



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO Y
CONTROL DE CALIDAD PARA EL CAMBIO DE TUBERÍAS
EN ENGIE ENERGÍA PERÚ – CENTRAL ILO21**

PRESENTADO POR

BACHILLER DIEGO ALBERTO MORENO QUISPE

ASESOR:

MGR. OSWALDO BRUNO FUENTES MENDOZA

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

MOQUEGUA – PERÚ

2024



Universidad José Carlos Mariátegui

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, en calidad de Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, certifica que el trabajo de investigación (___) / Tesis (___) / Trabajo de suficiencia profesional (___) / Trabajo académico (___), titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD PARA EL CAMBIO DE TUBERÍAS EN ENGENNERÍA ENERGÍA PERÚ – CENTRAL ILO21”** presentado por el(la) Bachiller **MORENO QUISPE, DIEGO ALBERTO** para obtener el grado académico (___) o Título profesional (___) o Título de segunda especialidad (___) de: **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**, y asesorado por el(la) **MGR. OSWALDO BRUNO FUENTES MENDOZA**, designado como asesor con RESOLUCIÓN DE DECANATURA N°999-2023-DFAIA-UJCM, fue sometido a revisión de similitud textual con el software TURNITIN, conforme a lo dispuesto en la normativa interna aplicable en la UJCM.

En tal sentido, se emite el presente certificado de originalidad, de acuerdo al siguiente detalle:

Programa académico	Aspirante(s)	Trabajo de suficiencia profesional	Porcentaje de similitud
Ingeniería Mecánica Eléctrica	Moreno Quispe, Diego Alberto	“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD PARA EL CAMBIO DE TUBERÍAS EN ENGENNERÍA ENERGÍA PERÚ – CENTRAL ILO21”	15 % (16 de mayo de 2024)

El porcentaje de similitud del Trabajo de investigación es del **15 %**, que está por debajo del límite **PERMITIDO** por la UJCM, por lo que se considera apto para su publicación en el Repositorio Institucional de la UJCM.

Se emite el presente certificado de similitud con fines de continuar con los trámites respectivos para la obtención de grado académico o título profesional o título de segunda especialidad.

Moquegua, 16 de mayo de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ph.D. EDGAR VIRGILIO BEDOYA JUSTO
Jefe de la Unidad de Investigación

ÍNDICE

	Pág.
PÁGINA DEL JURADO	i
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción de la empresa de como es y qué tipo de servicio otorga la organización.....	2
1.2.1. Razón social.....	2
1.2.2. Servicios brindados por la empresa Taller Mecánico y Transportes Ilo.....	2
1.3. Contexto socioeconómico y descripción del área de la institución	3
1.4. Descripción de la experiencia	3
1.5. Explicación del cargo y funciones ejecutadas	3
1.6. Propósito del puesto.....	4

1.7.	Producto o proceso que será objeto del informe.....	4
1.8.	Resultados concretos.....	4

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1.	Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral en la situación objeto del informe, como se integraron ambas para resolver problemas	6
2.1.1.	Equipo de soldar LNH 280i Plus.	6
2.1.2.	Material ASTM A53 Gr. B.	7
2.1.3.	Material ASTM A105.	7
2.1.4.	Aporte TIGFIL 103.....	7
2.1.5.	Electrodo de tungsteno.....	8
2.1.6.	Gas de protección.....	9
2.1.7.	Polaridad de conexión.....	9
2.1.8.	Cleaner C101 – A.....	10
2.1.9.	Penetrant P101S – A.	11
2.1.10.	Developer D101 – A.	11
2.1.11.	Calibrador de soldadura Bridge Cam Gage.	12
2.1.12.	Calibrador de soldadura Hi - Lo.	13
2.1.13.	Pirómetro infrarrojo digital.	13
2.1.14.	Herramienta de dinamométrica de disparo.	14
2.1.15.	Pernos SAE J 429.....	14
2.1.16.	Discontinuidad de soldadura.....	14

2.1.16.1.Grieta.....	15
2.1.16.2.Falta de fusión.....	15
2.1.16.3.Porosidad.....	16
2.1.16.4.Socavado.....	16
2.1.16.5.Refuerzo de soldadura.....	17
2.1.16.6.Alineamiento.....	17
2.1.17. Defecto de soldadura.....	17
2.1.18. Junta a tope.....	17
2.1.19. Junta traslape.....	18
2.1.20. Soldadura de ranura.....	18
2.1.21. Soldadura de filete.....	19
2.1.22. Posición 6G.....	19
2.1.23. SNT – TC – 1A Ed.2020.....	20
2.1.24. ASME B31.3 Ed. 2020.....	20
2.1.25. ASME Sección IX Ed. 2021.....	20
2.1.26. ASME PCC – 1 Ed. 2019.....	20
2.1.27. ASME Sección V Ed.2019.....	21
2.1.28. Proceso de soldadura GTAW.....	21
2.1.29. Criterios de aceptación.....	21
2.1.30. WPS.....	21
2.1.31. WPQR.....	22
2.1.32. Inspección visual de soldadura.....	22
2.1.33. Inspección de soldadura por líquidos penetrantes.....	22

2.2.	Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrió para resolver la situación profesional objeto del informe	23
2.2.1.	Responsable de inspección visual e inspección de soldadura por líquidos penetrantes bajo la práctica recomendada SNT-TC-1A Ed. 2020.....	23
2.2.2.	Selección de equipos calibrados para el control de calidad en juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas.....	24
2.2.3.	Procedimiento de soldadura.....	25
2.2.4.	Procedimiento de inspección visual de soldadura.	26
2.2.4.1.	Selección de categoría del servicio de fluido.....	26
2.2.4.2.	Previo al soldeo.....	27
2.2.4.3.	Durante de soldeo.	28
2.2.4.4.	Después del soldeo.....	28
2.2.5.	Procedimiento de inspección de soldadura por líquidos penetrantes.....	29
2.2.5.1.	Especificaciones del ensayo.....	29
2.2.5.2.	Proceso de limpieza previa.	29
2.2.5.3.	Aplicación del penetrante.	30
2.2.5.4.	Remoción del penetrante.....	31
2.2.5.5.	Aplicación del revelado.	32
2.2.5.6.	Examinación.	33
2.2.5.7.	Limpieza posterior.	33
2.2.6.	Procedimiento de apriete de pernos.	33
2.2.6.1.	Limpieza e inspección de la superficie de trabajo.	33
2.2.6.2.	Inspección de pernos, arandelas y tuercas de 5/8" x 3 1/2" Gr. 8 UNC.	33

2.2.6.3. Instalación de empaquetaduras nuevas.	34
2.2.6.4. Alineación y separación entre bridas.	34
2.2.6.5. Apriete de la junta.	34

CAPÍTULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1. Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas adquiridos durante la carrera.....	37
3.1.1. Criterios de aceptación para la categoría “Servicio de Fluido Normal”.	37
3.1.2. Interpretación de criterios de aceptación para la inspección de soldadura por líquidos penetrantes según ASME B31.3 Ed. 2020.....	38
3.1.2.1. Indicaciones.	38
3.1.2.2. Examinación.	39
3.1.3. Paso de apriete en pernos para juntas con bridas atornilladas al 30%, 70% y 100%.	39
3.1.3.1. Primer paso de apriete.....	39
3.1.3.2. Segundo paso de apriete.....	39
3.1.3.3. Tercer pase de apriete.	40
3.1.4. Reportes de inspección.	40
3.2. Desarrollo de experiencias.....	45
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Procedimiento de uso según diámetro de aporte.....	7
Tabla 2 Procedimiento de uso según el diámetro del electrodo.....	8
Tabla 3 Identificación de tipos de electrodos de tungsteno	8
Tabla 4 Calibración de equipos de medición utilizados en el proyecto	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Equipo de soldar LNH 280i Plus.....	6
Figura 2 Cleaner C101 - A.....	10
Figura 3 Penetrant P101S – A.....	11
Figura 4 Developer D101 - A	12
Figura 5 Calibrador de soldadura Bridge Cam Gage.....	12
Figura 6 Calibrador de soldadura Hi – Lo	13
Figura 7 Pirómetro infrarrojo digital.....	13
Figura 8 Herramienta dinamométrica de disparo o torquímetro.....	14
Figura 9 Grado de pernos.....	14
Figura 10 Grieta longitudinal.....	15
Figura 11 Fusión incompleta entre la soldadura y el metal base	15
Figura 12 Porosidad dispersa	16
Figura 13 Socavación en la raíz de soldadura usando GMAW	16
Figura 14 Unión a tope.....	17
Figura 15 Unión traslape.....	18
Figura 16 Ranura en V	18
Figura 17 Soldadura de filete	19
Figura 18 Posición 6G	19
Figura 19 Calificación de inspector visual nivel II.....	23
Figura 20 Calificación de inspector de soldadura por líquidos penetrantes nivel II..	24
Figura 21 Limpieza de superficie con Cleaner C101-A	30
Figura 22 Superficie limpia.....	30

Figura 23	Aplicación de líquido penetrante.....	31
Figura 24	Limpieza de exceso de penetrante	32
Figura 25	Aplicación de Developer D101 - A	32
Figura 26	Especificación de torsión de acuerdo con la dureza del tornillo	35
Figura 27	Secuencia de apriete para bridas de 4”	35
Figura 28	Secuencia de apriete para bridas de 2”	36
Figura 29	Criterios de aceptación para inspección visual de soldadura	38
Figura 30	Registro de inspección visual de soldadura.....	41
Figura 31	Registro fotográfico de inspección visual de soldadura	42
Figura 32	Registro de inspección de soldadura por líquidos penetrantes	43
Figura 33	Registro de apriete de pernos	44

RESUMEN

La estructura del presente trabajo de suficiencia profesional, se basó en la descripción del tiempo laborado en la empresa Taller Mecánico y Transportes Ilo, la cual tuvo como objetivo la implementación de un sistema de aseguramiento y control de calidad para el cambio de tuberías en Engie Energía Perú – Central Ilo21. Para el aseguramiento y control de calidad del proyecto, brindé mi servicio como Supervisor de Aseguramiento y Control de Calidad, con calificación nivel II en inspección visual e inspección de soldadura por líquidos penetrantes, bajo la práctica recomendada SNT – TC – 1A Ed. 2020; iniciando con la selección y verificación de la calibración de los equipos de medición, para el control de calidad en juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas. Luego se realizó la selección del WPS para el proceso de soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) para las juntas soldadas en tuberías de Ø1”, Ø2”, Ø4”, Threadolets de material ASTM A53 Gr. B y bridas Slip – On en material A105, aplicando los códigos de fabricación e inspección para tuberías ASME B31.3 Ed. 2020, ASME Sección V Ed. 2019 y ASME Sección IX Ed. 2021. Finalmente se realizó la instalación de las tuberías mediante juntas con bridas atornilladas, en donde se determinó la secuencia y el torque correcto para pernos SAE Grado 8, aplicando el código de pautas para el montaje de juntas con bridas atornilladas ASME PCC 1 Ed. 2019.

