

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



“ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD EN LA  
FABRICACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO E  
INSPECCIÓN, CHUTES Y COMPUERTAS DEL BOLSILLO DE  
CARGA Y DESCARGA (SPILL AND LOADING POCKET) DEL  
NUEVO PIQUE DE LA MINA SUBTERRÁNEA YAURICOCHA,  
2021”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

AUTOR:

RENATO SAÚL MORÁN DÍAZ

ASESOR: ING.PEDRO BALTAZAR DE LA CRUZ CASTILLO

Callao, 2023

PERÚ

# 03.-ITSP 2023\_Renato S. Morán Díaz

**5%**  
Textos  
sospechosos



**4% Similitudes**  
< 1% similitudes entre comillas  
< 1% entre las fuentes mencionadas  
**2% Idiomas no reconocidos**

Nombre del documento: 03.-ITSP 2023\_Renato S. Morán Díaz.pdf  
ID del documento: bd12c318dc9be6e349fabdd5c5b2234081cd37f9  
Tamaño del documento original: 12,1 MB

Depositante: FIME PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION  
Fecha de depósito: 13/2/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 13/2/2024

Número de palabras: 19.376  
Número de caracteres: 141.302

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17276/1/UPS-CT008229.pdf">dspace.ups.edu.ec</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (172 palabras)
2	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/20.500.12952/5980/1/TSP_PREGRADO_GONZALES_FIME_2...">repositorio.unac.edu.pe</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (140 palabras)
3	<a href="https://pubs.aws.org/download_pdfs/d1.1-2015-spa-pv.pdf">pubs.aws.org</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (45 palabras)
4	<a href="https://sgc.unach.edu.ec/terminos-y-definiciones/#:~:text=Se%20alcanzan%20resultados%20coherentes%20y%20pr...">sgc.unach.edu.ec   TÉRMINOS Y DEFINICIONES - Sistema de Gestión de la Calidad ...</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)
5	<a href="https://iso9001calidad.com/definicion-de-terminos-586.html">iso9001calidad.com   Definición de términos del SGCISO 9001 calidad. Sistemas d...</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12952/5980">hdl.handle.net   Control y aseguramiento de la calidad en la fabricación y montaje...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	<a href="https://www.academia.edu/14630628/tecnologia_de_inspeccion_de_soldadura_inspeccion_de_solda...">www.academia.edu   (PDF) Tecnología de Inspección de Soldadura Inspección de ...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
3	<b>Documento de otro usuario</b> #27#87 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
4	<b>Documento de otro usuario</b> #a6d2;d El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
5	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/11537/10516/5/Barazorda_Villegas,_Claudio.pdf">repositorio.upn.edu.pe</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)

### Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	<a href="https://aprendizindustrial.online/6">https://aprendizindustrial.online/6</a>
2	<a href="https://www.arqhys.com/contenidos/clasificacion">https://www.arqhys.com/contenidos/clasificacion</a>
3	<a href="https://www.bendmetal.cl/chutes/">https://www.bendmetal.cl/chutes/</a>
4	<a href="https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/pintura">https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/pintura</a>
5	<a href="https://www.piquesminerosbm.com/">https://www.piquesminerosbm.com/</a>

**ACTA N° 006-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

**LIBRO 001, FOLIO N° 312, ACTA N° 006-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

A los 29 días del mes diciembre del año 2023, siendo las 15:00 horas, se reunieron, en el Auditorio Ausberto Rojas Saldaña de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía el **JURADO EVALUADOR DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, designado por Resolución N° 304-2023-CF-FIME del 13.11.2023, para la obtención del título profesional de **Ingeniero Mecánico**, conformado por los siguientes docentes:

- **Presidente:** Mg. Juan Adolfo Bravo Félix
- **Secretario:** Mg. Martín Toribio Sihuay Fernández
- **Vocal:** Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
- **Asesor:** Mg. Pedro Baltazar de la Cruz Castillo

Se dio inicio a la **sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional** del bachiller **MORÁN DÍAZ, RENATO SAÚL**, quien ha cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, expone el Informe Final del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **“ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN, CHUTES Y COMPUERTAS DEL BOLSILLO DE CARGA Y DESCARGA (SPILL AND LOADING POCKET) DEL NUEVO PIQUE DE LA MINA SUBTERRÁNEA YAURICOCHA, 2021”**, cumpliendo con el acto público, de manera presencial.

Con el quórum reglamentario de ley y de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la sustentación y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Por Unanimidad, dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa de Buena y calificación cuantitativa (15) quinta la presente sustentación, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por cerrada la Sesión siendo las 15:50 horas del 29 del mes de Diciembre y año en curso.

Mg. Juan Adolfo Bravo Félix  
Presidente

Mg. Martín Toribio Sihuay Fernández  
Secretario

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez  
Vocal

Mg. Pedro Baltazar de la Cruz Castillo  
Asesor



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**Jurado Evaluador de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional**

**INFORME N° 001-2024-JABF**

Visto, el informe final de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “**ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN, CHUTES Y COMPUERTAS DEL BOLSILLO DE CARGA y DESCARGA (SPILL AND LOADING POCKET) DEL NUEVO PIQUE DE LA MINA SUBTERRÁNEA YAURICOCHA 2021**”, presentado por el bachiller en Ingeniería Mecánica **RENATO SAÚL MORÁN DÍAZ**.

**A QUIEN CORRESPONDA:**

**El Presidente del Jurado Evaluador de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional**, cumple con informar que la sustentación se realizó el día 29 de diciembre de 2023 a las 15.00 horas, habiéndose encontrado observaciones, las cuales han sido levantadas correctamente por el bachiller en Ingeniería Mecánica, Renato Saúl Morán Díaz; motivo por el cual se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 25 de marzo de 2024



---

**Mg. Juan Adolfo Bravo Félix**  
**Presidente del Jurado Evaluador de**





## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme apoyado durante mi etapa universitaria y motivado para seguir creciendo académicamente.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis profesores en general por haberme transmitido sus enseñanzas y a mi asesor ya que sin sus sugerencias no hubiese sido posible la culminación satisfactoria del presente informe.



## ÍNDICE

<b>I. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>14</b>
1.1.1 Objetivo General.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>1.2 Organización de la empresa o institución .....</b>	<b>15</b>
1.2.1 Breve reseña histórica .....	15
1.2.2 Filosofía empresarial .....	15
1.2.3 Estructura organizacional .....	16
1.2.4 Cargo, funciones y responsabilidades en la empresa .....	17
1.2.5 Actividades desarrolladas por la empresa.....	18
<b>II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Marco Teórico .....</b>	<b>20</b>
2.1.1 Antecedentes .....	20
2.1.2 Bases Teóricas.....	22
2.1.3 Términos y definiciones .....	45
2.1.4 Aspecto Normativo .....	46
2.1.5 Simbología Técnica .....	47
<b>2.2 Descripción de las actividades desarrolladas .....</b>	<b>48</b>
2.2.1 Etapas de las actividades .....	51
2.2.2 Diagrama de flujo.....	53
2.2.3 Cronograma de actividades .....	54
<b>III. APORTES REALIZADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1 Planificación y ejecución .....</b>	<b>55</b>
3.1.1 Planificación .....	56
3.1.2 Ejecución.....	84
<b>3.2 Evaluación Técnico – Económica .....</b>	<b>120</b>
3.2.1 Curva S .....	120
3.2.2 Presupuesto general.....	120

3.3 Análisis de resultados.....	122
<b>IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>125</b>
4.1 Discusiones .....	125
4.2 Conclusiones .....	126
4.2.1 Conclusión general .....	126
4.2.2 Conclusiones específicas .....	126
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>127</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>134</b>

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

<b>CJP</b>	Junta de Penetración Completa (Complete Joint Penetration)
<b>END</b>	Ensayos No Destructivos
<b>FCAW</b>	Soldadura por Arco con Núcleo Fundente (Flux Cored Arc Welding)
<b>FCAW-G</b>	Soldadura por Arco con Núcleo Fundente Protegido con Gas (Gas-Shielded Flux Cored Arc Welding)
<b>FCAW-S</b>	Soldadura por Arco con Núcleo Fundente Autoprotegido (Self-Shielded Flux Cored Arc Welding)
<b>GMAW</b>	Soldadura por Arco de Metal y Gas (Gas Metal Arc Welding)
<b>MAG</b>	Gas Activo Metálico (Metal Active Gas)
<b>MIG</b>	Gas Inerte Metálico (Metal Inert Gas)
<b>LP</b>	Líquidos Penetrantes
<b>PAC</b>	Plan de Aseguramiento de la Calidad
<b>PACC</b>	Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad
<b>PBI</b>	Producto Bruto Interno
<b>PCC</b>	Plan de Control de Calidad
<b>PJP</b>	Junta de Penetración Parcial (Partial Joint Penetration)
<b>PPI</b>	Plan de Puntos de Inspección y Ensayos
<b>PQR</b>	Registro de Calificación del Procedimiento (Procedure Qualification Record)
<b>PT</b>	Prueba de Líquidos Penetrantes (Penetrant Testing)
<b>SAW</b>	Soldadura por Arco Sumergido (Submerged Arc Welding)
<b>SGC</b>	Sistema de Gestión de la Calidad
<b>UT</b>	Prueba de Ultrasonido (Ultrasonic Testing)



<b>VT</b>	Prueba Visual (Visual Testing)
<b>WPQR</b>	Registros de Calificación del Rendimiento del Soldador (Welder Performance Qualification Record)
<b>WPS</b>	Especificación del Procedimiento de Soldadura (Welding Procedure Specification)

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Organigrama empresarial y del proyecto de la empresa EMER S.A.C .....	16
Figura 2.1 Estructura de la documentación del sistema de gestión de la calidad .....	23
Figura 2.2 Sección transversal del pique central de Casapalca.....	25
Figura 2.3 Elementos del sistema de izaje de un pique.....	26
Figura 2.4 Partes de un spill and loading pocket.....	27
Figura 2.5 Compuerta accionada hidráulicamente.....	29
Figura 2.6 Tipos de uniones soldadas.....	31
Figura 2.7 Partes de una junta a tope con bisel.....	32
Figura 2.8 Tipos de chaflán.....	33
Figura 2.9 Soldadura de ranura.....	33
Figura 2.10 Soldadura de filete.....	34
Figura 2.11 Posiciones de soldadura.....	34
Figura 2.12 Esquema del proceso de soldadura GMAW.....	35
Figura 2.13 Modos de transferencia en el proceso GMAW.....	36
Figura 2.14 Esquema del proceso de soldadura FCAW-S.....	37
Figura 2.15 Esquema del proceso de soldadura FCAW-G.....	37
Figura 2.16 Esquema del proceso de soldadura SAW.....	38
Figura 2.17 Procedimiento general para la realización de un END.....	40
Figura 2.18 Discontinuidades de soldadura en juntas a tope.....	41
Figura 2.19 Principales pasos del ensayo de LP.....	42
Figura 2.20 Ensayo de doblado de cara.....	43
Figura 2.21 Perfiles de anclaje.....	45
Figura 2.22 Situación normalizada de los elementos de un símbolo de soldeo	47

Figura 2.23 Niveles del spill and loading pocket.....	49
Figura 2.24 Mapa de ubicación del lugar de ejecución del proyecto.....	50
Figura 2.25 Diagrama de flujo .....	53
.....	53
Figura 2.26 Cronograma de actividades .....	54
Figura 3.1 Política de calidad .....	57
Figura 3.2 Objetivos de calidad .....	57
Figura 3.3 Portada del plan de aseguramiento y control de la calidad.....	59
Figura 3.4 Plan de puntos de inspección y ensayos .....	60
Figura 3.5 Simbología correspondiente a la junta más común .....	63
Figura 3.6 Detalles de la junta soldada en ranura con PJP precalificada.....	64
Figura 3.7 Pasos para elaborar una WPS precalificada.....	67
Figura 3.8 WPS precalificada EMER-WPS-028.....	68
Figura 3.9 Ensayo de solidez de la soldadura en filete para la calificación de la WPS .....	70
Figura 3.10 Criterios de aceptación para la inspección visual de soldaduras en filete.....	71
Figura 3.11 Criterios de aceptación para el ensayo de macroataque .....	72
Figura 3.12 PQR EMER-PQR-001 .....	74
Figura 3.13 WPS calificada EMER-WPS-001 .....	76
Figura 3.14 Placa de ensayo para espesor ilimitado .....	79
Figura 3.15 Criterios de aceptación para el ensayo de doblez .....	80
Figura 3.16 Criterios de aceptación para la inspección visual de soldaduras en ranura .....	81
Figura 3.17 WPS precalificada utilizada para calificar soldadores en el proceso GMAW .....	82



Figura 3.18 WPQR EMER-WPQPRE-020 .....	83
Figura 3.19 Registro de calibración de los equipos de seguimiento y medición .....	84
Figura 3.20 Verificación de la composición química de la colada de la PL A36 25X2400X1200mm .....	87
Figura 3.21 Registro de recepción de materiales de fabricación y consumibles .....	88
Figura 3.22 Piezas cortadas con láser de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 4 .....	90
Figura 3.23 Tolerancias de fabricación .....	93
Figura 3.24 Registro de control dimensional del subensamble N11-SE-32 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 11 .....	94
Figura 3.25 Registro de inspección visual de soldaduras de los subensambles de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 11 .....	99
Figura 3.26 Certificación obtenida de acuerdo con la práctica recomendada SNT- TC-1A para aplicar la prueba visual .....	100
Figura 3.27 Registro de líquidos penetrantes del subensamble N2-SE-23 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 2 .....	102
Figura 3.28 Registro de líquidos penetrantes del subensamble 023.SE.02 del chute 23 .....	104
Figura 3.29 Certificación obtenida de acuerdo con la práctica recomendada SNT- TC-1A para aplicar la prueba de líquidos penetrantes .....	106
Figura 3.30 Registro de control dimensional del preensamble de la plataforma del nivel 6.....	108
Figura 3.31 Registro de inspección de preparación superficial y de recubrimiento del subensamble EG.02.SD.25_A del chute 25 .....	113
Figura 3.32 Diagrama del proceso de fabricación del spill and loading pocket .....	116

Figura 3.33 Acta de liberación final del spill and loading pocket.....	117
Figura 3.34 Portada del dossier de calidad de fabricación del spill and loading pocket.....	119
Figura 3.35 Curva S del avance programado vs avance real .....	120

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.1 Pique de sección circular .....	25
Imagen 2.2 Plataforma de mantenimiento e inspección .....	28
Imagen 2.3 Chute para operación minera.....	30
Imagen 2.4 Liners de chutes .....	30
Imagen 2.5 Proceso de soldadura .....	31
Imagen 2.6 Ensayo de macroataque .....	44
Imagen 2.7 Plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 9 del spill and loading pocket.....	48
Imagen 3.1 Probetas dobladas lateralmente.....	78
Imagen 3.2 Recepción de los materiales de fabricación.....	86
Imagen 3.3 Corte láser de placas para conexión a la roca.....	90
Imagen 3.4 Sierra de cinta .....	91
Imagen 3.5 Verificación de la planicidad de una pieza del subensamble EG.02.SD.25.A_B del chute 25 .....	92
Imagen 3.6 Medición de la longitud de una cota principal del subensamble EG.01.SD.25.B del chute 25.....	93
Imagen 3.7 Máquina de soldar para el proceso SAW .....	96
Imagen 3.8 Preensamblado del chute 22.....	107
Imagen 3.9 Prueba de sales solubles .....	112



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Actividades desarrolladas por la empresa EMER S.A.C.....	18
Tabla 2.1 Detalle de la ubicación del lugar de ejecución del proyecto .....	50
Tabla 2.2 Detalle de ubicación del lugar de fabricación del spill and loading pocket.....	51
Tabla 3.1 Códigos y prácticas aplicables a los procedimientos de inspección	58
Tabla 3.2 Códigos asignados a los procedimientos de inspección en la lista maestra.....	58
Tabla 3.3 Códigos asignados a los formatos en la lista maestra .....	58
Tabla 3.4 Valores utilizados en la elaboración de la WPS precalificada EMER-WPS-028 .....	62
Tabla 3.5 Metales base aprobados para WPS precalificadas .....	64
Tabla 3.6 Metales de aporte para resistencias coincidentes, metales de Grupo II – GMAW .....	65
Tabla 3.7 Temperatura precalificada mínima de precalentamiento y entre pasadas .....	65
Tabla 3.8 Corrientes y voltajes recomendados para el proceso GMAW .....	66
Tabla 3.9 Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado-Calificación de la WPS; soldaduras en filete.....	71
Tabla 3.10 Calificación de la WPS-Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa, conducto y tubo rectangular .....	73
Tabla 3.11 Calificación del metal base .....	73
Tabla 3.12 Calificación de soldador y operario de soldadura – Cantidad y tipo de probetas y rango de espesor y diámetro calificados .....	79
Tabla 3.13 Calificación de soldador y operario de soldadura - Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa.....	80
Tabla 3.14 Especificaciones de los materiales de fabricación .....	86

Tabla 3.15 Piezas habilitadas con corte láser por componente del spill and loading pocket.....	89
Tabla 3.16 Proceso de soldadura utilizado por componente del spill and loading pocket.....	96
Tabla 3.17 Tamaños mínimos de la soldadura de filete .....	98
Tabla 3.18 Tolerancia para la convexidad de soldaduras de filete.....	98
Tabla 3.19 Tolerancia para el refuerzo de soldadura en juntas a tope .....	98
Tabla 3.20 Sistema de pintura utilizado en las plataformas y compuertas.....	112
Tabla 3.21 Sistema de pintura utilizado en los chutes .....	112
Tabla 3.22 Presupuesto general de la fabricación de spill and loading pocket . . . . .	121
Tabla 3.23 Cantidad de procedimientos, formatos y planes revisados .....	123
Tabla 3.24 Cantidad de WPS y WPQR elaborados .....	123
Tabla 3.25 Longitudes de soldaduras inspeccionadas visualmente por componente del spill and loading pocket .....	124
Tabla 3.26 Longitudes de soldaduras inspeccionadas por LP por componente del spill and loading pocket .....	124

## **I. ASPECTOS GENERALES**

La minería es importante a nivel mundial porque genera riqueza donde se implanta. Se puede decir también que es fundamental en la vida de los seres humanos ya que gran parte de lo que nos rodea hoy en día procede de ella.

La minería, según su procedimiento de extracción, se clasifica en minería a cielo abierto y en minería subterránea. La minería subterránea es aquella que se desarrolla debajo de la superficie del terreno. Esto implica que para poder llegar al mineral se tienen que hacer túneles, pozos, etc. El acarreo de mineral es uno de los principales problemas que presenta este tipo de minería.

En el 2018, la minería en el Perú mantuvo su importancia en la generación de divisas y en la generación de empleo. Muestra de ello es que el sector en cuestión representó el 9.4% del PBI nacional gracias al incremento de la producción anual de hierro, estaño y zinc (MINEM, 2019).

Bajo ese contexto, en el año 2019, la empresa EMER S.A.C ganó una licitación que contempló la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del bolsillo de carga y descarga (spill and loading pocket) del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha. La función del spill and loading pocket es la de cargar el mineral y/o desmonte extraído de los socavones de los diferentes niveles para luego descargarlo a los skips. Esta fabricación surgió como alternativa para facilitar el problema del acarreo del mineral y fue parte del proyecto del Pique Yauricocha.

Al tratarse de una fabricación minera de envergadura, la empresa EMER S.A.C se comprometió a cumplir a con los requisitos de calidad exigidos por el cliente. Bajo ese contexto surge la siguiente interrogante: ¿Cómo asegurar y controlar la calidad en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del spill and loading pocket del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha? Si no se le hubiese podido dar solución al problema planteado, la empresa EMER S.A.C hubiese sufrido cuantiosas pérdidas económicas al no poder cumplir con el nivel de calidad requerido. Asimismo, se hubiese incrementado la probabilidad de falla de la fabricación.

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional se titula “Aseguramiento y control de la calidad en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del bolsillo de carga y descarga (spill and loading pocket) del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021” y tiene como objetivo principal asegurar y controlar la calidad en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del bolsillo de carga y descarga (spill and loading pocket) del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021.

En el informe, se vio por conveniente dividir las actividades desarrolladas en cinco etapas. En la primera etapa se revisó el alcance del trabajo, en la segunda etapa se revisó la documentación del sistema de gestión de la calidad, en la tercera etapa se elaboraron las especificaciones de los procedimientos de soldadura y los registros de calificación del rendimiento del soldador, en la cuarta etapa se ejecutaron las actividades de inspección y control de calidad, y en la quinta y última etapa se desarrolló lo concerniente con el cierre del proyecto.

Finalmente se puede decir que se benefició directamente al sector de la minería subterránea.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Asegurar y controlar la calidad en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del bolsillo de carga y descarga (spill and loading pocket) del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021 para cumplir con el plazo de entrega y presupuesto establecidos.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Revisar el alcance del trabajo en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del spill and loading pocket del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021.
- Revisar la documentación del sistema de gestión de la calidad en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del spill and loading pocket del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021.
- Elaborar las especificaciones de los procedimientos de soldadura y los registros de calificación del rendimiento del soldador en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del spill and loading pocket del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021.
- Ejecutar las actividades de inspección y control de calidad en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del spill and loading pocket del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021.
- Realizar el levantamiento de no conformidades, así como la entrega del dossier de calidad con los respectivos planos As Built y acta de entrega final en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del spill and loading pocket del nuevo pique de la mina subterránea Yauricocha, 2021.

## **1.2 Organización de la empresa o institución**

### **1.2.1 Breve reseña histórica**

EMER S.A.C es una empresa de capitales peruanos de la industria metalmeccánica fundada por los hermanos Emilio Yoshimoto y Ernesto Yoshimoto.

Inició sus operaciones en 1972 contando actualmente con más de 50 años de presencia en el mercado nacional.

Su principal actividad es transformar el acero atendiendo a la cadena de suministro para proyectos de construcción metalmeccánica industrial en los sectores minero, alimentario, pesca, entre otros.

