacionados con la soldadura, como los pernos y los revestimientos. Esta norma está destinada a ofrecer asistencia a los clientes de fabricantes de soldadura que compran piezas soldadas en varios sectores de la industria para evaluar la capacidad de la empresa para satisfacer las necesidades de calidad del proyecto.

i. Seguridad

Flores, M. (2019), señala que la norma no aborda los problemas de seguridad asociados con la soldadura. Es responsabilidad de los fabricantes de soldadura

establecer prácticas adecuadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de cualquier limitación reglamentaria antes de soldar.

ii. *Control de documentación*

De acuerdo a AWS B5.17 (2008), los procesos, además de las notas de advertencia contenidas en las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) suministradas por el proveedor del material, deben ser parte del programa de seguridad de cada empleador. Hay información de seguridad adicional disponible en las Hojas de datos de seguridad y salud publicadas por la American Welding Society (AWS).

iii. *Sistema de manejo de calidad*

El fabricante de soldadura deberá operar un sistema de gestión de calidad interno de acuerdo con las cláusulas 6 y 7 de esta especificación.

iv. *Calificación.*

Una instalación de fabricación de soldadura que cumpla con los requisitos de esta especificación se considerará calificado como un fabricante de soldadura. El cumplimiento de los requisitos se determina mediante una auditoría de todos los elementos de la Cláusula 6, Requisitos del Manual de Calidad, y de la biblioteca especificada en la Cláusula 7.

v. *Requisitos del manual de calidad.*

El fabricante de soldadura debe preparar y mantener un manual de calidad. Este Manual de calidad es una descripción completa de los métodos y controles de proceso del fabricante como se describe en esta especificación.

2.3.2. Diseño y Estructura de Tanques de Acero.

Hay varios tipos de tanques de almacenamiento, por ejemplo, tanques sobre el suelo, de fondo plano, cilíndricos para el almacenamiento de gases licuados refrigerados, petróleo, etc., silos de acero u hormigón para el almacenamiento de coque, carbón, granos, etc. tanques de acero, aluminio, hormigón o PRFV, incluidos los tanques elevados para el almacenamiento de agua, tanques esféricos (recipientes a presión) para el almacenamiento de gases licuados a alta presión y tanques subterráneos para el almacenamiento de agua y aceite.

Purje, J. (2013), menciona que la fabricación oficial de ASME exige que la empresa cuente con lo siguiente:

- Normas ASME, en uso que abarcan las demandas de producción actuales.
- Manual de calidad ASME, donde se describe cómo la empresa cumple con las demandas actuales de producción. El manual de calidad debe estar en inglés.
- Contrato entre AIA (Agencia de inspección autorizada) y el fabricante.
- El cálculo del diseño debe estar disponible
- Garantía de que se realiza el control de calidad
- Garantía de que los exámenes se realizan según lo exige el Código.
- Organizar la inspección y el libre acceso del Inspector
- Cumplir con todos los requisitos aplicables de Código.

2.3.2.1.Principios de Diseño.

Architectural Institute of Japan (2010), afirma que los tanques más utilizados son los de acero por sus múltiples adaptaciones, por ello establece los siguientes principios de diseño.

- (1). Los tanques de almacenamiento de líquido deberían estar ubicados de manera que su contenido no esté sujeto a contaminación insalubre. También deben ubicarse para permitir un fácil acceso para inspección, mantenimiento y reparación.

- (2). La forma de un tanque de agua debería ser lo más simple posible, ser simétrica con respecto a su eje y mecánicamente libre de cualquier obstrucción innecesaria.
- (3). El diseño de la carcasa cilíndrica de los tanques de acero debe dar una investigación sobre el pandeo de la carcasa cilíndrica de conformidad.
- (4). Debería prestarse la debida atención a las concentraciones de esfuerzos en las aberturas o penetraciones de las tuberías.
- (5). Los tanques y el diseño de las tuberías deben proporcionar medidas preventivas completas contra la corrosión.
- (6). Deberían tomarse las medidas adecuadas para evitar una caída de presión interna repentina causada por cualquier escape incontrolado de agua.
- (7). Los cimientos de los tanques de agua deberían diseñarse de modo que las fuerzas totales de la estructura general se transfieran al suelo con la mayor suavidad posible.

2.3.2.2. Esfuerzo Estructural Admisible y Constante del Material.

Las tensiones permitidas y las constantes del material utilizadas en la construcción de tanques de acero y sus estructuras de soporte deben estar de acuerdo con los códigos y normas aplicables, según refiere el Architectural Institute of Japan (2010).

Las tensiones admisibles a largo plazo de las barras de refuerzo en una estructura de hormigón armado deben definirse adecuadamente después de tener en cuenta el ancho de fisuración admisible.

- (1). Las tensiones admisibles del acero inoxidable deben definirse de acuerdo con la “Norma de diseño para estructuras de acero - Basado en el concepto de tensión admisible”. El valor F estándar debe tomarse como 0,2% de resistencia según lo estipulado por la norma.

(2). El valor estándar F, que define el límite elástico de todas las estructuras de aleación de aluminio soldadas, debe definirse de acuerdo con norma establecida para el proceso.

American Petroleum Institute (2012), señala que la forma estructural del acero debe cumplir con uno de los siguientes:

- a) ASTM A 36MI A 36.
- b) ASTM A 131M / A 131.
- c) ASTM A 992MI A 992.
- d) Aceros estructurales enumerados en la especificación AISC para edificios de acero estructural. Diseño de tensión admisible.
- e) CSA G40.21, grados 260W (38W), 300W (44W), 350W (50W), 260WT (38WT), 300 \ VT (44WT) y 350WT (50WT). Los grados equivalentes de unidades imperiales de la Especificación CSA G40.21, que se muestran entre paréntesis, también son aceptables.
- f) ISO 630, grado E 275, calidades B, C y D.
- g) EN 10025, Grado S 275, Cualidades JR, JO y J2.
- h) Estándares nacionales reconocidos. El acero estructural que se produce de acuerdo con una norma nacional reconocida.

Todo el acero para formas estructurales se fabricará mediante el proceso de hogar abierto, horno eléctrico u oxígeno básico. El acero con contenido de cobre es aceptable cuando lo aprueba el Comprador.

No todas las formas de acero estructural enumeradas en AISC y otras normas nacionales son adecuadas para la soldadura. La selección del material para las formas estructurales que requieren conexiones soldadas debe incluir la confirmación de la soldabilidad del material por parte del fabricante de la forma estructural, otras fuentes acreditadas o mediante pruebas de

soldadura. Las formas de acero estructural que tienen poca soldabilidad solo se deben usar para diseños de conexiones atornilladas.

2.3.2.3. Construcción y Montaje de Tanques de Acero.

American Petroleum Institute (2012), señala que los materiales usados en la construcción de tanques deberán cumplir con las especificaciones enumeradas en esta sección, sujeto a las modificaciones y limitaciones indicadas en la Norma API. Se puede emplear material producido según especificaciones distintas de las enumeradas en esta sección, siempre que el material esté certificado para cumplir con todos los requisitos de una especificación de material aplicable enumerada en esta Norma y el uso del material esté aprobado por el Comprador. La propuesta del fabricante identificará las especificaciones del material que se utilizará. Cuando esta Norma no se ocupa de los requisitos de materiales para artículos y accesorios diversos, el Comprador y / o el Fabricante deberán proporcionar requisitos de materiales adicionales utilizando un suplemento a la Hoja de datos.

2.3.3. Control de Calidad de Soldadura.

Para Vermont Agency of Transportation (2020), el control de calidad es la inspección, prueba y gestión de los procedimientos operativos necesarios para producir productos de calidad que cumplan con los requisitos del contrato de proyecto. El control de calidad es responsabilidad exclusiva de cada fabricante.

Según Stenberg, T.; et al (2017), la calidad de la soldadura incrementa la volumen de las uniones soldadas para efectuar los requisitos prácticos de la soldadura durante la vida útil de la estructura.

Town of Buckeye (2012), manifiesta que para el control de calidad en la soldadura es necesario considerar lo siguiente:

- A. Prueba de soldadura no destructiva:

- (1). Inspección visual por parte de un inspector de soldadura certificado de todas las soldaduras para su aceptación de acuerdo con las normas establecidas en ANSI / AWS D1.1-94, párrafo 8.15.1, a menos que se requiera NDT más estricto en esta sección de Especificaciones.
- (2). Techo: Prueba de partículas magnéticas al 10% según ANSI / AWS D1.1-94, párrafo 8.15.5.
- (3). Caparazón: Examine radiográficamente el punto según ANSI / AWWA D100, Secciones 11.5 y 11.6.
 - a) Aperturas:
 - i. Prueba según API 650.
 - b) Conexión al piso: prueba de partículas magnéticas al 25% según ANSI / AWS D1.1-94.
- (4). Soldaduras de apertura de piso: prueba de vacío al 100% para soldaduras de piso.
 - B. Prueba de vacío con fondo plano soldado y tanque de prueba hidráulica de acuerdo con ANSI / AWWA D100-96, Sección 11.12, excepto que realice la prueba hidráulica después de que se haya completado la pintura.

2.3.3.1. Inspección de la Soldadura.

Existen numerosos métodos de inspección disponibles para detectar fallas en una soldadura. Sin embargo, no importa qué método se utilice, es necesario determinar si la gravedad de la falla observada es suficiente para justificar la corrección. Si estos defectos son objetables, generalmente se puede obtener una soldadura satisfactoria mediante un incentivo adecuado para el soldador o mediante cambios en el procedimiento de soldadura.

Según Sanders W. y Muns, W. (1966), los métodos de inspección disponibles pueden dividirse en tres categorías generales: pruebas destructivas, pruebas de prueba y pruebas no destructivas. Normalmente, las pruebas destructivas, como la prueba de tensión y flexión, son mecánicas y

se utilizan para determinar si el soldador está calificado para fabricar la soldadura estructural real o si el procedimiento de soldadura producirá una junta soldada satisfactoria. Dado que la pieza generalmente se prueba hasta que falle, se destruye su utilidad como componente de la estructura. Por lo tanto, estas pruebas se realizan generalmente en una serie estándar de probetas o en una muestra de uno de los componentes estructurales.

Para Flores, M. (2019), el desarrollo de una especificación de inspección de soldadura requiere la consideración de varios factores integrales; las áreas básicas de inspección y control de calidad que se deben considerar son la inspección de materiales, la calificación del procedimiento de soldadura, las calificaciones del soldador y del operador de soldadura, los procedimientos de inspección para varias soldaduras y los requisitos de control de calidad para las soldaduras.

i. Métodos de inspección para juntas soldadas.

En estructuras soldadas, los tipos de soldaduras que pueden requerir inspección adicional, más allá de la inspección visual, pueden dividirse en las siguientes categorías generales: (a) soldaduras a tope de tensión, (b) soldaduras a tope de compresión, (c) soldaduras de empalme de alma, (d) soldaduras de filete principales, y (e) soldaduras de filete y a tope secundarias.

Al determinar el tipo y la cantidad de inspección que se requerirá, se debe considerar el tipo de tensión a la que estará sujeta la soldadura y la gravedad de la falla de la soldadura.

ii. Requisitos generales de inspección para estructuras soldadas.

- (1) Para todas las soldaduras, se debe realizar una inspección visual minuciosa al finalizar en busca de grietas, cortes, superposición y tamaño incorrecto.
- (2) Para soldaduras de ranuras principales, la inspección radiográfica debe realizarse en el 100 por ciento de todas las soldaduras a tope de tensión primaria bajo tensión y

en el 25 por ciento de todas las soldaduras a tope de compresión y empalme de alma en vigas.

(3) Para soldaduras de filete principales y soldaduras secundarias, no debería ser necesaria ninguna inspección adicional más allá de la inspección visual en condiciones normales.

2.3.3.2. Elementos en control de calidad.

a) Soldador.

American Society of Mechanical Engineers (2011), explica que los soldadores de fábrica deben estar certificados para su capacidad según el código por un ingeniero de fábrica asignado. La certificación bajo la Sección 9 del código debe ser obtenida por un soldador de fábrica para cada función de soldadura. Esto incluye soldadura final o posterior, instalación de acoplamientos y bridas, soldadura automática con máquina, soldadura MIG (soldadura sin fundente) y soldadura de la carcasa y el cabezal del tanque. La certificación se otorga solo dentro de un rango de espesor de material, por ejemplo, un máximo de media pulgada. La soldadura de espesores mayores requiere una certificación adicional.

Carasco, J. (2014), refiere que un requisito que cumple un soldador de código es soldar una placa de cupón para la prueba de esfuerzo. Esta placa de 6 "por 12" está soldada y rectificadas en la superficie, cortada en cuatro tiras de 1 1/2 "por 12" y se inserta en una prensa para doblarla. La soldadura debe soportar una curvatura de 180 "sin evidencia de defecto de soldadura.

b) Inspector de soldadura certificado (CWI).

Un inspector de soldadura certificado por AWS que cumple con los requisitos de AWS QC1, estándar para la certificación de inspectores de soldadura de AWS

c) *Certificación.*

Del mismo modo Devera, F. y Ortiz, D. (2019), mencionan que la certificación de soldador también se aplica a varillas de soldadura específica, compatible con el material de acero normalmente utilizado por el fabricante de acero. Los soldadores que salen de un taller deben ser recertificados en el siguiente. Estar documentado bajo la Sección 2 del código.

d) *Control de Documentación.*

Ticona, P. (2016), recomiendan disponer de un informe que indique la fuente de acero con su número de calor, un número de losa y una especificación del material que describe el análisis químico y las propiedades físicas del acero. Esta información es retenida por el fabricante y, a pedido, el informe de prueba de llenado y la hoja de datos están disponibles para otros. La hoja de datos muestra el grosor de la carcasa y la cabeza, el número y tamaño de los acoplamientos o bridas utilizadas, la fecha de la inspección y la firma del inspector de ASME.

e) *Pruebas de calificación.*

Sanders W. y Muns, W. (1966), señalan que para el procedimiento de soldadura y el soldador y operador de soldadura son esenciales. El propósito de las pruebas de calificación del procedimiento es indicar, a través de una serie de pruebas estáticas, si el electrodo, la posición de soldadura, el tratamiento térmico, la velocidad de desplazamiento del electrodo, etc., especificados se pueden utilizar para fabricar una soldadura sólida.

2.3.3.3. Certificaciones de la calidad para Soldadura.

ISO tiene más de 17500 Normas Internacionales y otros tipos de documentos normativos en su cartera actual. El programa de trabajo de ISO abarca desde normas para actividades tradicionales, como agricultura y construcción, pasando por ingeniería mecánica, fabricación y

distribución, hasta transporte, dispositivos médicos, tecnologías de la información y la comunicación y normas para buenas prácticas de gestión y servicios.

i. ISO TC 44

Von, D. (2010), señala que el trabajo de estandarización internacional en el campo de la soldadura y procesos afines se realiza principalmente en ISO TC 44 “Soldadura y procesos afines”; la cual dice: “Estandarización de la soldadura, por todos los procesos, así como los procesos afines; estas normas incluyen terminología, definiciones y la representación simbólica de soldaduras en dibujos, aparatos y equipos para soldar, materias primas (gas, metales base y de aportación) procesos y reglas de soldadura, métodos de prueba y control, cálculos y diseño de conjuntos soldados, soldadores 'cualificaciones, así como seguridad y salud. Excluidos: asuntos de seguridad eléctrica relacionados con la soldadura que son responsabilidad de IEC / TC 26”, ISO / TC 44 ha publicado 274 Normas ISO y otros Documentos ISO como Corrección de errores, Enmiendas, ISO / TR (Informes técnicos) o ISO / TS (Especificaciones técnicas).

ii. EN-ISO 3834

Working, J. (2013), señala que EN-ISO 3834 define los requisitos de calidad para la soldadura tanto en talleres como en el sitio, y es apropiado cuando se requiere la demostración de la capacidad de un fabricante para producir construcciones soldadas de acuerdo con criterios especificados; También se puede utilizar como base para evaluar los acuerdos de calidad de soldadura de un fabricante.