Palabras clave: control, aseguramiento, inspección.

ABSTRACT

The structure of this professional work was based on the description of the time worked in the company Taller Mecanico y Transportes Ilo, which had as its objective the implementation of a quality assurance and control system for the change of pipes in Engie Energía Perú – Ilo21 Power Plant. For the quality assurance and control of the project, I provided my service as Quality Assurance and Control Supervisor, with level II qualification in visual inspection and welding inspection by penetrating liquids, under the recommended practice SNT – TC – 1A Ed. 2020; starting with the selection and verification of the calibration of measuring equipment, for quality control in welded joints and joints with bolted flanges. Then the selection of the WPS was made for the GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) welding process for the welded joints in Ø1”, Ø2”, Ø4” pipes, Threadoletts of ASTM A53 Gr. B material and Slip – On flanges in material A105, applying the manufacturing and inspection codes for pipes ASME B31.3 Ed. 2020, ASME Section V Ed. 2019 and ASME Section IX Ed. 2021. Finally, the installation of the pipes was carried out using joints with screwed flanges, where calculates the correct sequence and torque for SAE Grade 8 bolts, applying the ASME PCC 1 Ed. 2019 bolted flange joint assembly guidelines code.

Keywords: control, assurance, inspection.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional describe el proceso de implementación de un sistema de aseguramiento y control de calidad para el cambio de tuberías en Engie Energía Perú – Central Ilo21, aplicando conocimientos teóricos y conocimientos técnicos aprendidos en el ámbito profesional.

La estructura del trabajo de suficiencia profesional está dividida en 04 capítulos:

El capítulo I está conformado por los antecedentes, aspectos generales de la empresa Taller Mecánico y Transportes Ilo, descripción de la experiencia y objetivos que se quieren conseguir con el trabajo de suficiencia profesional.

El capítulo II está conformado por los fundamentos teóricos para los procedimientos de apriete de pernos y aplicación e inspección del proceso de soldadura GTAW, mediante inspección visual e inspección por líquidos penetrantes; aplicando normativas de fabricación e inspección.

El capítulo III demuestra los aportes y desarrollo de la experiencia para la implementación de un sistema de aseguramiento y control de calidad para juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas en tuberías.

Finalmente, las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos del trabajo de suficiencia profesional.

CAPÍTULO I

ASPECTO GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes

En la actualidad se están llevando a cabo proyectos de enorme magnitud de envergadura, en distintos campos de nuestro país, tales como plantas industriales, refinerías, etc. La cual para la fabricación de estructuras metálicas tubulares y no tubulares se aplican estándares de calidad, que determinarán si una junta soldada o con bridas atornilladas, es aceptable o no aceptable, no obstante, cada etapa de la realización de una junta ubicada en una tubería, presenta diversos problemas, tales como la presencia de desalineamiento, grietas, falta de fusión, socavación, porosidad, etc., y de no ser controladas podrían generar fugas o fallas en el sistema. Estas deficiencias podemos enmarcarlas en pérdidas de tiempo y costos; generando un retraso crucial en la fecha de entrega y puesta de funcionamiento de las tuberías.

Las empresas constructoras de metal – mecánica son contratadas para la realización de estos proyectos, la cual tendrán como objetivo asegurar y controlar cada junta realizada (antes, durante y después) por el área de aseguramiento y control calidad, con el fin de obtener un producto que cumpla con las necesidades del cliente.

El presente trabajo de suficiencia profesional consiste en el desarrollo de procedimientos de aseguramiento y control de calidad para la realización de juntas soldadas con proceso de soldadura GTAW y juntas con bridas atornilladas, netamente necesarios para garantizar la ejecución y optimización de la calidad de los trabajos realizados en el proyecto.

1.2. Descripción de la empresa de como es y qué tipo de servicio otorga la organización

1.2.1. Razón social.

Nombre de la empresa: Taller Mecanico y Transportes Ilo

R.U.C.: 20447457718

1.2.2. Servicios brindados por la empresa Taller Mecánico y Transportes Ilo.

La empresa Taller Mecanico y Transportes Ilo, brinda lo siguientes servicios:

- Fabricación de componentes industriales
- Alquiler de vehículos livianos y pesados
- Servicio de soldadura SMAW, GMAW y GTAW
- Reparaciones de estructuras en acero
- Revestimientos y aislamientos industriales
- Servicio de limpieza industrial
- Servicios de electricidad industrial

1.3. Contexto socioeconómico y descripción del área de la institución

La empresa Taller Mecanico y Transportes Ilo S.R.L. es una organización fundada en el año de 1998, especializada en brindar calidad en sus servicios de mantenimiento mecánico, estructural y eléctrico a plantas industriales tales como Southern Perú Copper Corporation, Engie Energía Perú, Anglo American Quellaveco, Minera Colibri y Austral, en tal sentido cuenta con 25 años de experiencia, dedicación y compromiso social en cada trabajo, consolidándolo como una empresa líder en el mercado, contribuyendo al desarrollo del puerto de Ilo.

1.4. Descripción de la experiencia

La experiencia laboral adquirida en la implementación de un sistema de aseguramiento y control de calidad para el cambio de tuberías en Engie Energía Perú – Central Ilo21, fue como supervisor de aseguramiento y control de calidad, calificado por la práctica recomendada SNT – TC – 1A Ed.2020, en las técnicas de inspección visual e inspección de soldadura por líquidos penetrantes, donde mi participación fue directa en todas las actividades.

1.5. Explicación del cargo y funciones ejecutadas

El cargo que obtuve en la ejecución del proyecto, fue como supervisor de aseguramiento y control de calidad. Las funciones ejecutadas fueron las siguientes:

- Aplicar y realizar los procedimientos de aseguramiento y control calidad para la ejecución del proyecto
- Llevar el control de los equipos de seguimiento y medición aplicados en el proyecto

- Verificar que el personal colaborador tenga conocimiento de las especificaciones técnicas y estándares de calidad para la ejecución del proyecto
- Inspeccionar y aplicar ensayos no destructivos (antes, durante y después de realizar cada junta)
- Realizar registros de calidad de las juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas, realizadas en el proyecto

1.6. Propósito del puesto

Implementar un sistema de aseguramiento y control de calidad para la ejecución de las juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas en tuberías. A través de los ensayos no destructivos de inspección visual e inspección de soldadura por líquidos penetrantes; conforme a los códigos de fabricación e inspección, tales como ASME B31.3 Ed.2020, ASME Sección V Ed.2019, ASME Sección IX Ed. 2021 y ASME PCC – 1 Ed. 2019.

1.7. Producto o proceso que será objeto del informe

Implementar un sistema de aseguramiento y control de calidad para el cambio de tuberías en Engie Energía Perú – Central Ilo21.

1.8. Resultados concretos

En mi etapa de supervisor de aseguramiento y control de calidad, obtuve lo siguientes resultados:

- Se obtuvo la correcta gestión y uso de los equipos de seguimiento y medición de control calidad aplicados en el proyecto
- Selección correcta de WPS y WPQR adecuados al proyecto

- Realización y aplicación de procedimientos adecuados para la inspección en juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas
- Se obtuvo como resultado juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas con calidad, de acuerdo a los códigos de fabricación e inspección de calidad ASME B31.3 Ed.2020, ASME Sección V Ed.2019, ASME Sección IX Ed. 2021y ASME PCC – 1 Ed. 2019

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral en la situación objeto del informe, como se integraron ambas para resolver problemas

2.1.1. Equipo de soldar LNH 280i Plus.

Según Oxiweld SAC (s.f.), es un inversor de soldadura, utilizado en trabajos metálicos, con la capacidad de soldar material de aporte de 2,5 mm a 4 mm y ser usado en diferentes procesos de soldadura tales como SMAW y GTAW. Posee un regulador de corriente de 30 a 250 amperes y un display digital.

Figura 1

Equipo de soldar LNH 280i Plus



Nota: Oxiweld SAC (s.f.).

2.1.2. Material ASTM A53 Gr. B.

Es un material utilizado en tuberías de acero al carbono; galvanizados mediante el proceso de inmersión en caliente, pueden ser con costura y sin costura. Utilizados para el transporte de fluidos como vapor, agua y gas.

2.1.3. Material ASTM A105.

Según Poma (2020), es un acero al carbono, utilizado para la fabricación de componentes para tuberías, tales como bridas y accesorios. Se puede soldar aplicando procedimientos de soldaduras adecuados.

2.1.4. Aporte TIGFIL 103.

Según SOLDEXA (s.f.), es un material de aporte en forma de varilla, clasificado por el código AWS A5.28 / ASME SFA – 5.28: ER80S – B2, aplicado para el proceso de soldadura GTAW por corriente CD. Resistente en aceros sometidos a temperatura de operación hasta de 550 °C y fácilmente maquinable.

Tabla 1

Procedimiento de uso según diámetro de aporte

Diámetro (mm)	Amperaje con CD
2,5	20 – 150 A
3,25	30 – 250 A

Nota: Datos tomados de SOLDEXA (s.f.).

2.1.5. Electrodo de tungsteno.

Los electrodos de tungsteno son electrodos metálicos no consumibles, elaborado principalmente de tungsteno. Utilizados en el corte por arco y soldadura (American Welding Society, 2020).