### **1.2.2 Filosofía empresarial**

- **Misión**

Asegurar las necesidades de nuestros clientes, a través de productos y servicios confiables superando expectativas, entregas oportunas y con buena calidad.

- **Visión**

Convertirnos en una empresa líder en el mercado nacional con procesos efectivos de servicios metalmeccánicos brindando calidad, excelente servicio e innovación permanente.

- **Propósito**

Reclutar, formar y brindar a la industria metalmeccánica profesionales responsables, altamente productivos.

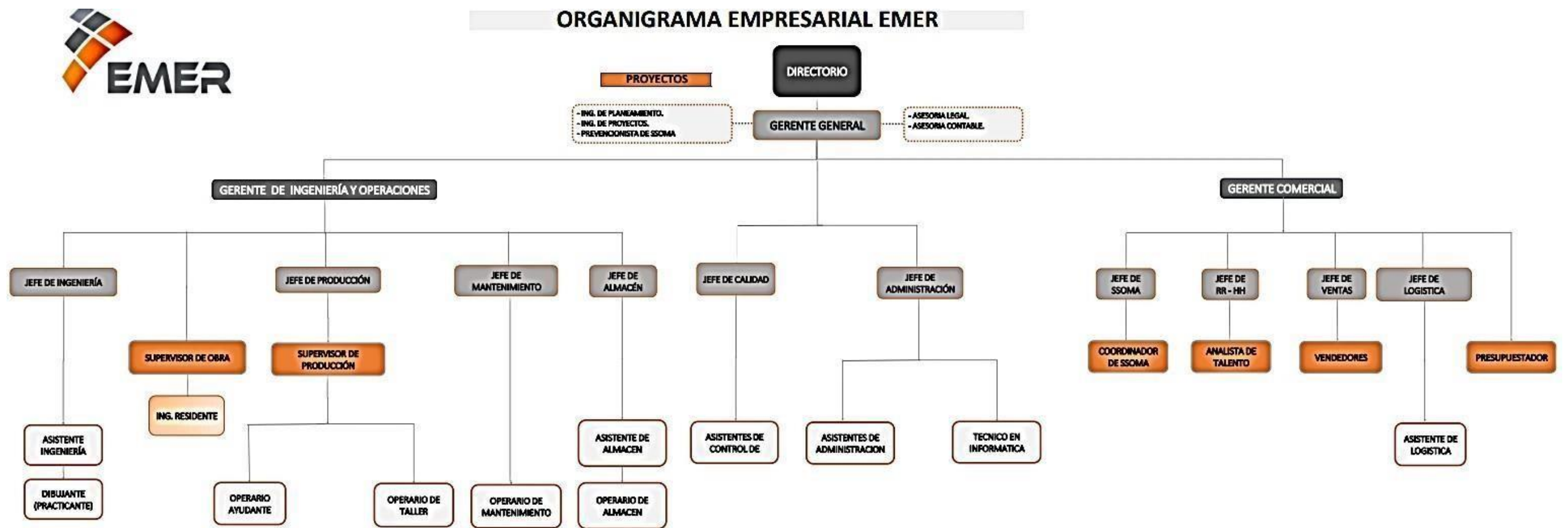
- **Valores**

Cumplimiento, responsabilidad, mejora continua.

### 1.2.3 Estructura organizacional

#### A. Organigrama de la empresa y del proyecto

Figura 1.1 Organigrama empresarial y del proyecto de la empresa EMER S.A.C



Fuente: Empresa EMER S.A.C

#### **1.2.4 Cargo, funciones y responsabilidades en la empresa**

Se destaca que el autor del presente informe ocupó el cargo de Asistente de Control de Calidad durante la fabricación del spill and loading pocket.

##### **a. Asistente de Control de Calidad**

Funciones principales:

- Velar por el control de calidad de los productos.
- Velar por la correcta resolución de las observaciones por no conformidad.
- Velar e indicar al personal del área de producción y planta para que realicen su trabajo con la calidad requerida.

Funciones específicas realizadas por el autor durante la fabricación del spill and loading pocket:

- Apoyar en la revisión del PACC y del PPI.
- Realizar inspecciones dimensionales y emitir resultados de acuerdo con el AISC 303.
- Reportar no conformidades y hacerles seguimiento hasta su levantamiento por parte del área de producción.
- Elaborar procedimientos de soldadura precalificados y calificados de acuerdo con el AWS D.1.1.
- Calificar soldadores de acuerdo con el AWS D.1.1.
- Realizar ensayos de tintes penetrantes y de inspección visual en las soldaduras y emitir resultados de acuerdo con los criterios de aceptación del AWS D.1.1.
- Inspeccionar el proceso de pintura incluyendo la preparación superficial.
- Elaborar el dossier de calidad de fabricación.

##### **b. Jefe de Calidad**

Funciones principales:

- Velar por el control de calidad de los productos.
- Velar por la correcta resolución de las observaciones por no conformidad.



- Capacitar al personal del área de producción y planta para que realicen su trabajo con la calidad mínima esperada.

### 1.2.5 Actividades desarrolladas por la empresa

Tabla 1.1 Actividades desarrolladas por la empresa EMER S.A.C

CLIENTE	PROYECTO	DESCRIPCIÓN
FUJITA CORPORATION	Estructura Muro Cortina – Embajada de Japón	Abarcó la ingeniería de detalle, el suministro de materiales, la construcción y el montaje. La construcción incluyó ensayos no destructivos (VT, PT, UT) en las uniones soldadas, así como la calificación de los procedimientos de soldadura y de los soldadores según el AWS D1.1. El montaje incluyó el torqueo de las conexiones empernadas según el ASTM A325.
PAVCO	Tanque de aire comprimido de alto flujo	Abarcó el suministro de materiales y la construcción. La construcción incluyó ensayos no destructivos (VT, PT) en las uniones soldadas, así como la calificación de los procedimientos de soldadura y de los soldadores según el ASME IX. También se incluyó la prueba hidrostática siguiendo los lineamientos del ASME Sección VIII Div. 1., UG-99.

Tabla 1.1 Actividades desarrolladas por la empresa EMER S.A.C (continuación)

<b>CLIENTE</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
METSA	Silos concentradores de harina	Abarcó la ingeniería de detalle, el suministro de materiales, así como la fabricación y el montaje. La construcción incluyó ensayos no destructivos (VT) en las uniones soldadas, así como la calificación de los procedimientos de soldadura y de los soldadores según el AWS D 1.6.
PESTALOZZI	Reparación de estructuras soldadas – Nido Pestalozzi	Abarcó la reparación de las uniones soldadas siguiendo los lineamientos del AWS D 1.1. Se incluyeron ensayos no destructivos (VT, PT).
CONSORCIO RIO MANTARO	Estructura sostenimiento trasvase Cerro del Águila.	Abarcó el suministro de materiales y la construcción. La construcción incluyó ensayos no destructivos (VT, PT) en las uniones soldadas, la calificación de los procedimientos de soldadura y de los soldadores según el AWS D1.1 y el preensamble.
TANQUE ESPESADOR	FLSMIDTH	Abarcó el suministro de materiales, la construcción y el montaje. La calificación de los procedimientos de soldadura y de los soldadores se realizó según el AWS D1.1. También se consideró ensayos no destructivos (VT, PT).

## II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

### 2.1 Marco Teórico

#### 2.1.1 Antecedentes

##### ➤ Antecedentes Nacionales

- **Hernández (2018)**, en su informe de trabajo de suficiencia profesional: **“INSPECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA COBERTURA METÁLICA DEL ESTADIO NACIONAL”** para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Callao, Perú, mencionó el siguiente objetivo general: “Realizar la inspección de control de calidad en la fabricación del sistema estructural de la cobertura metálica del estadio nacional mediante la correcta aplicación de las normas y especificaciones aplicables al proyecto para garantizar una estructura metálica confiable”. Se concluyó que la correcta inspección en los diversos procesos de fabricación empleando los estándares correspondientes garantizaron una estructura que cumple las expectativas con la que fue diseñada. Del presente trabajo se rescata la importancia de inspeccionar en los diferentes procesos de fabricación haciendo uso de normas y especificaciones aplicables.
- **Gonzales (2019)**, en su informe de trabajo de suficiencia profesional: **“CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS TIPO TUBULARES DE 1.6 TON. URBANIZACIÓN NUEVA FUERABAMBA – CHALHUAHUACHO – APURÍMAC”** para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Callao, Perú, mencionó el siguiente objetivo general: “Asegurar que los procedimientos empleados en el control de la calidad de la fabricación y montaje de las estructuras metálicas tipo tubulares de 1.6 ton. garanticen la habilitación segura de las viviendas multifamiliares en la Urbanización Nueva Fuerambamba – Chalhuhuacho – Apurímac”. Se concluyó que el uso de los procedimientos de fabricación de estructuras metálicas dio como resultado la entrega de un producto según lo requerido en el expediente técnico del proyecto. Del presente trabajo se rescata la

importancia de elaborar procedimientos en concordancia con las normas y especificaciones aplicables, además de su correcta aplicación, ya que de ello dependerá la calidad del producto final.

- **Collazos (2018)**, en su informe de trabajo de suficiencia profesional: **“PROCEDIMIENTO DE CONTROL E INSPECCIÓN EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE UN PUENTE METÁLICO TIPO ARCO DE 70M DE LUZ ESMETAL S.A”** para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Callao, Perú, mencionó el siguiente objetivo general: “Elaborar el procedimiento de control e inspección en el montaje de la estructura de un puente metálico tipo arco de 70m para garantizar la calidad de los trabajos a ejecutarse en el montaje y con conformidad de los requisitos establecidos en las normas y especificaciones técnicas del cliente”. Se concluyó que con la elaboración de procedimientos de control e inspección se pudo adecuar los procedimientos existentes en planta de fabricación e implementar procedimientos que puedan ser utilizados en obra. Además, se logró establecer un mejor control e inspección en los procesos de armado, soldadura, inspección visual, resane de pintura y topografía. Del presente trabajo se rescata la influencia de los procedimientos en la mejora del control e inspección en los diferentes procesos de fabricación, ya sea de armado, soldeo, pintura, etc.

#### ➤ **Antecedentes Internacionales**

- **Canga y Beltrán (2019)**, en su proyecto técnico titulado: **“CONTROL DE CALIDAD EN LA SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL TERMINAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DEL CANTÓN GUALACEO DE LA PROVINCIA DEL AZUAY”** para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador, mencionaron el siguiente objetivo general: “Aplicar la normativa ecuatoriana RTE INEN 040 para garantizar la calidad de la soldadura de la estructura metálica del terminal de transporte terrestre del Cantón Gualaceo de la provincia del Azuay”. Se concluyó que el procedimiento planteado se estableció bajo la normativa ecuatoriana RTE INEN 040 y la normativa internacional AWS D.1.1 Ed. 2015

en la que se definieron los lineamientos para realizar el control de calidad en la estructura soldada del terminal de transporte terrestre del Cantón Gualaceo provincia del Azuay, en el cual se consideraron los requisitos establecidos como: planos estructurales, procedimientos de soldadura, certificación del material estructural, calificación del personal de soldadura, calificación del personal END. Del presente trabajo se rescata la importancia del código estructural AWS D1.1 en la elaboración de procedimientos cuyo fin es el control de calidad de estructuras soldadas.

- **Capistran y Arrieta (2010)** en su tesis titulada: **“CONTROL DE CALIDAD Y PROBLEMAS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS”** para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en el Instituto Politécnico Nacional, México, mencionaron el siguiente objetivo general: “Presentar los errores observados en el proceso constructivo de una obra y el control de calidad que se debe seguir en la misma”. Se concluyó que los elementos elaborados en el taller de estructura deben ser precisos y cumplir con estándares marcados por diferentes manuales o especificaciones; la falta de cumplimiento de estos genera que los elementos ya realizados se tengan que adecuar, lo que le resta calidad al material o que este pierda sus propiedades originales. Del presente trabajo se rescata la importancia de cumplir con los estándares de calidad en los diferentes procesos de fabricación con el fin de evitar posibles reprocesos que afectarían la calidad del producto final.

## **2.1.2 Bases Teóricas**

### **A. Calidad**

Calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos (ISO 9000, 2015, p. 19).

### **B. Sistema de gestión de la calidad (SGC)**

Se puede definir como un sistema formalizado que documenta los procesos, procedimientos y responsabilidades con el fin de lograr políticas y objetivos de calidad (EURO QUALITY CONSULTING, 2023).

La documentación de un sistema de gestión de la calidad está compuesta por un manual de calidad, procedimientos, instrucciones de trabajo, formatos y registros (ISOTOOLS, 2015).

- Manual de calidad: Es un documento que establece requisitos para el sistema de gestión de la calidad de una organización (ISO 9000, 2015, p. 25).
  - Política de calidad: Intenciones y dirección de una organización relativa a la calidad, como las expresa formalmente su alta dirección (ISO 9000, 2015, p. 18).
  - Objetivo de calidad: Resultado a lograr relativo a la calidad (ISO 9000, 2015, p. 21).
- Procedimiento: Forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso (ISO 9000, 2015, p. 16).
- Instrucción de trabajo: Es un documento que estipula los pasos que se deben seguir para realizar una tarea de manera correcta (Robledo, 2017).
- Formato: Es una plantilla en la cual se anotan los datos relacionados con la realización de una determinada tarea (Gómez, 2013).
- Registro: Es el formato completado como producto de la realización de una determinada tarea (Gómez, 2013).

Figura 2.1 Estructura de la documentación del sistema de gestión de la calidad



Fuente: CURSO BÁSICO IVA, (CURSO BÁSICO IVA, 2023)

## **B.1 Aseguramiento de la calidad**

Es la parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad (ISO 9000, 2015, p.14).

Los planes de aseguramiento de la calidad y los planes de puntos de inspección y ensayos son muy utilizados en el aseguramiento de la calidad (Jimeno, 2015).

- Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC): Es un documento en el cual la empresa contratada detalla cómo va a cumplir con los requisitos de calidad exigidos. Se elabora antes de iniciar un proyecto (Jimeno, 2015).

Es importante mencionar también que el plan de aseguramiento de la calidad busca prevenir defectos en la producción (SafetyCulture, 2023).

- Plan de Puntos de Inspección y Ensayos (PPI): Es un documento que se utiliza para dar seguimiento y verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad de inspecciones y ensayos (SCI, 2023).

## **B.2 Control de la calidad**

Es la parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad (ISO 9000, 2015, p.14).

- Plan de Control de Calidad (PCC): Es un documento que define hitos en la producción en donde los productos o servicios deben ser inspeccionados para garantizar que cumplan con las especificaciones aplicables. El plan de control de la calidad busca detectar defectos en la salida (SafetyCulture, 2023).

## **C. Mina subterránea**

Las minas subterráneas se emplean para extraer minerales enterrados a gran profundidad bajo la superficie de la tierra haciendo uso de túneles que permitan acceder a los yacimientos (MLT GROUP, 2022).

## **D. Pique minero**

Los piques son perforaciones verticales que sirven para comunicar la mina subterránea con la superficie exterior. Esto con el fin de subir o bajar personas, materiales, equipos, minerales y desmonte (De La Cruz, 2000).

La construcción se hace generalmente de arriba para abajo, por método de bancos de forma que se perfora y dispara la mitad de la superficie del fondo del pique y esta operación se hace en forma alternada hasta su culminación (De La Cruz, 2000).

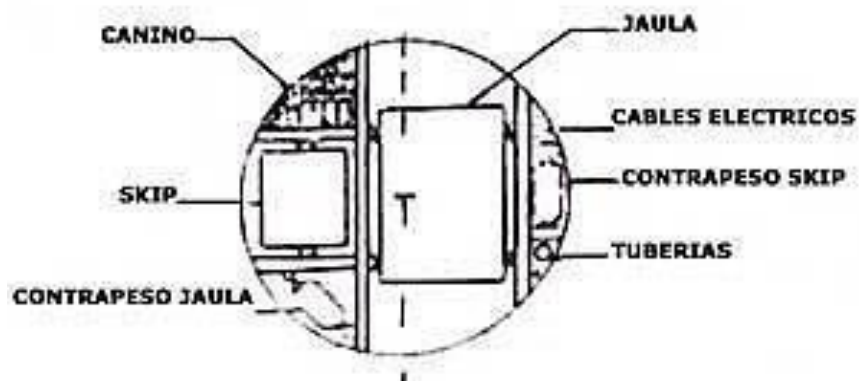
La sección puede ser circular o rectangular dependiendo del diseño. Puede tener dos o más compartimientos que pueden ser para la jaula y su contrapeso, para los baldes o skips, para tuberías de agua, para cables eléctricos o para caminos. (De La Cruz, 2000).

Imagen 2.1 Pique de sección circular



Fuente: BM INGENIEROS (BM INGENIEROS, 2023)

Figura 2.2 Sección transversal del pique central de Casapalca

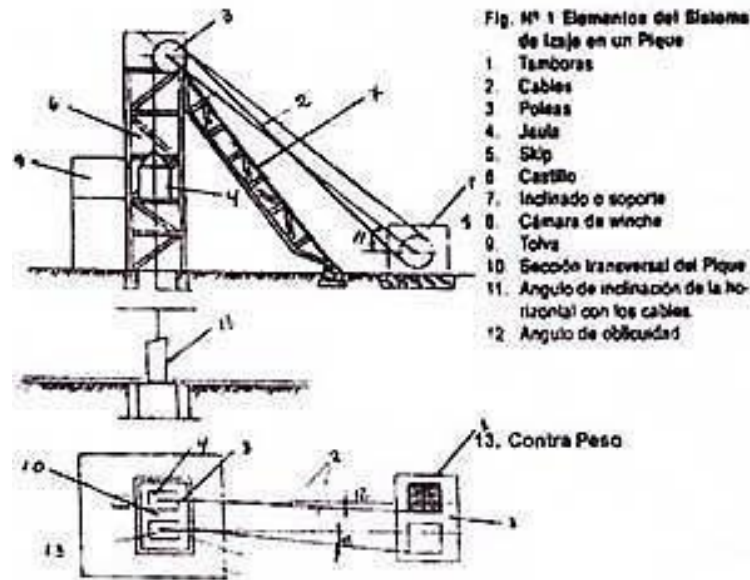


Fuente: Seguridad en el manejo y operación de piques (De La Cruz, 2000)



El sistema que cumple con la función de subir o bajar elementos dentro de la estructura del pique está constituido por seis partes, las cuales son: winche, polea, jaula, skip, torre y spill and loading pocket (BM INGENIEROS, 2023).

Figura 2.3 Elementos del sistema de izaje de un pique



Fuente: Seguridad en el manejo y operación de piques (De La Cruz, 2000)

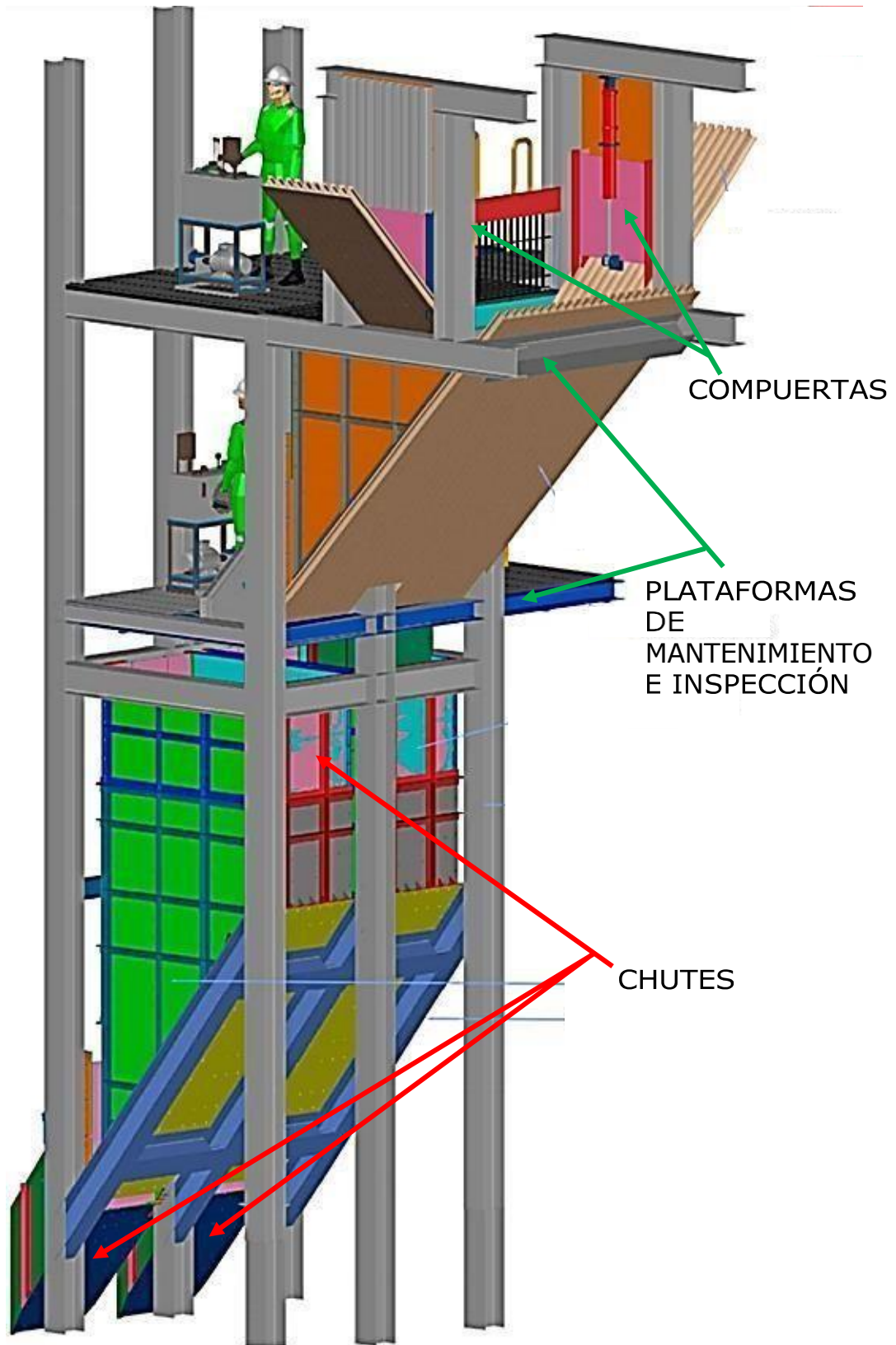
### E. Bolsillo de carga y descarga (Spill and loading pocket)

Los spill and loading pockets se utilizan para mejorar los sistemas de extracción de mineral en las minas subterráneas (Whynco Perú, 2020).