La Asamblea General de EA ha confirmado que la auditoría y certificación de la capacidad de soldadura de un fabricante de acuerdo con los requisitos de EN-ISO 3834 Parte 2, 3 o 4, puede proporcionarse como parte integral de la auditoría y certificación ISO 9001. (ISO / IEC 17021), o como una auditoría y certificación independientes de las operaciones de soldadura y actividades asociadas que influyen en la integridad de

las soldaduras (EN 45011, Referencias 1 y 2). En ambos casos, una certificación significativa debe proporcionar al comprador (y al fabricante) una declaración clara de la capacidad del fabricante para producir construcciones soldadas.

Junto con la norma ISO 9001, la auditoría debe ser lo suficientemente profunda y rigurosa para evaluar y confirmar que los controles EN ISO 3834 requeridos se ejercen sobre todos los aspectos de las operaciones de soldadura apropiadas para la gama de actividades del fabricante cubiertas por el alcance de la certificación QMS.

2.4. Definiciones conceptuales.

API: American Petroleum Institute, determina los requisitos mínimos de calidad, en la construcción de oleoductos, tanques a presión, tanques atmosféricos y accesorios. (API Standard 1104, 2013)

Aseguramiento de la calidad (QA). Todas las actividades planificadas y sistemáticas implementadas dentro del sistema de calidad, y demostradas según sea necesario, para proporcionar la confianza adecuada de que una entidad cumplirá con los requisitos de calidad.

ASME: American Society of Mechanical Engineers, establece las normas para el diseño, fabricación e inspección de calderas y recipientes a presión. (ASME, 2021)

AWS: American Welding Society, puede ser aplicada para la fabricación de estructuras; la edificación de puentes y edificios, entre otros. (AWS, Structural Welding Code. American Welding Society, 1972)

Control de calidad (QC). Técnicas y actividades operativas que se utilizan para cumplir con los requisitos de calidad. El acto de examen, prueba o medición que verifica el cumplimiento de los procesos con criterios específicos (es decir, detección y medición de discontinuidades de soldadura o la supervisión de las personas involucradas).

Eddy Current o Corrientes inducidas (EC): son una corriente eléctrica circulante inducida en un conductor aislado por un campo magnético alterno. El controlador no necesita estar conectado a un circuito externo. (Gholizadeh, 2016)

Emisión Acústica (AE): técnica de END que detecta y rastrea liberaciones repentinas de ondas de tensión a través de conjuntos de sensores o transductores altamente sensibles, lo que permite detectar y localizar fugas y/o discontinuidades en equipos, instalaciones, maquinas, etc.

Fabricación: Procesar o fabricar (un producto) a partir de materias primas, especialmente como una operación a gran escala que utiliza maquinaria. (Lappalainen, 2015)

Implementación: se refiere a un conjunto específico de actividades diseñadas para poner en práctica una actividad o programa. (Fixsen, Naoom, Blasé, Friedman, & Wallace, 2005)

Inspección de soldaduras. Acto de inspeccionar o examinar las soldaduras según los estándares establecidos. Los exámenes visuales se dividen en tres categorías según el tiempo en que se realizan, de la siguiente manera: (1) antes de soldar, (2) durante la soldadura y (3) después de soldar (Town of Buckeye, 2012)

Inspección Visual (IV): observación de detalles con o sin ayuda, sin medición. (Splitz & Drury, 1978)

Líquidos Penetrantes (PT): fluido utilizado en las pruebas de líquido penetrante. (Fish, 1993)

Monitoreo: se puede definir como la recopilación y análisis sistemático y continuo de información sobre el progreso de un trabajo a lo largo del tiempo. (Gosling & Edwards, 2003)

Partículas Magnéticas (MT): magnetismo inducido o residual en un objeto de ensayo ferromagnético forma polos localizados en la superficie y discontinuidades cercanas a la superficie y en los que la presencia de estos polos localizados está indicada por un polvo a base de hierro finamente dividido. (Pohl, Erhard, Montag, Thomas, & Wüstenberg, 2004)

Prueba de diodo halógeno. Se utiliza un gas trazador y una sonda para detectar la presencia de halógenos. Detectar halógenos a través de una barrera de presión indicaría la presencia de una fuga. (Carasco Sanchez, 2014)

Pruebas de Burbuja. Técnica de alto grado de sensibilidad en detección y localización de fugas, mediante aplicación de un líquido (Inmersión líquida, Película líquida y Aplicación de espuma) (Chapman, Eriksson, & Seldis, 2008).

Pruebas no destructivas hermeticidad: llamados también ensayos de fuga permiten detectar fallas prematuras, en sistemas o componentes presurizados o en vacío, sin afectar su contenido (Barradas, 2018).

Pruebas no destructivas superficiales: ensayos aplicables en material metálico y no metálico, para determinar sus propiedades, a través de la identificación de defectos superficiales, sin causar daño aparente en las muestras (Almeida, Barata, & Barros, 1992).

Pruebas no destructivas volumétricas: ensayos aplicables en material metálico y no metálico, para determinar sus propiedades, a través de la identificación de discontinuidades internas y superficiales en la muestra (Almeida, Barata, & Barros, 1992).

Pruebas por Cambio de Presión (Neumática o hidrostática). Inspección a un equipo o tuberías para verificar su hermeticidad mediante la aplicación de presión de agua, fluido no corrosivo, o aire (Bhosale, Mahajan, Yachkal, & Katarkar, 2017).

Pruebas por Espectrómetro de Masas. Permite obtener la distribución de las moléculas de una sustancia en función de su masa. (Creath, 1985)

Radiografía Industrial (RT): se define como el paso de rayos a través de un objeto; los rayos aterrizan en una película o pantalla. (Georgiou , 2011)

Sistema de inspección por ensayos no destructivos: mecanismo utilizado por los ingenieros para detectar defectos en materiales y estructuras, ya sea durante la fabricación o durante el servicio. (Rolls Royce, 2015)

Tanques de acero; se definen como recipientes hechos de placas de acero.

Termografía Activa. Técnica de inspección que aplica una fuente de calor externa a un componente y el termógrafo busca variaciones de temperatura causadas por la presencia de discontinuidades dentro de un objeto (Barnes, 1964).

Ultrasonido Industrial (UT). Depende básicamente de la forma en que la onda de sonido atraviesa el material. La frecuencia de vibración de las ondas sonoras en las pruebas ultrasónicas es tan alta que los humanos no pueden escuchar eso, y en realidad esta es la razón por la que se le llama ultrasónico. (Hamstad, 1986).

2.5. Hipótesis de la Investigación.

2.5.1. Hipótesis General

La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras garantizaría la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco.

2.5.2. Hipótesis Específicos

H_1 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

H_2 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

H_3 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

2.6. Operacionalización de Variables e Indicadores.

Tabla 1: Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores.

Variable X	Dimensiones	Indicadores
Implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras	Pruebas no destructivas superficiales	1. Inspección Visual (IV)
		2. Líquidos Penetrantes (PT)
	Pruebas no destructivas volumétricas	3. Partículas Magnéticas (MT)
		4. Radiografía Industrial (RT)
Pruebas no destructivas de hermeticidad	Pruebas no destructivas de hermeticidad	5. Pruebas Neumática
		6. Pruebas hidrostática
		7. Pruebas de Burbuja o vacío
Variable Y	Dimensiones	Indicadores
Calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco	Normatividad vigente	ASME
		API
	Diseño y estructura	Tipo de tanque.
		Plano de Referencia
Control de Soldadura	Control de Soldadura	Equipos empleados
		Procedimiento Aplicable
		Junta de Soldadura
		Elementos (TAG equipo/ Boquilla/ Conexión reforzada)
		Evaluación de soldadura

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico.

3.1.1. Tipo de Investigación.

La tipología se ubica en una investigación básica ya que se describe como es que la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras puede garantizar la calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

3.1.2. Nivel de Investigación.

La consideración al respecto es de nivel descriptivo, debido a que se emplea métodos y técnicas para representar los resultados encontrados en la evaluación del control de calidad en juntas de soldaduras por ensayos no destructivos en la fabricación de tanques de acero.

3.1.3. Diseño de la Investigación.

El diseño de la metodología es no experimental, ya que no existe manipulación de los resultados de las variables y dimensiones establecidas.(Fernandez, 2014).

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

Para el enfoque se considera la investigación cuantitativa, de esta manera se procederá a examinar ambas variables de acuerdo a sus valores cuantificables de dispersión y proporción obtenidos en sus pruebas y contrastación de hipótesis.

3.2. Población y Muestra.

La población abarca los resultados de inspecciones de ensayos no destructivos a las juntas de soldadura de tanques de acero, en donde la muestra concierne al tipo no probabilístico con un número de 69 tanques, en los cuales se llevó a cabo 219 ensayos.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1. Técnicas a emplear.

- ⊗ La técnica de observación directa para modelación de los resultados; a través del diseño de registro estructural en formato Excel, tanto para la variable X, como para la variable Y, de esta manera será mucho más precisa el ingreso de los datos observados en el tiempo propuesto para cada análisis de muestra.
- ⊗ Las técnicas cuantitativas facilitaran la propuesta de modelos para la elaboración y análisis de las hipótesis propuestas.

3.3.2. Descripción de los instrumentos.

Mediante la aplicación de un sistema de inspección y monitoreo por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras, en el cual se identificará cuál de las de 3 pruebas (superficiales, volumétricas y herméticas) establecidas, se ajusta mejor a la soldadura de juntas.

Para garantizar la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero, se propone establecer la normativa de inspección más adaptable, un diseño, construcción, estructura y de montaje, que mejore a calidad de soldadura.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.

La información será procesada mediante el análisis descriptivo estadístico empleando el SPSS 22, en la confiabilidad de los resultados; así mismo se optará por el diseño factorial, para delimitar los parámetros de estudio entorno a la manipulación de variables, para acoplar, las condiciones más efectivas para la realización de la investigación.

3.5. Matriz de Consistencia.

Tabla 2 Matriz de consistencia

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Metodología
Generales	¿En qué medida la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras garantiza la calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco?	Determinar en qué medida la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras garantiza la calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco.	La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras garantizaría la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco.	Independiente	* Pruebas no destructivas superficiales * Pruebas no destructivas volumétricas * Pruebas no destructivas de hermeticidad	
				X: Implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras		
Específico	a) ¿Cómo la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras estaría garantizada por la normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco?	a) Determinar como la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras esta garantizada por la normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.	H1: La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco. H2: La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco. H3: La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.	Dependiente	* Normativa de inspección	de de
	b) ¿Cómo la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras estaría garantizada por el diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco?	b) Determinar como la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras está garantizada por el diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.		* Fabricación de tanques de acero		
	c) ¿Cómo la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras estaría garantizada por el control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco?	c) Determinar como la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras está garantizada por el control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.		* Control de Calidad de Soldadura		

Tipo de investigación: aplicada.
Nivel de Investigación: Explicativo.
Diseño de Investigación: de pre-experimental.
Enfoque de Investigación: Mixto: cuantitativo y cualitativo.
Población y muestra: 15 pruebas de END
Técnica Recolección Datos: Técnica de observación directa, pre experimental y asignación aleatoria.
 Procesamiento Información: SPSS 22 (software estadístico descriptivo) y programa Excel de simulación de diseño factorial y modelamiento de resultados.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Implementación de sistema de inspección de ensayo no destructivo construcción de tanque para el proyecto Quellaveco.

La fabricación de los tanque de acero para el proyecto Quellaveco para su implementación y monitoreo se elaboraron de planes de trabajo y procedimientos que consta de catula de presentación, objetivo, ambiente de aplicación, responsabilidad de implementación, referencias, terminologías, desarrollo, historial decambios y anexos las cuales se describen en la tabla 1.

Tabla 3

Plan de trabajo y procedimiento

Plan/procedimientos	Codigo	Folios
Plan de calidad	PE.OPER.2118.PL.001	15 folios
Plan de inspección y ensayo	PE.OPER.2118.ITP.001	11 folios
Procedimiento de inspección por líquidos penetrantes	PE.OPER.2118.RP.002	09 folios
Procedimiento de inspección visual de soldadura	PE.OPER.2118.RP.001	07 folios
Procedimiento prueba de vacío	PE.OPER.2118.RP.006	06 folios
Procedimiento prueba de neumática	PE.OPER.2118.RP.005	08 folios
Procedimiento de inspección radiográfica	PE.OPER.2118.RP.003	04 folios
Procedimiento de prueba hidrostática	PE.OPER.2118.RP.004	05 folios

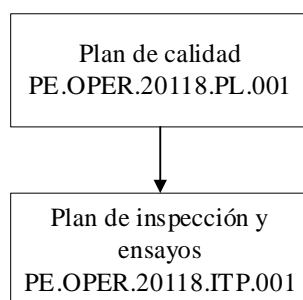
Nota: Fuente documentación de la documentación del proyecto Quellaveco Departamento QA/QC HAUG – Lunri..

4.2. Plan de calidad de fabricación de tanque proyecto quellaveco.

El plan consta del plan de calidad (PE.OPER.2118.PL.001) y plan de inspección y ensayos (PE.OPER.2118.ITP.001) anexo 3 los que se muestra en la figura 1.