Los electrodos de tungsteno se clasifican por su composición química, tamaño, color del elemento y símbolo. Esto posibilita la identificación de diferentes tipos de electrodos.

Tabla 2

Procedimiento de uso según el diámetro del electrodo

Diámetro de tungsteno en pulg. (mm)	Amperaje con CD
1/16 (1,6)	60 - 150 A
3/32 (2,4)	150 - 250 A
1/8 (3,2)	225 - 330 A

Nota: Datos tomados de Lincoln Electric (2020).

Tabla 3

Identificación de tipos de electrodos de tungsteno

Color	Tipo de corriente	Rendimiento de uso
Gris EWCe - 2	Utilizado principalmente en CD, sin embargo, puede usar en CA	Rendimiento inicial muy estable, pero puede degradarse durante el uso, debido al crecimiento de las partículas
Morado WX Multi - óxidos	Rendimiento excelente con CD y CA	Posee una excelente resistencia al calor, crecimiento de los granos y a la contaminación

Nota: Todos los electrodos de tungsteno son utilizados para soldar acero al carbono y aceros inoxidable. Fuente: Lincoln Electric (2020).

2.1.6. Gas de protección.

Según Castro y García (2015), el gas de protección es un componente crítico del proceso de soldadura GTAW. Su función principal es evacuar el aire de la zona de soldadura y proteger el metal fundido de la contaminación e impedir que se produzcan discontinuidades. Esta contaminación se debe principalmente al hecho de que el nitrógeno, oxígeno y el agua presente en la atmósfera puedan reaccionar en el metal fundido.

En la actualidad, el principal gas de protección aplicado por la industria de la soldadura es el Argón. Romero (2019) afirma:

El Argón es 1,4 veces más pesado que el aire, lo que significa que tiende a cubrir bien el área de soldadura en contraposición al Helio que es mucho más ligero que el aire. Debido a que la densidad del Argón es 10 veces superior a la del helio, se requiere un caudal del helio dos o tres veces superior a la del Argón para proporcionar la misma protección (p. 28 – 29).

2.1.7. Polaridad de conexión.

Los tipos de conexiones para la aplicación de soldadura son, conexión en polaridad inversa y conexión en polaridad directa. Para el proceso de soldadura GTAW se recomienda el uso de corriente directa (CD) para generar un arco eléctrico estable.

Corriente directa, polaridad inversa (CDEN) la punta del electrodo de tungsteno permanece fría (30%) pero el material base estará caliente (70%), lo que da como resultado una penetración profunda y estrecha. Debido a la naturaleza de la conexión,

es posible trabajar con amperaje alto sin derretir el electrodo de tungsteno y manteniendo así la estabilidad del mecanizado de la punta (Romero, 2019).

Corriente directa, polaridad directa (CDEP): el material base permanecerá frío (30%) y la punta del electrodo de tungsteno se calentará más (70%), lo que da como resultado una profundidad de penetración menor. Por lo tanto, se podrá observar el deterioro en el electrodo (Romero, 2019).

2.1.8. Cleaner C101 – A.

Según Cantesco (s.f.), es un limpiador, la cual permite retirar el tinte penetrante rojo antes y después de aplicarse; y capaz de retirar partículas adheridas en la superficie. Se recomienda ser aplicado en superficies que se encuentren en una de temperatura de 4°C a 52°C.

Figura 2

Cleaner C101 - A



2.1.9. Penetrant P101S – A.

Según Cantesco (s.f.), es una tintura de color rojo halogenado, lavable con solvente, capaz de permitir ver discontinuidades superficiales en un componente contra el fondo del polvillo del revelador. Se recomienda ser aplicado en superficies que se encuentren en una de temperatura de 4°C a 52°C.

Figura 3

Penetrant P101S – A



2.1.10. Developer D101 – A.

Según Cantesco (s.f.), es un polvillo de tipo húmedo no acuoso, de color blanco que se rocía mediante pulverización, para relevar indicaciones de color rojo. Se recomienda ser aplicado en superficies que se encuentren en una de temperatura de 4°C a 52°C.

Figura 4

Developer D101 - A



2.1.11. Calibrador de soldadura Bridge Cam Gage.

Flores (2019), menciona que es un instrumento, utilizado para medir la altura del tamaño de los cordones de soldadura, ángulo de preparación de bisel, profundidad de socavación, y el tamaño de filete de soldadura.

Figura 5

Calibrador de soldadura Bridge Cam Gage



2.1.12. Calibrador de soldadura Hi - Lo.

Caltech Instruments Pvt Ltd (2022), define que es un instrumento utilizado para la inspección de tuberías, la cual permite medir la desalineación interna, espesor de la tubería, longitud de pierna de filete y altura de corona.

Figura 6

Calibrador de soldadura Hi – Lo



2.1.13. Pirómetro infrarrojo digital.

Flores (2019), define que es un instrumento que deberá ser calibrado y certificado; utilizado para medir las temperaturas en el proceso de aplicación de soldadura.

Figura 7

Pirómetro infrarrojo digital



Nota: Luna (2015).

2.1.14. Herramienta de dinamométrica de disparo.

Es un instrumento que permite medir el apriete aplicado en elementos que poseen rosca, tales como tuercas y pernos. Son útiles en actividades donde se necesita una tensión específica. Cuenta con un mecanismo la cual imposibilita realizar el sobre aprieta, una vez aplicado el ajuste requerido.

Figura 8

Herramienta dinamométrica de disparo o torquímetro



2.1.15. Pernos SAE J 429.

Según Marmol (2018), es un material que pertenece a las normas SAE, la cual podemos encontrar varios tipos de estos pernos que son clasificados en grados.

Figura 9

Grado de pernos

	5	6	8	10
GRADO S.A.E.				

2.1.16. Discontinuidad de soldadura.

Las discontinuidades son interrupciones en la soldadura que pueden ser muy pequeñas y no se consideran defectos (American Welding Society, 2020).

2.1.16.1. Grieta.

American Welding Society (2015), define una grieta como una discontinuidad de tipo fractura caracterizada por tener una punta afilada y elevada proporción entre ancho – longitud y desplazamiento de abertura.

Figura 10

Grieta longitudinal



Nota: American Welding Society (2015).

2.1.16.2. Falta de fusión.

American Welding Society (2015), define fusión incompleta como una discontinuidad en la que el material base y el material de aporte no han sido fusionados correctamente.

Figura 11

Fusión incompleta entre la soldadura y el metal base



Nota: American Welding Society (2015).

2.1.16.3. Porosidad.

American Welding Society (2015), define porosidad como una discontinuidad con forma de agujero producida por el gas atrapado durante la solidificación de un cordón de soldadura.

Figura 12

Porosidad dispersa



Nota: American Welding Society (2015).

2.1.16.4. Socavado.

American Welding Society (2015), define socavado como una ranura fundida en el material base, una vez aplicado el material de aporte. Una socavación está relacionado a una corriente incorrecta, incorrecta técnica de soldadura o ambas.

Figura 13

Socavación en la raíz de soldadura usando GMAW



Nota: American Welding Society (2015).

2.1.16.5. Refuerzo de soldadura.

American Welding Society (2020), define refuerzo de soldadura como el metal de soldadura en exceso más de lo requerido para llenar una soldadura a tope.

2.1.16.6. Alineamiento.

Es la posición de los tubos antes de soldar, la cual la alineación es importante para garantizar que las piezas encajen correctamente y que la junta de soldada sea de calidad y uniforme. (American Society of Mechanical Engineers, 2020).

2.1.17. Defecto de soldadura.

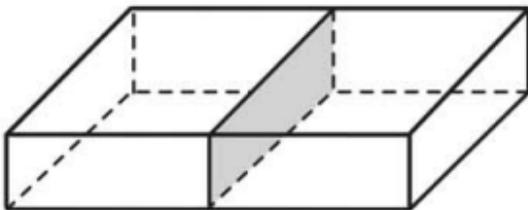
Discontinuidad o discontinuidades que por naturaleza o por efecto acumulado vuelven a una parte o producto no apto para cumplir con los mínimos estándares o especificaciones. El término significa desaprobación (American Welding Society, 2020).

2.1.18. Junta a tope.

American Welding Society (2020), define unión a tope como la unión de dos metales, alineados en el mismo eje.

Figura 14

Unión a tope



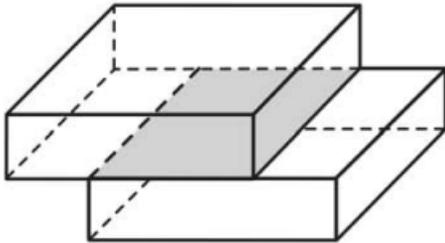
Nota: American Welding Society (2020).

2.1.19. Junta traslape.

American Welding Society (2020), define unión traslape como la unión entre metales traslapados en ejes paralelos.

Figura 15

Unión traslape



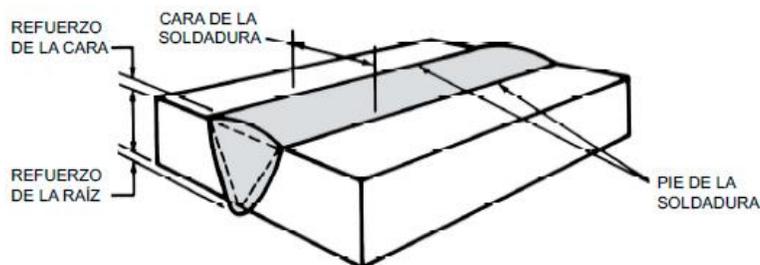
Nota: American Welding Society (2020).

2.1.20. Soldadura de ranura.

Es una abertura entre dos metales la cual proporciona espacio en el metal de aporte de soldadura (American Welding Society, 2020).

Figura 16

Ranura en V



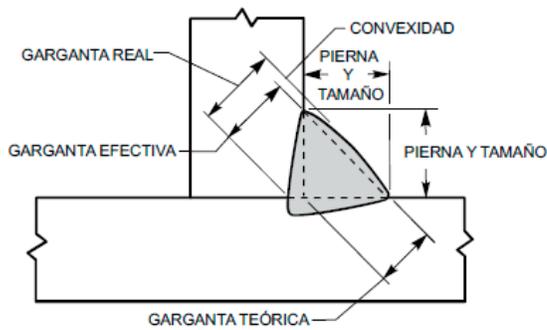
Nota: American Welding Society (2015).