Actualmente se fabrican spill and loading pockets automatizados cuyo tiempo de carga de mineral y/o desmonte es de 10s a 15s. Este tiempo es relativamente bajo si lo comparamos con el tiempo de carga de las estaciones de carga manuales de los piques tradicionales, el cual oscila entre 1min a 1.5min. Luego, estos pockets incrementan notablemente la capacidad de carga de estos piques volviéndolos más eficientes. Es importante mencionar también que estos pockets pueden tener diferentes configuraciones, diseños, etc., dependiendo de las características propias de cada proyecto (BM INGENIEROS, 2023).

Estos pockets están conformados principalmente por plataformas de mantenimiento e inspección, chutes, compuertas y un sistema hidráulico (Whynco Perú, 2020).

Figura 2.4 Partes de un spill and loading pocket



Fuente: Whynco Perú (Whynco Perú, 2020)

### **E.1. Plataformas de mantenimiento e inspección**

Estas plataformas se instalan a diferentes niveles dependiendo del diseño del spill and loading pocket y se utilizan básicamente para dar el debido mantenimiento, que puede ser correctivo o preventivo, a los chutes y compuertas. Asimismo, se utilizan para inspeccionar el recorrido del material desde la carga en los socavones hasta la descarga en los baldes o skips con el propósito de prevenir posibles filtraciones o fuga de material (Whynco Perú, 2020).

Además, en ellas se instalan los tableros que permitirán accionar hidráulicamente a las compuertas y a los chutes (Whynco Perú, 2020).

En la figura 2.2 se puede apreciar dos plataformas de mantenimiento e inspección instaladas a diferentes niveles.

Imagen 2.2 Plataforma de mantenimiento e inspección



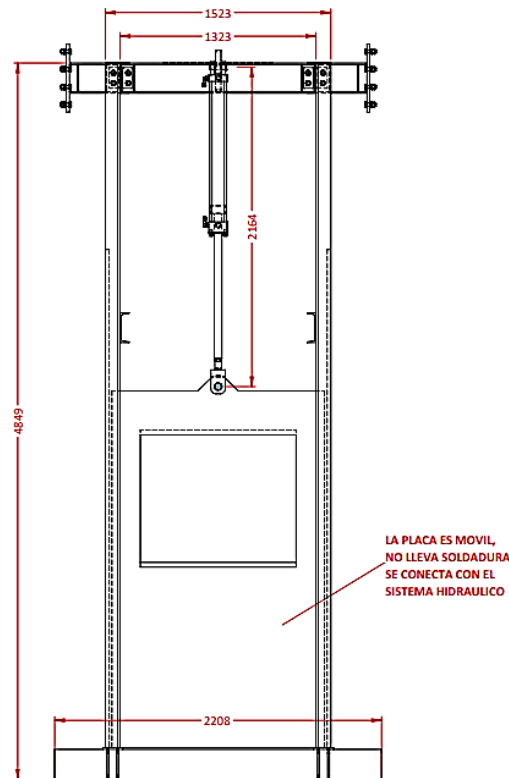
Fuente: Empresa EMER S.A.C

### **E.2 Compuertas**

Estas compuertas, por lo general, son hidráulicas y se activan mediante uno o más pistones. Se instalan sobre las plataformas de mantenimiento e inspección y su función es permitir la caída del mineral y/o desmonte que se extrae de los socavones en los chutes (Coris, 2017).

Estas compuertas son accionadas por tableros que se instalan en las plataformas de mantenimiento e inspección (Whynco Perú, 2020).

Figura 2.5 Compuerta accionada hidráulicamente



Fuente: Empresa EMER S.A.C

### E.3 Chutes

Es un equipo que se utiliza principalmente en la minería y que consiste en una estructura metálica que tiene forma de tolva o embudo (Bend Metal, 2023).

En las operaciones mineras, los chutes básicamente se emplean para transportar material, que puede ser mineral y/o desmote, de un paso del proceso a otro. Este material puede ser granulado o pulverizado (Metso Outotec, 2023).

Además de transportar material, los chutes también controlan el flujo y la granulometría del material que entra al siguiente proceso. Los principales tipos de chutes son los chutes de alimentación y los chutes de descarga (Bend Metal, 2023).



Imagen 2.3 Chute para operación minera

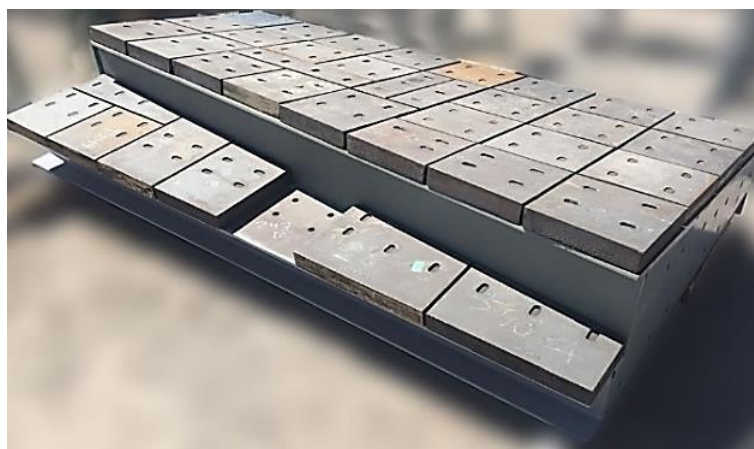


Fuente: Empresa EMER S.A.C

Es preciso indicar que los chutes son protegidos por unas placas antidesgaste o antiabrasivas llamadas revestimientos (liners). Estas placas pueden fabricarse en aceros al cromo molibdeno, hierros blancos alto cromo, Ni – Hard y en aceros al manganeso. La elección del tipo de aleación dependerá del desgaste que sufrirán estas placas en operación. El desgaste se puede dar por abrasión, erosión y fricción (Montiel, 2022).

La soldadura también cumple un rol fundamental ya que para evitar la filtración de material desde su interior es necesario garantizar la hermeticidad (Ben Metal, 2023).

Imagen 2.4 Liners de chutes



Fuente: Tecnología Minera (Montiel, 2022)

## F. Soldadura

La soldadura es un proceso que se utiliza para unir dos o más piezas de metal en una sola pieza. En este proceso las piezas metálicas se funden a través de una corriente eléctrica y se dejan enfriar para que pueda producirse la unión o fusión (Hierros, 2018).

Imagen 2.5 Proceso de soldadura

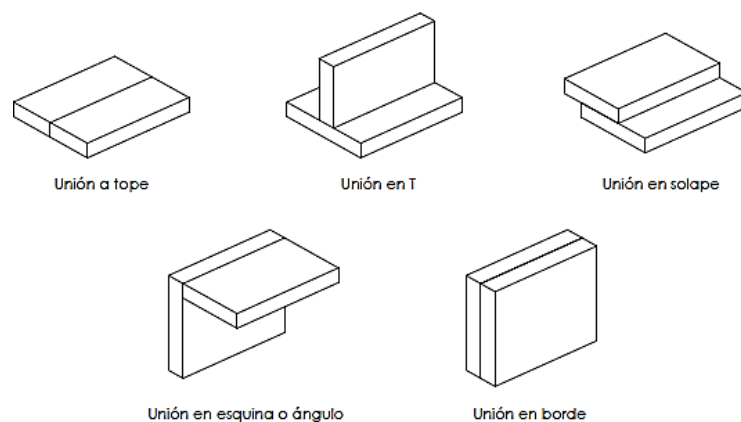


Fuente: Empresa EMER S.A.C

### F.2 Tipos de juntas o uniones soldadas

Los cinco tipos de uniones básicas son: unión a tope, unión en T, unión en traslape o solape, unión en esquina y unión en borde (Marín, 2016).

Figura 2.6 Tipos de uniones soldadas

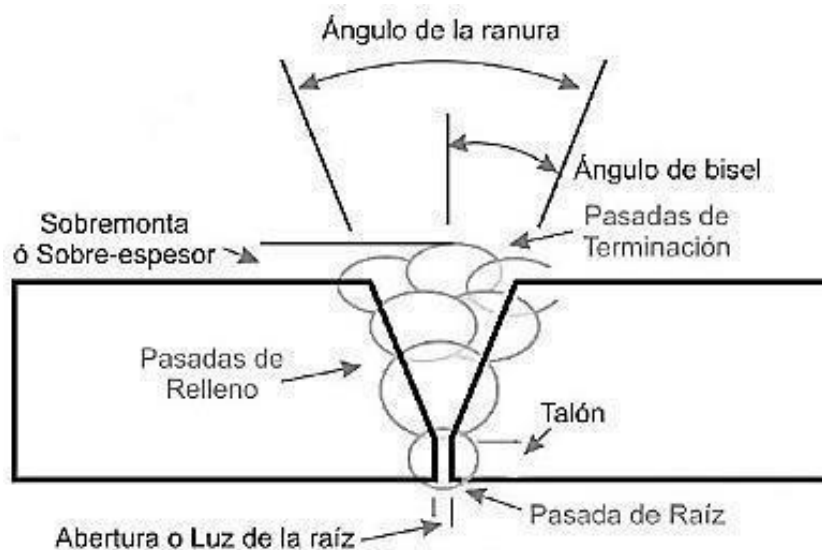


Fuente: Soldaduras y Estructuras (Marín, 2016)

### F.3 Partes de una junta soldada

Las partes de las juntas soldadas son numerosas. Se pueden diferenciar diez partes en cualquier soldadura, las cuales son: raíz de la junta, cara de la raíz o talón, borde de la raíz, cara de la ranura, abertura de la raíz, bisel, ángulo de bisel, profundidad del bisel, ángulo de la ranura y radio de la ranura (Marín, 2016).

Figura 2.7 Partes de una junta a tope con bisel



Fuente: Soldadura y Estructuras (Marín, 2016)

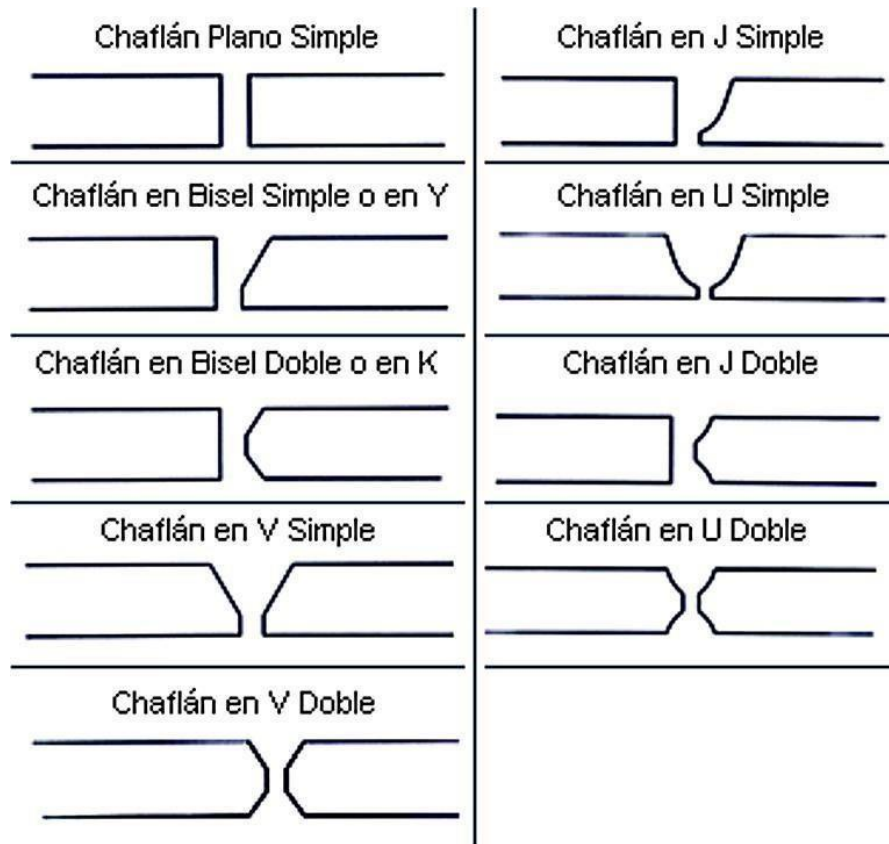
### F.4 Geometría de las juntas

La geometría de las juntas se puede definir como la forma y dimensiones de la sección transversal de la junta antes de la soldadura. (Marín, 2016).

Es importante mencionar que la geometría de las juntas influye en la penetración, así como en la facilidad del soldeo. Además, es de suma importancia elegir correctamente la geometría ya que un ángulo de bisel incorrecto o la mala penetración de este afectará la calidad de la soldadura (Material Welding, 2023).

Cabe agregar que el bisel es el corte que se le hace a un elemento sea cual sea la forma mientras que el chaflán resulta de la unión de dos biseles (Marín, 2016).

Figura 2.8 Tipos de chaflán



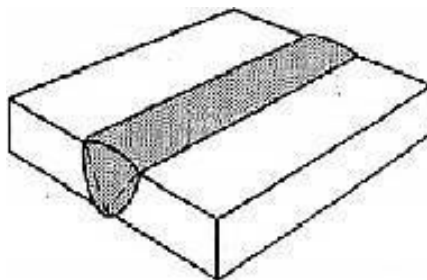
Fuente: Soldadura y Estructuras (Marín, 2016)

### F.5 Tipos de soldadura

Los tipos de soldaduras más comunes en el trabajo estructural son las soldaduras de filete y de ranura (Arqhys.com, 2023).

- Soldadura de ranura: Es una soldadura que se utiliza para unir dos miembros alineados en el mismo plano (Marín, 2016).

Figura 2.9 Soldadura de ranura

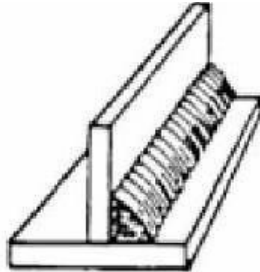


Fuente: Soldadura y Estructuras (Marín, 2016)



- Soldadura de filete: Es una soldadura que se utiliza para unir dos miembros dispuestos aproximadamente en ángulo recto el uno del otro (Marín, 2016).

Figura 2.10 Soldadura de filete

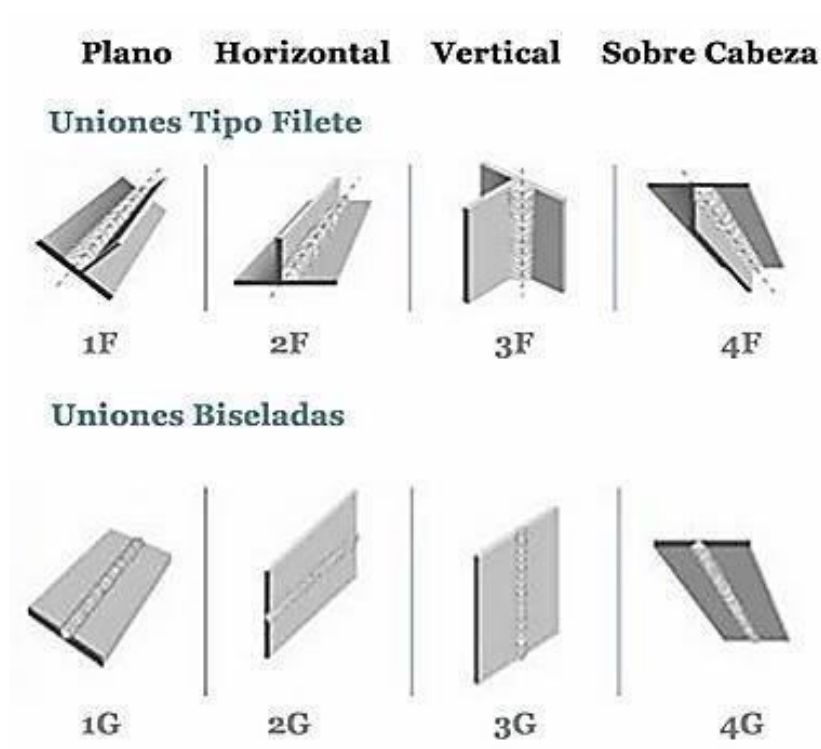


Fuente: Soldadura y Estructuras (Marín, 2016)

## F.6 Posiciones de soldadura

Las posiciones de soldadura se refieren directamente a la posición del eje de soldadura en los diferentes planos a soldar. Las posiciones fundamentales son: posición plana, posición horizontal, posición vertical y posición sobre cabeza (De Soldadores, 2023).

Figura 2.11 Posiciones de soldadura



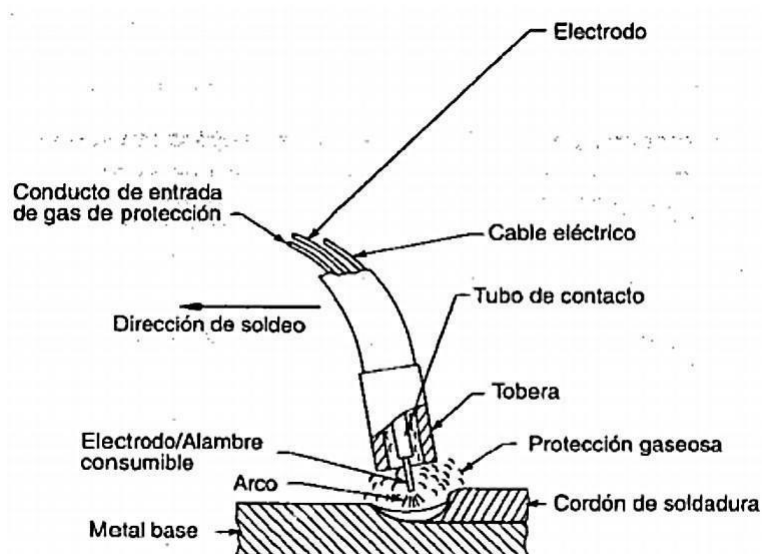
Fuente: De Soldadores (De Soldadores, 2023)

## F.7 Procesos de soldadura

### F.7.1 Proceso GMAW

Es el proceso de soldeo por arco eléctrico con protección gaseosa más utilizado. El arco que se establece entre el electrodo consumible y el metal que se va a soldar es el que genera el calor necesario. El electrodo es un alambre sólido y desnudo, el cual se alimenta de forma continua y automática desde el carrete, y es el que se convierte en el material de aporte conforme se consume. El gas que fluye por la tobera de la pistola recibe el nombre de gas protector y es el que protege el baño fundido de agentes contaminantes. Cabe agregar que si se emplea un gas inerte (Argón y Helio) como gas protector el proceso se denomina MIG y que si se emplea un gas activo (CO<sub>2</sub>) como gas protector el proceso se denomina MAG (Hernández, 2016).

Figura 2.12 Esquema del proceso de soldadura GMAW

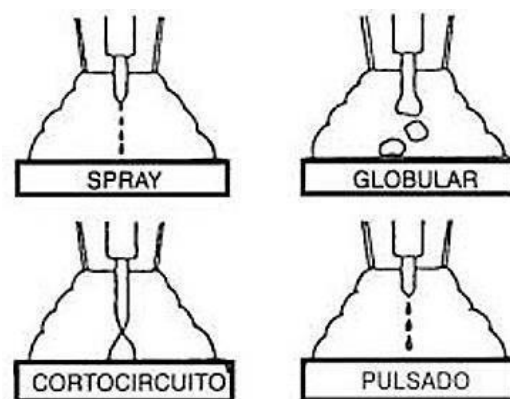


Fuente: Manual del Soldador (Hernández, 2016)

La transferencia de metal en el arco puede realizarse de cuatro maneras. La transferencia por cortocircuito se produce cuando el alambre hace contacto con el metal depositado produciendo un cortocircuito. Es importante mencionar que la fuerza electromotriz es menor que la mínima requerida para que ocurra el desprendimiento de la gota que se forma en el extremo del electrodo. En la

transferencia globular el metal se transfiere en forma de grandes gotas que caen al baño fundido por efecto de la gravedad. Estas gotas tienen diámetros superiores al del alambre. En la transferencia en spray el metal se transfiere en forma de pequeñas gotas que se desplazan a través del arco hasta alcanzar la pieza. Finalmente, la transferencia por arco pulsado es un proceso de transferencia por pulverización de metal que se produce en pulsos a intervalos regularmente espaciados (Hernández, 2016).

Figura 2.13 Modos de transferencia en el proceso GMAW



Fuente: Manual del Soldador (Hernández, 2016)

Este proceso se caracteriza positivamente por su alta eficiencia, por no producir escoria, por producir pocas salpicaduras, por poder utilizarse en toda posición y por su alta calidad. Entre sus principales limitaciones podemos mencionar el alto costo del equipo, su difícil transportabilidad, la exhaustiva limpieza del metal base y que no es adecuado su uso en lugares con fuertes vientos (ESAB, 2008).