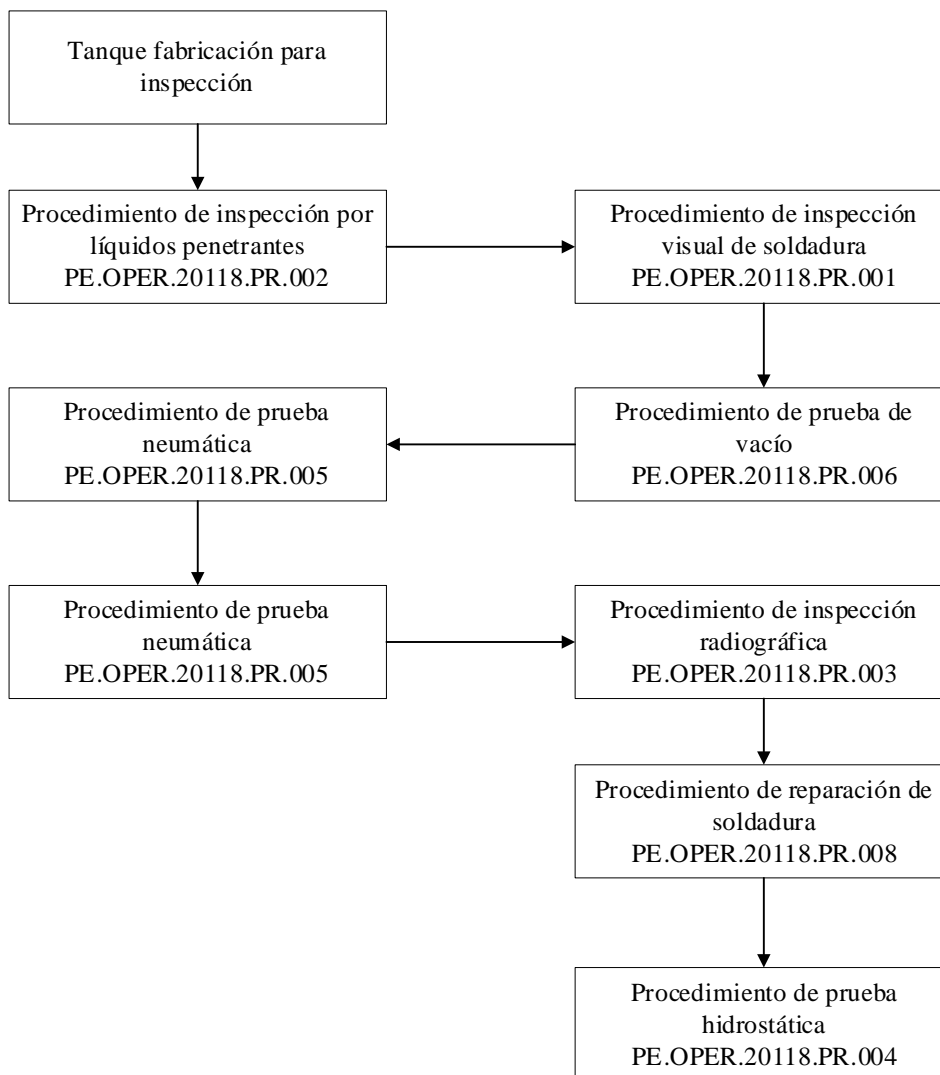
Figura 1

Plan de calidad y el plan inspección y ensayo



4.2.1. Procedimientos aprobados para la inspección de tanque fabricado para el proyecto quellaveco.

Los procedimientos de las inspecciones de tanque fabricado para el proyecto Quellaveco se sigue la secuencia denominado procedimiento de inspección por líquidos penetrantes (PE.OPER.2118.RP.002), Procedimiento de inspección visual de soldadura (PE.OPER.2118.RP.001), Procedimiento prueba de vacío (PE.OPER.2118.RP.006), Procedimiento prueba de neumática (PE.OPER.2118.RP.005), Procedimiento de inspección radiográfica (PE.OPER.2118.RP.003), Procedimiento de prueba hidrostática (PE.OPER.2118.RP.004) consta en la figura 2. La secuencia de la inspección procede cuando el producto aprueba el control de calidad caso contrario retorna para el levantamiento de las observaciones al departamento correspondiente.

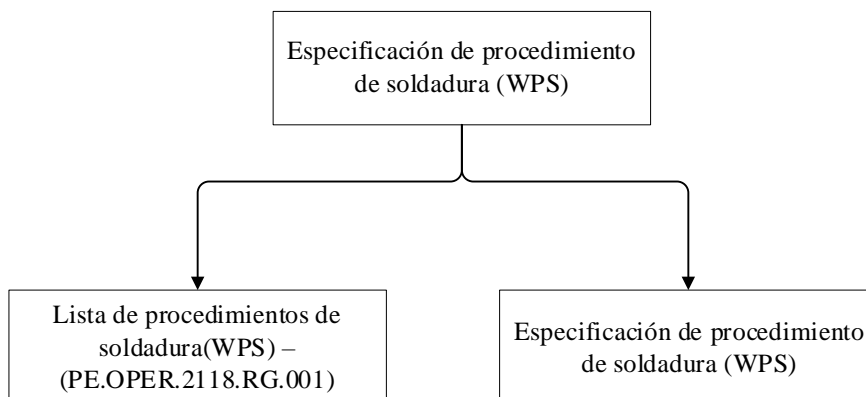
*Figura 2**Secuencia de la inspección de tanque fabricado para el proyecto Quellaveco*

4.2.2. Especificación de procedimiento de soldadura para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.

La especificación del procedimiento de soldadura consta de dos ahíten lista y especificaciones respecto a la soldadura como se aprecia en la figura 3

Figura 3

Especificación de procedimiento de soldadura

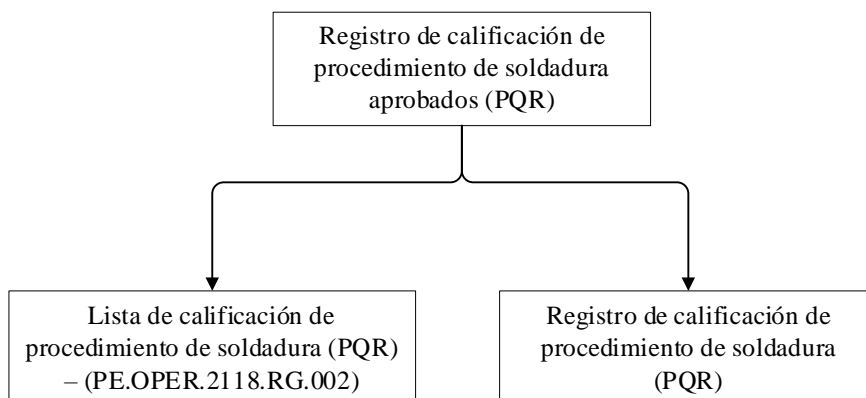


4.2.3. Registro de calificación de procedimiento de soldadura aprobados para fabricación de tanque para el proyecto Quellaveco.

Los registros de calificación de procedimiento de soldadura aprobados para la fabricación de tanque para el proyecto Quellaveco consta de dos ahíten lista y registro de procedimiento de soldadura como se aprecia en la figura 4.

Figura 4

Registro de calificación de procedimiento de soldadura aprobados

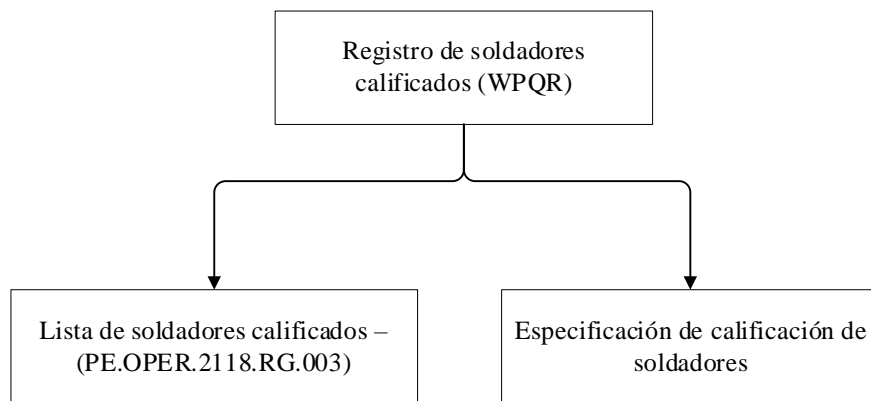


4.2.4. Registro de soldadores de calificados para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.

Los registro de soldadores calificados deben de estar listado de acuerdo el PE.OPER.2118.RG.003 y con una especificación de calificación de soldadores de acuerdo el diagrama de bloque de la figura 5.

Figura 5

Registro de soldadores calificados

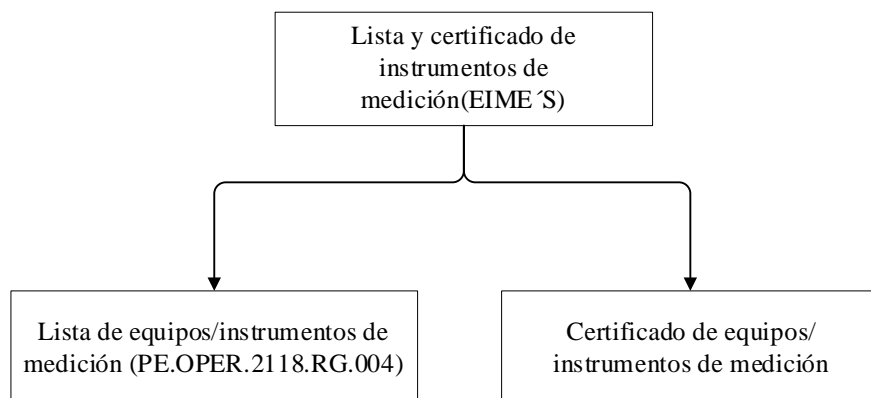


4.2.5. Lista y certificación de instrumentos de medición para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.

Los instrumentos y equipos de medición deben de estar listado en PE. OPER. 2118.Rg.004 y debe tener la certificación tanto el equipo como los instrumentos de medición figura 6.

Figura 6

Lista y certificado de instrumentos de medición

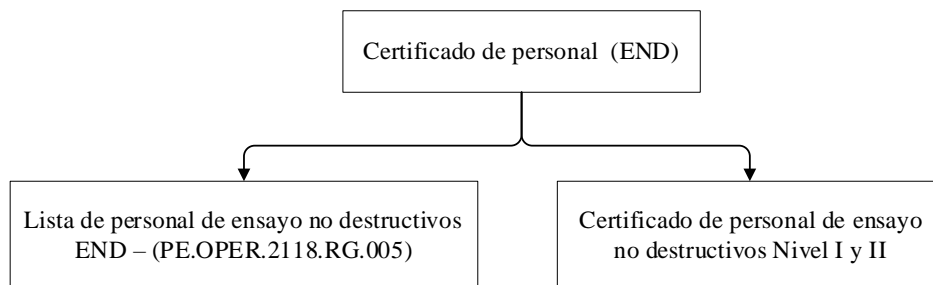


4.2.6. Certificado del personal (END) para fabricación de tanque para el proyecto Quellaveco.

El personal de ensayo no destructivo debe de estar listado en PE. OPER. 2118.RG.005 y certificado del personal de acuerdo los niveles de ensayo no destructivo I y II de acuerdo el diagrama de bloque de la figura 7.

Figura 7

Certificado de personal en ensayo no destructivo

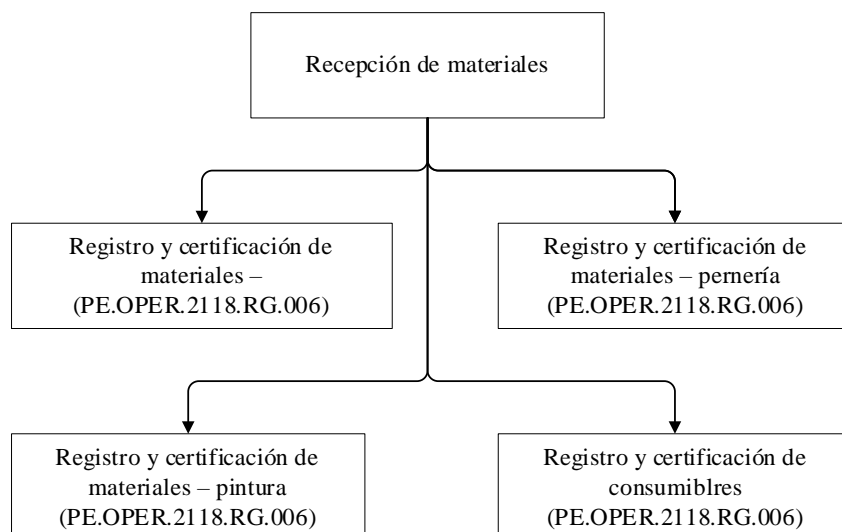


4.2.7. Recepción de materiales para fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.

La recepción de los materiales para la fabricación de tanque para el proyecto Quellaveco deben de ser registrado y certificado de acuerdo a PE.OPE. 2018.RG.006, como se describen en el diagrama de bloques de la figura 5.

Figura 8

Recepción de materiales para la fabricación de tanque

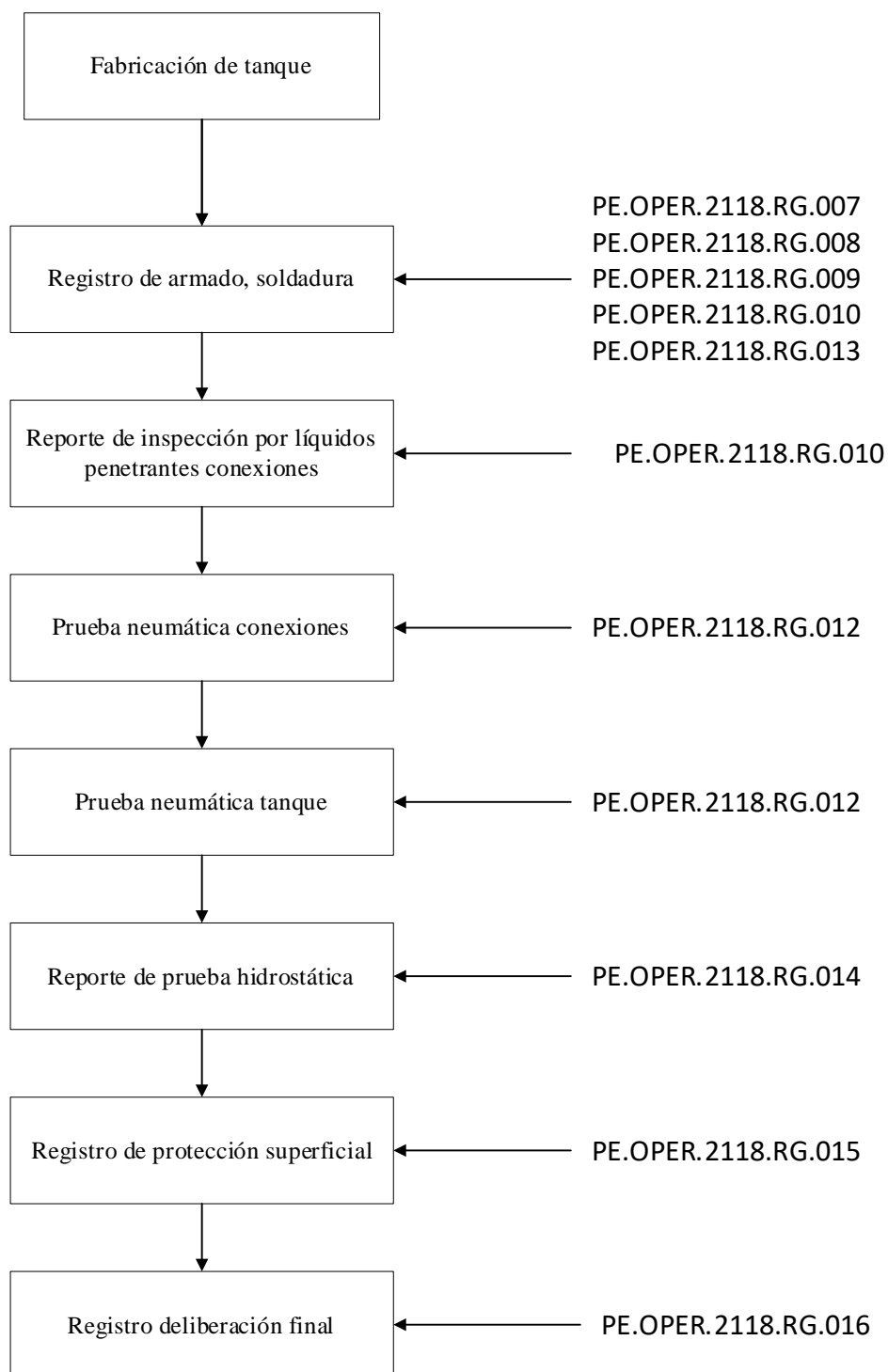


4.2.8. Fabricación de tanque para el proyecto quellaveco.

La secuencia de la fabricación de tanque para el proyecto Quelloveco se de acuerdo el diagrama de bloque de la figura 6.