2.1.21. Soldadura de filete.

Es una soldadura en forma triangular, la cual une dos componentes un ángulo casi recto (American Welding Society, 2020).

Figura 17

Soldadura de filete



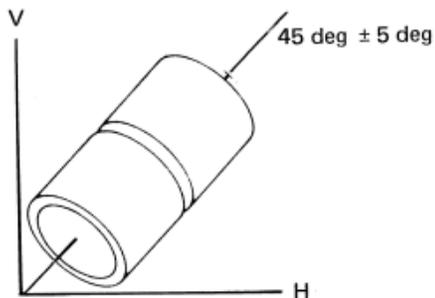
Nota: American Welding Society.

2.1.22. Posición 6G.

Un tubo cuyo eje forma un ángulo de 45° con la horizontal. Toda la soldadura se ejecutará sin girar la tubería (American Society of Mechanical Engineers, 2021).

Figura 18

Posición 6G



Nota: American Society of Mechanical Engineers (2021).

2.1.23. SNT – TC – 1A Ed.2020.

American Society For Nondestructive Testing (2020), menciona que es una práctica recomendada, emitida por la ASNT; la cual especifica los requisitos para la calificación del personal de END.

2.1.24. ASME B31.3 Ed. 2020.

American Society of Mechanical Engineers (2020), menciona que es un código para el diseño, construcción, inspección, prueba y operación de tuberías de procesos utilizadas en diferentes industrias. Se dirige a tuberías que transportan fluidos bajo presión o vacío.

2.1.25. ASME Sección IX Ed. 2021.

American Society of Mechanical Engineers (2021), menciona que es un código aplicado en el sector industrial por la cual establece los requerimientos de calificación de soldadores y procedimientos de soldadura, para ser aplicado en la fabricación, reparación y mantenimiento de equipos sometidos a presión.

2.1.26. ASME PCC – 1 Ed. 2019.

Según American Society of Mechanical Engineers (2019), define que son directrices utilizadas ampliamente en las industrias para juntas empernadas para recipientes a presión y en tuberías.

2.1.27. ASME Sección V Ed.2019.

Según American Society of Mechanical Engineers (2019), es un código que menciona el procedimiento sobre como se debe de aplicar los ensayos no destructivos y requisitos para la calificación del personal que realizará la inspección.

2.1.28. Proceso de soldadura GTAW.

Miller (2018), define que el proceso de soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) o proceso de soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) se basa en la creación de un arco eléctrico estable, entre la pieza a soldar (Metal base) y el electrodo de tungsteno no consumible. Donde la zona afectada térmicamente (ZAT), el cordón de soldadura y el electrodo de tungsteno estarán cubiertos por un gas inerte (Helio, Argón o una combinación de Helio – Argón); el cual protegerá de la polución atmosférica. Este gas es incoloro, permitiendo una mejor visibilidad a los soldadores.

2.1.29. Criterios de aceptación.

El código ASME B31.3 Ed.2020 hace referencia a los requisitos que se deben de cumplir para considerar una junta de soldadura aceptable según la norma (Rivera, 2019).

2.1.30. WPS.

American Society of Mechanical Engineers (2021), define un WPS (Especificación de Procedimiento de Soldadura) como un procedimiento escrito calificado y preparado para proveer dirección en hacer soldaduras de producción de acuerdo a los

requerimientos del código de construcción o fabricación referenciado; por lo cual incluye variables esenciales para elaboración de cordones de soldaduras de calidad.

2.1.31. WPQR.

American Society of Mechanical Engineers (2021), define un WPQR (Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador) como un documento que acredita que el soldador está calificado y sabe realizar soldaduras que cumplan con los requisitos aplicables.

2.1.32. Inspección visual de soldadura.

Método de ensayo no destructivo, utilizado para evaluar un producto a través de observaciones tales como el ensamblaje adecuado, las condiciones de la superficie o la limpieza de los materiales, piezas y componentes utilizados en la fabricación de construcción de recipientes a presión (American Society of Mechanical Engineers, 2019).

2.1.33. Inspección de soldadura por líquidos penetrantes.

El ensayo de líquidos penetrantes es una forma eficiente de detectar discontinuidades abiertas en la superficie en un metal no poroso. Como primer paso, se tendrá que limpiar la superficie, después aplicar el tinte penetrante sobre la superficie. Luego se retira todo el excedente de tinte penetrante, se seca el elemento y se emplea el revelador. El revelador funciona como un agente absorbente de tinte penetrante, que queda en cada discontinuidad abierta a la superficie y como fondo de contraste, que mejora la

visibilidad de las marcas de penetración. Los tintes penetrantes se pueden clasificar de tipo visibles y tipo fluorescente (American Society of Mechanical Engineers, 2019).

2.2. Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrió para resolver la situación profesional objeto del informe

2.2.1. Responsable de inspección visual e inspección de soldadura por líquidos penetrantes bajo la práctica recomendada SNT-TC-1A Ed. 2020.

Para el aseguramiento y control de calidad del proyecto, brindé mi servicio supervisor de aseguramiento y control de calidad, con calificación nivel II bajo la práctica recomendada SNT-TC-1A Ed. 2020; aplicando los ensayos no destructivos de inspección visual e inspección de soldadura por líquidos penetrantes, cumpliendo con los requerimientos del cliente Engie Energía Perú S.A.

Figura 19

Calificación de inspector visual nivel II



Figura 20

Calificación de inspector de soldadura por líquidos penetrantes nivel II



2.2.2. Selección de equipos calibrados para el control de calidad en juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas.

El control de calidad de juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas, conllevó el uso de calibradores de soldadura, una herramienta dinamométrica de disparo y un pirómetro infrarrojo digital; para ello se trabajó con equipos de medición calibrados, firmado por un especialista de la empresa LOJUSTO. Se muestra los equipos calibrados utilizados en el proyecto en la Figura 21. *Ver Anexo 01, Anexo 02 y Anexo 03*

Tabla 4*Calibración de equipos de medición utilizados en el proyecto*

Instrumento de medida	Modelo	Marca	Fecha de calibración	Código de certificado de calibración
Calibrador de soldadura	Bridge Cam Gage	GAL GAGE CO	10/11/2021	E2613-4393B-2021-2
Calibrador de soldadura	HI-LO	GAL GAGE CO	10/11/2021	E2613-4393B-2021-4
Herramienta dinamoétrica de disparo	2503MFRMH	CDI	10/11/2021	E2613-4393B-2021-7

2.2.3. Procedimiento de soldadura.

La empresa, Taller Mecanico y Transportes Ilo posee bajo su mando diferentes procedimientos de soldadura (WPS) realizados, para diferentes materiales y diferentes procesos de soldadura, desarrollados por empresas especialistas; esta información es confidencial. Para ello describiremos el WPS utilizado para el proyecto aplicando el ASME sección IX:

- Proceso de soldadura GTAW
- Diámetro de tuberías Ø1”, Ø2”, Ø4”
- Material base ASTM A53 Gr. B y A105
- Aplicado para los tipos de soldadura de ranura en “V” y filete (Para todas posiciones)
- Ángulo del bisel de 30°

- Abertura de raíz de 2,5 mm
- Material de aporte varilla solida ER80S – B2
- Posición de soldadura 6G
- Gas de protección Argón 99,90%
- Caudal de gas de protección 15 – 20 lt/min
- Tipo de corriente CD, con polaridad de tipo EN
- Electrodo de tungsteno WX Multi - óxidos de 1,6 mm
- Intensidad de corriente de 90 a 150 Amp. Aplicados para el pase de raíz, relleno y acabado
- Rango de voltaje 8 – 15 V

2.2.4. Procedimiento de inspección visual de soldadura.

2.2.4.1. Selección de categoría del servicio de fluido.

El proceso para la selección de la categoría del servicio de fluido, aplicado en el proyecto, fue el siguiente:

- 1er paso: Determinamos que el servicio de fluido no es de alta presión, ya que el sistema de tuberías presenta Bridas Slip – On clase 150 lbs. Cualquier servicio que requiera una clase de brida superior a clase 2500, se denomina servicio de fluido a alta presión; según ASME B31.3 Ed. 2020

- 2do paso: Determinamos que el servicio de fluido no es tóxico y tampoco inflamable; para ello se consideró que las tuberías son de agua potable y agua de servicio
- 3er paso: Determinamos que el diseño del sistema de tuberías pasa los 150 psi de presión de operación.
- 4to paso: Finalmente categorizamos el tipo de tipo de servicio de fluido como “Servicio de Fluido Normal”

2.2.4.2. Previo al soldeo.

Las actividades realizadas previo al soldeo fueron las siguientes:

- Revisión de planos y especificaciones. *Ver Anexo 04*
- Revisión de procedimiento de soldadura WPS
- Revisión de WPQR
- Verificación del estado de los materiales base
- Revisión de la preparación correcta de las juntas a soldar
- Revisión de elementos de fijación como apuntalamientos con soldadura
- Verificar que no exista Hi – Lo en el armado de las tuberías
- Verificar el estado de los equipos de soldadura
- Revisión del estado del material de aporte

2.2.4.3. Durante de soldeo.

Las actividades ejecutadas durante el soldeo fueron las siguientes:

- Verificación de limpieza entre cada pase de soldadura
- Los elementos de fijación como apuntalamientos con soldadura, fueron removidos.
- La estructura no deberá ser levantada o movida durante el soldeo
- Se inspeccionó cada pase de soldadura realizado, aplicando los criterios de aceptación, para la inspección visual de soldadura, según ASME B31.3 Ed.2020
- No se permitió que los pases de raíz, relleno o acabado se completen en la jordana siguiente de trabajo (siguientes días de trabajo, etc.)