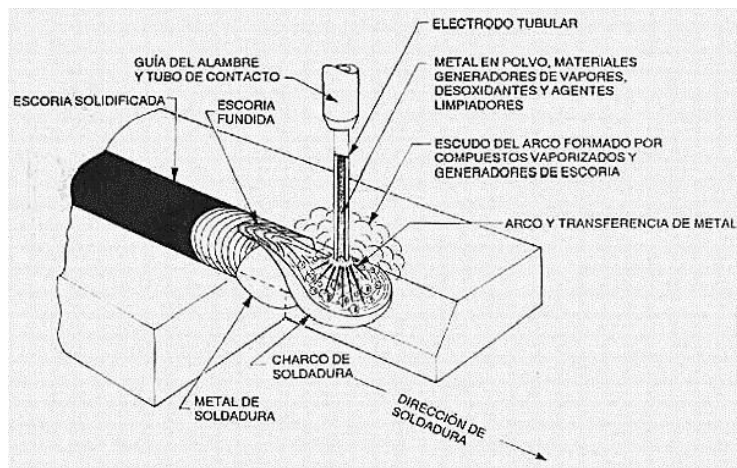
### F.7.2 Proceso FCAW

Al igual que en el proceso GMAW, el calor necesario es generado por un arco que se establece entre un electrodo consumible y el metal que se va a soldar. En este caso, el electrodo es un alambre tubular que contiene en su interior un fundente que es el que brinda protección al baño de fusión. Se puede utilizar con o sin gas protector. De lo anterior se puede deducir que el proceso presenta dos variantes. En el proceso FCAW-S o autoprotegido, el fundente protege al baño de fusión al descomponerse y vaporizarse mientras que en el proceso FCAW-G o con protección de gas se utiliza un gas protector, que suele ser CO<sub>2</sub> o mezclas

de CO<sub>2</sub> y argón, además de la protección que brinda el fundente. Cabe agregar que con ambas variantes el electrodo forma una escoria que cubre y protege el metal de soldadura hasta que se solidifica. Es importante mencionar que el metal se puede transferir de forma globular, en cortocircuito, en spray y por arco pulsado al igual que en el proceso GMAW (Hernández, 2016).

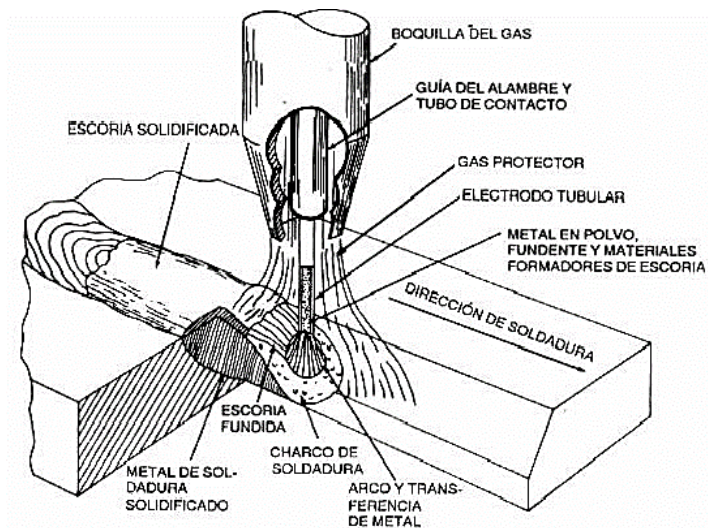
La principal ventaja frente al proceso GMAW es que el metal base no requiere tanta limpieza mientras que la principal desventaja es el significativo tiempo invertido en remover la escoria que produce (Hernández, 2016).

Figura 2.14 Esquema del proceso de soldadura FCAW-S



Fuente: Manual del Soldador (Hernández, 2016)

Figura 2.15 Esquema del proceso de soldadura FCAW-G



Fuente: Manual del Soldador (Hernández, 2016)

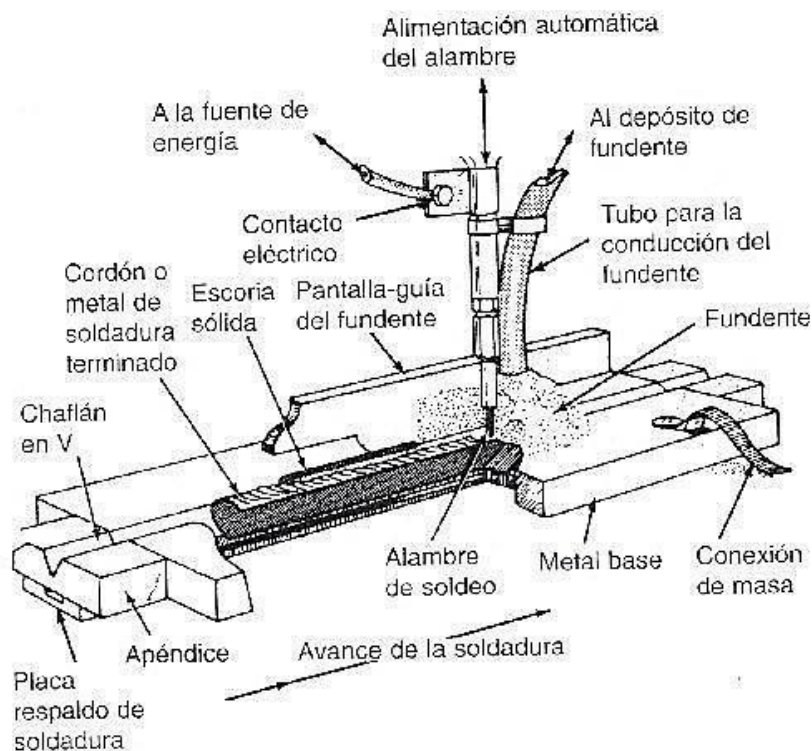
### F.7.3 Proceso SAW

Este proceso de soldeo por arco sumergido consiste en la fusión de un alambre desnudo, el cual es protegido por la escoria generada por un fundente que a su vez es suministrado mediante una manguera. El fundente puede ser granulado o en polvo. En este proceso tanto el arco como el baño de fusión permanecen invisibles ya que el fundente los cubre totalmente protegiéndolos. Luego el rendimiento térmico es muy elevado (Hernández, 2016).

Este proceso puede ser automático o semiautomático. En el proceso semiautomático se requiere de un operador ya que la pistola se lleva de forma manual mientras que en el automático no se requiere de un operador. Este último sistema permite obtener grandes rendimientos (Hernández, 2016).

Este proceso se caracteriza por su alta tasa de deposición, por su alta penetración, por la buena apariencia del cordón y por las altas velocidades que puede alcanzar. La principal limitación es que el soldeo solo puede realizarse en posición plana y horizontal (Penagos, 2009).

Figura 2.16 Esquema del proceso de soldadura SAW



Fuente: Manual del Soldador (Hernández, 2016)

## **F.8 Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)**

Es un documento que indica cómo realizar soldaduras efectivas que cumplan con todos los requisitos del código y estándares de producción aplicables. Es importante mencionar que esta especificación contiene información como la especificación del metal base, la especificación del metal de aporte, el rango del amperaje, el rango del voltaje, la composición y tasa de flujo del gas protector, el diámetro del electrodo, la temperatura de precalentamiento, la posición de soldeo, etc. Esta especificación puede ser precalificada o calificada por ensayos dependiendo del código o norma aplicable (Mandamiento, 2019).

### **F.8.1 Registro de Calificación del Procedimiento (PQR)**

Es un documento que solo se utiliza cuando se elaboran WPS calificadas. Este documento proporciona evidencia de que una WPS calificada produce soldaduras que cumplen con los requisitos predeterminados. En su elaboración, primero se proponen las variables de acuerdo con la experiencia para luego probar la soldadura mediante ensayos mecánicos. Si los resultados son aceptables, el PQR se aprueba y, por ende, puede servir como base en la elaboración de una o varias WPS (Mandamiento, 2019).

## **F.9 Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador (WPQR)**

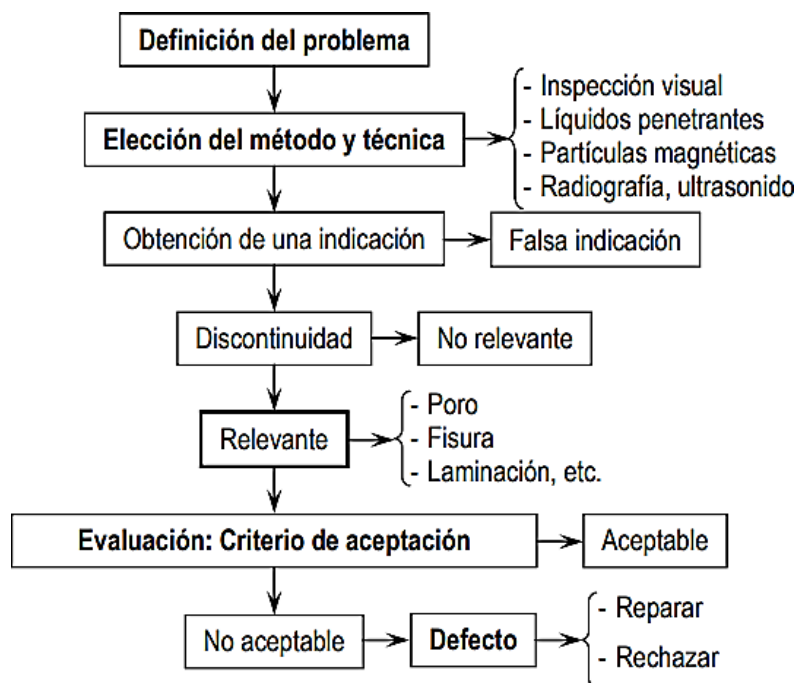
Es un documento que demuestra que un soldador está calificado u homologado. Este documento se emite luego de que el soldador supera una prueba práctica de habilidad para desarrollar una o varias WPS (Mandamiento, 2019).

## **G. Ensayos No Destructivos (END)**

Los ensayos no destructivos, por lo general, son utilizados para detectar y/o localizar defectos superficiales o de volumen en los materiales o productos. Se caracterizan porque no dañan ni dejan huella sobre el material ensayado. Son comúnmente utilizados para controlar la calidad de los materiales o productos. Los END más utilizados son la inspección visual, los líquidos penetrantes, las partículas magnéticas, el ultrasonido y la radiografía industrial (Lean, 2011).

Es preciso indicar que los ensayos no destructivos pueden clasificarse en métodos superficiales y en métodos de volumen. Los métodos superficiales se emplean para detectar discontinuidades abiertas a la superficie a través de la inspección visual, los líquidos penetrantes y las partículas magnéticas. Es importante mencionar que el ensayo por partículas magnéticas permite detectar, además, discontinuidades subsuperficiales (discontinuidades ubicadas hasta 6mm por debajo de la superficie). Los métodos de volumen se emplean para detectar discontinuidades superficiales y al interior del material a través del ultrasonido y la radiografía industrial (Lean, 2011).

Figura 2.17 Procedimiento general para la realización de un END



Fuente: Introducción a la Ingeniería de los Materiales (Lean, 2011)

## G.1 Inspección Visual

Es el primer ensayo no destructivo que siempre se debe realizar. El personal que lo lleva a cabo debe estar debidamente calificado y capacitado, además de tener conocimientos sobre los códigos y normas aplicables. Se realiza con la ayuda del ojo humano pudiéndose emplear lupas, espejos, linternas, boroscopios, instrumentos de medición, etc (Lean, 2011).

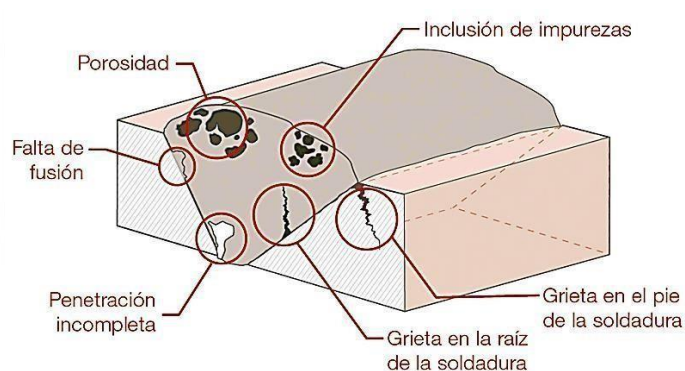


Es el END más utilizado para detectar discontinuidades superficiales debido a que el costo es relativamente bajo, es fácil y rápido de aplicar, permite detectar defectos durante un proceso productivo y reduce los costos de reparación al existir un control de calidad visual adecuado. Entre sus limitaciones podemos mencionar que depende tanto de la capacidad como de la experiencia del inspector y que solo puede detectar discontinuidades superficiales (Matos, 2020).

Cabe agregar que la inspección visual se puede dividir en dos grupos. En la inspección visual directa la inspección se realiza a una distancia corta del objeto a inspeccionar pudiéndose utilizar lentes, espejos, linternas e instrumentos de medición. La inspección visual remota se realiza mediante boroscopios cuando no se tiene acceso directo a los objetos a inspeccionar (Quiroga, 2020).

Es importante mencionar que la inspección visual de la soldadura tiene un rol fundamental dentro del control de la calidad ya que permite detectar discontinuidades comunes de soldadura como poros, falta de fusión, falta de penetración, socavaciones, grietas, salpicaduras, desalineamiento, sobremonta, etc. Esta inspección debe realizarse antes, durante y después del soldeo (Robles, 2012).

Figura 2.18 Discontinuidades de soldadura en juntas a tope



Fuente: Aprendiz Industrial (Aprendiz Industrial, 2023)

## G.2 Líquidos Penetrantes

Es un ensayo no destructivo que permite detectar discontinuidades superficiales en las uniones soldadas de materiales no porosos. En este ensayo los LP

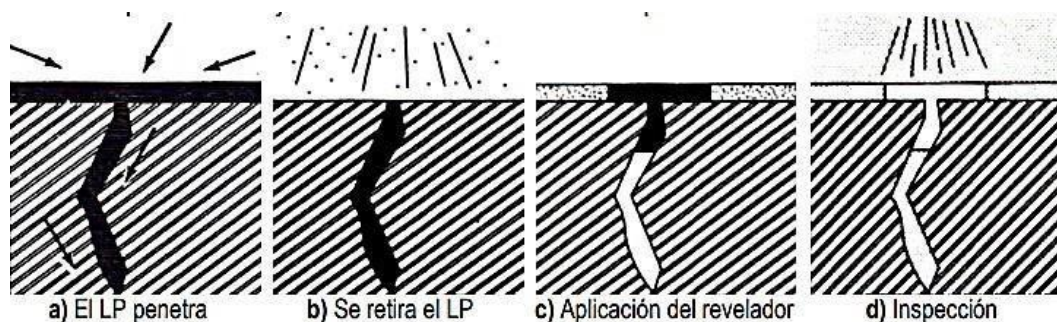


ingresan a través de las discontinuidades, que pueden ser poros o fisuras, por una fuerte acción capilar. Es importante agregar que existen LP coloreados y fluorescentes. Estos últimos son visibles bajo iluminación de luz negra (Lean, 2011).

Este ensayo se caracteriza por ser fácil de aprender y por su bajo costo. Entre sus principales desventajas podemos mencionar a la dificultad para poder remover los LP de las discontinuidades y a su no aplicación en materiales porosos (Lean, 2011).

En el procedimiento de ensayo aplicable primero se limpia la superficie a inspeccionar retirando óxidos, películas de aceite, grasas, flux de soldadura, etc. Con la ayuda de una escobilla de acero y aplicación de solventes. Luego se procede a secarla de ser necesario. A continuación, se aplica el penetrante coloreado y se espera 5 minutos como mínimo (aceros) para que pueda penetrar en las discontinuidades. Luego se remueve el penetrante en exceso usando trapos secos y humedecidos con solvente. Luego se deja secar la superficie en cuestión a temperatura ambiente el tiempo necesario. A continuación, se aplica el revelador no acuoso por atomizado y se espera un tiempo no menor a 10 minutos para que el penetrante pueda exudar de las discontinuidades. Luego se realiza la inspección con luz visible. Finalmente se realiza la post limpieza de ser necesario. Es importante agregar que la temperatura de la superficie a inspeccionar debe encontrarse en el rango de 4°C a 42°C y que no se recomienda utilizar materiales (solvente, penetrante y revelador) de diferentes marcas (E165/E165M - 18, 2018).

Figura 2.19 Principales pasos del ensayo de LP



Fuente: Introducción a la Ingeniería de los Materiales (Lean, 2011)

## H. Ensayos Destructivos

Los ensayos destructivos se caracterizan por destruir el material ensayado. Usualmente se emplean para determinar las características de una soldadura (Eurocontrol, 2023).

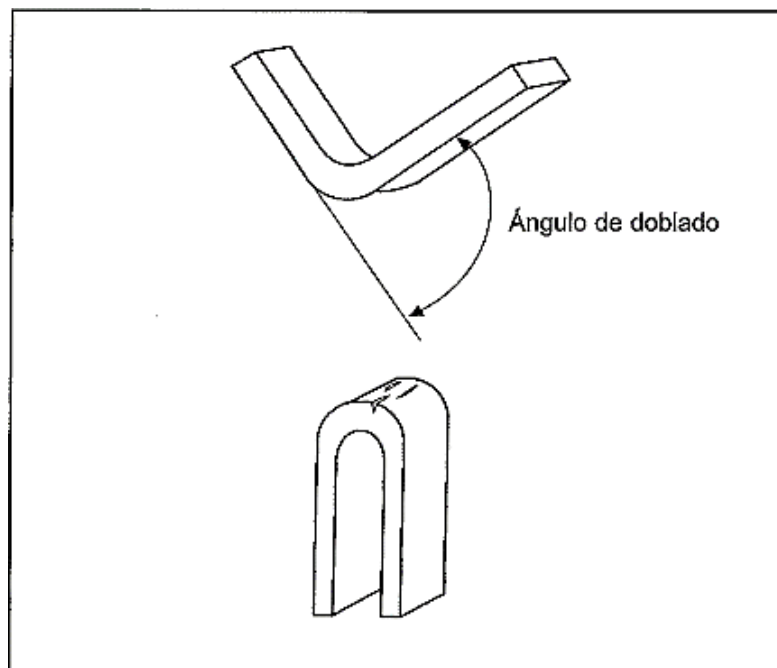
### H.1 Ensayo de doblez

El ensayo de doblez se emplea para evaluar el grado de ductilidad de una unión soldada evidenciándose en su capacidad para resistir el agrietamiento y otras irregularidades superficiales. Este ensayo se utiliza usualmente para calificar procedimientos de soldadura y para calificar soldadores. (Mandamiento, 2019).

Los ensayos de doblez se realizan sometiendo la probeta a flexión, hasta doblarla con una determinada curvatura, de forma que su cara exterior quede sometida a fuertes tensiones de tracción (Hernández, 2016, p. 425).

Los principales tipos de doblez aplicados a las soldaduras de canal (junta a tope) son el doblado de cara, el doblado de lado y el doblado de raíz (Mandamiento, 2019).

Figura 2.20 Ensayo de doblado de cara



Fuente: Manual del Soldador (Hernández, 2016)

## H.2 Macroataque

Este ensayo destructivo se emplea para determinar el porcentaje de penetración y la sanidad de una unión soldada con la ayuda de agentes químicos. (SEDIPSA NORESTE, 2016).

Imagen 2.6 Ensayo de macroataque



Fuente: SEDIPSA NORESTE (SEDIPSA NORESTE, 2016)

## I. Preparación superficial

Las superficies de acero deben de ser preparadas y limpiadas antes de la aplicación de un recubrimiento en función del tipo de recubrimiento (Cardona, 2017).

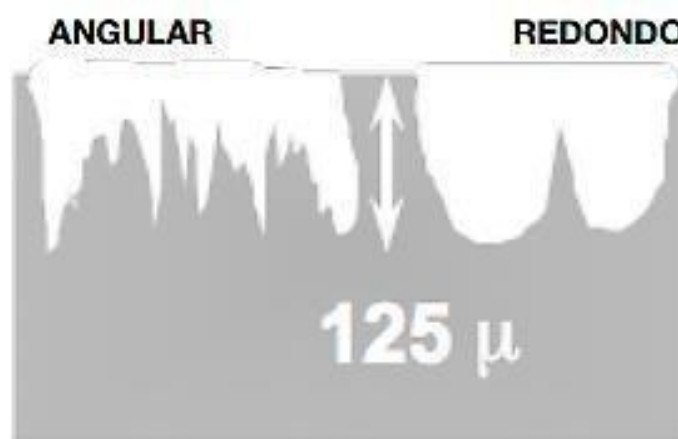
La creación del perfil de anclaje es de suma importancia en la preparación superficial ya que de él depende el anclaje mecánico de un recubrimiento sobre el metal. Los perfiles de anclaje pueden ser angulares o redondos, lo cual dependerá del tipo de abrasivo empleado. El perfil de anclaje lo determina el fabricante del recubrimiento (Cardona, 2017).

SSPC-SP-6 NACE-3 (Limpieza con chorro de abrasivo – Granallado / arenado comercial) es un procedimiento para preparar superficies metálicas, mediante abrasivos a presión, a través del cual es eliminado todo el óxido, escama de laminación, pintura y materiales extraños. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido y los restos de capa de laminación no deben superar al 33% de la superficie en cada pulgada cuadrada de la misma. Los restos deben

verse solo como de distinta coloración. Generalmente se lo especifica en aquellas zonas sin ambientes corrosivos (CYM MATERIALES, 2015).

También es importante mencionar que las sales solubles (cloruros y sulfatos) absorben la humedad del ambiente provocando daño extenso, ampollamiento y corrosión persistente debajo de cualquier recubrimiento, lo cual genera la falla de estos (Cardona, 2017).

Figura 2.21 Perfiles de anclaje



Fuente: INFOCORROSIÓN (Cardona, 2017)

## J. Pintura

La pintura industrial se fabrica de tal manera que pueda proteger las características físicas de las superficies sobre las que se aplica ante agresiones físicas o químicas debido a altas temperaturas, exceso de humedad, etc. Sus principales características son la resistencia a la corrosión, la buena adherencia sobre superficies especiales y la dureza (BLATEM, 2019).

La pintura industrial se emplea principalmente en superficies susceptibles de ser dañadas por abrasiones, rozamientos y procesos de oxidación (BLATEM, 2019).

### 2.1.3 Términos y definiciones

- Acta de entrega: Es un documento que formaliza la entrega de un producto.
- Convexidad: Curvado hacia afuera, como en la parte exterior de un círculo.