Figura 9

Secuencia de fabricación de tanque

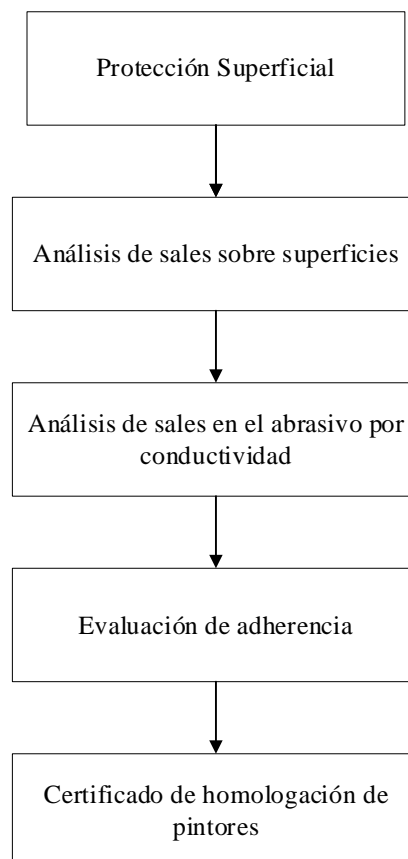


4.2.9. Protección superficial a tanque fabricado para el proyecto Quellaveco.

Los tanques fabricados para el proyecto Quellaveco que se necesita realizar una protección superficial se tiene que seguir de acuerdo la secuencia del diagrama de bloque de la figura 6.

Figura 10

Protección superficial a tanque fabricado



4.2.10. Construcción de tanque para el proyecto Quellaveco.

Los tanques construido para el proyecto Quellaveco se detalla en la tabla 3, la descripción de los tanque y la codificaciones.

Tabla 4

Tanques construidos para el proyecto Quellaveco.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Tanque Traspaso de agua/Casco	19	8,7	8,7
Tanque Traspaso de agua/Conexión N4-n24" Entrada Hombre	9	4,1	12,8
Tanque Traspaso de agua	10	4,6	17,4
Tanque Diario NaHS	8	3,7	21,0
Tanque Alm. Diesel OIL Pta. MO	2	,9	21,9
Tanque Almc. Espumante 1 / Casco	5	2,3	24,2
Tanque Almc. Espumante 1	12	5,5	29,7
Tanque Almc. Ácido Sulfurico	14	6,4	36,1
Tanque A. Pot. Red. Presion 1	4	1,8	37,9
Tanque Diario Colector 1 / Casco	5	2,3	40,2
Tanque Diario Diesel OIL / Conexión N1-n24" ENTRADA	2	,9	41,1
Tanque Diario Colector 1 / Fondo	1	,5	41,6
Planta de Reactivos y Floculantes / Tanque Diario Colector 1	1	,5	42,0
Tanque Diario Colector 2	6	2,7	44,7
Tanque de Recirculacion agua filtrado	3	1,4	46,1
Tanque Diario Colector	11	5,0	51,1
Tanque de Agua Recuperada	5	2,3	53,4
Oreja de Izaje	28	12,8	66,2
Tanque de Agua Rec. Espesador	1	,5	66,7
Tanque Diario Colector 3 / Casco	5	2,3	68,9
Tanque Diario Colector 3 / Fondo	1	,5	69,4
Tanque Almac. Colector 1	3	1,4	70,8
Tanque Traspaso de Agua fresca	11	5,0	75,8
Tanque Almac. Colector	14	6,4	82,2
Tanque de Circulacion agua filtrado	3	1,4	83,6
Tanque 2 Almc. Colector 1 / Casco	9	4,1	87,7

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Tanque 2 Almc. Colector 1 / Fondo	7	3,2	90,9
Tanque Almc. Colector 3	1	,5	91,3
Tanque 2 Almc. Colector 1	11	5,0	96,3
Tanque Almc. OIL	1	,5	96,8
Tanque Traspaso de agua/Fondo	3	1,4	98,2
Tanque Almc. Espumante 1 / Fondo	2	,9	99,1
Tanque Almc. Espumante 1 / Techo	2	,9	100,0
Total	219	100,0	

4.3. Contrastación de Hipótesis.

En el caso de la presente investigación se planteó una hipótesis descriptiva lo cual es corroborada mediante medidas de dispersión y distribución a través de tablas y figuras indicando su media y distribución estándar de acuerdo a la variable y dimensión asignada para cada hipótesis.

4.3.1. Hipótesis General

H_x : “La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras garantizaría la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco”

H_0 : “La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras no garantizaría la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco”

Tabla 5:

Estadística descriptiva de Hipótesis.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras	219	1	3	1,73	,860
Calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero para el proyecto Quellaveco	219	3	7	4,34	,886
N válido (por lista)	219				

La hipótesis general se determinó una media de 1.73 y una desviación estándar de 0.86, para la variable X, con una cantidad de pruebas equivalente a 219 y un promedio de pruebas de 2 por cada tanque; en la figura 11 se observa la $\mu = 1.73$ como punto medio; para poder hallar el Z teórico ($Z\alpha$) con el nivel de significancia de 0.05 se valoró $Z\alpha =$

$1.73 - 1.64 = 0.37$, del diagrama de Gauss unilateral izquierdo, al hallar el Z probabilístico ($Z = - 6.45$) indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 6

Medida de distribución de END

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido Pruebas no destructivas superficiales	118	53,9	53,9
Pruebas no destructivas volumétricas	42	19,2	73,1
Pruebas no destructivas de hermeticidad	59	26,9	100,0
Total	219	100,0	

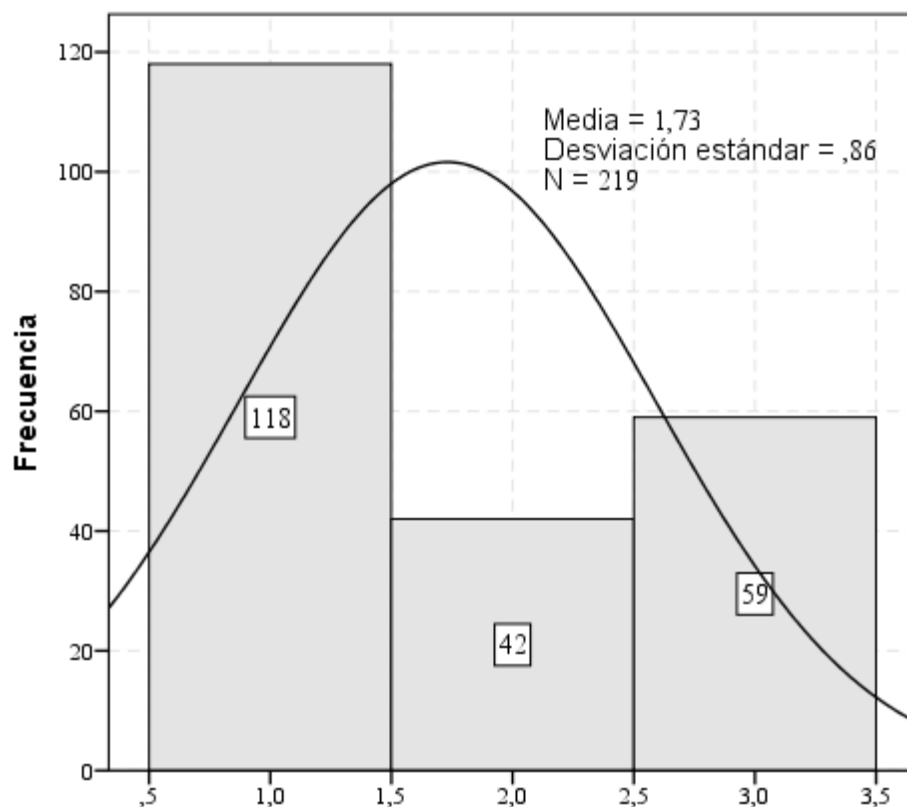


Figura 11: Histograma de frecuencia para aceptación de hipótesis- Variable X

4.3.2. Hipótesis Específicos.

a) H_1 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

H_0 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras no se garantizaría por su normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

Tabla 7:

Medida de distribución de la normatividad vigente

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	API 650	188	85,8	85,8
	ASTM E709	31	14,2	100,0
	Total	219	100,0	

Para la hipótesis 1 se halló un $\mu = 1.14$, como punto medio y una desviación estándar de 0.349, a través de la estadística descriptiva para la normatividad (Y_1), con una cantidad de pruebas equivalente a 219 y un promedio de pruebas de 2 por cada tanque; mediante la figura 12, histograma de la tabla 6, se podrá hallar el Z teórico (Z_α) con el nivel de significancia de 0.05, donde $Z_\alpha = 1.14 - 1.64 = -0.5$, del diagrama de Gauss unilateral izquierdo, al hallar el Z probabilístico ($Z = -5.97$) indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa.

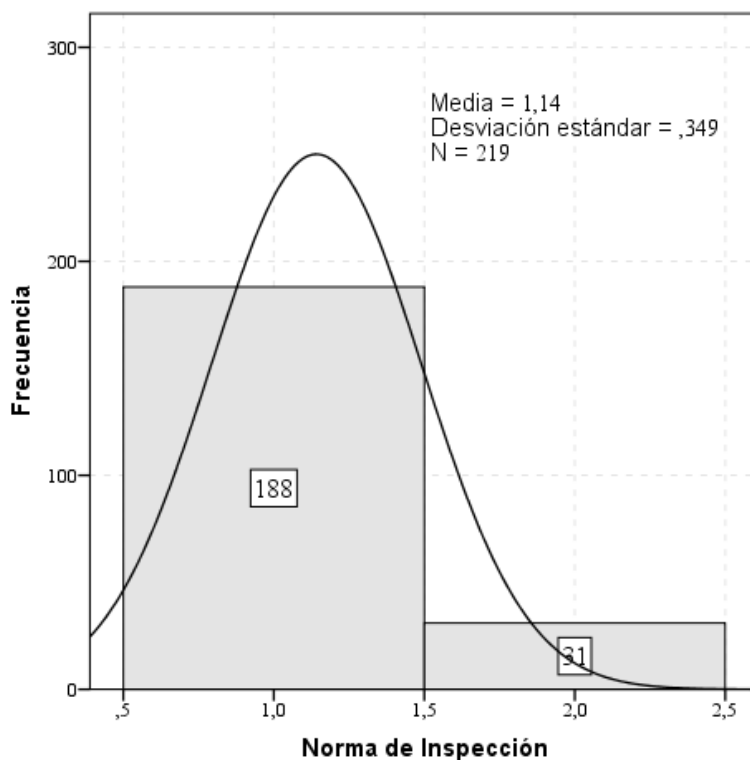


Figura 12: Histograma de hipótesis X/Y_1

b) H_2 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

H_0 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras no se garantizaría por su diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

Tabla 8: Medida de distribución del Diseño y Estructura

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Equipos empleados/Tipo de tanque	52	23,7	23,7
	Procedimiento Aplicable/Tipo de tanque	121	55,3	79,0
	Tipo de tanque	46	21,0	100,0
	Total	219	100,0	

Para la hipótesis 2 se halló un $\mu = 1.97$, como punto medio y una desviación estándar de 0.67, a través de la estadística descriptiva para la normatividad (Y_2), con una cantidad de pruebas equivalente a 219 y un promedio de pruebas de 2 por cada tanque; mediante la figura 13, histograma de la tabla 7, se podrá hallar el Z teórico (Z_α) con el nivel de significancia de 0.05, donde $Z_\alpha = 1.97 - 1.64 = 0.33$, del diagrama de Gauss unilateral izquierdo, al hallar el Z probabilístico ($Z = -9.87$) indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa.

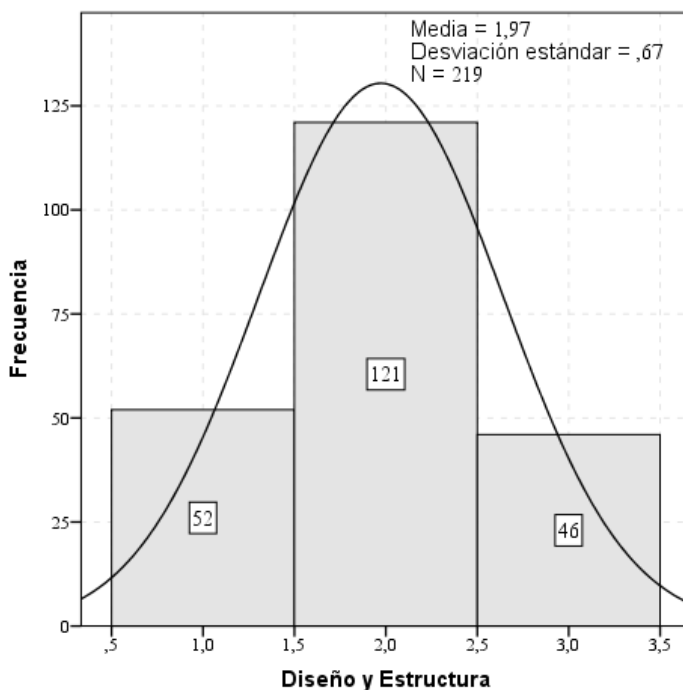


Figura 13: Histograma de hipótesis X/Y₂

c) H_3 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se garantizaría por su control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

H_0 : La implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras no se garantizaría por su control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero en el proyecto Quellaveco.

Tabla 9: Medida de distribución del Control de Soldadura.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Código de Junta/Evaluación de soldadura	172	78,5	78,5
	TAG Equipo / Evaluación de Soldadura	44	20,1	98,6
	Evaluación/Resultado	3	1,4	100,0
	Total	219	100,0	

Para la hipótesis 3 se halló un $\mu = 1.23$, como punto medio y una desviación estándar de 0.452, a través de la estadística descriptiva para la normatividad (Y_3), con una cantidad de pruebas equivalente a 219 y un promedio de pruebas de 2 por cada tanque; mediante la figura 14, histograma de la tabla 8, se podrá hallar el Z teórico ($Z\alpha$) con el nivel de significancia de 0.05, donde $Z\alpha = 1.23 - 1.64 = - 0.41$, del diagrama de Gauss unilateral izquierdo, al hallar el Z probabilístico ($Z = - 5.90$) indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa.

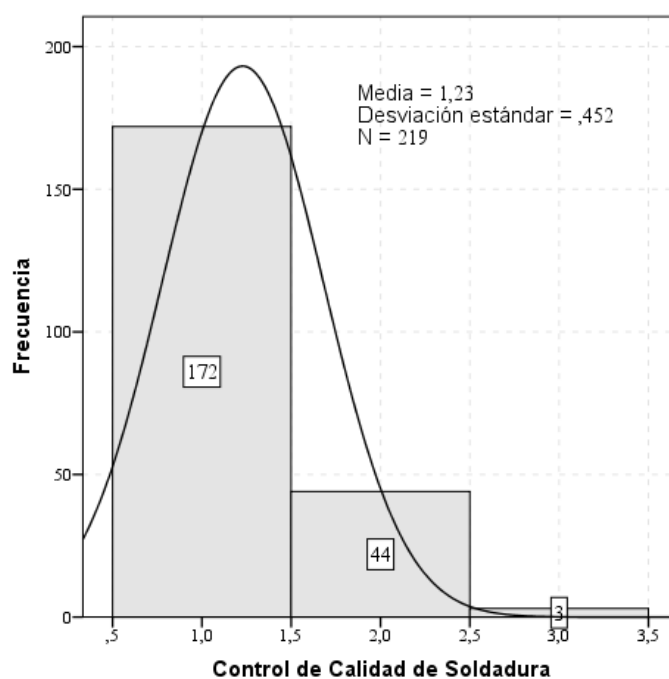


Figura 14: Histograma de hipótesis X/Y_3

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de Resultados.

Para la discusión se consideró los resultados obtenidos de la variable X: *implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de las soldaduras* y la variable Y: *calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero*. Cuyas dimensiones para X fueron: Pruebas no destructivas superficiales, volumétricas y de hermeticidad; mientras que para Y fueron normatividad, diseño y estructura y control de soldadura.