2.2.4.4. Después del soldeo.

Las actividades realizadas después del soldeo fueron las siguientes:

- Verificación del acabado final y las dimensiones del cordón de soldadura
- Las juntas soldadas fueron inspeccionadas superficialmente, siendo evaluadas de acuerdo a tabla de inspección visual, esto según norma ASME B31.3 Ed. 2020
- Las inspecciones se realizaron diariamente y a la brevedad posible; para luego ser presentadas al supervisor de proyecto de la empresa Taller Mecanico y Transportes Ilo
- Cada liberación de cada elemento fabricado será a cargo del supervisor del proyecto y el supervisor de aseguramiento y control de calidad

2.2.5. Procedimiento de inspección de soldadura por líquidos penetrantes.

2.2.5.1. Especificaciones del ensayo.

Las especificaciones del kit de líquidos penetrantes utilizados son las siguientes:

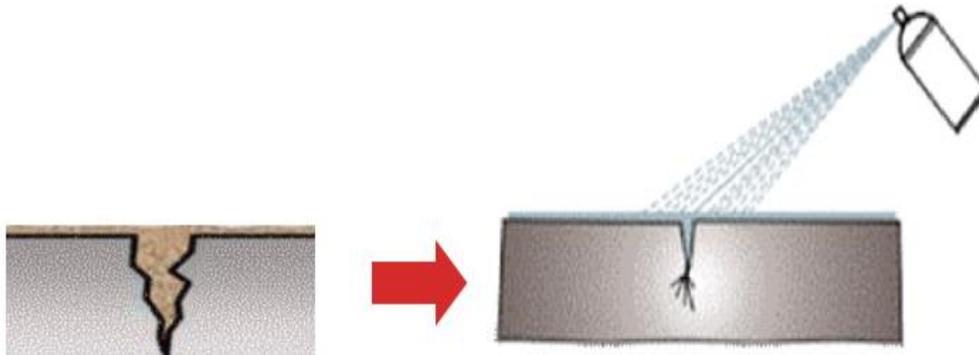
- El kit de líquidos penetrantes usado en el proyecto fue de marca Cantesco, de tipo II (Visible), removible con solvente y forma del revelador de estado húmedo no acuoso
- La temperatura del kit de líquidos penetrantes y la superficie de la pieza a procesar deberán estar entre 4 ° y 52 °C
- La secuencia de la inspección de soldadura por líquidos penetrantes se realizó después de completar todas las operaciones que podrían causar discontinuidades conectadas a la superficie

2.2.5.2. Proceso de limpieza previa.

Antes de la aplicación del kit de líquidos penetrantes se verificó que las áreas a examinar se encuentren limpias. Esta limpieza se realizó abarcando 1” en dirección transversal al cordón de soldadura. "Limpio" significa que la superficie a ser inspeccionada, deberá de estar libre de sustancias, oxido, salpicadura de soldadura, etc., la cual puedan impedir la penetración del líquido penetrante. Para ello se realizó el uso de herramientas manuales mecánicas, tales como esmeriles con discos polifan, discos de cerdas metálicas para acero al carbono y Cleaner C101 – A.

Figura 21

Limpieza de superficie con Cleaner C101-A



Después de aplicar el Cleaner C101 – A, se realizó el secado, ya que cualquier residuo líquido dificultará la entrada del penetrante en las discontinuidades. El secado se realizó mediante trapos industriales y exposición a la temperatura ambiente.

Figura 22

Superficie limpia



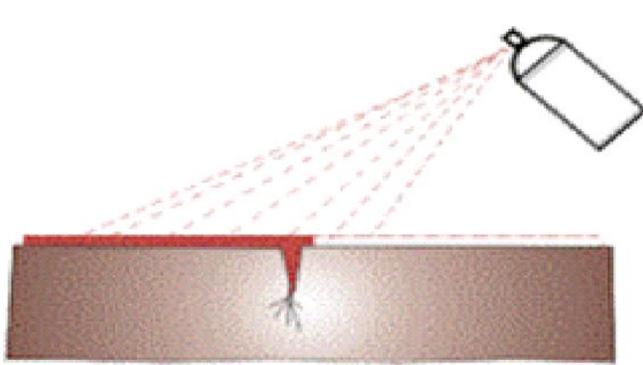
2.2.5.3. Aplicación del penetrante.

Después de haber realizado proceso de limpieza previa y determinar que la temperatura de superficie del componente a inspeccionar se encuentre entre los valores establecidos por el fabricante. El líquido penetrante es aplicado sobre la superficie mediante pulverización, hasta que esté completamente cubierta con el penetrante. En las juntas donde las áreas sean reducidas para la aplicación del penetrante se realizará mediante

una brocha. La aplicación mediante pulverización, se realizará a una distancia de 12” a 20”, rociando una capa delgada sobre el área que se inspecciona.

Figura 23

Aplicación de líquido penetrante



Después de la aplicación, permita que el exceso de penetrante se drene de la parte a examinar, mientras se permite un tiempo de permanencia apropiado del líquido penetrante, será de mínimo de 5 minutos según ASME Sección V Ed. 2019. El tiempo máximo de permanencia no excederá a lo recomendado por el fabricante; si no se proporciona un máximo, el tiempo máximo de espera no deberá exceder los 10 minutos.

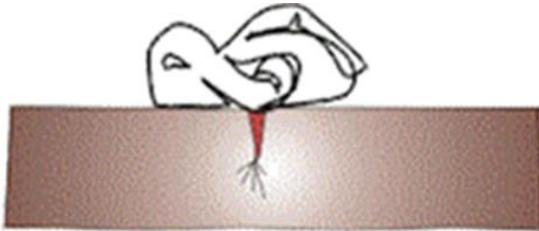
2.2.5.4. Remoción del penetrante.

Después del tiempo de permanencia requerido del penetrante, el exceso de penetrante se elimina limpiando con una toallita seca, limpia y sin pelusas. Para luego humedecer ligeramente un paño o una toalla de color blanco con Cleaner C101 – A, para eliminar las trazas remanentes del líquido penetrante de la superficie. Esta limpieza deberá de realizarse de manera suave, para evitar eliminar el penetrante de cualquier

discontinuidad. Finalmente, con un paño seco y limpio se procede a eliminar los residuos de disolvente que puedan quedar.

Figura 24

Limpieza de exceso de penetrante

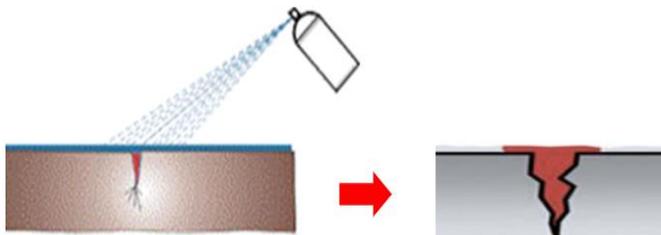


2.2.5.5. Aplicación del revelado.

Después de haber retirado el exceso del líquido penetrante y la superficie haya sido secada, se aplicó el revelador húmedo no acuoso mediante el método de pulverización, a una distancia de 12” a 20”, de tal manera que garantice la cobertura completa de la parte a inspeccionar, la cual deberá ser aplicado lo suficientemente para proveer un fondo de contraste y que permita una mejor visualización de indicaciones relevantes. El lapso de tiempo en que el revelador deberá permanecer sobre la superficie a inspeccionar deberá ser 10 minutos como mínimo, una vez que el recubrimiento revelador se encuentre seco.

Figura 25

Aplicación de Developer D101 - A



2.2.5.6. Examinación.

Toda indicación relevante encontrada durante la examinación, se evaluará de acuerdo con los criterios de aceptación especificados en ASME B31.3 Ed. 2020 para inspección por líquidos penetrantes.

2.2.5.7. Limpieza posterior.

La aplicación de la limpieza posterior, es realizada para eliminar cualquier residuo generado por el kit de líquidos de penetrantes, que puedan obstaculizar operaciones posteriores. Para ello se realizará el remojo con solvente en un trapo blanco, para posteriormente realizar la limpieza de la superficie inspeccionada. Se recomienda que, si es necesaria la eliminación del revelador, se debe llevar a cabo tan pronto como sea posible, después de la examinación para que el revelador no se adhiera a la pieza.

2.2.6. Procedimiento de apriete de pernos.

2.2.6.1. Limpieza e inspección de la superficie de trabajo.

Antes de iniciar el ensamblaje, se limpió la superficie que estarán en contacto (bridas de tuberías y bridas de válvulas), utilizando un cepillo de cerdas metálicas, para luego ser inspeccionadas visualmente.

2.2.6.2. Inspección de pernos, arandelas y tuercas de 5/8" x 3 1/2" Gr. 8 UNC.

Se inspeccionó que los pernos, tuercas y arandelas se encuentren en buenas condiciones y que cumplan con su control dimensional.

Todos los pernos, arandelas y tuercas previamente utilizadas deben ser limpiados utilizando un cepillo de alambre.

2.2.6.3. *Instalación de empaquetaduras nuevas.*

Se aseguró todas las empaquetaduras tengan orificios simétricos a los orificios ubicados en las bridas a montar y así evitar que el empaque se proyecte dentro del paso del fluido.

2.2.6.4. *Alineación y separación entre bridas.*

Antes de empernar las caras de las bridas, se aseguró el alineamiento, sin utilizar fuerza excesiva; para ello se utilizó el calibrador Hi – Lo, la cual se colocó en el diámetro exterior de una brida y extendiéndola sobre la otra brida de acoplamiento, en cuatro puntos alrededor de la brida, cada 90°, asegurando que cada junta no posea una desalineación mayor a 1,5 mm y una separación máxima al doble del espesor del empaque a utilizar, cumpliendo con el criterio de aceptación del código ASME PCC1 Ed. 2019.

2.2.6.5. *Apriete de la junta.*

El apriete aplicado para pernos de 5/8” de grado 8, fue de 180 lb/pie; ver Figura 27. Para evitar la deformación en las bridas, se aplicó el método del 30%, 70% y 100%, la cual implica apretar los pernos en tres etapas: primero al 30% del torque requerido, luego al 70% y finalmente al 100% del torque requerido; para ello se aplicó las secuencias ubicadas en la Figura 28 y Figura 29.