- Dossier de calidad: Es un conjunto de documentos que incluyen toda la información requerida sobre un tema concreto.
- Electrodo: Es una varilla metálica especialmente preparada para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco.
- Espesor de película seca: Es el espesor de un recubrimiento medido sobre el sustrato después de que el recubrimiento se haya secado.
- Indicador de calidad: Son instrumentos de medición que las empresas emplean para evaluar la calidad de sus productos y servicios.
- No Conformidad: Es el incumplimiento de un requisito preestablecido.
- Pierna: Determina el tamaño del cordón de soldadura.
- Planicidad: Es una condición de una superficie específica que tiene todos los elementos en un plano.
- Planos As Built: Son los planos de una obra terminada.
- Prensamable: Consiste en la unión de los subensambles a manera de prueba.
- Proceso de fabricación: Es un conjunto de actividades secuenciales que realiza una empresa para fabricar un producto.
- Subensamable: Es un conjunto de piezas enlazadas.

#### **2.1.4 Aspecto Normativo**

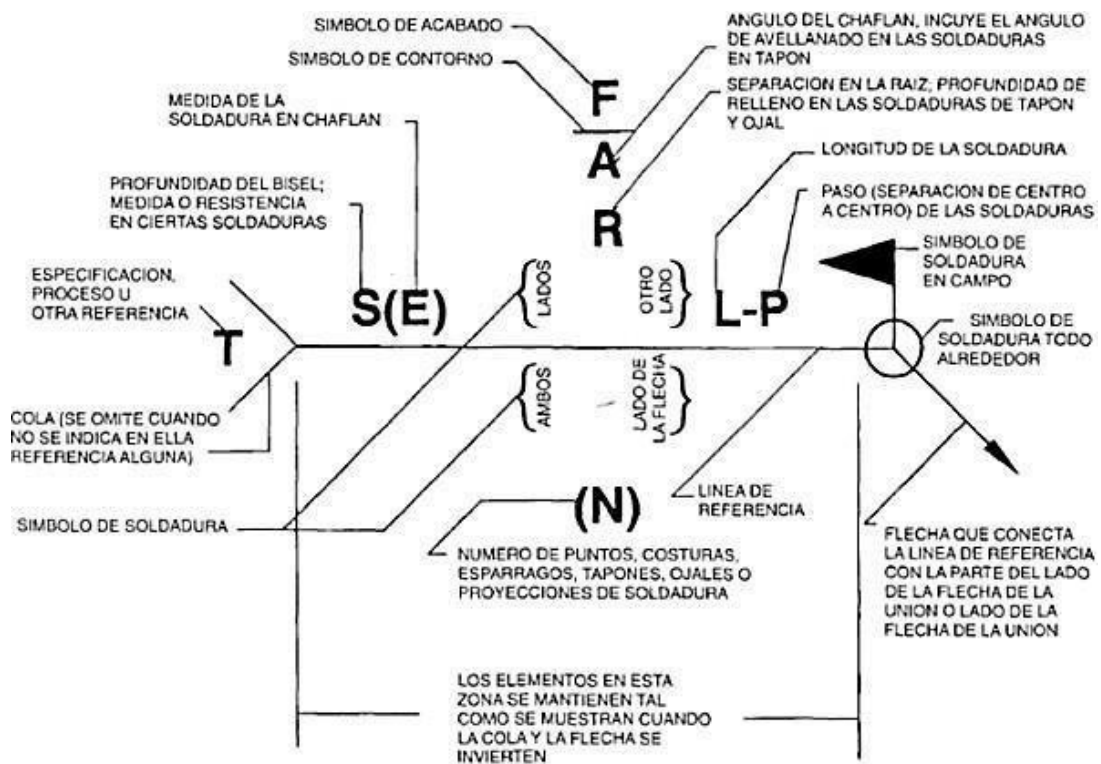
El siguiente listado de códigos, normas, especificaciones y prácticas se aplicaron durante la fabricación del spill and loading pocket:

- ANSI/AISC 303. Código de práctica estándar para puentes y edificios de acero.
- ASME Sección V. Código para exámenes no destructivos.
- ASTM A325. Especificación estándar para pernos estructurales.
- ASTM A36. Especificación estándar para acero estructural al carbono.
- ASTM A6. Especificación estándar para los requisitos generales para barras laminadas de acero estructural, placas, perfiles y chapas.
- ASTM E165. Práctica estándar para el examen de líquidos penetrantes para la industria en general.

- AWS A5.17. Especificación para electrodos y fundentes de acero al carbono para soldadura por arco sumergido.
- AWS A5.18. Especificación para electrodos y varillas de acero al carbono para soldadura por arco protegido con gas.
- AWS D1.1. Código de soldadura de acero estructural.
- ISO 9001. Norma que regula los sistemas de gestión de calidad.
- SSPC-PA2. Norma para la medición del espesor del recubrimiento seco con medidores magnéticos.
- SSPC-SP6/NACE N°3. Norma de limpieza comercial con chorro abrasivo.

### 2.1.5 Simbología Técnica

Figura 2.22 Situación normalizada de los elementos de un símbolo de soldeo



Fuente: AWS A2.4 (AWS, 2020)

## 2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

### A. Descripción del proyecto

La mina Yauricocha es una mina subterránea que produce concentrados de plomo, plata, zinc, cobre y óxidos de los minerales extraídos.

El proyecto del Pique Yauricocha comprendió la excavación desde el nivel 640 al nivel 1270. El objetivo principal del proyecto fue izar el mineral y el desmonte de mina desde el nivel 1210 a los niveles 660 y 680 para luego transportarlo por el nivel 720 hacia la planta concentradora de Chumpe, además de servir como medio de transporte de personal y materiales entre los niveles 720 y 1160.

Se puede mencionar también que el proyecto incrementó la seguridad al contar con un pique alejado de la zona de subsidencia y redujo el costo de izaje al poder centralizar el sistema de izaje en un solo pique.

Este proyecto abarcó distintos subproyectos. Uno de ellos fue el de la fabricación de un spill and loading pocket, de 11 niveles, siendo su función específica la de cargar el mineral y/o desmonte extraído de los diferentes socavones para luego descargarlo a los skips de 11.8 toneladas. Las plataformas de mantenimiento e inspección, los chutes y las compuertas fueron fabricadas por la empresa EMER S.A.C.

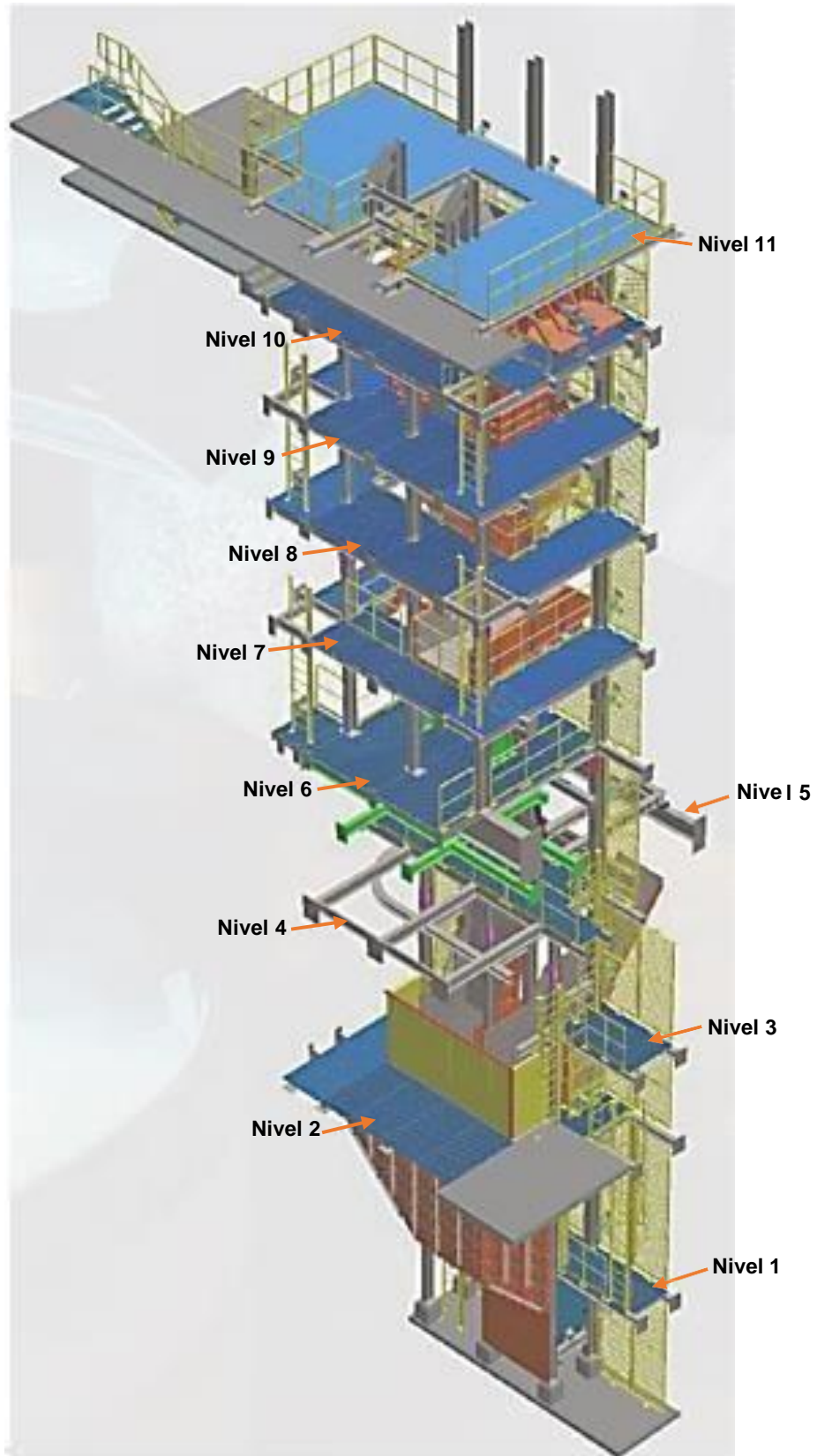
Imagen 2.7 Plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 9 del spill and loading pocket



Fuente: Memoria Anual 2021 (Sierra Metals, 2021)



Figura 2.23 Niveles del spill and loading pocket



Fuente: Empresa EMER S.A.C



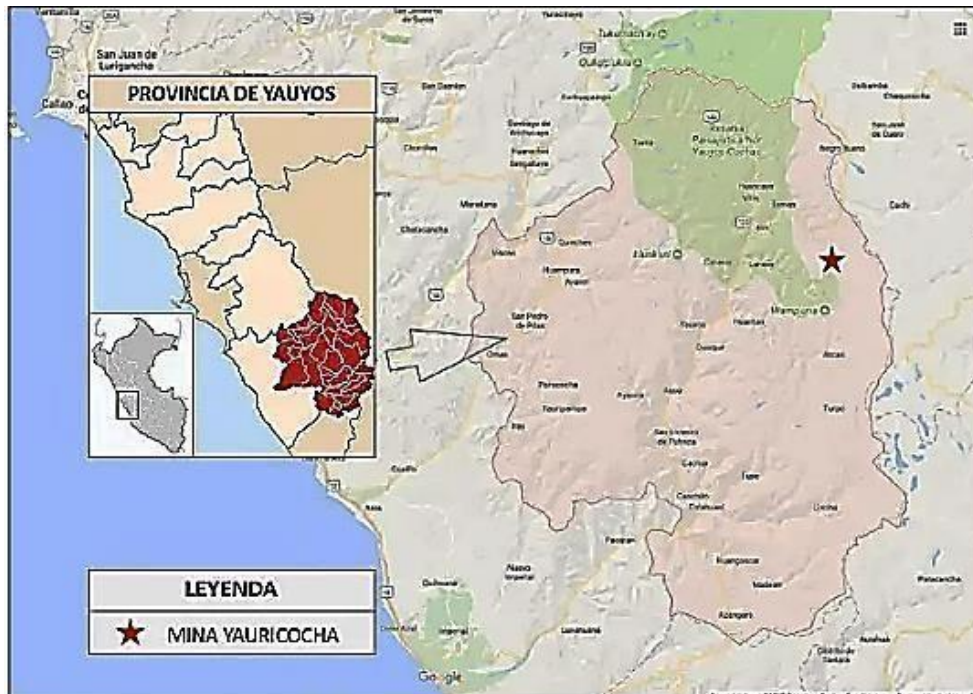
## B. Ubicación del lugar de ejecución del proyecto

El proyecto del pique Yauricocha se ejecutó en la mina del mismo nombre, la cual se ubica en el distrito de Alis, provincia de Yauyos, departamento de Lima, aproximadamente a 12 km al oeste de la divisoria continental y a 60 km al sur de la estación del ferrocarril de Pachacayo. La mina se encuentra en la zona alta de la cordillera de los Andes, siendo su altitud promedio de 4600 msnm y sus coordenadas geográficas de 12.31050 S y 75.72190 W.

Tabla 2.1 Detalle de la ubicación del lugar de ejecución del proyecto

País	Perú
Capital del país	Lima
Departamento	Lima
Provincia	Yauyos
Distrito	Alis
Coordenadas geográficas del lugar de ejecución	12.31050 S y 75.72190 W
Altitud promedio de la mina (msnm)	4600

Figura 2.24 Mapa de ubicación del lugar de ejecución del proyecto



### **C. Ubicación del lugar de fabricación del spill and loading pocket**

Las instalaciones de la empresa EMER S.A.C se ubican en Jr. Cajamarquilla 1372, distrito de San Juan de Lurigancho, departamento y provincia de Lima; siendo su altitud promedio de 220 msnm.

Tabla 2.2 Detalle de ubicación del lugar de fabricación del spill and loading pocket

País	Perú
Capital del país	Lima
Departamento	Lima
Provincia	Lima
Distrito	San Juan de Lurigancho
Altitud promedio (msnm)	220

#### **2.2.1 Etapas de las actividades**

Etapa I: Revisión del alcance del trabajo

- a. Revisión de los requerimientos generales
- b. Revisión de planos

Etapa II: Revisión de la documentación del SGC

- a. Revisión del manual de calidad
- b. Revisión de los procedimientos de inspección
- c. Revisión de los formatos
- d. Revisión de los registros
- e. Revisión del PACC
- f. Revisión del PPI

Etapa III: Elaboración de las WPS y de los WPQR

- a. Elaboración de las WPS
- b. Elaboración de los WPQR

Etapa IV: Ejecución de las actividades de inspección y control de la calidad

- a. Verificación de la calibración de los equipos de seguimiento y medición
- b. Recepción de los materiales de fabricación y de los consumibles
- c. Habilitado de piezas

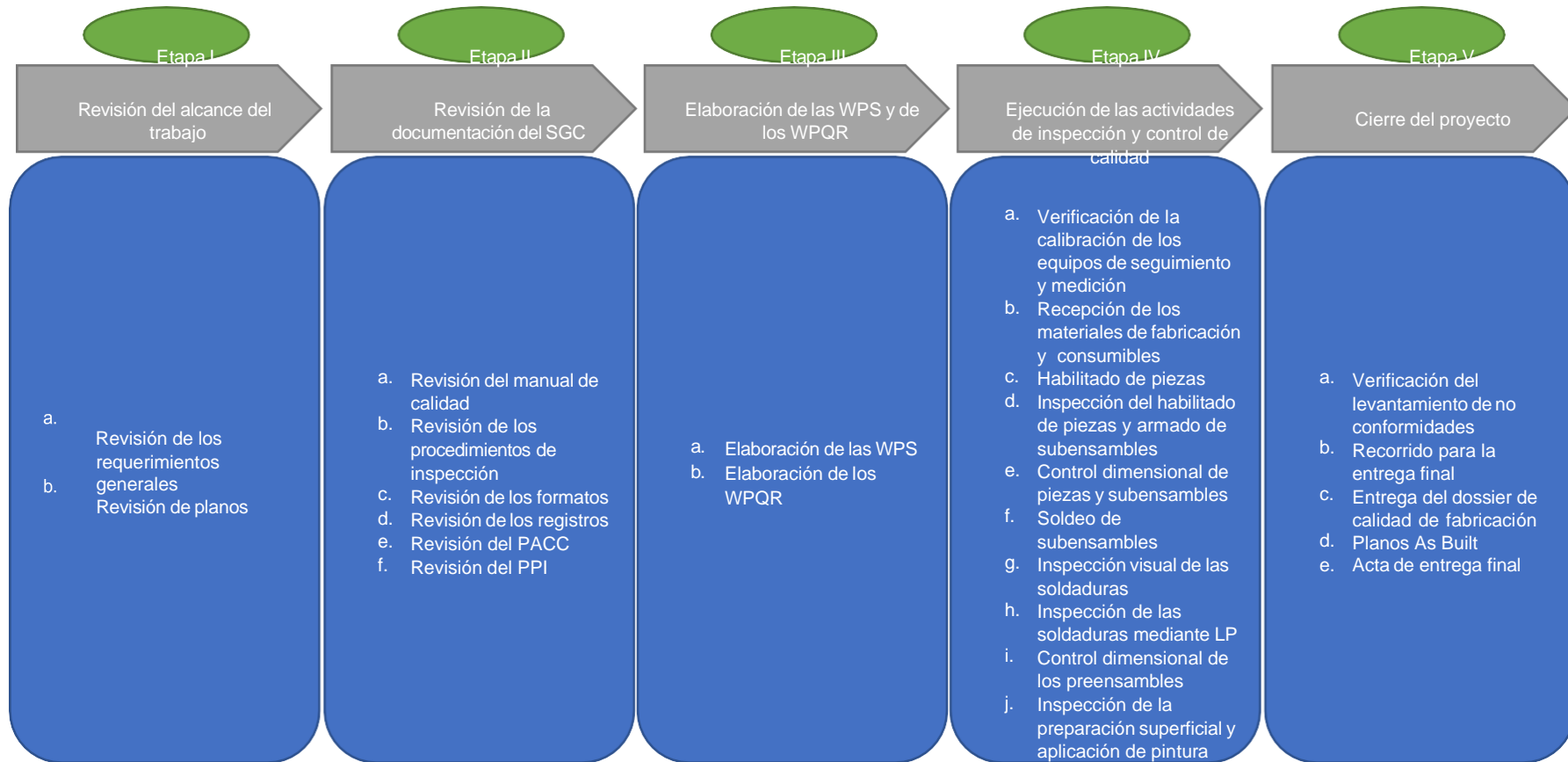
- d. Inspección del habilitado de piezas y armado de subensambles
- e. Control dimensional de piezas y subensambles
- f. Soldeo de subensambles
- g. Inspección visual de las soldaduras
- h. Inspección de las soldaduras mediante LP
- i. Control dimensional de los preensambles
- j. Inspección de la preparación superficial y aplicación de pintura

Etapa V: Cierre del proyecto

- a. Verificación del levantamiento de no conformidades
- b. Recorrido para la entrega final
- c. Entrega del dossier de calidad de fabricación
- d. Planos As Built
- e. Acta de entrega final

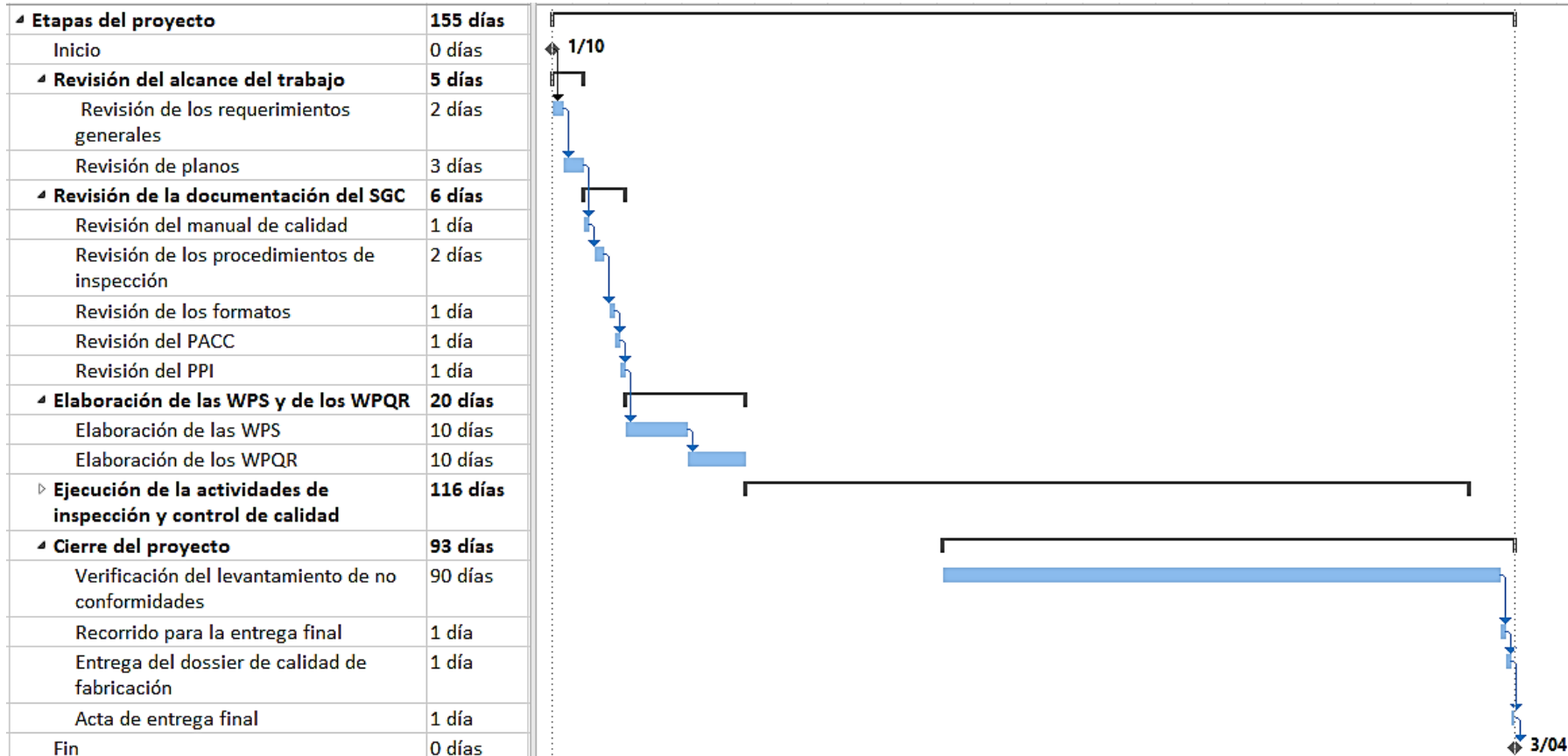
## 2.2.2 Diagrama de flujo

Figura 2.25 Diagrama de flujo



### 2.2.3 Cronograma de actividades

Figura 2.26 Cronograma de actividades



Nota: El cronograma se realizó en base a las fechas mostradas en la documentación del SGC

### **III. APORTES REALIZADOS**

#### **3.1 Planificación y ejecución**

En esta parte del informe se vio por conveniente indicar las diferencias en cada una de las etapas de la fabricación con respecto a otros proyectos similares, así como los resultados obtenidos, los cuales se muestran a continuación:

Con respecto a la revisión del alcance del trabajo, se revisó al detalle los planos y se cumplió a cabalidad con los requerimientos generales, lo que conllevó a la satisfacción plena del cliente. Además, se puede agregar que con base en esta etapa se elaboró la documentación que se utilizó a lo largo de la fabricación.