En tal aspecto para la preposición de cómo se garantizaría la calidad en el proceso de fabricación de tanques de acero mediante la implementación y monitoreo del sistema de inspección de ensayos no destructivos, se puede concordar con las afirmaciones de Devera, F. & Ortiz, D. (2019), Palacios R. (2019), Noriega, W. (2019) y Mateos, C. & Concepción, L. (2019), que señalan una correcta inspección de los ensayos no destructivos es primordial, para determinar la calidad u optimización del proceso de fabricación de tanques. En dicho sentido la hipótesis planteada en la presente investigación coincide con los autores aceptando su hipótesis planteada y rechazando su hipótesis nula, verificado a través de los resultados de la media y su desviación estándar ($\mu=1.73$ y $\sigma=0.86$).

Cavero, Y.; Ordinola, Z. & Portocarrero, J. (2019), Flores C. (2019) y Ticona, P. (2016), sustentan la importancia del manejo de la normatividad API y ASME en la interpretación de los resultados de inspección mediante ensayos no destructivos en las juntas de soldadura para la fabricación de tanques de acero en sus distintos usos; al igual que los autores mencionados los resultados expuestos en el capítulo anterior para la normatividad (ASME y API) fueron favorables en razón de la implementación y monitoreo de la inspección de END.

Shabnam, K. (2020), Devera, F. & Ortiz, D. (2019), Palacios R. (2019), Mateos, C. & Concepción, L. (2019), señalan que la implementación de los procesos de inspección por END pueden ser favorable para la fabricación, diseño y estructura de tanques de acero, permitiendo la reducción de costo y tiempo, además de poder ser validados a través de las normas y códigos establecidos, considerando por supuesto el procedimiento, equipos y certificaciones aplicables; en el caso de la presente investigación la afirmación de que la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por END a juntas de soldaduras podría ser garantizada por el diseño y estructura del tanque, es respaldada mediante los resultados aceptación de hipótesis 2 en el capítulo anterior.

Cavero, Y.; Ordinola, Z. & Portocarrero, J. (2019), Flores C. (2019), Ticona, P. (2016), Noriega, W. (2019), Mateos, C. & Concepción, L. (2019), plantean que la implementación de un sistema de inspección por ensayos no destructivo respalda la calidad en la fabricación de tanques a través del control de soldadura, de esta manera se permite anticipar las futuras fisuras o fallas que se den dentro de la estructura o junta de soldadura, a través de la identificación y evaluación de los defectos in situ, en concordancia con los autores se puede afirmar que el control de soldadura si puede ser garantía de una correcta implementación y monitoreo de un sistema de inspección, según refiere los valores de la figura 14 en el capítulo anterior.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

La investigación descriptiva confluente que la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a las juntas de soldadura si garantiza la calidad en el proceso de fabricación de tanques de ser así pues a través de las dimensiones para X (Pruebas no destructivas superficiales, volumétricas y de hermeticidad) y para Y (normatividad, diseño y estructura y control de soldadura); mediante la evaluación de 219 ensayos, la hipótesis general de investigación obtuvo valores de la media y su desviación estándar ($\mu=1.73$ y $\sigma=0.86$), donde Z teórico ($Z\alpha$) con el nivel de significancia de 0.05, fue $Z\alpha = 1.73 - 1.64 = 0.37$, del diagrama de Gauss unilateral izquierdo, de acuerdo con esta valoración el resultado de Z probabilístico ($Z = - 6.45$) indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa.

La H_1 , da como manifiesto que la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se puede garantizar a través su normatividad vigente de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero, mediante la valoración de $\mu=1.14$ y $\sigma=0.349$, se obtuvo el $Z\alpha = 1.14 - 1.64 = - 0.5$, del diagrama de Gauss unilateral izquierdo, donde $Z = - 5.97$ indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa.

Para H_2 , la valoración de $\mu=1.97$ y $\sigma=0.67$, del cual se obtuvo el $Z\alpha = 1.97 - 1.64 = 0.33$, concerniente al diagrama de Gauss unilateral izquierdo, donde $Z = - 987$ indica que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa, por lo que se puede afirmar que la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras si podría ser garantizada por su diseño y estructura de calidad del proceso de fabricación de tanques de acero.

Por último la H_3 , obtuvo los valores de $\mu=1.23$ y $\sigma=0.453$, donde el $Z\alpha = 1.97 - 1.23 = 0.33$, concerniente al diagrama de Gauss unilateral izquierdo, entonces $Z = - 987$ indicando que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por ende se acepta la hipótesis alternativa que refiere la implementación y monitoreo de un sistema de inspección por ensayos no destructivos a juntas de soldaduras se puede garantizar por su control de soldadura en la calidad del proceso de fabricación de tanques de acero.

6.2. Recomendaciones.

- El proceso involucrado en la estimación y cálculo de la confiabilidad de las técnicas de END es particularmente importante para las industrias modernas. Por lo tanto, se deben establecer los últimos métodos, que sean rentables y eficientes en tiempo.
- La introducción de las últimas tecnologías digitales como la automatización, el procesamiento de señales digitales, los teoremas de análisis de señales y varios modelos matemáticos en el campo de END es la hora de la necesidad. Harían técnicas más efectivas y capaces de tomar decisiones gerenciales efectivas en sus etapas de operación y desarrollo.
- Es necesario hacer la verificaciones necesarias en los procedimientos de inspección de calidad para juntas de soldadura, ya que podría evitar accidentes futuros.

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Fuentes Bibliográficas

Almeida, F., Barata, J., & Barros, P. (1992). *Ensaaios Nao Destrutivos. Instituto de Soldadura e.*

American Society of Mechanical Engineers. (2011). *1995 ASME Boiler & Pressure Vessel Code.* Universidad de Californi. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=HylLAQAAlAAJ&q=asme&dq=asme&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjThLqshf3yAhVGRjABHadWDVsQ6AF6BAgCEAI>

Barnes, R. (1964). *Thermography. Annals of the New York Academy of Sciences.*

Barradas, J. (2018). *Non-Destructive Testing of large metal parts produced by Wire Arc Additive Manufacturing.* Tecnico Lisboa, Lisboa. Obtenido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1407770020546376/Joao%20Bento%20-%2073165%20-%20Dissertacao.pdf>

Braga de Oliveira, F. (2017). *Sistema de shearografía para inspección no destructiva.* Universidad de Porto. Obtenido de https://sigarra.up.pt/fep/pt/pub_geral.show_file?pi_doc_id=105470

Carasco Sanchez, J. (2014). Implementación y monitoreo de un sistema de inspección no destructivo a de soldadura en tuberías y estructuras en el proyecto las bombas. *Ingeniero Químico.* Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1033/Tesis%20Q473_Car.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carasco, J. (2014). Implementación y monitoreo de un sistema de inspección no destructivo a de soldadura en tuberías y estructuras en el proyecto las bombas. *Ingeniero Químico.*

- Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1033/Tesis%20Q473_Car.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San marcos.
- Cavero, Y., Ordinola, Z., & Portocarrero, J. (2019). *Control de Calidad para el montaje de un tanque clarificador FCC-Z-203*. Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1926/IND-CAV-ORD-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chapman, B., Eriksson, A., & Seldis, T. (2008). *European methodology for qualification of non-destructive testing third issue*. doi:10.2790/14360
- Creath, K. (1985). *Digital Speckle-Pattern Interferometry*. University of Arizona, Tucson. Obtenido de <https://www.osapublishing.org/ao/fulltext.cfm?uri=ao-24-18-3053&id=28707>
- Fernandez, C. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: Mc Gram Hill .
- Fish, G. (1993). *Arc-welded Steel Frame Structures; Designing, Estimating, and Construction Data for Engineers, Architects, and Contractors*. New York: McGraw-Hill.
- Fixsen, D., Naom, S., Blasé, K., Friedman, R., & Wallace, F. (2005). *Implementation research: A synthesis of the literature*. Obtenido de University of South Florida: http://nirn.fmhi.usf.edu/resources/publications/Monograph/pdf/monograph_full.pdf
- Flores, M. (2019). *Implementación de un Sistema de Control de Calidad para Procesos de Soldadura según las Normas AWS D1.1 y Códigos ASME B31.1/B31.3/ IX para Tuberías de Acero al Carbono en la Empresa ERMI Instalaciones & Mantenimiento S.A.C*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2097/Milton%20Flores_

Tesis_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gosling, L., & Edwards, M. (2003). *Toolkits: A practical guide to assessment, monitoring, review and evaluation*. UK: Save the Children.
- Hamed, R. (2013). *The development of an autonomous robotic inspection system to detect and characterise rolling contact fatigue cracks in railway track*. University of Birmingham, Birmingham. Obtenido de <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4821/1/Rowshandel14PhD.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.C.: McGRAW-HILL.
- Hoffmann, E. d., & Stroobant, V. (2007). *Mass Spectrometry: Principles and Applications*. John Wiley & Sons. Obtenido de <http://www.usp.br/massa/2014/qf12144/pdf/MassSpectrometry.pdf>
- IAEA. (1999). *Non-destructive Testing: A Guidebook for Industrial Management and Personnel*. International Atomic Energy Agency.
- IAEA. (2001). *Guidebook for the Fabrication of Non-Destructive Testing (NDT) Test Specimens*. Austria: IAEA-TECDOC-TCS-13. Obtenido de <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-13.pdf>
- Krautkraemer, J., & Krautkraemer, H. (1986). *Werkstoffpruefung mit Ultraschall*. New York: Springer, Berlin, Heidelberg. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-662-10909-0>
- Lappalainen, T. (2015). *Pautas de documentación de calidad basadas en ASME para calderas de energía y recuperación*. Universidad de Savanoia, Varkaudessa. Obtenido de https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97657/Lappalainen_Tuomas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Li, X. (2012). *Eddy Current Techniques for Non-destructive Testing of Carbon Fibre Reinforced Plastic (CFRP)*. University of Manchester, Manchester. Obtenido de https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/54522762/FULL_TEXT.PDF
- Mateos, C., & Concepción, L. (2019). *Plan de control de calidad en la fabricación de un tanque de lixiviación de plata de 50 m³*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3023>
- Noriega, W. (2019). *Diseño de un Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento para optimizar el abastecimiento de combustible*. Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43503>
- Palacios Rojas, R. P. (2019). *Aplicación del control de calidad en el proceso de fabricación de estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C. –Lima - 2018*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco -. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1774/1/T026_46295705_T.pdf
- Peter, J. (2001). *Nondestructive Evaluation Theory, Techniques, and Applications*.
- Shabnam, K. (2020). *Review of modern nondestructive testing techniques for civil infrastructure*. West Virginia University, West Virginia. Obtenido de <https://researchrepository.wvu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=8767&context=etd>
- Sokoloff, S. (1929). Sobre la cuestión de la propagación de vibraciones ultraacústicas en diferentes cuerpos. *Elektr. Nachr.-Technik*.
- Splitz, G., & Drury, C. (1978). *Inspection of Sheet Materials: Test of Model Predictions. Human Factors*.
- Stöbel, R. (2003). *Air-Coupled Ultrasound Inspection as a New Non-Destructive Testing Tool for Quality Assurance*. Universität Stuttgart, Stuttgart. Obtenido de https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/1642/1/Diss_Stoessel.pdf

- Ticona, P. (2016). *Aplicación de ensayos no destructivos y control de calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento atmosférico empleando acero ASTM-A36 Según norma API-650*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/1914/MTtichp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zolin, I. (2011). *Curso técnico em automação industrial : ensaios mecânicos e análises de falhas*. Colégio Técnico Industrial de Santa Maria.

5.1. Fuentes Hemerográficas

- Algernon, D., Walther, A., Denzel, W., Ebsen, B., Feistkorn, s., Friese, M., . . . Wolf, J. (2018). Aseguramiento de la calidad y validación de la aplicación de ensayos no destructivos de componentes de hormigón armado en la construcción. *DGZfP-Jahrestagung*. Obtenido de <https://www.ndt.net/article/dgzfp2018/papers/Mo.3.A.2.pdf>
- Bentoumi, M., Aknin, P., & Bloch, G. (2003). "On-line rail defect diagnosis with differential eddy current probes and specific detection processing. *The European Physical Journal Applied Physics*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/231792764_On-line_rail_defect_diagnosis_with_differential_eddy_current_probes_and_specific_detection_processing
- Bhosale, R., Mahajan, K., Yachkal, A., & Katarkar, A. (2017). Study on Leak Testing Methods. *International Journal for Scientific Research & Development*/. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/323219717_Study_on_Leak_Testing_Methods
- Cesarino, J., & Crisanto, J. (2020). Análise dos riscos no processo de inspeção de ensaio não destrutivo com líquido penetrante. *ResearchGate*. Obtenido de

- https://www.researchgate.net/publication/347783222_Analise_dos_riscos_no_processo_de_inspecao_de_ensaio_nao_destrutivo_com_liquido_penetrante
- Clark, M., McCanann, D., & Forde, M. (2003). Application of infrared thermography to the non-destructive testing of concrete and masonry bridges. *Ndt & E International*.
- Dahmene, F., Yaacoubi, S., & Mountassir, M. (2015). Acoustic Emission of Composites Structures: Story, Success, and Challenges. *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389215007725>
- Georgiou, G. (2011). Non-destructive testing and evaluation of metals. *Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.desware.net/sample-chapters/D07/E6-36-04-02.pdf>
- Gholizadeh, S. (2016). A review of non-destructive testing methods of composite materials. *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321616000093>
- Grabec, I., Grabec, D., & Sachse, W. (1993). Intelligent Processing of Ultrasonic Signals for Process Control Applications. *Materials Evaluation*. Obtenido de <https://www.osti.gov/biblio/5733426>
- Hamstad, M. (1986). . A review: acoustic emission, a tool for composite-materials studies. *Exp Mech*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02319949>
- Kumar, S., Vishwakarma, M., & Akhilesh, S. (2017). Advances and Researches on Non Destructive Testing: A Review. *ScienceDirect*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/323989118_Advances_and_Researches_on_Non_Destructive_Testing_A_Review
- Papaelias, M., Roberts, C., & Davis, C. (2008). A review on non-destructive evaluation of rails: state-of-the-art and future development. *Journal of Rail and Rapid Transit*. doi:<https://doi.org/10.1243/09544097JRRT209>

- Peter, J. (2001). *Nondestructive Evaluation Theory, Techniques, and Applications*.
- Pohl, R., Erhard, A., Montag, J., Thomas, H., & Wüstenberg, H. (2004). NDT techniques for railroad wheel and gauge corner inspection. *NDT & E International*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963869503000999>
- Purje, J. (2013). Calderas eléctricas de la sección I de ASME. *Inspecta Sertifointi Oy*.
- Ojanpera, T. (2013). Sello ASME desde una perspectiva de IA. *Inspecta Sertifointi Oy*.
- Sanders, W., & Muns, W. (1966). *Study of Inspection Methods and Quality Control for Welded Highway Structures*. Obtenido de <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrr/1966/110/110-004.pdf>
- Schubach, H., & Ettemeyer, A. (1997). Investigations on Aluminum Alloys with a 3D-ESPI-System. *Dr. Ettemeyer Application Report*.
- Scruby, C., & Colbrook, R. (1992). Novel application of NDT to the monitoring of manufacturing process. *British Journal of NDT*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/novel-applications-of-ndt-to-the-monitoring-of-manufacturing-processes-condition.html>
- Sherwin, A. (1990). Still a Good Rule: Visible Penetrant Inspection not to Precede Fluorescen. *Materials Evaluation*, 48.
- SLAC. (2015). Pressure Test Procedures. *Environment, Safety & Health Division*, 14. Obtenido de <https://www-group.slac.stanford.edu/esh/eshmanual/references/pressureProcedTest.pdf>
- Smartt, H., & Johnson, J. (1993). Role of Intelligent Systems in Weld Process Control. *NDT & E International*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0963869594902283?via%3DiHub>