Figura 26

Especificación de torsión de acuerdo con la dureza del tornillo

GRADO S.A.E.	5	6	8	10
				
1/4"	7 lb.-pie	10 lb.-pie	10.5 lb.-pie	11 lb.-pie
5/16"	14 lb.-pie	19 lb.-pie	22 lb.-pie	24 lb.-pie
3/8"	25 lb.-pie	34 lb.-pie	37 lb.-pie	40 lb.-pie
7/16"	40 lb.-pie	55 lb.-pie	60 lb.-pie	65 lb.-pie
1/2"	60 lb.-pie	85 lb.-pie	92 lb.-pie	97 lb.-pie
9/16"	88 lb.-pie	120 lb.-pie	132 lb.-pie	141 lb.-pie
5/8"	120 lb.-pie	167 lb.-pie	180 lb.-pie	192 lb.-pie
3/4"	220 lb.-pie	280 lb.-pie	286 lb.-pie	316 lb.-pie
7/8"	302 lb.-pie	440 lb.-pie	473 lb.-pie	503 lb.-pie
1"	466 lb.-pie	660 lb.-pie	714 lb.-pie	771 lb.-pie

Nota: Saquina (2023).

Figura 27

Secuencia de apriete para bridas de 4"

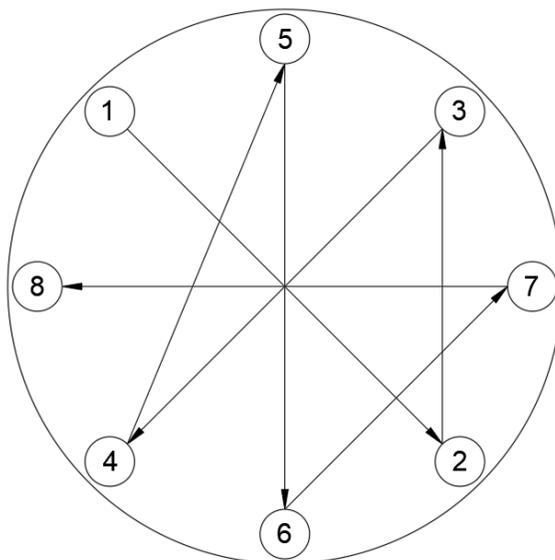
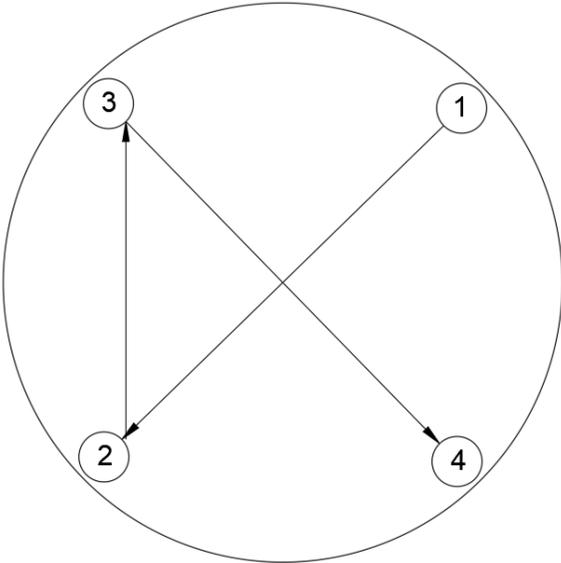


Figura 28

Secuencia de apriete para bridas de 2"



CAPÍTULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1. Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas adquiridos durante la carrera

3.1.1. Criterios de aceptación para la categoría “Servicio de Fluido Normal”.

Una vez seleccionado el tipo de categoría del servicio de fluido que transitará en las tuberías, se opta a determinar los criterios de aceptación para la inspección visual de soldadura.

Figura 29

Criterios de aceptación para inspección visual de soldadura

CATEGORIA DE SERVICIO PARA FLUIDO NORMAL Y CATEGORIA DE SERVICIO PARA FLUIDO M							
Imperfección de soldadura	Soldadura circunferencial, soldadura para mitrados con ranura y soldadura en conexiones de ramal [A]		Soldadura longitudinal de ranura [B]		Soldadura de Filete [C]		
Grieta	Cero, No aceptable		Cero, No aceptable		Cero, No aceptable		
Falta de fusión	Cero, No aceptable		Cero, No aceptable		Cero, No aceptable		
Falta de penetración	≤38 mm en cualquier longitud de soldadura de 150 mm o 25% de la longitud total de la soldadura, lo que sea menor		Cero, No aceptable		Cero, No aceptable		
Socavación	Profundidad de socavado: ≤ 1 mm o ≤ T/4, cualquiera que sea menor. Socavación acumulativa externa: ≤ 38 mm en 150 mm de longitud de soldadura o el 25% del total de la soldadura, cualquiera que sea menor.		Cero, No aceptable		Profundidad de socavado: ≤ 1 mm o ≤ T/4, cualquiera que sea menor. Socavación acumulativa externa: ≤ 38 mm en 150 mm de longitud de soldadura o el 25% del total de la soldadura, cualquiera que sea menor.		
Porosidad superficial e inclusiones de escoria expuesta [D]	Cero, No aceptable		Cero, No aceptable		Cero, No aceptable		
Acabado de la superficie	N/A		N/A		N/A		
Superficie cóncava, raíz cóncava o quemado	El espesor total de la junta, incluido el refuerzo de la soldadura ≥ T		El espesor total de la junta, incluido el refuerzo de la soldadura ≥ T		N/A		
Refuerzo de soldadura o protrusión interna	Espesor ≤ 6 mm > 6 mm, ≤ 13 mm > 13 mm, ≤ 25 mm > 25mm	Altura ≤ 1,5 mm ≤ 3,0 mm ≤ 4,0 mm ≤ 5,0 mm	Espesor ≤ 6 mm > 6 mm, ≤ 13 mm > 13 mm, ≤ 25 mm > 25mm	Altura ≤ 1,5 mm ≤ 3,0 mm ≤ 4,0 mm ≤ 5,0 mm	Espesor ≤ 6 mm > 6 mm, ≤ 13 mm > 13 mm, ≤ 25 mm > 25mm	Altura ≤ 1,5 mm ≤ 3,0 mm ≤ 4,0 mm ≤ 5,0 mm	

Nota: A = Incluye todas las soldaduras ubicadas en ramales y solapas fabricadas / B = Incluye las que son rectas y en espiral típicamente (helicoidales) / C = Incluye aquellas soldaduras socket, tapón, ubicadas en bridas Slip – On, refuerzo de conexiones, ramales y soportería / D = Estas imperfecciones tan solo son evaluadas para soldaduras iguales o menores a 5 mm de espesor nominal de la tubería. Fuente: American Society of Mechanical Engineers (2020).

3.1.2. Interpretación de criterios de aceptación para la inspección de soldadura por líquidos penetrantes según ASME B31.3 Ed. 2020.

Solamente indicaciones que tienen una dimensión mayor a 1,5 mm se consideran relevante.

3.1.2.1. Indicaciones.

- Una indicación lineal posee una longitud tres veces mayor a su ancho
- Una indicación redondeada puede ser de forma elíptica o circular y su longitud es menor o igual a 3 veces su ancho

3.1.2.2. Examinación.

Las superficies a ser examinadas, deberán de estar libres de:

- Indicaciones lineales relevantes
- Indicaciones redondeadas mayores a 5 mm
- 4 o más indicaciones redondeadas relevantes, en una línea separadas por 1,5mm o menos

3.1.3. Paso de apriete en pernos para juntas con bridas atornilladas al 30%, 70% y 100%.

3.1.3.1. Primer paso de apriete.

El “Torque inicial” se ha definido como el 30% del “Torque final”. Por ello se realizó la secuencia de apriete de patrón en cruz y se comprobó que la distancia entre las caras de las bridas esté dentro de la tolerancia. De lo contrario, si no está dentro de la tolerancia, se deberá realizar el apriete con cuidado, hasta que cumpla con este valor. Sin embargo, el torque inicial no deberá exceder el 70% del torque final. Si la tolerancia de distancia entre las caras de las bridas no puede ser alcanzada, sin exceder el 70% del torque final, la junta empernada se debe de rechazar y tomar medidas correctivas o se debe de consultar con el ingeniero de la planta.

3.1.3.2. Segundo paso de apriete.

El “Torque intermedio” se ha definido como el 70% del “Torque final”. Por ello se realizó la secuencia de apriete de patrón en cruz y se comprobó que la distancia entre las caras de las bridas esté dentro de la tolerancia. De lo contrario, si no esta dentro de

la tolerancia, se deberá realizar el apriete con cuidado, hasta que cumpla con este valor. Sin embargo, el torque intermedio no deberá de exceder el 100% del toque final. Si la tolerancia de distancia entre las caras de las bridas no puede ser alcanzada, sin exceder el 100% del torque final, la junta empernada se debe de rechazar y tomar medidas correctivas o se debe de consultar con el ingeniero de la planta.

3.1.3.3. Tercer pase de apriete.

El “Torque Final” se ha definido como el 100% del apriete, según especificaciones técnicas del perno. Por ello se realizó la secuencia de apriete de patrón en cruz y se comprobó que la distancia entre las caras de las bridas esté dentro de la tolerancia. De lo contrario, si no está dentro de la tolerancia, se deberá realizar el apriete con cuidado, hasta que cumpla con este valor. Sin embargo, el torque final no deberá de exceder el 110% del apriete. Si la tolerancia de distancia entre las caras de las bridas no puede ser alcanzada, sin exceder el 110% del apriete, la junta empernada se debe de rechazar y tomar medidas correctivas o se debe de consultar con el ingeniero de la planta.