Con respecto a la revisión de la documentación del SGC, se revisó que la documentación del SGC este de acuerdo con lo exigido por la norma ISO 9001 a diferencia de otros proyectos similares. En la revisión se buscó y halló un manual de calidad; así como los procedimientos de inspección, formatos y registros aplicables. Esto conllevó a la minimización de las no conformidades.

En cuanto a la elaboración de las WPS y de los WPQR, el área de aseguramiento y control de la calidad de la empresa EMER S.A.C elaboró 22 WPS precalificadas, 1 WPS calificada y 8 WPQR a diferencia de otras empresas que suelen tercerizar su elaboración. Esto fue de suma importancia ya que conllevó a una disminución significativa de costos. Además, se puede agregar que el contar con WPS y WPQR disminuyó los defectos de soldadura.

Con relación a la ejecución de las actividades de inspección y control de calidad, estas se ejecutaron de acuerdo con el PPI. Además, es importante destacar que, a diferencia de otros proyectos, los END fueron realizados por personal calificado de acuerdo con la práctica SNT-TC-1A, lo que conllevó a la obtención de un producto con altos estándares de calidad.

Sobre el cierre del proyecto, se puede decir que, a diferencia de otros proyectos, se empezó a verificar que las no conformidades hayan sido levantadas durante la etapa de ejecución de las actividades de inspección y control de calidad con el propósito de disminuir los gastos de reparación.

### **3.1.1 Planificación**

#### **Etapa I: Revisión del alcance del trabajo**

##### **a. Revisión de los requerimientos generales**

Se revisaron detalladamente los requerimientos del cliente cumpliéndose con la totalidad. A continuación, se mencionan los más importantes:

- Las WPS se elaboraron de acuerdo con el código de soldadura AWS D.1.1.
- Los soldadores fueron calificados según lo dispuesto en el código AWS D1.1.
- Se utilizaron tolerancias dimensionales según lo permitido por el código AISC 303.
- Se utilizaron los procesos de soldadura GMAW y/o FCAW.
- El 100% de las soldaduras se inspeccionaron visualmente y el 25% de las soldaduras de filete por líquidos penetrantes. Las inspecciones se realizaron de acuerdo con el código AWS D1.1 y las llevó a cabo personal calificado.
- Se realizó el preensamblado de las plataformas, chutes y compuertas.
- La preparación superficial se realizó de acuerdo con la norma SPCC-SP6.
- Los espesores de pintura se midieron de acuerdo con lo dispuesto en la norma SPCC-PA2.
- La totalidad de inspecciones se registraron en el formato respectivo.
- Se entregó un dossier de calidad de fabricación después de concluida la fabricación.

##### **b. Revisión de planos**

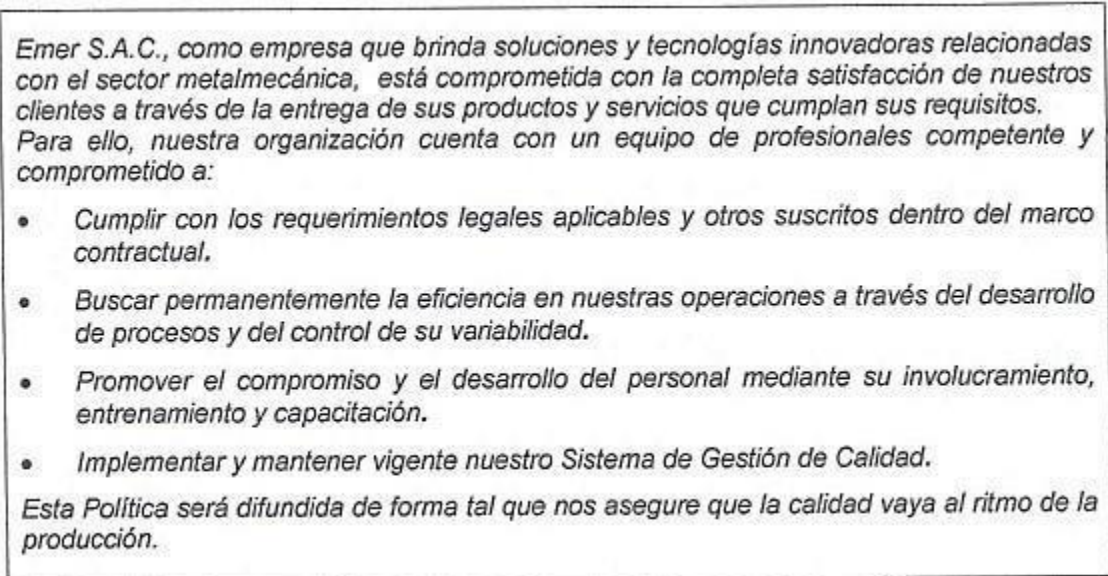
Se revisaron los planos de fabricación poniendo énfasis en los detalles de soldadura, materiales de fabricación y disposición de piezas. Estos planos fueron fundamentales en la elaboración de las WPS y de los WPQR, y en las diferentes inspecciones realizadas. Asimismo, se revisaron los planos de preensamble. Los planos fueron elaborados por el área de ingeniería de la empresa EMER S.A.C.

## Etapa II: Revisión de la documentación del SGC

### a. Revisión del manual de calidad

Se revisó que la empresa EMER S.A.C cuente con un manual de calidad. En él se destaca tanto la política de calidad como los objetivos de calidad.

Figura 3.1 Política de calidad



Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.2 Objetivos de calidad

Los objetivos generales que plantea EMER S.A.C. son los siguientes:

- Asegurar que el trabajo se ejecute estrictamente de acuerdo con los requerimientos y especificaciones del Contrato y de las entidades y normativas reguladoras vigentes.
- Mantener procedimientos de Construcción que aseguren que las actividades realizadas cumplirán con lo establecido en el Contrato.
- Evitar deficiencias a través de una coordinación de Control de Calidad previa a la construcción. Asimismo, detectar y corregir deficiencias en forma oportuna.
- Proporcionar registros de todas las pruebas, inspecciones, procedimientos, falta de cumplimiento de especificaciones, correcciones, etc., que puedan someterse a Auditorías.

Para el Proyecto se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- *Ninguna No Conformidad sin resolver al final del proyecto.*
- *Difusión del 100% de los procedimientos de gestión y construcción al personal involucrado.*

Fuente: Empresa EMER S.A.C



## b. Revisión de los procedimientos de inspección

Se revisó que los procedimientos de inspección sean concordantes con los códigos y prácticas aplicables. Asimismo, se revisó su codificación en la lista maestra, la cual se incluyó en los registros de inspección.

Tabla 3.1 Códigos y prácticas aplicables a los procedimientos de inspección

Ítem	Procedimiento	Códigos aplicables	Prácticas aplicables
1	Procedimiento de inspección visual de soldaduras	· AWS D1.1 · ASME Sección V Art. 9	No aplica
2	Procedimiento de inspección de soldaduras por líquidos penetrantes	· AWS D1.1 · ASME Sección V Art. 6	· ASTM E165

Tabla 3.2 Códigos asignados a los procedimientos de inspección en la lista maestra

Ítem	Procedimiento	Código en lista maestra
1	Procedimiento de inspección visual de soldaduras	AC-VT-001
2	Procedimiento de inspección de soldaduras por líquidos penetrantes	AC-PT-002

## c. Revisión de los formatos

Se revisó la codificación asignada a los formatos en la lista maestra, la cual se incluyó en el PPI, así como en el PAC y en el PCC.

Tabla 3.3 Códigos asignados a los formatos en la lista maestra

Ítem	Formato	Código en lista maestra
1	Formato de calificación del procedimiento de soldadura	AC-FT-019
2	Formato de calificación de rendimiento del soldador	AC-FT-020

Tabla 3.3 Códigos asignados a los formatos en la lista maestra (continuación)

Ítem	Formato	Código en lista maestra
3	Formato de calibración de equipos de seguimiento y medición	AC-FT-017
4	Formato de no conformidad	AC-FT-015
5	Formato de control de materiales y consumibles	AC-FT-004
6	Formato de control dimensional	AC-FT-007
7	Formato de inspección visual de soldaduras	AC-FT-008
8	Formato de inspección por líquidos penetrantes superficial y de recubrimiento	AC-FT-012
9	Formato de liberación final del equipo	AC-FT-010




#### d. Revisión de los registros

Se revisó el correcto llenado de los formatos (registros), los cuales se incluyeron en el dossier de calidad.

#### e. Revisión del PACC

Se revisó que el plan de aseguramiento y control de la calidad sea concordante con el alcance del trabajo.

Figura 3.3 Portada del plan de aseguramiento y control de la calidad


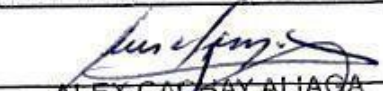
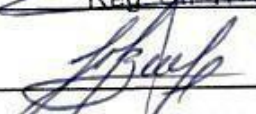
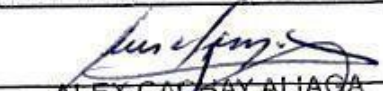
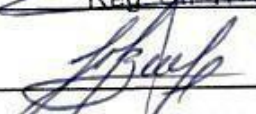
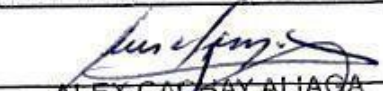
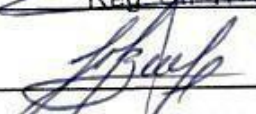
<b>PLAN DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD</b>		REVISIÓN: Revisión: 01
"DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CRUTES, GATES Y PLATFORM DEL SPELL Y LOADING POCKET"		Fecha: 23-11-2020
SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.		Página 1 de 15
<b>PLAN DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD</b>		
Elaborado por: Jefe de Calidad Firma:  Ing. José Jairo Miranda Fecha: 23/11/2020	Revisado por: Gerente de Proyecto Firma:  Ing. Alex Cachay Alaga Fecha: 23/11/2020	Aprobado por: Gerente General Firma:  Ing. Luis A. Yachimoto Fecha: 23/11/2020

Fuente: Empresa EMER S.A.C

**f. Revisión del PPI**

Serevisó que el plan de puntos de inspección y ensayos se acordante con el alcance del trabajo.


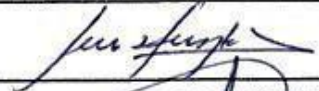
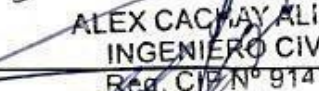

Figura 3.4 Plan de puntos de inspección y ensayos

 <b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS (PPI)</b> PROYECTO : "DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET" CLIENTE : SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.																												
ITEM	ETAPAS DE LA INSPECCIÓN Y ENSAYOS	MÉTODO DE CONTROL	PORCENTAJE DE CONTROL	DOCUMENTO DE REFERENCIA	ESTANDAR DE ACEPTACIÓN	REGISTRO DE CONTROL	RESPONSABILIDAD			OBSERVACIÓN																		
							PE	CE	CLIENTE																			
<b>1.0 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b>																												
1.1	Revisión de Documentos	Revisión Documentaria	100%	•Orden de Compra •Especificaciones Técnicas •Códigos y Normas que apliquen •Planos	Especificaciones técnicas	Ninguno	V	V	V	-																		
1.2	Comunicación de los requerimientos de Calidad	Reuniones interna del equipo de trabajo	Antes de la fabricación	•Orden de Compra •Especificaciones Técnicas •Planos •PPI •Procedimientos	Especificaciones técnicas	Ninguno	V	V	V	-																		
1.3	•Calificación de Procedimientos de Soldadura (WPS) •Calificación de Soldadores (WPQ)	Revisión Documentaria	100%	•AWS D1.1 Ed. 2015 •Especificaciones Técnicas	•AWS D1.1 Ed. 2015 •Especificaciones Técnicas	•AC-FT-018-Especificación de procedimiento de soldadura (WPS). •AC-FT-019-Registro de calificación de procedimiento (PQR). •AC-FT-020-Calificación de habilidad de los soldadores (WPQ).	H	H	R	-																		
1.4	Control de certificación de personal END	Revisión Documentaria	100%	•Especificaciones Técnicas •SNT-TC-1A Ed. 2016	•Especificaciones Técnicas	Por proveedor de END	H	H	R	-																		
1.5	Control de dispositivos de seguimiento y medición	Revisión Documentaria	100%	•Según Plan de Calidad	•Según Plan de Calidad	•EME-FT-017 Lista de equipos de seguimiento y medición •Certificados de calibración emitidos por un laboratorio externo	V	V	R	-																		
1.6	Control de producto no conforme	Revisión Documentaria	100%	•Según Plan de Calidad	•Especificaciones Técnicas	AC-FT-015 -Registro de No Conformidad	V	V	R	-																		
<b>CONTROL DE LA CALIDAD</b>																												
<b>FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS</b>																												
<b>2-RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>																												
2.1	Recepcion de Materiales y consumibles	•Validación de Documentos •Visual •Verificación Dimensional	100%	•ASTM A6 •ASTM A36 •Orden de compra •Especificaciones Técnicas	•ASTM A6 •ASTM A36 •Orden de compra •Especificaciones Técnicas	AC-FT-004-Registro de Control de Materiales y Consumibles	V	V	W	-																		
<b>3-HABILITADO</b>																												
3.1	Habilitado de materiales y trazabilidad	•Visual •Dimensional	20%	Planos	Planos	Ninguno	V	V	W	-																		
<b>4-ARMADO</b>																												
4.1	Ensamble antes de Soldadura	•Visual •Dimensional	100%	Planos	•Planos •AISC 303-16	Ninguno	V	V	W	-																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Alcance</th> <th>Cargo</th> <th>Nombre</th> <th>Firma</th> <th>Fecha</th> <th>Rev.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aprobado por:</td> <td>Gerente General</td> <td>Ing. Luis Huenura Yoshimoto</td> <td></td> <td>23/11/2020</td> <td rowspan="3">1</td> </tr> <tr> <td>Revisado por:</td> <td>Gerente de Proyecto</td> <td>Ing. Alex Cachay Aliaga</td> <td>ALEX CACHAY ALIAGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 91470</td> <td>23/11/2020</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por:</td> <td>Jefe de Calidad</td> <td>Ing. Bruce Jalck Miranda</td> <td></td> <td>23/11/2020</td> </tr> </tbody> </table>							Alcance	Cargo	Nombre	Firma	Fecha	Rev.	Aprobado por:	Gerente General	Ing. Luis Huenura Yoshimoto		23/11/2020	1	Revisado por:	Gerente de Proyecto	Ing. Alex Cachay Aliaga	ALEX CACHAY ALIAGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 91470	23/11/2020	Elaborado por:	Jefe de Calidad	Ing. Bruce Jalck Miranda		23/11/2020
Alcance	Cargo	Nombre	Firma	Fecha	Rev.																							
Aprobado por:	Gerente General	Ing. Luis Huenura Yoshimoto		23/11/2020	1																							
Revisado por:	Gerente de Proyecto	Ing. Alex Cachay Aliaga	ALEX CACHAY ALIAGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 91470	23/11/2020																								
Elaborado por:	Jefe de Calidad	Ing. Bruce Jalck Miranda		23/11/2020																								
Tipo de Requisito H: Hold Point.- Actividad que no puede proceder sin liberar por el grupo de inspección V: Verification.- Verificación por inspección, ensayo o revisión de documentos R: Random.- Revisión aleatoria de inspección, donde la documentación puede o no puede ser requerida W: Witness - Testigo N: Notificación - Notificación sera suministrada antes de realizar la actividad PE: Producción Emer      CE: Calidad Emer																												

Fuente: Empresa EMERS.A.C



Figura 3.4 Plan de puntos de inspección y ensayos (continuación)

 <b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION Y ENSAYOS (PPI)</b> PROYECTO : "DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET" CLIENTE : _____											
ITEM	ETAPAS DE LA INSPECCION Y ENSAYOS	MÉTODO DE CONTROL	PORCENTAJE DE CONTROL	DOCUMENTO DE REFERENCIA	ESTANDAR DE ACEPTACIÓN	REGISTRO DE CONTROL	RESPONSABILIDAD			OBSERVACIÓN	
							PE	CE	CLIENTE		
<b>5-SOLDADURA Y CONTROL DIMENSIONAL</b>											
5.1	Verificación de parámetros de soldadura y estampas de soldadura	Visual, (con los instrumentos adecuados)	Por cada proceso de soldadura	WPS's Plano	WPS's Plano	Ninguno	V	V	W	Control de parámetros de soldadura	
5.2	Control de dimensiones finales	Visual Verificación Dimensional	100%	•Especificaciones Técnicas •Planos •AISC 303-16	•Especificaciones Técnicas •Planos •AISC 303-16	AC-FT-007-Registro de control de dimensional	H	H	W	-	
<b>6-ENSAYOS END DE LA SOLDADURA (END)</b>											
6.1	Inspección Visual (VT)	Visual, (con los instrumentos adecuados)	100%	•Especificación Técnica •AWS D1.1 Ed.2105 •Procedimientos	Codigo AWS D1.1-2015-Sec.6	• AC-FT-008- Registro de control de inspeccion visual. • Mapa de Soldadura	H	H	W	-	
6.2	Inspección por Tintes Penetrantes (PT)	Visual, (con los instrumentos adecuados)	25% (Soldadura en Filete)	•Especificación Técnica •AWS D1.1 ED.2105 •Procedimientos	Codigo AWS D1.1-2015-Sec.6	AC-FT-009-Registro de inspección por tintes penetrantes	H	H	W	-	
<b>ACABADO SUPERFICIAL Y PINTURA</b>											
<b>7-PREPARACION SUPERFICIAL</b>											
7.1	Controles Ambientales	Visual, (con los instrumentos adecuados)	Por lote	•Norma ASTM E337	•Norma ASTM E337 •Visual	Registro emitido por proveedor externo	H	V	R	-	
7.2	Tipo de Preparacion Superficial	Visual	100%	•Norma SSPC-SP6	•Norma SSPC-SP6 •Procedimiento de Pintura •Visual	Registro emitido por proveedor externo	H	V	R	-	
7.3	Verificación Perfil de Rugosidad de la superficie	Visual, (con los instrumentos adecuados)	Por lote	•Norma ASTM-D4417-C	•Norma ASTM-D4417-C •Visual	Registro emitido por proveedor externo	H	V	R	Rugosidad 2 a 3 mils	
<b>8-APLICACION DE PINTURA</b>											
8.1	Controles Ambientales	Visual, (con los instrumentos adecuados)	Por lote	•Norma ASTM E337 •Procedimiento de Pintura emitido por el proveedor	•Norma ASTM E337	Registro emitido por proveedor externo	H	V	R	-	
8.2	Medición de Espesores de Película Seca (DFT)	Visual, (con los instrumentos adecuados)	100%	•Procedimiento de Pintura emitido por el proveedor de pintura •SSPC-PA 2 •Especificación técnica de pintura	•Procedimiento de Pintura emitido por el proveedor de pintura •Especificación técnica de pintura	Registro emitido por proveedor externo	H	V	R	-	
<b>9-INSPECCION FINAL</b>											
9.1	Cierre de Proyecto	•Revisión Documentaria •Validación de Documentos •Visual •Verificación Dimensional	Al final del proyecto	•Orden de compra •PPI •Planos	•Orden de compra •PPI •Planos	•Dossier de Calidad •AC-FT-010 Registro de liberación final del equipo	H	H	H	-	
Alcance		Cargo		Nombre		Firma	Fecha			Rev.	
Aprobado por:		Gerente General		Ing. Luis Huenara Yoshimoto			23/11/2020			1	
Revisado por:		Gerente de Proyecto		Ing. Alex Cachay Aliaga		 ALEX CACHAY ALIAGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 91470	23/11/2020				
Elaborado por:		Jefe de Calidad		Ing. Bruce Jalck M.			23/11/2020				
Tipo de Requisito H: Hold Point.- Actividad que no puede proceder sin liberar por el grupo de inspección V: Verificación.- Verificación por inspección, ensayo o revisión de documentos R: Random.- Revisión aleatoria de inspección, donde la documentación puede o no puede ser requerida W: Witness - Testigo N: Notificación - Notificación sera suministrada antes de realizar la actividad PE: Producción Emer CE: Calidad Emer											

Fuente: Empresa EMERS.A.C

## Etapa III: Elaboración de las WPS y de los WPQR

### a. Elaboración de las WPS

En esta parte del informe se mencionan los puntos más importantes en la elaboración de las WPS, las cuales fueron precalificadas y calificadas. Es importante mencionar que estas WPS se elaboraron de acuerdo con el código AWS D1.1 y que en total se elaboraron 23 (22 precalificadas y 1 calificada).