- Smid, R., Docekal, A., & Kreidl, M. (2005). Automated classification of eddy current signatures during manual inspection. *NDT & E International*. Obtenido de <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-42582f12-c915-3733-b5a6-35e30c8b1a88>
- Sokoloff, S. (1929). Sobre la cuestión de la propagación de vibraciones ultraacústicas en diferentes cuerpos. *Elektr. Nachr.-Technik*.
- Splitz, G., & Drury, C. (1978). Inspection of Sheet Materials: Test of Model Predictions. *Human Factors*.
- Stenberg, T., Barsoum, Z., Åstrand, E., Öberg, A. ..., & C. Schneider, J. H. (2017). Quality control and assurance in fabrication of welded structures subjected to fatigue loading. *Springer*, 10(61). Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s40194-017-0490-5>
- Švanter, M., & Veslý, Z. (2014). Active Thermography for materials Non-Destructive Testing. *Metal* 2014. Obtenido de <http://metal2013.tanger.cz/files/proceedings/17/reports/2664.pdf>
- Von, D. (2010). State of the Art of International Standardisation in the Field of Welding and Allied Processes. *Soldagem Insp.*, 15(1). Obtenido de <https://www.scielo.br/j/si/a/JzfwjdjrRk66FMw7XVM536b/?format=pdf&lang=en>

5.2. Fuentes Documentales.

- Abendi. (2019). *O Guia Abendi de END & Inspeção*. Obtenido de http://www.abendi.org.br/abendi/Upload/file/GUIA_ABENDI_2019.pdf
- API 650. (2012). *API 650: Welded Tanks for Oil Storage*. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>

- API Standard 1104. (2013). *Welding of pipelines and related facilities*. American Petroleum Institute.
- Architectural Institute of Japan. (2010). *Design recommendation for storage tanks and their supports with emphasis on seismic design*. Obtenido de <https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2011/storagetanks2010edition.pdf>
- ASME. (2021). *History of ASME Standards*. Obtenido de ASME Setting the Standard: <https://www.asme.org/codes-standards/about-standards/history-of-asme-standards>
- AWS. (1972). *Structural Welding Code*. American Welding Society. *American Welding Society*.
- AWS. (1974). *Standard Specifications for Welding of Structural Steel Highway Bridges*. American Association of State and Highway Officials.
- AWS B5.17. (2008). *Specification for the Qualification of Welding Fabricators*. American Welding Society. Obtenido de https://pubs.aws.org/content/free_downloads/AWS_B5.17-2008_-_SPECIFICATION%20FOR_QUALIFICATION_OF_WELDING_FABRICATORS.pdf.pdf
- Devera, F., & Ortiz, D. (2019). *Guía para el control de calidad en la construcción de estructuras metálicas*. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18447/2019OrtizDenise.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- IAEA. (2012). *Training Guidelines in Non-destructive Testing Techniques: Leak Testing at Level 2*. Vienna: International Atomic Energy Agency. Obtenido de https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS-52_web.pdf
- MCAA. (2013). *Guide to Pressure Testing Safety*. Mechanical Contractors Association of America.


- Process Fabricators INC. (s/f). *Tank and Vessel Handbook*. Obtenido de Denver Mineral Engineers, INC.: <http://www.denvermineral.com/Pdfs/TankVesselHandbook.pdf>
- Rolls Royce. (2015). *Non-Destructive Testing (NDT) – Guidance Document: An Introduction to NDT Common Methods*. Obtenido de <https://www.bindt.org/admin/Downloads/Apprenticeship-Guidance-Document.pdf>
- Rottländer, H., Umrath, W., & Voss, G. (2016). *Fundamentals of leak detection*. Obtenido de Leybold: https://www.leyboldproducts.com/media/pdf/90/c7/87/Fundamentals_of_Leak_Detection_EN.pdf
- The Plastics Pipe Institute. (2013). *Guidance for Field Hydrostatic Testing Of High Density Polyethylene Pressure Pipelines: Owner’s Considerations, Planning, Procedures, and Checklists*. Obtenido de https://hdpesupply.com/content/PPI_Hydrostatic_Pressure_Testing_Manual_for_HDPE_Pipe.pdf
- Town of Buckeye. (2012). *Steel Storage Tanks*. Obtenido de Engineering Design Standard - Section 3-3: <https://www.buckeyeaz.gov/home/showdocument?id=436>
- Van, S. (1998). *An Introduction to Mass Spectrometry*. Obtenido de <https://science.widener.edu/svb/massspec/massspec.pdf>
- Vermont Agency of Transportation . (2020). *Quality Assurance Manual for Metal Fabrication*. Obtenido de <https://vtrans.vermont.gov/sites/aot/files/highway/documents/structures/QA%20Manual%20-%2011-16-2020.pdf>
- Working, J. (2013). *EA Guidelines on the Use of EN 45 011 and ISO/IEC 17021 for Certification to EN ISO 3834*. Obtenido de <https://european-accreditation.org/wp-content/uploads/2018/10/ea-6-02-m-rev02-june-2013-rev.pdf>


5.3. Fuentes Electrónicas

- Brasche, L., Lopez, R., & Larson, B. (2003). A Study of Drying and Cleaning Methods used in Preparation for Fluorescent Penetrant Inspection. *AIP Conference Proceedings*.
- Gamblin, C. (2014). *Leak Test for Plant Operators*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/242413536/Leak-Test-for-Plant-Operators-Christopher-Gamblin-pdf>
- Kröger, T., & Paaso, N. (2006). *Method Development of Gas Analysis with Mass Spectrometer*. Obtenido de Working Report 2006-41: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/43/061/43061183.pdf
- Munday, E. (1990). *Chlorofluorocarbon Leak Detection Technology*. Obtenido de <https://www.osti.gov/servlets/purl/6175700>
- Nucleom. (2018). *Soluciones END: Evaluaciones de superficies*. Obtenido de <https://nucleom.ca/es/soluciones-end/evaluaciones-de-superficies/>
- Sanders, W., & Muns, W. (1966). *Study of Inspection Methods and Quality Control for Welded Highway Structures*. Obtenido de <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrr/1966/110/110-004.pdf>

ANEXOS

A- 1: Plan de inspección y ensayos PE.OPER.2118.ITP.001

		<p style="text-align: center;">PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO PE.OPER.2118.ITP.001</p>										<p>Fecha: 15/10/2019 Revisión: 0 Página: 6 de 11</p>	
		Item	Etapa del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO	
1.0 Documentación General													
1.1	Emisión de Plan de Calidad y PIE	<ul style="list-style-type: none"> Manual QHSE HAUG 	Jefe OC	<ul style="list-style-type: none"> Alcance del proyecto Normas/Estándares aplicables 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Antes del inicio de los trabajos del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Aceptación por el cliente 	PE	R	R	<ul style="list-style-type: none"> Plan de calidad PIE 		
1.2	Presentación de WPS y PQR. (Si se requiere calificar, ver párrafo 2.0)	<ul style="list-style-type: none"> Base de datos HAUG de WPS y PQR Planos aprobados para fabricación API 650 ASME IX 	Jefe OC	<ul style="list-style-type: none"> WPS y PQR aplicables al proyecto. Detalles de juntas Variables esenciales Cumplimiento de especificación técnica del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Previo al inicio de la soldadura 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable Aprobación por el cliente 	PE	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.001 PE.OPER.2118.RG.002 		
1.3	Presentación de calificación de soldadores (si se requiere calificar, ver párrafo 2.0)	<ul style="list-style-type: none"> Base de datos HAUG soldadores calificados API 650 ASME IX 	Jefe OC	<ul style="list-style-type: none"> Posiciones calificadas. Rango de espesores calificados. Variables esenciales. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Previo al inicio de la soldadura 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable 	PE	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.003 		
1.4	Equipos o Instrumentos de medición y control	<ul style="list-style-type: none"> Manual de QHSE HAUG Certificados de calibración 	Jefe OC	<ul style="list-style-type: none"> Vigencia de calibración de instrumentos. Trazabilidad de calibración. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Durante su uso en el proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a procedimiento HAUG aplicable 	R	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.004 		
1.5	Documentación de personal END	<ul style="list-style-type: none"> Practica recomendada SNT-TC-1A de la ASNT Certificaciones y calificaciones del personal END 	Jefe OC	<ul style="list-style-type: none"> Métodos o técnicas END aplicables. Vigencia de calificación del personal END. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Antes de ejecutar algún END, conforme se vaya requiriendo en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a normas de referencia Cumplimiento de practica recomendada SNT-TC-1A 	PE	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.005 		
2.0 Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores (Sólo si requiere calificar)													
2.1	Emisión de procedimientos de soldadura (WPS)	<ul style="list-style-type: none"> API 650 Planos aprobados para fabricación. Especificación técnica MQ11-02-TE-0000-PD0018 	Jefe OC	<ul style="list-style-type: none"> Procesos de soldadura aplicables Detalles de juntas Variables esenciales 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Antes de iniciar los trabajos de soldadura 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a API 650. 	PE	R	R	<ul style="list-style-type: none"> HAUG /WPS 		
2.2	Calificación de procedimientos de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> API 650 Especificación técnica MQ11-02-TE-0000-PD0018 	Jefe OC Laboratorio externo Inspector OC	<ul style="list-style-type: none"> Probetas: tipo y dimensiones Geometría de la junta Verificación de parámetros de soldadura Resistencia a la tracción Ejecución de probetas soldadas Inspección visual de probetas 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental Visual Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> Si un WPS no cubre las variables esenciales de ASME IX Por cada probeta Por cada probeta 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a API 650. Según API 650. Según API 650. 	W	R	R	<ul style="list-style-type: none"> HAUG /PQR 		

		PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO PE.OPER.2118.ITP.001										Fecha: 15/10/2019 Revisión: 0 Página: 7 de 11	
		Ítem	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO	
									HAUG	FLIOR	AAQ		
2.3	Calificación de soldadores	<ul style="list-style-type: none"> API 650 Especificación técnica MQ11-02-TE-0000-PD0018. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas de doblez. Dimensiones de las probetas. Material base. Posición de soldadura. Parámetros de soldadura. Ejecución de soldadura Inspección visual de probetas Pruebas de doblez 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental Visual Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada soldador Por cada probeta 	<ul style="list-style-type: none"> Segun API 650. Segun API 650. 	W	R	R	<ul style="list-style-type: none"> HAUG / WPQ 		
3.0 Recepción de Materiales y Equipos													
3.1	Recepción de material planchas, perfiles, etc.	<ul style="list-style-type: none"> Listado de materiales. Órdenes de compra. Certificados de Calidad Guía de Remisión 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de especificación técnica del proyecto. Estado físico del suministro. Dimensiones. Revisión de Certificados de Calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental Medición directa con cinta métrica 	<ul style="list-style-type: none"> Cada vez que ingresa material del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Segun normas ASTM 	I	W	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.006 		
3.2	Recepción de soldadura y pintura.	<ul style="list-style-type: none"> Listado de materiales. Órdenes de compra. Certificados de Calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de especificación técnica del proyecto. Estado físico del suministro. Revisión de Certificados de Calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Cada vez que ingresan al proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Segun normas AWS Segun hoja técnica del fabricante. 	I	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.006 		
4.0 Fabricación en Taller													
4.1	Marcado y codificación de partes	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Método de marcado. Identificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada elemento 	<ul style="list-style-type: none"> Marcado de acuerdo a marca de plano. Cada parte se vincula a su certificado de calidad de material 	I	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.007 		
4.2	Trazo, corte y biselado	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones Ángulos de bisel 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada elemento 	<ul style="list-style-type: none"> Segun planos de detalle aprobados para fabricación. 	V	-	-	<ul style="list-style-type: none"> N.A 		
4.3	Rolado	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Curvatura 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Comparación con plantilla. 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada elemento 	<ul style="list-style-type: none"> Segun planos de detalle aprobados para fabricación. 	V	-	-	<ul style="list-style-type: none"> N.A 		
4.4	Habilitado y armado de accesorios	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones Apuntalado 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada elemento 	<ul style="list-style-type: none"> Segun planos de detalle aprobados para fabricación. 	I	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.008 		
4.5	Soldadura de accesorios.	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para fabricación. Especificación técnica MQ11-02-TE-0000-PD0018 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de procedimiento de soldadura aprobado (WPS). Calificación de soldadores. Metal base y de aporte. Parámetros de soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada elemento 	<ul style="list-style-type: none"> Segun API 650 	V	W-R	R	<ul style="list-style-type: none"> N.A 		

Etapa del trabajo		PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO										Fecha: 15/10/2019	
		PE.OPER.2118.ITP.001										Revisión: 0	
Item											Página: 8 de 11		
	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO				
							HAUG	FLUOR	AAQ				
	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de inspección visual de soldadura. Especificación técnica MQ11-02-TE-0000-PD0018 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector Nivel II-VT 	<ul style="list-style-type: none"> Acabados Discontinuidades Cumplimiento de procedimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> 100% de juntas soldadas 	<ul style="list-style-type: none"> Según API 650 	I	W	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.009 			
4.6	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de inspección por tintes penetrantes Según ASME Sección V Artículo 6. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector Nivel II PT 	<ul style="list-style-type: none"> Indicaciones Cumplimiento de procedimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> 100% pase de raíz de juntas a tope. Junta filete (casco-fondo) 	<ul style="list-style-type: none"> Según API 650 	I	W	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.010 			
4.7	<ul style="list-style-type: none"> Documentación del subcontratista de inspección Procedimiento de inspección radiográfica API 650 ASME VIII Div. 1 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Calificación del personal de inspección Indicaciones Cumplimiento de procedimientos Films radiográficos 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental 	<ul style="list-style-type: none"> Spot, de acuerdo a API 650 	<ul style="list-style-type: none"> Según API 650 Según ASME VIII Div. 1 	I	R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.011 + Reporte de inspección de subcontratista 			
4.9	<ul style="list-style-type: none"> API 650. Procedimiento de prueba 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de procedimiento de prueba. Calibración de vacuometro. Vacio aplicado. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> 100% de juntas fondo de tanque 	<ul style="list-style-type: none"> Según API 650, cero fugas. 	I	W	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.013 			
4.10	<ul style="list-style-type: none"> API 650. Calibración de instrumentos Procedimiento de prueba 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de procedimiento de prueba. Calibración de manómetro. Presión aplicada. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> 100% de juntas de planchas de refuerzo de conexiones 	<ul style="list-style-type: none"> Según API 650, cero fugas. 	I	W	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.012 			
4.11	<ul style="list-style-type: none"> API 650 Procedimiento de prueba 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de procedimiento de prueba. Fluido de prueba. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada tanque con techo (cuando no se realice prueba neumática) 	<ul style="list-style-type: none"> Cero fugas de aire en las juntas sometidas a prueba. 	PE	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.012 			
4.12	<ul style="list-style-type: none"> API 650. Procedimiento de prueba 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de procedimiento de prueba. Fluido de prueba. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Revisión documental Medición directa 	<ul style="list-style-type: none"> Por cada tanque (cuando no se realice prueba neumática) 	<ul style="list-style-type: none"> Cero fugas de aire en las juntas sometidas a prueba. 	PE	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.014 			
	<ul style="list-style-type: none"> Especificación técnica MQ11-02-TE-0000-GA0001 Especificación técnica MQ11-02-TE-3000-PD0016 Procedimiento de preparación superficial y pintura Hojas técnicas de pintura Estandar SSPC P.A-2 Certificados de calibración de instrumentos empleados 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación de Sales solubles en abrasivo Aire comprimido limpio (Blotter Test) Contenido de sales en la superficie Método Quantab Grado de preparación superficial. Perfil de rugosidad 	<ul style="list-style-type: none"> Visual 	<ul style="list-style-type: none"> Al inicio del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> SSPC-AB2 o AB3. (conductividad menor a 1000 µS/cm) 	I	W	R	<ul style="list-style-type: none"> Registro de proveedor 			
4.13	<ul style="list-style-type: none"> Preparación superficial 	<ul style="list-style-type: none"> Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> Aire comprimido limpio (Blotter Test) Contenido de sales en la superficie Método Quantab Grado de preparación superficial. Perfil de rugosidad 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición indirecta 	<ul style="list-style-type: none"> Una medición al inicio del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Valor mínimo aceptable 50 ppm. SSPC SPT10 Patrón fotográfico SSPC-VIS 1 	I	W	R	<ul style="list-style-type: none"> Registro de proveedor 			
				<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición indirecta. 	<ul style="list-style-type: none"> Una cinta replica por cada tanda de pintura 	<ul style="list-style-type: none"> Según procedimiento de pintura 	I	W-R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.015 			
				<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición indirecta. 	<ul style="list-style-type: none"> Una cinta replica por cada tanda de pintura 	<ul style="list-style-type: none"> Según procedimiento de pintura 	I	W-R	R	<ul style="list-style-type: none"> PE.OPER.2118.RG.015 			