3.1.4. Reportes de inspección.

Las hojas de registro para la inspección en juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas, son de gran importancia, ya que nos permitirá registrar y documentar información relevante de cada inspección realizada en el proceso de fabricación, con el principal objetivo de garantizar al cliente la seguridad y calidad de cada junta elaborada; para ello se realizó los siguientes registros:

- Registro de inspección visual de soldadura

- Registro de inspección de soldadura por líquidos penetrantes
- Registro de inspección de apriete de pernos

Figura 30

Registro de inspección visual de soldadura

TMT		REGISTRO				CÓDIGO:	120-ENG-TMT-10-22	
		INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA				FECHA:	14/01/2022	
						VERSION:	01	
						PÁGINA:	01 de 15	
CLIENTE:	ENGE ENERGÍA PERÚ S.A.				FECHA:	02/05/22 - 04/05/22		
NOMBRE DE PROYECTO:	MANTENIMIENTO RACK TUBERÍAS COMUNES				ELEMENTO:	TUB. Ø1", Ø2", Ø4", THREDOLET Ø1" Y BRIDAS DE Ø2" Y Ø4"		
ACTIVIDAD:	CAMBIO DE TUERÍAS AGUA POTABLE Y AGUA DE SERVICIO				MATERIAL:	A 53 GR. B A 105		
CRITERIO DE ACEPTACIÓN:	ASME B31.3 ED 2020				INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:	BRIDGE CAM y HI - LO		
ITEM	JUNTA	FECHA DE INSPECCIÓN	SOLDADOR (ESTAMPA)	TIPO DE SOLDADURA	UBICACIÓN DE JUNTA	TIPO DE DEFECTO ENCONTRADO		Aceptado (A)
				RA: Ranura / F: Filete		Defecto	Reparación	
01	J-01_ROOTPASS	02/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
02	J-01_FINALPASS	02/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
03	J-02_ROOTPASS	02/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
04	J-02_FINALPASS	02/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
05	J-03_ROOTPASS	02/05/22	PRP38	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
06	J-03_FINALPASS	02/05/22	PRP38	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
07	J-04_ROOTPASS	03/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
08	J-04_FINALPASS	03/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
09	J-05_ROOTPASS	03/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
10	J-05_FINALPASS	03/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
11	J-06_ROOTPASS	03/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
12	J-06_FINALPASS	03/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
13	J-07_ROOTPASS	03/05/22	PRP38	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
14	J-07_FINALPASS	03/05/22	PRP38	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
15	J-08_ROOTPASS	04/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
16	J-08_FINALPASS	04/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
17	J-09_THREADOLET	04/05/22	MCR40	F	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
18	J-10_THREADOLET	04/05/22	MCR40	F	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
19	J-11_ROOTPASS	04/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
20	J-11_FINALPASS	04/05/22	MCR40	RA	TALLER DE FABRICACION TMT LO	-	-	A
OBSERVACIONES								
<div style="text-align: right;">  Diego Alberto Moreno Quispe <small>ASST-SMT-TC-IA NIVEL II-VI N° DAMQ2190 - VI/22</small> 30-105-22 </div>								
CLASES DE IMPERFECCIONES EN SOLDADURA								
FF: Falta de Fusión	S: Socavación	PO: Porosidad	IE: Inclusión de Escoria					
RS: Refuerzo de soldadura.	LA: Laminación	GR: Grieta	H-LO: Desalineamiento					
RESULTADOS	A: Aceptable		R: Rechazar		Rep. Reparar			
SUPERVISOR QAIQC TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.			SUPERVISOR DE PROYECTO TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.			OPERADOR DE CONTRATO ENGE ENERGIA PERU S.A.		
Nombre y Apellido: DIEGO MORENO Q.			Nombre y Apellido: YOEL SALAMANCA G.			Nombre y Apellido:		
Firma: 			Firma: 			Firma:		
Fecha: 30/05/22			Fecha: 30/05/22			Fecha:		

Figura 31

Registro fotográfico de inspección visual de soldadura

	PROYECTO: "MATENIMIENTO RACK TUBERÍAS COMUNES"				
COD : 120-ENG-TMT-10-22	N° O.T. : -	ÁREA: C.T. ILO21			
HOJA: 15	DE: 15				
REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA					
PLANO :	TMT - 001 - 001	FECHA :	25/05/2022	ELEMENTO :	TUBERÍAS A53 GR.B
					
					
					
		 Diego Alberto Moreno Qulspe ASRT-SNT-TC-1A NIVEL II VT N° DAMQ290 - VT/22 30/05/22			
NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES					
SUPERVISOR QA/QC TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.		SUPERVISOR DE PROYECTO TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.		OPERADOR DE CONTRATO ENGIE ENERGÍA PERÚ S.A.	
Nombre y Apellido: DIEGO MORENO Q.		Nombre y Apellido: YOEL SALAMANCA G.		Nombre y Apellido:	
Firma: 		Firma: 		Firma:	
Fecha: 30/05/22		Fecha: 30/05/22		Fecha:	

Figura 32

Registro de inspección de soldadura por líquidos penetrantes

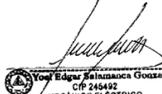
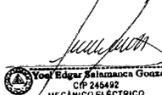
	PROYECTO: "MANTENIMIENTO RACK TUBERÍAS COMUNES"								
COD:121-ENG-TMT-10-22	N.º O.T.: -	ÁREA: TALLER TMT ILO							
HOJA: 24	DE: 32								
REGISTRO DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA POR LÍQUIDOS PENETRANTES									
1. IDENTIFICACIÓN									
CLIENTE:	ENGIE ENERGÍA PERÚ S.A.								
MATERIAL INSPECCIONADO:	TUB. Ø 4 A53 GR. B								
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	C.T. ILO21								
2. INSPECCIÓN									
MARCA:	CANTESCO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN:	ASME B3.3 ED.2020						
TIPO DE REMOVEDOR:	C101-A (TIPO II)	TIEMPO DE PENETRACIÓN:	10 MIN						
TIPO DE PENETRANTE:	P101S-A (TIPO II)	TIEMPO DE REVELADO:	10 MIN						
TIPO DE REVELADOR:	D101-A (TIPO II)	COD. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN:	ASME SECCIÓN V ED.2019						
TIPO:	II - VISIBLE	POSTERIOR LIMPIEZA:	SI						
METODO DE LIMPIEZA:	REMOCIÓN CON SOLVENTE C101-A (TIPO II)	FORMA DE REVELADOR:	REVELADOR HÚMEDO NO ACUOSO						
3. REGISTRO FOTOGRÁFICO									
PENETRANTE	REVELADOR								
									
									
4. DATOS									
ITEM	JUNTA	FECHA	ESTAMPA DEL SOLDADOR	TIPO DE SOLDADURA		SOLDADOR	INDICACIÓN RELEVANTE	ACCIÓN TOMADA	RESULTADO
				RANURA	FILETE				
45	J-24_ROOTPASS	05/05/22	PRP38	X		POOL RODRIGUEZ PIZARRO	NO PRESENTA	NINGUNA	C
46	J-24_FINALPASS	05/05/22	PRP38	X		POOL RODRIGUEZ PIZARRO	NO PRESENTA	NINGUNA	C
5. NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES									
LEYENDA: C=CONFORME / NC = NO CONFORME									
SUPERVISOR QA/QC TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.	SUPERVISOR DE PROYECTO TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.	OPERADOR DE CONTRATO ENERGÍA PERÚ S.A.							
Nombre y Apellido: DIEGO MORENO Q. Firma: 	Nombre y Apellido: YOEL SALAMANCA G. Firma: 	Nombre y Apellido: Firma:							
Fecha: 30/05/2022	Fecha: 30/05/2022	Fecha:							