#### a.1 Elaboración de las WPS precalificadas

Como se mencionó anteriormente, se elaboraron 22 WPS precalificadas, correspondiendo 18 al proceso GMAW y 4 al proceso FCAW.

Por cuestiones prácticas, para este trabajo se vio por conveniente desarrollar la WPS precalificada EMER-WPS-028 que correspondió a la junta más común, la cual se muestra en la Figura N°3.5. Es importante agregar que los valores que se muestran en la Tabla N°3.4 y que servirán como base para la elaboración de la WPS en cuestión fueron extraídos del alcance del trabajo. Con estas variables se pudo determinar la clasificación y la especificación del metal de aporte, la temperatura mínima de precalentamiento y entre pasadas, el rango de voltaje, el rango de amperaje y las posiciones con las cuales se puede utilizar.

Tabla 3.4 Valores utilizados en la elaboración de la WPS precalificada EMER-WPS-028

Item	Variables	Valor
1	Proceso	GMAW
2	Tipo de transferencia	Globular
3	Especificación del metal base	AS 1 M A 5 / 2
		GR50
4	Composición del gas protector	100%CO2

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante la elaboración de la WPS precalificada EMER-WPS-028:

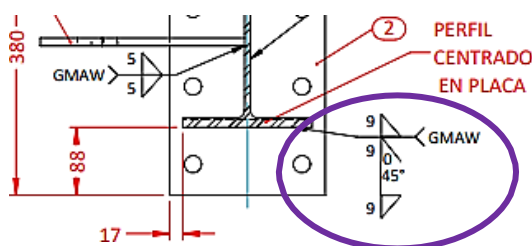
- Se buscó la geometría de la junta más común en la Figura 3.6. y se verificaron sus dimensiones, así como sus tolerancias.
- Se comprobó su uso con el proceso GMAW en espesores de 6mm a más para T1 y de 3mm a más para T2 en las posiciones plana y horizontal para un



tamaño de soldadura igual a S según la Figura 3.6. En este caso se eligió un rango de 6mm hasta 50mm para el espesor y la posición plana.

- Se halló que la especificación A572 GR 50 pertenece al Grupo II de acuerdo con la Tabla 3.5.
- Se determinó haciendo uso del número del grupo que se pueden utilizar electrodos ER70S-X, E70C-XC y E70C-XM de acuerdo con la Tabla 3.6. En este caso se utilizó la clasificación ER70S-6, siendo su especificación la A5.18.
- Se determinó con la especificación A572 GR 50 que la temperatura mínima de precalentamiento y entre pasadas es de 0°C para espesores desde 3mm hasta 20mm, de 10°C para espesores mayores a 20mm hasta 38mm y de 65°C para espesores mayores a 38mm hasta 65mm de acuerdo con la Tabla 3.7.
- Se estableció para la transferencia globular un rango de amperaje de 170A a 250A y un rango de voltaje de 19V a 26V para un electrodo de 1.2mm de diámetro de acuerdo con la Tabla 3.8.
- Se le asignaron valores a la tasa de flujo (12 a 14LPM), a la velocidad de alimentación del alambre, al diámetro de la tobera (12mm;16mm), a la velocidad de avance (9-13 cm/min) y a la distancia desde el tubo de contacto hasta la superficie de trabajo (15-20mm) en base a la experiencia.
- Se emitió la WPS precalificada EMER-WPS-028 (Ver Figura 3.8) incluyendo los valores de las variables de la Tabla 3.4 así como los valores determinados a partir de ellos.

Figura 3.5 Simbología correspondiente a la junta más común



Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.6 Detalles de la junta soldada en ranura con PJP precalificada

Soldadura en ranura con bisel simple (4)  
 Junta a tope (B)  
 Junta en T (T)  
 Junta en esquina (C)

TODAS LAS DIMENSIONES EN mm

Proceso de soldadura	Designación de junta	Espesor del metal base (U = ilimitado)		Preparación de la ranura			Posiciones de soldadura permitidas	Tamaño de la soldadura (E)	Notas
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Abertura de la raíz Cara de la raíz Ángulo de la ranura	Tolerancias				
					Según detalle (véase 3.12.3)	Según acoplamiento (véase 3.12.3)			
SMAW	BTC-P4	U	U	R = 0 f = 3 mín. α = 45°	+2, -0 +U -0 +10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	Todas	S-3	b, e, f, g, j, k
<b>GMAW FCAW</b>	<b>BTC-P4-GF</b>	<b>6 mín.</b>	<b>U</b>	R = 0 f = 3 mín. α = 45°	+2, -0 +U -0 +10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	<b>F, H</b>	<b>S</b>	a, b, f, g, j, k
SAW	TC-P4-S	11 mín.	U	R = 0 f = 6 mín. α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 +10°, -5°	F	S	b, f, g, i, k

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.5 Metales base aprobados para WPS precalificadas

Grupo	Requisitos de la especificación del acero				
	Especificación del acero	Punto/límite elástico mínimo		Rango de tracción	
		ksi	MPa	ksi	MPa
ASTM A36	(>3/4 pulgadas [20 mm])	36	250	58-80	400-550
ASTM A131	Grados AH32, DH32, EH32	46	315	64-85	440-590
	Grados AH36, DH36, EH36	51	355	71-90	490-620
ASTM A441		40-50	275-345	60-70	415-485
ASTM A501	Grado B	50	345	70 mín.	485 mín.
ASTM A516	Grado 65	35	240	65-85	450-585
	Grado 70	38	260	70-90	485-620
ASTM A529	Grado 50	50	345	70-100	485-690
	Grado 55	55	380	70-100	485-690
ASTM A537	Clase I	45-50	310-345	65-90	450-620
<b>ASTM A572</b>	Grado 42	42	290	60 mín.	415 mín.
	<b>Grado 50</b>	50	345	65 mín.	450 mín.
	Grado 55	55	380	70 mín.	485 mín.
ASTM A588 <sup>b</sup>	(4 pulgadas [100 mm] y menor)	50	345	70 mín.	485 mín.
ASTM A595	Grado A	55	380	65 mín.	450 mín.
	Grados B y C	60	410	70 mín.	480 mín.
ASTM A606 <sup>b</sup>		45-50	310-340	65 mín.	450 mín.
ASTM A618	Grados Ib, II, III	46-50	315-345	65 mín.	450 mín.
ASTM A633	Grado A	42	290	63-83	430-570
	Grados C, D	50	345	70-90	485-620
<b>II</b>	(2-1/2 pulgadas [65 mm] y menor)				

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.6 Metales de aporte para resistencias coincidentes, metales de Grupo II – GMAW

Grupo de metal base	Especificación de electrodos de AWS	GMAW	
		A5.18. Acero al carbono	A5.28 <sup>1</sup> . Acero de baja aleación
		ER70S-X E70C-XC E70C-XM (Se deben excluir electrodos con sufijo -GS)	ER70S-XXX E70C-XXX

II

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.7 Temperatura precalificada mínima de precalentamiento y entre pasadas

Categoría	Especificación del acero	Proceso de soldadura	Espesor de la parte más gruesa del punto de soldadura		Temperatura mínima de precalentamiento y entre pasadas				
			pulgadas	mm	°F	°C			
B (Baja aleación)	ASTM A537	SMAW con electrodos de bajo hidrógeno, SAW GMAW, FCAW							
	ASTM A572						Grados 42, 50, 55		
	ASTM A573						Grado 65		
	ASTM A588						Grados A, B, C		
	ASTM A595								
	ASTM A606								
	ASTM A618						Grados Ib, II, III		
	ASTM A633						Grados A, B		
							Grados C, D		
	ASTM A709						Grados 36, 50, 50S, 50W, HPS 50W		
	ASTM A710						Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])		
	ASTM A808						Grado 50		
	ASTM A913 <sup>b</sup>								
	ASTM A992								
	ASTM A1008 HSLAS						Grado 45 Clase 1	1/8 a 3/4 incl.	3 a 20 incl.
	Grado 45 Clase 2								
	Grado 50 Clase 1								
	Grado 50 Clase 2								
	Grado 55 Clase 1								
	Grado 55 Clase 2								
ASTM A1008 HSLAS-F	Grado 50	Más de 3/4 hasta 1-1/2 incl.	Más de 20 hasta 38 incl.	50	10				
ASTM A1011 HSLAS	Grado 45 Clase 1	Más de 1-1/2 hasta 2-1/2 incl.	Más de 38 hasta 65 incl.	150	65				
	Grado 45 Clase 2								
	Grado 50 Clase 1								
	Grado 50 Clase 2								
	Grado 55 Clase 1								
	Grado 55 Clase 2								

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)




Tabla 3.8 Corrientes y voltajes recomendados para el proceso GMAW

Modo	Parámetro	Diámetro de electrodo			
		0,8	1,0	1,2	1,6
Spray	Amp	140 a 180	180 a 250	220 a 320	260 a 390
	Volt	23 a 28	24 a 30	25 a 32	26 a 32
Globular	Amp	110 a 150	130 a 200	170 a 250	200 a 300
	Volt	18 a 22	18 a 24	19 a 26	22 a 28
Corto circuito	Amp	50 a 130	70 a 160	120 a 200	150 a 200
	Volt	14 a 18	16 a 19	17 a 20	18 a 21

Fuente: Soldadura y Estructuras (Marín, 2023)

Figura 3.7 Pasos para elaborar una WPS precalificada



**EMER SAC**

**WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)**  
ACCORDING TO AWS D1.1/D1.1M-2020

**CÓDIGO: AC-FT-018**

**FECHA: 24-05-2019**

Company Name: EMER SAC  
Authorized by: Ing. Bruce Jalck  
Date: 28-11-2020

BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.
Base Material	Ver Tabla 3.1		II
Welded To	Ver Tabla 3.1		II
Backing Material			

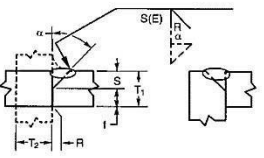
Categoría de temperatura de precalentamiento e interpasas en metal base: B

ASTM	Clase	Metales base aprobados para WPS precalificadas (AWS D.1.1, 2015)
ASTM A537	Clase 1	Metales base aprobados para WPS precalificadas (AWS D.1.1, 2015)
ASTM A572	Grado 42	
	Grado 50	
	Grado 55	(4 pulgadas [100 mm] y menor)
ASTM A588 <sup>B</sup>	Grado A	
ASTM A595	Grados B y C	
ASTM A606 <sup>B</sup>		Grados Ib, II, III
ASTM A618		
ASTM A633	Grado A	Grados C, D
		(2-1/2 pulgadas [65 mm] y menor)
	Grado 36 (>3/4 pulgadas [20 mm])	

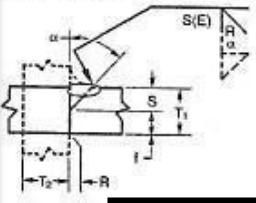
Soldadura en ranura con bisel simple (4)  
Junta a tope (B)  
Junta en T (T)  
Junta en esquina (C)

Detalles de la junta soldada en ranura con PJP precalificada (AWS D1.1, 2015)



Proceso de soldadura	Designación de junta	Espesor del metal base (U = ilimitado)		Preparación de la ranura		Posiciones de soldadura permitidas
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Abertura de la raíz Cara de la raíz Ángulo de la ranura	Tolerancias Según detalle (véase 3.12.3) Según acoplamiento (véase 3.12.3)	
SMAW	BTC-P4	U	U	R=0 f=1/8 min. α=45°	+1/16, -0 +U-0 +10°, -0°	Todas
GMAW FCAW	BTC-P4-GF	1/4 min. U	U	R=0 f=1/8 min. α=45°	+1/16, -0 +U-0 +10°, -0°	F, H V, OH

JOINT DETAILS (Sketch)



Grain = T1 = T2 ≤ 50mm  
α = 45° ± 0.5  
R = 0 mm ± 0.5  
f = 3 mm ± 0.5  
S = E

**PROCEDURE**

Weld Layer(s) \_\_\_\_\_

Weld Pass(es) \_\_\_\_\_

Process \_\_\_\_\_

Type (Semiautomatic, Mechanized, etc) \_\_\_\_\_

Position \_\_\_\_\_

Vertical progression \_\_\_\_\_

Filler metal (AWS Spec) \_\_\_\_\_

AWS Classification \_\_\_\_\_

Diameter \_\_\_\_\_

Manufacturer / Trade Name \_\_\_\_\_

Shielding Gas (Composition) \_\_\_\_\_

Flow Rate \_\_\_\_\_

Nozzle Size ø \_\_\_\_\_

Preheat temperature \_\_\_\_\_

Interpass Temperature \_\_\_\_\_

Electrical Characteristics \_\_\_\_\_

Current Type & Polarity \_\_\_\_\_

Transfer Mode \_\_\_\_\_

Power Source Type (cc, cv, etc) \_\_\_\_\_

Amps \_\_\_\_\_

Volts \_\_\_\_\_

Wire Feed Speed \_\_\_\_\_

Travel Speed \_\_\_\_\_

Maximum Heat Input \_\_\_\_\_

Technique \_\_\_\_\_

Stringer or Weave \_\_\_\_\_

Multi or Single Pass (per side) \_\_\_\_\_

Oscillation (Mechanized/Automatic) \_\_\_\_\_

Traversal Length \_\_\_\_\_

Traversal Speed \_\_\_\_\_

Dwell Time \_\_\_\_\_

Number of Electrodes \_\_\_\_\_

Contact Tube to Work Distance \_\_\_\_\_

Peening \_\_\_\_\_

Interpass Cleaning \_\_\_\_\_

Other \_\_\_\_\_

Nota 1: 1520mm 0°C, 20mm+T≤38mm 10°C, T>38mm 65°C

Grupo de metal base	Especificación de electrodos de AWS	Clasificación de electrodos de AWS	Metales de aporte para resistencias coincidentes en Tabla 3.1 (AWS D1.1, 2015)
GMAW	A5.18.	ER70S-X E70C-XC E70C-XM	A5.28 <sup>a</sup> . Acero de baja aleación ER70S-XXX E70C-XXX

Metals de aporte para resistencias coincidentes en Tabla 3.1 (AWS D1.1, 2015)

Weld Layer(s) 1-n

Weld Pass(es) GMAW

Process Semiautomática

Type (Semiautomatic, Mechanized, etc) Plana (F)

Position \_\_\_\_\_

Vertical progression \_\_\_\_\_

Filler metal (AWS Spec) AWS A5.11

AWS Classification ER70S-6

Diameter Ø 1.2 mm

Manufacturer / Trade Name \_\_\_\_\_

Shielding Gas (Composition) CO2 100%

Flow Rate 12 a 14 LPM

Nozzle Size ø 12mm; 16mm

Preheat temperature Nota 1

Interpass Temperature Nota 2

Electrical Characteristics \_\_\_\_\_

Current Type & Polarity DC EP

Transfer Mode Globular

Power Source Type (cc, cv, etc) CC/CV

Amps 150-250 A

Volts 20-25 V

Wire Feed Speed (Amperaje) 9-13 cm/min

Travel Speed \_\_\_\_\_

Maximum Heat Input \_\_\_\_\_

Technique \_\_\_\_\_

Stringer or Weave Ociado

Multi or Single Pass (per side) Simple o Multiple

Oscillation (Mechanized/Automatic) \_\_\_\_\_

Traversal Length \_\_\_\_\_

Traversal Speed \_\_\_\_\_

Dwell Time \_\_\_\_\_

Number of Electrodes Uno

Contact Tube to Work Distance 15 - 20 mm

Peening \_\_\_\_\_

Interpass Cleaning Remoción de escoria con Cepillo Metálico y/o Esmeril

ASTM	Especificación del acero	Clases	Grados	Temperatura precalificada mínima de precalentamiento y entre pasadas (AWS D1.1, 2015)
ASTM A537	Clases 1 y 2	Grados 42, 50, 55	Grado 65	3 a 20 incl. 32 <sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>
ASTM A572				
ASTM A573				
ASTM A588	Grados A, B, C	Grados A, B, C	Grados A, B, C	50 10
ASTM A595				
ASTM A606	Grados Ib, II, III	Grados A, B, C	Grados A, B, C	150 65
ASTM A618				
ASTM A633	Grados C, D	Grados A, B, C	Grados A, B, C	150 65
ASTM A709				
ASTM A710	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])
ASTM A808	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])	Grado A, Clase 2 (>2 pulgadas [50 mm])
ASTM A913 <sup>B</sup>	Grado 50	Grado 50	Grado 50	Grado 50
ASTM A992	Grado 50	Grado 50	Grado 50	Grado 50
ASTM A1008 HSLAS	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1
	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2
	Grado 50 Clase 1	Grado 50 Clase 1	Grado 50 Clase 1	Grado 50 Clase 1
	Grado 50 Clase 2	Grado 50 Clase 2	Grado 50 Clase 2	Grado 50 Clase 2
	Grado 55 Clase 1	Grado 55 Clase 1	Grado 55 Clase 1	Grado 55 Clase 1
	Grado 55 Clase 2	Grado 55 Clase 2	Grado 55 Clase 2	Grado 55 Clase 2
ASTM A1008 HSLAS-F	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1
ASTM A1011 HSLAS	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1
	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2
	Grado 50 Clase 1	Grado 50 Clase 1	Grado 50 Clase 1	Grado 50 Clase 1
	Grado 50 Clase 2	Grado 50 Clase 2	Grado 50 Clase 2	Grado 50 Clase 2
	Grado 55 Clase 1	Grado 55 Clase 1	Grado 55 Clase 1	Grado 55 Clase 1
	Grado 55 Clase 2	Grado 55 Clase 2	Grado 55 Clase 2	Grado 55 Clase 2
ASTM A1011 HSLAS-F	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1
ASTM A1018 HSLAS	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1	Grado 45 Clase 1
	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2	Grado 45 Clase 2

Figura 3.8 WPS precalificada EMER-WPS-028

<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> <small>ACCORDING TO AWS D1.1/D1.1M:2020</small>	
<b>CÓDIGO:</b> AC-FT-018	<b>VERSIÓN:</b> 01
<b>FECHA:</b> 24-05-2019	<b>PÁGINA:</b> 1 DE 1

<b>Company Name:</b> EMER SAC		<b>WPS No.:</b> EMER-WPS-028	<b>Rev. No.:</b> 0	<b>Date:</b> 28-11-2020
<b>Authorized by:</b> Ing. Bruce Jalck	<b>Date:</b> 28-11-2020	<b>Supporting PQR(s):</b> PRECALIFICADO	<b>CVN Report:</b> NO	

BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.
Base Material	ver Table 3.1		II
Welded To	ver Table 3.1		II
Backing Material			

Categoría de temperatura de precalentamiento e interpasos en metal base: B

BASE METAL THICKNESS	As-Welded	With PWHT
CJP Groove Welds	6mm ≤ T1 = T2 ≤ 50mm	
CJP Groove w/ CVN		
PJP Groove Welds		
Fillet Welds		
DIAMETER		

JOINT DETAILS	
<b>Type</b>	Junta en T, esquina- Soldadura de canal, bisel simple-PJP
<b>Joint Designation</b>	BTC-P4-GF
<b>Groove Angle (α)</b>	45° ±0.5
<b>Root Opening (R)</b>	0 mm ±1.2
<b>Root Face (f)</b>	3mm (min) ±.2
<b>Back gouging</b>	No
<b>Method</b>	

POSTWELD HEAT TREATMENT	
<b>Temperature</b>	
<b>Time at Temperature</b>	
<b>Other</b>	

6mm ≤ T1+T2 ≤ 50mm

α=45° ±0.5

R=0 mm ±.2

f=3 mm ±.2

S=E

PROCEDURE	
Weld Layer(s)	
Weld Pass(es)	
Process	1-n GMAW
Type (Semiautomatic, Mechanized, etc)	Semiautomática
Position	Plano (F)
Vertical progression	
Filler metal (AWS Spec)	AWS A5.18
AWS Classification/Diameter	ER70S-6
Diameter	Ø 1.2 mm
Manufacturer / Trade Name	
Shielding Gas (Composition)	CO2 100%
Flow Rate	12 ± 14 LPM
Nozzle Size ø	12mm; 16mm
Preheat temperature	Nota 1
Interpass Temperature	Nota 2
Electrical Characteristics	
Current Type & Polarity	DC EP
Transfer Mode	Globular
Power Source Type (cc, cv, etc)	CC/CV
Amps	150-250 A
Volts	20-25 V
Wire Feed Speed	(Amperaje)
Travel Speed	9-13 cm/min
Maximum Heat Input	
Technique	
Stringer or Weave	Oscilado
Multi or Single Pass (per side)	Simple o Multiple
Oscillation (Mechanized/Automatic)	
Traverse Length	
Traverse Speed	
Dwell Time	
Number of Electrodes	Uno
Contact Tube to Work Distance	15 - 20 mm
Peening	
Interpass Cleaning	Remoción de escoria con Cepillo Metálico y/o Esmeril
Other	

Bruce V. Jalck Miranda  
CW1 15031881  
QC1 EXP 8/1/2021

**Nota 1:** 1≤20mm: 0°C, 20mm<T≤30mm: 10°C, T>30mm: 65°C  
**Nota 2:** Temperatura mín: Temp. de precalentamiento y Temperatura Máx: 300°C

Fuente: Empresa EMER S.A.C

## **a.2 Elaboración de las WPS calificadas**

Como se mencionó anteriormente, se elaboró solo una WPS calificada, la cual correspondió al proceso GMAW.