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL			REGISTRO
								HAUG	FLUOR	AAQ	
PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO PE.OPER.2118.ITP.001											
Fecha: 15/10/2019 Revisión: 0 Página: 10 de 11											
5.0 Entrega											
5.1	Liberación final	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspector QC 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de Plan de Inspección y Ensayo. • Rigidización de elementos • Estibado de la carga. • Colocación de protección, donde sea requerida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual. • Revisión documental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por cada envío. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de inspección completos. 	PE	W	R	<ul style="list-style-type: none"> • PE.OPER.2118.RG.016
5.2	Embalaje y despacho	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de despacho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por cada envío. 	<ul style="list-style-type: none"> • Según instrucciones del cliente. 	PE	R	R	<ul style="list-style-type: none"> • Registro Fotográfico
5.3	Cierre de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Dossier de Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe QC 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de observaciones cerrada • No conformidades cerradas (si las hubiera). 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al finalizar el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de entregables completa. • Entrega del dossier de calidad. 	PE	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de entrega final

Leyenda tipo de control: PE: Punto de espera, R: Revisión, W: Atestiguar, W-R: Atestiguar al inicio del proceso, luego monitoreo

A- 9: Registro de control dimensional PE. OPER. 2118.RG.008.

	CONTROL DIMENSIONAL	Fecha: 15/10/2019
	PE.OPER.2118.RG.008	Revisión: 1
		Página: 1 de 1

Registro No.:

Cliente:	Proyecto:
Equipo/elemento:	Plano(s) de Referencia:
Tag/ Código:	Fecha de Inspección:
Norma de referencia:	Equipo(s) empleado:

Esquema de referencia


--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Marca	Dimensión	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	A5 (mm)	A6 (mm)	7A (mm)	A8 (mm)	A9 (mm)	A10 (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										
Marca	Dimensión	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	A5 (mm)	A6 (mm)	7A (mm)	A8 (mm)	A9 (mm)	A10 (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										
Marca	Dimensión	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	A5 (mm)	A6 (mm)	7A (mm)	A8 (mm)	A9 (mm)	A10 (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										
Marca	Dimensión	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	A5 (mm)	A6 (mm)	7A (mm)	A8 (mm)	A9 (mm)	A10 (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										

Comentarios:

APROBACION FINAL		
Haug S.A. - Control de Calidad	HAUG S.A. - Producción	SUPERVISIÓN - CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

A- 13: Prueba neumáticas PE. OPER. 2118.RG.012.

	REGISTRO DE PRUEBA NEUMATICA PE.OPER.2118.RG.012	Fecha: 15/10/2019 Revisión: 1 Página: 1 de 1
---	--	--

Registro No.:

Cliente:	Proyecto:	Equipo/elemento:	Plano(s) de Referencia:
Tag/ Código:	Inspeccionado por:	Norma de referencia:	Procedimiento aplicable:

Datos de prueba			
Instrumentos de presión:	Código instrumento:	Certificado de calibración:	Fecha de calibración:
Generador de presión:	Medio para detección fugas:	Presión requerido:	Presión alcanzada:

Esquema de referencia	Vistas fotográficas

Item	TAG equipo / Boquilla / Conexión reforzada	Fecha de Inspección	Resultado		Reparación y re-inspección	Comentarios
			OK	Fuga detectada		

Comentarios:

APROBACIÓN FINAL		
Haug S.A. - Control de Calidad	HAUG S.A. - Producción	SUPERVISIÓN - CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

A- 14: Prueba de vacío PE. OPER. 2118.RG.013.

	PRUEBA DE VACIO PE.OPER.2118.RG.013	Fecha: 15/10/2019 Revisión: 1 Página: 1 de 1
---	---	--

Registro No.:

Cliente:	Proyecto:	
Equipo/elemento:	Plano(s) de Referencia:	
Tag/ Código:	Inspeccionado por:	
Norma de referencia:	Procedimiento aplicable:	

Datos de prueba			
Instrumentos de presión:	Código instrumento:		
Certificado de calibración:	Fecha de calibración:		
Generador de vacío:	Medio para detección fugas:		
Vacío requerido:	Vacío alcanzado		

Esquema de referencia	Vistas fotográficas
-----------------------	---------------------

Item	Código Junta	Fecha de inspección	Long. Soldadura inspeccionada	Resultado		Reparación y re-inspección	Comentarios
				OK	Fuga detectada		

Comentarios:

APROBACIÓN FINAL		
HAUG S.A. - Control de Calidad	HAUG S.A. - Producción	SUPERVISIÓN - CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:


A- 15: Reporte de prueba hidrostática PE. OPER. 2118.RG.014

	PRUEBA HIDROSTATICA	Fecha: 15/10/2019
	PE.OPER.2118.RG.014	Revisión: 1
		Página: 1 de 1






Registro No.:

Cliente:		Proyecto:	
Equipo:		Área / sistema	
Tag / Código:		Plano(s) de referencia:	
Norma de referencia:		Inspeccionado por:	
DATOS DE PRUEBA			
Fluido de prueba:		Atestiguado por:	
Fecha de prueba:		Hora inicio:	
Lugar de prueba:		Hora fin:	
Esquema de referencia		Vistas fotográficas	
Resultado: PRUEBA ACEPTADA			
Comentarios:			
APROBACIÓN FINAL			
HAUG S.A. – Control de Calidad		HAUG S.A. – Producción	
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:
SUPERVISION - CLIENTE			


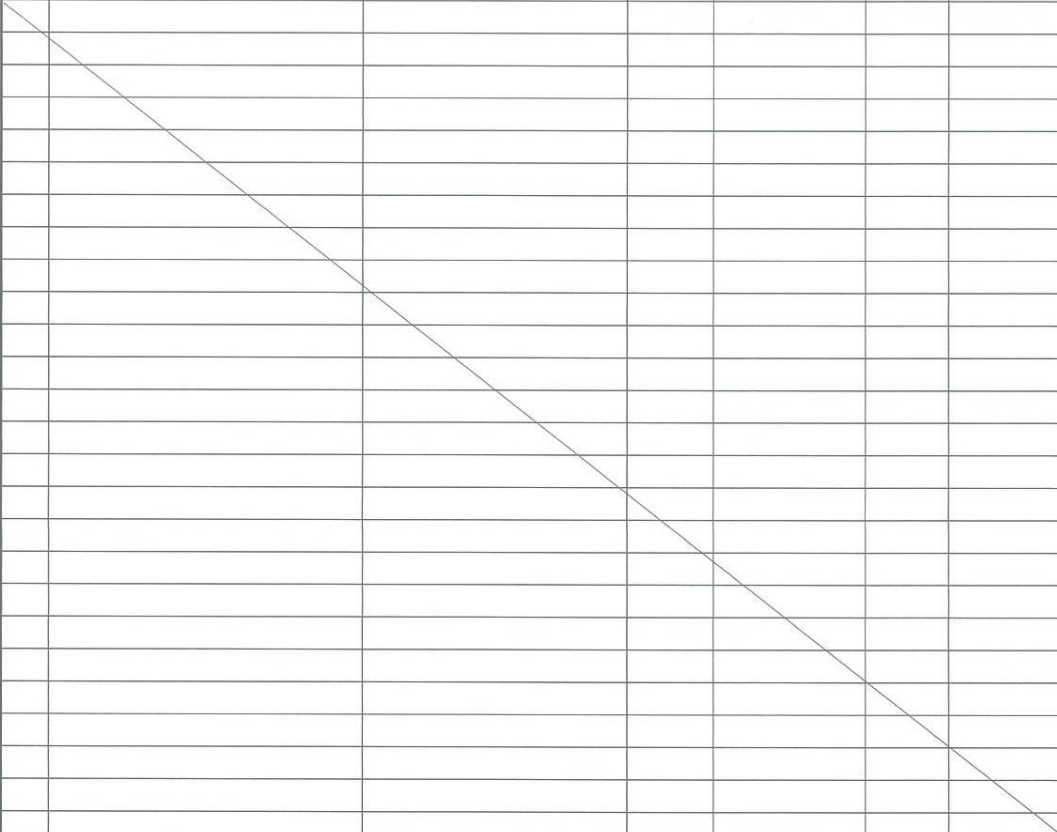
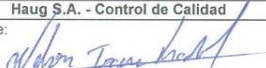

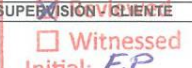
A- 16: Registro de protección superficial PE. OPER. 2118.RG.015.

	PROTECCIÓN SUPERFICIAL						Fecha: 15/10/2019						
	PE.OPER.2118.RG.015						Revisión: 1 Página: 1 de 1						
Registro No.:													
Cliente:	Proyecto:	Equipo/Elemento:			Tag/Código:								
Plano de referencia:		Norma(s) de referencia:		Procedimiento usado:									
1. Preparación superficial													
Estándar SSPC especificado:		Rugosidad especific.:		Fecha prep. superfic.:									
Grado de limpieza obtenido:		Material abrasivo usado:		Rugosidad obtenida:									
2. Información de recubrimiento													
Sistema especificado:		Tipo de recubrimiento:		EPS especificado:									
Superficie a cubrir: <input type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/>		Capa a aplicar:	Color / RAL:		Fabricante pintura:								
Nombre producto:		No(s) Lote prod:											
3. Condiciones ambientales de aplicación													
Fecha aplicación	Temp. sup. (°C)	Temp. BS (°C)	Temp. BH (°C)	HR(%)	Punto rocío (°C)	Resultado							
Hora inicio:													
Hora fin:													
4. Equipos de medición:													
Magnitud a medir	Descripción equipo	Marca	Código equipo	No. Serie	Fecha calibración	Certificado calibración							
Perfil de rugosidad													
Cond. Ambientales													
Temperatura													
EPS													
5. Valores obtenidos de Espesor de Película Seca (EPS)													
Item /Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.	Item/Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.
						Prom. Total							Prom. Total
Promedios													
Item /Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.	Item/Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.
						Prom. Total							Prom. Total
Promedios													
Item /Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.	Item/Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.
						Prom. Total							Prom. Total
Promedios													
Item /Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.	Item/Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.
						Prom. Total							Prom. Total
Promedios													
Resultado Final:		Leyenda: EPS: Espesor de película seca / BS: Bulbo seco / BH: Bulbo húmedo / HR: Humedad relativa											
Comentarios:													
APROBACIÓN FINAL													
HAUG S.A. - Control de Calidad		HAUG S.A. - Producción			SUPERVISION - Cliente								
Nombre:	Nombre:			Nombre:									
Firma	Firma			Firma									
Fecha:	Fecha:			Fecha:									

A- 18: Registro liberación 2118-2040-TK-001

		REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL PE.OPER.2118.RG.016			Fecha: 15/10/2019 Revisión: 1 Página: 1 de 1	
Registro No.: 001TK001						
Cliente:	FLUOR	Proyecto:	"SHOP FABRICATED TANKS"			
Contrato/Orden Compra	402001-01/Q1CO100512	Fecha de liberación	19/12/2019			
1. LISTA DE ENTREGABLES						
Item	Marca / Código	Descripción	Cant.	Dimensiones (L x W x H)	Peso (kg)	Comentarios
1	2118-2040-TK001	TANQUE TRASPASO DE AGUA	1	4206X3500	4022.2	---
/						
2. CHECK LIST DOCUMENTARIO						
Los ítems listados en la Sección 1. Lista de Entregables , han sido inspeccionados y ensayados de acuerdo al Plan de inspección y Ensayo aplicable al proyecto, habiéndose verificado las siguientes registros de inspección						
Item	Nombre de Registro	Código Registro	OK	NA	Comentarios	
1	Registro de Trazabilidad	PE.OPER.2118.RG.007	OK	---	---	
2	Registro de Control Dimensional	PE.OPER.2118.RG.008	OK	---	---	
3	Registro de Inspección Visual	PE.OPER.2118.RG.009	OK	---	---	
4	Registro de Protección Superficial	PE.OPER.2118.RG.015	OK	---	---	
Leyenda: OK: conforme / NA: No aplicable / L: Largo / W: Ancho / H: Alto						
Comentarios:						
3. APROBACIÓN FINAL						
Los abajo firmantes expresan su CONFORMIDAD con la documentación y estado físico de los ítems liberados listados arriba.						
 Nombre: Firma: Ing. Jefferson Moriano C. CONTROL DE CALIDAD Fecha:	 Nombre: Firma: LUIS CALLUPE ESPINOZA OPERACIONES-PLANTA Fecha:	 Nombre: Firma: Date: 19/12/19 PE-0016				
 NOTA 1: Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente. NOTA 2: Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o d representante.						