Figura 33

Registro de apriete de pernos

	PROYECTO: "MANTENIMIENTO RACK TUBERÍAS COMUNES"																																																								
COD.: 130-ENG-TMT-10-22	N° O.T.: -	ÁREA: C.T.21																																																							
HOJA: 01	DE: 01																																																								
PROTOCOLO DE APRIETE DE PERNOS																																																									
Actividad:	CAMBIO DE TUBERÍAS AGUA POTABLE Y AGUA DE SERVICIO																																																								
Cliente:	ENGIE ENERGÍA PERÚ S.A.	Certificado de calibración: E2613-4393B-2021-7																																																							
Equipo:	HERRAMIENTA DINAMOMÉTRICA DE DISPARO	Plano de referencia: TMT - 001 - 001																																																							
Fecha:	24/05/22 - 25/05/22																																																								
COMENTARIO DE LA ACTIVIDAD DE PRUEBA																																																									
1. SE LIMPIÓ LAS CARAS DE LAS BRIDAS DE TODO AGENTE CONTAMINANTE.																																																									
2. SE REALIZÓ LA SECUENCIA DE APRIETE SEGÚN CODIGO ASME PCC-1.																																																									
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Se verificó que los pernos instalados se encuentren en buen estado</td> <td style="width: 10%;">SI: <input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 10%;">NO: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Se verificó que la herramienta dinamoétrica de disparo cuente con certificado de calibración</td> <td>SI: <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>NO: <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Se verificó que los pernos instalados se encuentren en buen estado	SI: <input checked="" type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>	Se verificó que la herramienta dinamoétrica de disparo cuente con certificado de calibración	SI: <input checked="" type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>																																																	
Se verificó que los pernos instalados se encuentren en buen estado	SI: <input checked="" type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>																																																							
Se verificó que la herramienta dinamoétrica de disparo cuente con certificado de calibración	SI: <input checked="" type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>																																																							
COMPONENTES TRABAJADOS																																																									
ELEMENTOS A UNIR	TORQUE (Lb-pie)	Ø DEL ESPÁRRAGO	PERNOS (CANT.)																																																						
(BRIDA Ø2" - LADO CERRO) X (BRIDA Ø2" - BRIDA LADO MAR)	180	5/8 X 3 - 1/2"	4																																																						
(BRIDA Ø4" - LADO CERRO) X (BRIDA Ø4" - BRIDA LADO MAR)	180	5/8 X 3 - 1/2"	8																																																						
REGISTRO FOTOGRÁFICO																																																									
																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">GRADO S.A.E.</th> <th style="width: 15%;">5</th> <th style="width: 15%;">6</th> <th style="width: 15%;">8</th> <th style="width: 15%;">10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/4"</td> <td style="text-align: center;">7 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">10 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">10.5 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">11 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>5/16"</td> <td style="text-align: center;">14 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">19 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">22 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">24 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td style="text-align: center;">25 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">34 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">37 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">40 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>7/16"</td> <td style="text-align: center;">40 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">55 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">60 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">65 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td style="text-align: center;">60 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">85 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">92 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">97 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>9/16"</td> <td style="text-align: center;">88 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">120 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">132 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">141 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>5/8"</td> <td style="text-align: center;">120 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">167 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">180 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">192 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td style="text-align: center;">220 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">280 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">286 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">316 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>7/8"</td> <td style="text-align: center;">302 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">440 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">473 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">503 lb.-pie</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td style="text-align: center;">466 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">660 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">714 lb.-pie</td> <td style="text-align: center;">771 lb.-pie</td> </tr> </tbody> </table>			GRADO S.A.E.	5	6	8	10	1/4"	7 lb.-pie	10 lb.-pie	10.5 lb.-pie	11 lb.-pie	5/16"	14 lb.-pie	19 lb.-pie	22 lb.-pie	24 lb.-pie	3/8"	25 lb.-pie	34 lb.-pie	37 lb.-pie	40 lb.-pie	7/16"	40 lb.-pie	55 lb.-pie	60 lb.-pie	65 lb.-pie	1/2"	60 lb.-pie	85 lb.-pie	92 lb.-pie	97 lb.-pie	9/16"	88 lb.-pie	120 lb.-pie	132 lb.-pie	141 lb.-pie	5/8"	120 lb.-pie	167 lb.-pie	180 lb.-pie	192 lb.-pie	3/4"	220 lb.-pie	280 lb.-pie	286 lb.-pie	316 lb.-pie	7/8"	302 lb.-pie	440 lb.-pie	473 lb.-pie	503 lb.-pie	1"	466 lb.-pie	660 lb.-pie	714 lb.-pie	771 lb.-pie
GRADO S.A.E.	5	6	8	10																																																					
1/4"	7 lb.-pie	10 lb.-pie	10.5 lb.-pie	11 lb.-pie																																																					
5/16"	14 lb.-pie	19 lb.-pie	22 lb.-pie	24 lb.-pie																																																					
3/8"	25 lb.-pie	34 lb.-pie	37 lb.-pie	40 lb.-pie																																																					
7/16"	40 lb.-pie	55 lb.-pie	60 lb.-pie	65 lb.-pie																																																					
1/2"	60 lb.-pie	85 lb.-pie	92 lb.-pie	97 lb.-pie																																																					
9/16"	88 lb.-pie	120 lb.-pie	132 lb.-pie	141 lb.-pie																																																					
5/8"	120 lb.-pie	167 lb.-pie	180 lb.-pie	192 lb.-pie																																																					
3/4"	220 lb.-pie	280 lb.-pie	286 lb.-pie	316 lb.-pie																																																					
7/8"	302 lb.-pie	440 lb.-pie	473 lb.-pie	503 lb.-pie																																																					
1"	466 lb.-pie	660 lb.-pie	714 lb.-pie	771 lb.-pie																																																					
SUPERVISOR QA/QC TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.	SUPERVISOR DE PROYECTO TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO S.R.L.	OPERADOR DE CONTRATO ENERGÍA PERÚ S.A.																																																							
Nombre y Apellido: DIEGO MORENO Q. Firma: 	Nombre y Apellido: YOEL SALAMANCA G. Firma: 	Nombre y Apellido: Firma:																																																							
Fecha: 30/05/22	Fecha: 30/05/22	Fecha:																																																							

3.2. Desarrollo de experiencias

En el trabajo de suficiencia profesional, desarrollé la implementación de un sistema de aseguramiento y control de calidad para el cambio de tuberías en Engie Energía Perú – Central Ilo21; la cual se realizó lo siguientes trabajos:

- Identificación de calificaciones nivel II bajo la práctica recomendada SNT – TC - 1A Ed. 2020, para la aplicación de ensayos no destructivos de inspección visual e inspección por líquidos penetrantes
- Selección y lectura de WPS, WPQR
- Selección de equipos para el control de calidad en juntas soldadas y juntas con bridas atornilladas.
- Lectura de planos
- Realización y aplicación de procedimientos para inspección visual de soldadura, inspección de soldadura por líquidos penetrantes y apriete de penos en juntas con bridas atornilladas
- Llenado de registro de control de calidad en juntas soldadas y en juntas con bridas atornilladas

CONCLUSIONES

- Primera.** En la aplicación del proceso de soldadura GTAW es crucial aplicar un gas de protección, por ello se utilizó el Argón, ya que es un gas más pesado que el Helio y el Aire, la cual permite una mejor protección del charco de soldadura, el electrodo consumible y el metal de aporte.
- Segunda.** El tipo de corriente CD y la polaridad de conexión directa, es un factor importante ya que permitirá una mayor penetración para las juntas soldadas.
- Tercera.** La secuencia de apriete es importante, ya que nos garantiza que la carga de sujeción se distribuya uniformemente en toda la brida. Si los pernos se aprietan de manera desigual, como consecuencia habrá una compresión desigual, lo que provocará daños en el sistema.
- Cuarta.** El apriete de pernos para juntas con bridas, nos garantiza una conexión segura y hermética entre las bridas, no obstante, si los pernos no se encuentran correctamente ajustados generaran fugas de fluidos o gases.

RECOMENDACIONES

- Primera.** Utilizar la mezcla correcta del Argón y el Helio, por lo general se usa el Helio a partir del 50%. Lo más frecuente es la mezcla de 75 % de Helio y 25 % de Argón, con el fin de tener una atmósfera que nos garantice mayor penetración y protección.
- Segunda.** Verificar la temperatura de la superficie a inspeccionar, antes de aplicar los líquidos penetrantes, ya que cada fabricante determina una temperatura de vaporización de sus componentes.
- Tercera.** Mantener los equipos de precisión calibrados, ya que pueden generar mediciones inexactas, lo que puede conllevar aceptación de mediciones erróneas en juntas soldadas o juntas con bridas atornilladas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society For Nondestructive Testing. (2020). *SNT – TC – 1A – 2020: Personnel qualification and certification in nondestructive testing*. ASNT.
- American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME BPVC. V – 2019: Nondestructive examination*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME PCC – 1 – 2019: Guidelines for pressure boundary bolted flange joint assembly*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2020). *ASME B31.3 - 2020: Process piping*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2021). *ASME BPVC. IX – 2021: Qualification standard for welding, brazing, and fusing procedures; welders; brazers; and welding, brazing, and fusing operators*. ASME.
- American Welding Society. (2015). *AWS B1.11M/B1.11:2015: Guide for the visual examination of welds*. AWS.
- American Welding Society. (2020). *AWS A3.0M/A3.0:2020: Standard welding terms and definitions*. AWS.
- Caltech Instruments Pvt Ltd. (22 de junio de 2022). *Medidor de soldadura Hi – Lo: descripción general del medidor*. <https://www.caltechindia.com/es/hi-lo-welding-gauge-usage-guide/>
- Cantesco. (s.f.). *Inspección de tintura penetrante Cantesco – tintura penetrante visible P101S-A – lavable con solvente*. Recuperado el 19 de octubre de 2023 de <https://www.cantesco.com/es/productos/agentes-de-ensayos-no->

destructivos/inspeccion-de-tintura-penetrante-cantesco-tintura-penetrante-visible-p101s-a-lavable-con-solvente/

Cantesco. (s.f.). *Inspección por tintura penetrante Cantesco – limpiador al solvente C101 – estándar*. Recuperado el 19 de octubre de 2023 de <https://www.cantesco.com/es/productos/agentes-de-ensayos-no-destructivos/inspeccion-por-tintura-penetrante-cantesco-limpiador-al-solvente-c101-estandar/>

Cantesco. (s.f.). *Inspección por tintura penetrante Cantesco – polvillo de revelado D101 – húmedo no acuoso*. Recuperado el 19 de octubre de 2023 de <https://www.cantesco.com/es/productos/agentes-de-ensayos-no-destructivos/inspeccion-por-tintura-penetrante-cantesco-polvillo-de-revelado-d101-humedo-no-acuoso/>

Castro, G. y García, H. (2015). *Influencia de los parámetros del proceso de soldadura GTAW en la aparición de porosidades en juntas de tuberías de acero SA 106 B* [Tesis de pregrado, Universidad de Carabobo]. <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/4960>

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.* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2097>

Lincoln Electric. (2020). *Electrodos de tungsteno de Lincoln Electric*. Autoedición. <https://ch->

delivery.lincolnelectric.com/api/public/content/eac99df17f9d4aebbafefb25011
274ac3?v=fe14bb1e

Luna, R. (2015). *Evaluación del procedimiento de soldadura de la unión disímil entre aceros API 5L X70 PSL1 y ASTM A707 L5 F65* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6164>

Marmol, I. (2018). *Comparación simulada de conexiones apernadas de acero mediante pernos SAE y ASTM* [Tesis de pregrado, Universidad Latina de Costa Rica]. <https://repositorio.ulatina.ac.cr/handle/20.500.12411/895>

Miller. (2018). *Guidelines for gas tungsten arc welding (GTAW)*. Autoedición.

<https://www.millerwelds.com/-/media/miller->

<electric/import/literature/file/guidelines-for-gas-tunsten-arc-welding-gtaw.pdf>

Oxiweld SAC. (s.f.). *LHN 280i Plus*. Recuperado el 19 de octubre de 2023 de

<https://www.oxiweldsac.com/productos/esab-lhn-280i-plus/>

Poma, J. (2020). *Diseño de un tanque pulmón para el proyecto de desarrollo del campo Sagari - Lote 57, Sagari Ax – Repsol, 2016* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur].

<https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/781>

Rivera, J. (2019). *Desarrollo de un procedimiento para reducir los defectos en las juntas soldadas en los sistemas de tuberías instaladas en nodo energético sur* [Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui].

<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/763>

Romero, E. (2019). *Mejoramiento del proceso de soldadura para reducir deformaciones en las juntas soldadas de estructuras metálicas – Empresa Sayán Maquinarias S.A.C. – Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8593?show=full>

SOLDEXA. (s.f.). *Tigfil 103*. https://esab.com/pe/sam_es/products-solutions/product/filler-metals/mild-steel/mig-wires-tig-rods-gmaw-gtaw/tigfil-103/