A- 21: Registro liberación 2118-3520-TK-006

		REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL PE.OPER.2118.RG.016				Fecha: 16/10/2019 Revisión: 0 Página: 1 de 1
Registro No.: 001_3520-TK-006						
Cliente: FLUOR		Proyecto: "SHOP FABRICATED TANKS"				
Contrato/Orden Compra: PO 402001-01/Q1CO100512		Fecha de liberación: 24/11/2020				
1. LISTA DE ENTREGABLES						
Item	Marca / Código	Descripción	Cant.	Dimensiones (mm) (L x W x H)	Peso (kg)	Comentarios
1	2118-3520-TK-006	TANQUE DIARIO ESPUMANTE 1	1	2506 x 2506 x 2200	1582.46	-----
2	2118-3520-TK006-N4	TAPA/CONEXIÓN 24"	1	-----	55.00	-----
3	2118-3520-TK006-BR1	BRAZO/CONEXIÓN	1	-----	5.30	-----
						
2. CHECK LIST DOCUMENTARIO						
Los ítems listados en la Sección 1. Lista de Entregables , han sido inspeccionados y ensayados de acuerdo al Plan de inspección y Ensayo aplicable al proyecto, habiéndose verificado las siguientes registros de inspección						
Item	Nombre de Registro	Código Registro	OK	NA	Comentarios	
1	Registro de Recepción de materiales	PE OPER 2118.RG.006	OK	---	-----	
2	Registro de Trazabilidad	PE OPER 2118.RG.007	OK	---	-----	
3	Control Dimensional	PE OPER 2118.RG.008	OK	---	-----	
4	Inspección Visual	PE OPER 2118.RG.009	OK	---	-----	
5	Inspeccion por Líquidos Penetrantes	PE OPER 2118.RG.010	OK	---	-----	
6	Inspeccion Radiografica	PE OPER 2118.RG.011	OK	---	-----	
7	Registro de Prueba Neumatica	PE OPER 2118.RG.012	OK	---	-----	
8	Protección Superficial	PE OPER 2118.RG.015	OK	---	-----	
9	Partículas Magnéticas	PE OPER 2118.RG.017	OK	---	-----	
Leyenda: OK: conforme / NA: No aplicable / L: Largo / W: Ancho / H: Alto						
Comentarios:						
3. APROBACIÓN FINAL						
Los abajo firmantes expresan su CONFORMIDAD con la documentación y estado físico de los ítems liberados listados arriba.						
Haug S.A. - Control de Calidad		HAUG S.A. - Producción		SUPERVISIÓN CLIENTE		
Nombre: Firma: 	Nombre: Firma: 	Nombre: Firma: 	<input type="checkbox"/> Witnessed Initial: EP Date: 24/11/20			
Fecha: 24/11/2020	Fecha: 24/11/2020	Fecha:	PE-0014			

A- 22: Registro liberación 2118-3410-TK-001

haug		REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL				Fecha: 15/10/2019	
		PE.OPER.2118.RG.016				Revisión: 0	
						Página: 1 de 2	
Registro No.: 001_3410-TK-001							
Cliente:		FLUOR		Proyecto:		"SHOP FABRICATED TANKS"	
Contrato/Orden Compra:		PO 402001-01/Q1CO100512		Fecha de liberación:		27/11/2020	
1. LISTA DE ENTREGABLES							
Item	Marca / Código	Descripción	Cant.	Dimensiones (mm) (L x W x H)	Peso (kg)	Comentarios	
1	2118-3410-TK-001	TANQUE ACONDICIONADOR	1	4006x4006x3900	4216.80	-----	
2	2118-3410-TK001-BR1	BRAZO/CONEXIÓN	1	-----	5.30	-----	
3	2118-3410-TK001-N4	TAPA/CONEXIÓN 24"	1	-----	55.00	-----	
/							
2. CHECK LIST DOCUMENTARIO							
Los ítems listados en la Sección 1. Lista de Entregables , han sido inspeccionados y ensayados de acuerdo al Plan de inspección y Ensayo aplicable al proyecto, habiéndose verificado las siguientes registros de inspección							
Item	Nombre de Registro	Código Registro	OK	NA	Comentarios		
1	Registro de Recepción de materiales	PE.OPER.2118.RG.006	OK	---	-----		
2	Registro de Trazabilidad	PE.OPER.2118.RG.007	OK	---	-----		
3	Control Dimensional	PE.OPER.2118.RG.008	OK	---	-----		
4	Inspección Visual	PE.OPER.2118.RG.009	OK	---	-----		
5	Inspeccion por Líquidos Penetrantes	PE.OPER.2118.RG.010	OK	---	-----		
6	Inspeccion Radiografica	PE.OPER.2118.RG.011	OK	---	-----		
7	Registro de Prueba Neumatica	PE.OPER.2118.RG.012	OK	---	-----		
8	Protección Superficial	PE.OPER.2118.RG.015	OK	---	-----		
9	Partículas Magnéticas	PE.OPER.2118.RG.017	OK	---	-----		
10	Registros de revestimiento	ABING-F-40@48	OK	---	Se adjunta registros del proveedor		
Leyenda: OK: conforme / NA: No aplicable / L: Largo / W: Ancho / H: Alto							
Comentarios:							
3. APROBACION FINAL							
Los abajo firmantes expresan su CONFORMIDAD con la documentación y estado físico de los ítems liberados listados arriba.							
Haug S.A. - Control de Calidad		HAUG S.A. - Producción		SUPERVISIÓN CLIENTE			
Nombre:		Nombre:		<input checked="" type="checkbox"/> Reviewed Initial: E.P Date: 27/11/20 PE-0014			
Firma:		Firma:					
Fecha:	27/11/2020	Fecha:	27/11/2020				

A- 23: Registro liberación 2118-3410-TK-008

haug		REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL			Fecha: 15/10/2019	
		PE.OPER.2118.RG.016			Revisión: 0	
					Página: 1 de 2	
Registro No.: 001_3410-TK008						
Cliente:	FLUOR	Proyecto:	"SHOP FABRICATED TANKS"			
Contrato/Orden Compra:	PO 402001-01/Q1CO100512	Fecha de liberación:	26/11/2020			
1. LISTA DE ENTREGABLES						
Item	Marca /Codigo	Descripción	Cant.	Dimensiones (mm) (L x W x H)	Peso (kg)	Comentarios
1	2118-3410-TK008	TANQUE CONCENTRADO Mo 2	1	4408 x 4408 x 4200	7750.70	-----
2	2118-3410-TK008-N4	TAPA/CONEXIÓN	1	-----	55.00	-----
3	2118-3410-TK008-BR1	BRAZO/CONEXIÓN	1	-----	5.30	-----
/						
2. CHECK LIST DOCUMENTARIO						
Los ítems listados en la Sección 1. Lista de Entregables , han sido inspeccionados y ensayados de acuerdo al Plan de inspección y Ensayo aplicable al proyecto, habiéndose verificado las siguientes registros de inspección						
Item	Nombre de Registro	Código Registro	OK	NA	Comentarios	
1	Registro de Recepción de materiales	PE.OPER.2118.RG.006	OK	---	-----	
2	Registro de Trazabilidad	PE.OPER.2118.RG.007	OK	---	-----	
3	Control Dimensional	PE.OPER.2118.RG.008	OK	---	-----	
4	Inspección Visual	PE.OPER.2118.RG.009	OK	---	-----	
5	Inspeccion por Líquidos Penetrantes	PE.OPER.2118.RG.010	OK	---	-----	
6	Inspeccion Radiografica	PE.OPER.2118.RG.011	OK	---	-----	
7	Registro de Prueba Neumatica	PE.OPER.2118.RG.012	OK	---	-----	
8	Protección Superficial	PE.OPER.2118.RG.015	OK	---	-----	
9	Partículas Magneticas	PE.OPER.2118.RG.017	OK	---	-----	
10	Registros de revestimiento	ABING-F-40@48			Se adjunta registros del proveedor	
Leyenda: OK: conforme / NA: No aplicable / L: Largo / W: Ancho / H: Alto						
Comentarios:						
3. APROBACIÓN FINAL						
Los abajo firmantes expresan su CONFORMIDAD con la documentación y estado físico de los ítems liberados listados arriba.						
Haug S.A. - Control de Calidad		HAUG S.A. - Producción		SUPERVISIÓN CLIENTE		
Nombre:		Nombre:	HAUG S.A.	Nombre:	Initial: E.P	
Firma:	<i>[Firma]</i>	Firma:	<i>[Firma]</i>	Firma:	Date: 26/11/20	
Fecha:	26/11/2020	Fecha:	26/11/2020	Fecha:	PE-0014	

A- 24: Registro liberación 2118-3410-TK-009

haug		REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL			Fecha: 15/10/2019	
		PE.OPER.2118.RG.016			Revisión: 0	
					Página: 1 de 2	
Registro No.: 001_3410-TK-009						
Cliente:	FLUOR	Proyecto:	"SHOP FABRICATED TANKS"			
Contrato/Orden Compra:	PO 402001-01/Q1CO100512	Fecha de liberación:	26/11/2020			
1. LISTA DE ENTREGABLES						
Item	Marca /Codigo	Descripción	Cant.	Dimensiones (mm) (L x W x H)	Peso (kg)	Comentarios
1	2118-3410-TK-009	TANQUE CONCENTRADO Mo 3	1	4408 x 4408 x 4200	7750.70	-----
2	2118-3410-TK009-N4	TAPA/CONEXIÓN	1	-----	55.00	-----
3	2118-3410-TK009-BR1	BRAZO/CONEXIÓN	1	-----	5.30	-----
/						
2. CHECK LIST DOCUMENTARIO						
Los ítems listados en la Sección 1. Lista de Entregables , han sido inspeccionados y ensayados de acuerdo al Plan de inspección y Ensayo aplicable al proyecto, habiéndose verificado las siguientes registros de inspección						
Item	Nombre de Registro	Código Registro	OK	NA	Comentarios	
1	Registro de Recepción de materiales	PE.OPER.2118.RG.006	OK	---	-----	
2	Registro de Trazabilidad	PE.OPER.2118.RG.007	OK	---	-----	
3	Control Dimensional	PE.OPER.2118.RG.008	OK	---	-----	
4	Inspección Visual	PE.OPER.2118.RG.009	OK	---	-----	
5	Inspeccion por Líquidos Penetrantes	PE.OPER.2118.RG.010	OK	---	-----	
6	Inspeccion Radiografica	PE.OPER.2118.RG.011	OK	---	-----	
7	Registro de Prueba Neumatica	PE.OPER.2118.RG.012	OK	---	-----	
8	Protección Superficial	PE.OPER.2118.RG.015	OK	---	-----	
9	Partículas Magneticas	PE.OPER.2118.RG.017	OK	---	-----	
10	Registros de revestimiento	ABING-F-40@48	OK	---	Se adjunta registros del proveedor	
Leyenda: OK: conforme / NA: No aplicable / L: Largo / W: Ancho / H: Alto						
Comentarios:						
3. APROBACION FINAL						
Los abajo firmantes expresan su CONFORMIDAD con la documentación y estado físico de los ítems liberados listados arriba.						
Haug S.A. - Control de Calidad		HAUG S.A. - Producción		SUPERVISIÓN CLIENTE		
Nombre:		Nombre:	HAUG S.A.	Nombre:	Reviewed	
Firma:		Firma:		Firma:	Initial: E.P	
Fecha:	26/11/2020	Fecha:	26/11/2020	Fecha:	Date: 26/11/20	
		LUIS CALLUPE ESPINOZA		PE 0014		

A- 25: Registro liberación 2118-3410-TK-007

haug		REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL			Fecha: 15/10/2019	
		PE.OPER.2118.RG.016			Revisión: 0	
					Página: 1 de 2	
Registro No.: 001_3410-TK007						
Cliente:		FLUOR		Proyecto:		"SHOP FABRICATED TANKS"
Contrato/Orden Compra:		PO 402001-01/Q1CO100512		Fecha de liberación:		27/11/2020
1. LISTA DE ENTREGABLES						
Item	Marca /Codigo	Descripción	Cant.	Dimensiones (mm) (L x W x H)	Peso (kg)	Comentarios
1	2118-3410-TK007	TANQUE CONCENTRADO M ₀ 1	1	4408 x 4408 x 4200	7750.70	-----
2	2118-3410-TK007-BR1	BRAZO/CONEXIÓN	1	-----	5.30	-----
3	2118-3410-TK007-N4	TAPA/CONEXIÓN	1	-----	55.00	-----
/						
2. CHECK LIST DOCUMENTARIO						
Los ítems listados en la Sección 1. Lista de Entregables , han sido inspeccionados y ensayados de acuerdo al Plan de inspección y Ensayo aplicable al proyecto, habiéndose verificado las siguientes registros de inspección						
Item	Nombre de Registro	Código Registro	OK	NA	Comentarios	
1	Registro de Recepción de materiales	PE.OPER.2118.RG.006	OK	---	-----	
2	Registro de Trazabilidad	PE.OPER.2118.RG.007	OK	---	-----	
3	Control Dimensional	PE.OPER.2118.RG.008	OK	---	-----	
4	Inspección Visual	PE.OPER.2118.RG.009	OK	---	-----	
5	Inspección por Líquidos Penetrantes	PE.OPER.2118.RG.010	OK	---	-----	
6	Inspección Radiográfica	PE.OPER.2118.RG.011	OK	---	-----	
7	Registro de Prueba Neumática	PE.OPER.2118.RG.012	OK	---	-----	
8	Protección Superficial	PE.OPER.2118.RG.015	OK	---	-----	
9	Partículas Magnéticas	PE.OPER.2118.RG.017	OK	---	-----	
10	Registros de revestimiento	ABING-F-40@48	OK	---	Se adjunta registros del proveedor	
Leyenda: OK: conforme / NA: No aplicable / L: Largo / W: Ancho / H: Alto						
Comentarios:						
3. APROBACIÓN FINAL						
Los abajo firmantes expresan su CONFORMIDAD con la documentación y estado físico de los ítems liberados listados arriba						
Haug S.A. - Control de Calidad		HAUG S.A. - Producción		SUPERVISION - CLIENTE		
Nombre:		Nombre:		Nombre:	Initial: E.P	
Firma:	<i>Edson Izama Madal</i>	Firma:	<i>[Firma]</i>	Firma:	Date: 27/11/20	
Fecha:	27/11/2020	Fecha:	27/11/2020	Fecha:	PE-0014	

A- 26: Registro liberación 2118-3410-TK-005

haug		REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL			Fecha: 15/10/2019	
		PE.OPER.2118.RG.016			Revisión: 0	
					Página: 1 de 2	
Registro No.: 001_3410-TK005						
Cliente:		FLUOR		Proyecto:		"SHOP FABRICATED TANKS"
Contrato/Orden Compra:		PO 402001-01/Q1CO100512		Fecha de liberación:		30/11/2020
1. LISTA DE ENTREGABLES						
Item	Marca / Código	Descripción	Cant.	Dimensiones (mm) (L x W x H)	Peso (kg)	Comentarios
1	2118-3410-TK005	TANQUE ALIMENTACIÓN 4TA LIMPIEZA	1	2706x2706x2900	2565.30	-----
10	2118-3410-TK005-BR1	BRAZO/CONEXIÓN	1	-----	5.30	-----
11	2118-3410-TK005-N9	TAPA/CONEXIÓN 24"	1	-----	55.00	-----
/						
2. CHECK LIST DOCUMENTARIO						
Los ítems listados en la Sección 1. Lista de Entregables , han sido inspeccionados y ensayados de acuerdo al Plan de inspección y Ensayo aplicable al proyecto, habiéndose verificado las siguientes registros de inspección						
Item	Nombre de Registro	Código Registro	OK	NA	Comentarios	
1	Registro de Recepción de materiales	PE.OPER.2118.RG.006	OK	---	-----	
2	Registro de Trazabilidad	PE.OPER.2118.RG.007	OK	---	-----	
3	Control Dimensional	PE.OPER.2118.RG.008	OK	---	-----	
4	Inspección Visual	PE.OPER.2118.RG.009	OK	---	-----	
5	Inspeccion por Líquidos Penetrantes	PE.OPER.2118.RG.010	OK	---	-----	
6	Inspeccion Radiografica	PE.OPER.2118.RG.011	OK	---	-----	
7	Registro de Prueba Neumatica	PE.OPER.2118.RG.012	OK	---	-----	
8	Protección Superficial	PE.OPER.2118.RG.015	OK	---	-----	
9	Partículas Magneticas	PE.OPER.2118.RG.017	OK	---	-----	
10	Registros de revestimiento	ABING-F-40@48	OK	---	Se adjunta registros del proveedor	
Leyenda: OK: conforme / NA: No aplicable / L: Largo / W: Ancho / H: Alto						
Comentarios:						
3. APROBACION FINAL						
Los abajo firmantes expresan su CONFORMIDAD con la documentación y estado físico de los ítems liberados listados arriba.						
Haug S.A. - Control de Calidad		HAUG S.A. - Producción		intertek <input checked="" type="checkbox"/> Reviewed SUPERVISION - CLIENTE		
Nombre:		Nombre:		Nombre:	Initial: E.P	
Firma:		Firma:		Firma:	Date: 30/11/20	
Fecha:	30/11/2020	Fecha:	30/11/2020	Fecha:	PE-0014	