Cabe mencionar también que la transferencia fue en cortocircuito, por ende, no se pudo elaborar una WPS precalificada ya que el código no lo permite.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante la elaboración de la WPS calificada EMER-WPS-001:

- Se propusieron los valores de las variables de soldadura en base a la experiencia y a la información extraída del alcance del trabajo. Estos valores coinciden con los del PQR EMER-PQR-001.
- Se habilitó una placa de ensayo en T de 19mm de acuerdo con la Figura 3.9.
- Se armó la placa de ensayo mediante puntos de soldadura.
- Se soldó la placa de ensayo en vertical ascendente empleando los valores propuestos.
- Se inspeccionaron visualmente las soldaduras de la placa de acuerdo con los criterios de aceptación mostrados en la Figura 3.10.
- Se cortaron dos probetas para someter 3 de las caras a macroataque de acuerdo con la Tabla 3.9. El largo de las probetas fue de 100mm de acuerdo con la Figura 3.9.
- Se llevó a cabo el macroataque en las caras y se inspeccionó de acuerdo con los criterios de aceptación mostrados en la Figura 3.11.
- Se elaboró el PQR EMER-PQR-001 considerando los valores propuestos y los resultados del ensayo de macroataque (Ver Figura 3.12).
- Se emitió la WPS calificada EMER-WPS-001 (Ver Figura 3.13).

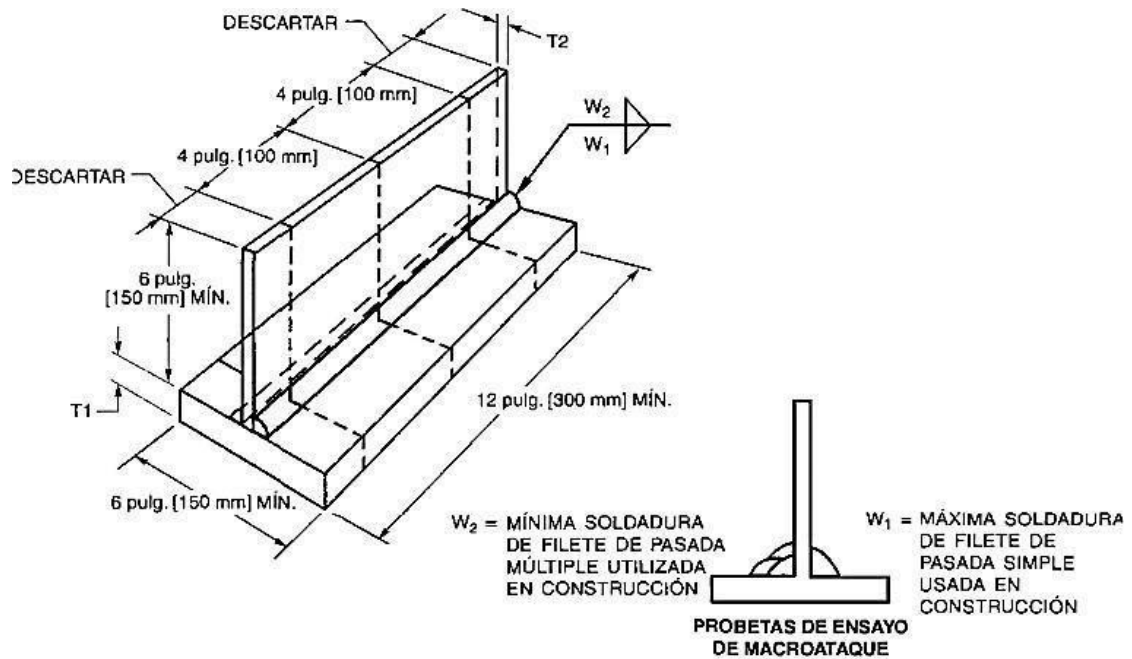
A continuación, se mencionan las consideraciones que se tuvieron en cuenta en la elaboración de la WPS calificada EMER-WPS-001:

- Se eligió la posición de ensayo 3F con el propósito de que el procedimiento permita soldar en filete en la posición vertical de acuerdo con la Tabla 3.10.
- Se eligió la especificación A572 GR 50 (Grupo II) con el propósito de que el procedimiento permita soldar especificaciones del Grupo I con



especificaciones del Grupo I, especificaciones del Grupo II con especificaciones del Grupo II y especificaciones del Grupo I con especificaciones del Grupo II de acuerdo con la Tabla 3.11.

Figura 3.9 Ensayo de solidez de la soldadura en filete para la calificación de la WPS



PULGADAS			MILÍMETROS		
tamaño de la soldadura	T1 min.	T2 min.	tamaño de la soldadura	T1 min.	T2 min.
1/8	1/4	3/16	3	6	5
3/16	1/2	3/16	5	12	5
1/4	3/4	1/4	6	20	6
5/16	1	5/16	8	25	8
3/8	1	3/8	10	25	10
1/2	1	1/2	12	25	12
5/8	1	5/8	16	25	16
3/4	1	3/4	20	25	20
> 3/4	1	1	> 20	25	25

Nota: Cuando el espesor máximo de placa utilizada en producción sea menor que el valor indicado anteriormente, se puede reemplazar el espesor máximo de las piezas de producción por T1 y T2.

Fuente: AWS D.1.1 (AWS, 2015)

Figura 3.10 Criterios de aceptación para la inspección visual de soldaduras en filete

**4.9.1.2 Inspección visual de soldaduras en filete.**

Las soldaduras en filete deben cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) No se debe aceptar grieta alguna, independientemente del tamaño.
- (2) Se deben rellenar todos los cráteres hasta la sección transversal completa de la soldadura.
- (3) El tamaño de la pierna de la soldadura en filete no debe ser inferior a los tamaños de pierna requeridos.
- (4) El perfil de soldadura debe cumplir con los requisitos de la Figura 5.4.
- (5) La socavación del metal base no debe exceder de 1/32 pulg. [1 mm].

Fuente: AWS D.1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.9 Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado-Calificación de la WPS; soldaduras en filete

Probetas de ensayo	Tamaño del filete	Cantidad de soldaduras por WPS	Probetas de ensayo requeridas <sup>b</sup>			Tamaños calificados	
			Macroataque 4.12.1 4.9.4	Tracción del metal de soldadura (véase Fig. 4.14)	Doblado lateral (véase Figura 4.9)	Espesor de la placa/conducto <sup>a</sup>	Tamaño del filete
Ensayo de placa en T (Figura 4.15)	Pasada única, tamaño máximo a usar en construcción	1 pulgada en cada posición a ser usada	3 caras	—	—	Sin límite	Pasada única de ensayo, máx. y más pequeña
	Pasadas múltiples, tamaño mínimo a usar en construcción	1 pulgada en cada posición a ser usada	3 caras	—	—	Sin límite	Pasadas múltiples de ensayo, mín. y más grande
Ensayo de verificación de consumibles (Fig. 4.18)	—	1 en posición 1G	—	1	2	Califica a los consumibles de soldadura que se usarán en el ensayo T más arriba	

<sup>a</sup> El espesor mínimo calificado debe ser de 1/8 pulgadas [3 mm].

<sup>b</sup> Todas las placas de ensayo soldadas deben ser inspeccionadas visualmente según 4.9.1.

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Figura 3.11 Criterios de aceptación para el ensayo de macroataque

**4.9.4.1 Criterios de aceptación para el ensayo de macroataque.** Para que la calificación sea aceptable, la probeta inspeccionada visualmente debe cumplir con los siguientes requisitos:

(1) En las soldaduras en ranura con PJP, el tamaño real de la soldadura debe ser igual o mayor que el tamaño de soldadura especificado, (E).

(2) Las soldaduras en filete deben tener fusión a la raíz de la junta, pero no necesariamente más allá de ella.

(3) El tamaño mínimo de la pierna debe cumplir con el tamaño de la soldadura en filete especificado.

(4) Las soldaduras en ranura con PJP y las soldaduras en filete deben cumplir con lo siguiente:

(a) sin grietas

(b) fusión completa entre las capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base

(c) perfiles de soldadura que cumplan con los detalles especificados, pero con ninguna de las variaciones prohibidas en 5.23

(d) sin socavación que exceda de 1/32 pulg.  
[1 mm]

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.10 Calificación de la WPS-Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa, conducto y tubo rectangular

Ensayo de calificación		Soldadura de placa de producción calificada			
Tipo de soldadura	Posiciones del ensayo	Ranura con CJP	Ranura con PJP	Filete <sup>ε</sup>	
P L A C A	Ranura con CJP <sup>a</sup>	1G	F	F	F
		2G	F, H	F, H	F, H
		3G	V	V	V
		4G	OH	OH	OH
	Filete <sup>a, b</sup>	1F			F
		2F			F, H
		3F			V
		4F			OH
	Tapón/ Ranura				Cal

CJP—Penetración completa de la junta  
PJP—Penetración parcial de la junta

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)


Tabla 3.11 Calificación del metal base

Metal base PQR	Combinaciones de Grupo de metales base de WPS permitidos por PQR
Cualquier acero del Grupo I por cualquier acero del Grupo I	Cualquier acero del Grupo I por cualquier acero del Grupo I
Cualquier acero del Grupo II por cualquier acero del Grupo II	Cualquier acero del Grupo I por cualquier acero del Grupo I Cualquier acero del Grupo II por cualquier acero del Grupo I Cualquier acero del Grupo II por cualquier acero del Grupo II
Cualquier acero específico de la Tabla 4.9 o del Grupo III por cualquier acero del Grupo I	El acero específico de la Tabla 4.9 o del Grupo III PQR de ensayo por cualquier acero del Grupo I
Cualquier acero específico de la Tabla 4.9 o del Grupo III por cualquier acero del Grupo II	El acero específico de la Tabla 4.9 o del Grupo III PQR de ensayo por cualquier acero del Grupo I o del Grupo II
Cualquier acero del Grupo III por el mismo o cualquier otro acero del Grupo III	
o	
Cualquier acero del Grupo IV por el mismo o cualquier otro acero del Grupo IV	Los aceros deben tener la misma especificación de material, grado/tipo y límite elástico mínimo de los aceros enumerados en PQR
o	
Cualquier acero de la Tabla 4.9 por el mismo o cualquier otro acero de la Tabla 4.9	
Cualquier combinación de aceros del Grupo III, IV, y de la Tabla 4.9	Solo la combinación específica de aceros enumerada en PQR
Cualquier acero no enumerado por cualquier acero no enumerado o	
Cualquier acero enumerado en la Tabla 3.1 o en la Tabla 4.9	Solo la combinación específica de aceros enumerada en PQR

Fuente: AWS D.1.1 (AWS, 2015)



Figura 3.12 PQR EMER-PQR-001

	<b>PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)</b> ACCORDING TO AWS D1.1/D1.1M:2015	
	<b>CÓDIGO: AC-FT-019</b>	<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>FECHA: 24-05-2019</b>	<b>PÁGINA: 1 DE 2</b>

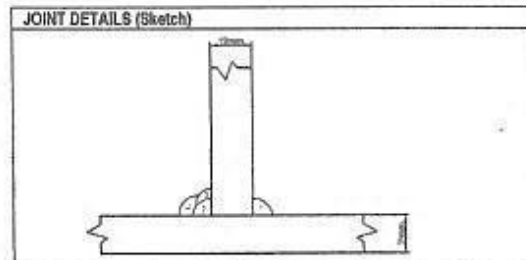
Company Name: EMER S.A.C.	PQR No(s): EMER-PQR-001	Rev. No.: 0	Date: 27/05/2019
---------------------------	-------------------------	-------------	------------------

BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.	Thickness	Size (NPS)	Schedule	Diameter
Base Material	ASTM A 572	Gr. 50	II	19 mm	---	---	---
Welded To	ASTM A 572	Gr. 50	II	19 mm	---	---	---
Backing Material	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Other: _____							

JOINT DETAILS	
Type	Junta en "T"
Groove Angle	-----
Root Opening	0
Root Face	-----
Backgouging	-----
Method	-----

POSTWELD HEAT TREATMENT	
Temperature	-----
Time at Temperature	-----
Other	-----




PROCEDURE	1	2	3	4			
Weld Layer(s)	1	2	3	4			
Weld Pass(es)	1	2	3	4			
Process	GMAW-S	GMAW-S	GMAW-S	GMAW-S			
Type (Semiautomatic, Mechanized, etc)	Semiautomático	Semiautomático	Semiautomático	Semiautomático			
Position	3F	3F	3F	3F			
Vertical progression	Ascendente	Ascendente	Ascendente	Ascendente			
Filler metal (AWS Spec)	AWS A 5.18	AWS A 5.18	AWS A 5.18	AWS A 5.18			
AWS (Classification)	ER70S-6	ER70S-6	ER70S-6	ER70S-6			
Diameter	Ø 1.2mm	Ø 1.2mm	Ø 1.2mm	Ø 1.2mm			
Manufacturer / Trade Name	-----	-----	-----	-----			
Shielding Gas (Composition)	100% CO <sub>2</sub>	100% CO <sub>2</sub>	100% CO <sub>2</sub>	100% CO <sub>2</sub>			
Flow Rate	10.4 LPM	10.4 LPM	10.4 LPM	10.4 LPM			
Nozzle Size ø	12.7 mm	12.7 mm	12.7 mm	12.7 mm			
Preheat temperature	22°C min	22°C min	22°C min	22°C min			
Interpass Temperature	22°C-315°C	22°C-315°C	22°C-315°C	22°C-315°C			
Electrical Characteristics							
Current Type & Polarity	DCEP	DCEP	DCEP	DCEP			
Transfer Mode	Corto Circuito	Corto Circuito	Corto Circuito	Corto Circuito			
Power Source Type (cc, cv, etc)	CC/ CV	CC/ CV	CC/ CV	CC/ CV			
Amps	160	163	145	143			
Volts	19.5	19.8	18.3	18.4			
Wire Feed Speed	(Amps)	(Amps)	(Amps)	(Amps)			
Travel Speed	14.5 cm/min	14 cm/min	13.2 cm/min	11.4 cm/min			
Maximum Heat Input	-----	-----	-----	-----			
Technique							
Stringer or Weave	Oscilado	Oscilado	Oscilado	Oscilado			
Multi or Single Pass (per side)	Simple	Multiple	Multiple	Multiple			
Oscillation (Mechanized/Automatic)	-----	-----	-----	-----			
Number of Electrodes	1	1	1	1			
Contact Tube to Work Distance	12 mm	12mm	12mm	12mm			
Peening	-----	-----	-----	-----			
Interpass Cleaning	Cepillo Circular Metalico						
Other							


  
 Ely Jek Miranda
   
 C.V. 15081861
   
 28/05/2019

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.12 PQR EMER-PQR-001 (continuación)

	<b>PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)</b>	
	ACCORDING TO AWS D1.1/D1.1M:2015	
	CÓDIGO: AC-FT-019	VERSIÓN: 01
	FECHA: 24-05-2019	PÁGINA: 2 DE 2

PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR) TEST RESULTS:	
PQR No(s): EMER-PQR-001	Rev. No.: 0

TEST	Type of Tests	Clause / Figure (s) Reference	Acceptance Criteria	Result	Remarks
√	Visual Inspection	4.9.1	4.9.1	Acceptado	---
	Radiographic Examination	4.9.2.1	4.9.2.2		
	Ultrasonic Testing	4.9.2.1	4.9.2.2		
	2 Transverse Root Bends	4.9.3.1/Fig. 4.8	4.9.3.3		
	2 Transverse Face Bends	4.9.3.1/Fig. 4.8	4.9.3.3		
	2 Longitudinal Root Bends	4.9.3.1/Fig. 4.8	4.9.3.3		
	2 Longitudinal Face Bends	4.9.3.1/Fig. 4.8	4.9.3.3		
	Side Bends	4.9.3.1/Fig. 4.9	4.9.3.3		
	Side Bends	4.9.3.1/Fig. 4.9	4.9.3.3		
	Tensile Tests	4.9.3.1/Fig. 4.10	4.9.3.5		
	All-Weld-Metal Tensions	4.9.3.1/Figs. 4.14 and 4.10	4.14.1.3(b)		
√	3 Macroetch	4.9.4	4.9.4.1	Acceptado	---
	4 Macroetch	4.9.4	4.9.4.1		
	CVN Tests	4 Part D/Fig. 4.28	4.30 and Table 4.14		

TENSILE TEST DETAILS

SPECIMEN	WIDTH	THICKNESS	AREA	ULTIMATE TENSILE LOAD	ULTIMATE UNIT STRESS	TYPE OF

TOUGHNESS TEST DETAILS

SPECIMEN	NOTCH LOCATION	SPECIMEN SIZE	AREA	ULTIMATE TENSILE LOAD	ULTIMATE UNIT STRESS	TYPE OF FAILURE AND LOCATION

TOUGHNESS TEST DETAILS

SPECIMEN	NOTCH LOCATION	SPECIMEN SIZE	TEST TEMPERATURE	ABSORBED ENERGY	PERCENT SHEAR	LATERAL EXPANSION	AVERAGE

CERTIFICATION	
WELDER'S NAME	Yovon Rolan Baldabarca Calixto
DNI NUMBER	44581015
STAMP NUMBER	YBC

TESTS CONDUCTED BY	
LABORATORY	Matanal Research & Technology
TEST NUMBER	TEC-F-056 Rev. 0
DATE	27-05-2019

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Clause 4 of AWS D1.1/D1.1M, (\_\_\_\_ 2015 \_\_\_\_ ) Structural Welding Code—Steel.

  
 Erick Ly Jack Miranda



Figura 3.13 WPS calificada EMER-WPS-001

	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> <small>ACCORDING TO AWS D1.1/D1.1M:2015</small>	
	<b>CÓDIGO:</b> AC-FT-018	<b>VERSIÓN:</b> 01
	<b>FECHA:</b> 24-05-2019	<b>PÁGINA:</b> 1 DE 1

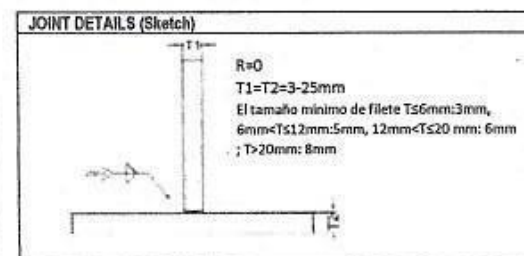
<b>Company Name:</b> EMER S.A.C.
<b>Perform by:</b> Esthefany Guardia <b>Date:</b> 21-05-2019

<b>WPS No.:</b> EMER-WPS-001	<b>Rev. No.:</b> 0	<b>Date:</b> 28-05-2019
<b>Supporting PQR(s):</b> EMER-PQR-001	<b>CVN Report:</b> NO	

BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.
Base Material	ASTM A 572	Gr.50	II
Welded To	ASTM A 572	Gr.50	II
Backing Material	-----	-----	-----
Other	-----	-----	-----

BASE METAL THICKNESS	As-Welded	With PWHT
CJP Groove Welds	-----	-----
CJP Groove w/CVN	-----	-----
PJP Groove Welds	-----	-----
Fillet Welds	T1<T2=3-25mm	-----
DIAMETER	-----	-----

JOINT DETAILS	
Type	Junta en "T"
Angle (α)	-----
Root Opening	0
Root Face (f)	-----
Backgouging	-----
Method	-----



POSTWELD HEAT TREATMENT	
Temperature	NA
Time at Temperature	NA
Other	NA

PROCEDURE									
Weld Layer(s)									
Weld Pass(es)	1 - n								
Process	GMAW								
Type (Semi-automatic, Mechanized, etc)	Semiamático								
Position	Vertical								
Vertical progression	Ascendente								
Filler metal (AWS Spec)	AWS A 5.18								
AWS (Classification)	ER70S-6								
Diameter	Ø 1.2mm								
Manufacturer / Trade Name	INDURA								
Shielding Gas (Composition)	100% CO2								
Flow Rate	8 - 16 LPM								
Nozzle Size Ø	Ø 12.7mm								
Preheat temperature	T° Ambiente								
Interpass Temperature	-----								
Electrical Characteristics									
Current Type & Polarity	DCEP								
Transfer Mode	Corta Circuito								
Power Source Type (cc, cv, etc)	CC/CV								
Amps	125-180								
Volts	17 - 21								
Wire Feed Speed	-----								
Travel Speed	10 - 18 cm/min								
Maximum Heat Input	-----								
Technique									
Stringer or Weave	Oscilado								
Multi or Single Pass (per side)	Simple								
Oscillation (Mechanized/Automatic)	-----								
Traverse Length	-----								
Traverse Speed	-----								
Dwell Time	-----								
Number of Electrodes	1								
Contact Tube to Work Distance	10 - 15mm								
Peening	-----								
Interpass Cleaning	Cepillo Metálico								
Other	-----								


 Revisado por Jaick Miranda  
 CWI 15081661  
 QC1 EKP 8/1/2021

Fuente: Empresa EMER S.A.C

## **b. Elaboración de los WPQR**

En esta parte del informe se mencionan los puntos más importantes en la elaboración de los WPQR, los cuales fueron elaborados de acuerdo con el código AWS D1.1.

De acuerdo con la información desarrollada en la parte a, se tuvo que calificar soldadores en los procesos GMAW y FCAW. En total se calificaron 8 soldadores (5 en GMAW y 3 en FCAW).

A continuación, se detallan las actividades realizadas para calificar soldadores en el proceso GMAW:

- Se definieron los parámetros de soldadura en base a la información que se pudo extraer del alcance del trabajo.
- Se elaboró una WPS precalificada con estos parámetros que sirva para poder calificar a los soldadores (Ver Figura 3.17). Es importante agregar que en este procedimiento se consideró la geometría de la junta mostrada en la Figura 3.14.
- Se habilitaron las placas de ensayo de 25mm de espesor por 150mm de ancho y por 125mm de largo de acuerdo con la Figura 3.14.
- Se armaron las placas de ensayo mediante puntos de soldadura y se verificó el correcto alineamiento, así como las dimensiones de las juntas a tope.
- Se soldaron las placas de ensayo de 25mm en vertical ascendente y se colocó las estampas de los soldadores.
- Se inspeccionaron visualmente las soldaduras de las placas de acuerdo con los criterios de aceptación mostrados en la Figura 3.16.
- Se cortaron dos probetas por placa aprobada visualmente para ser dobladas lateralmente de acuerdo con la Tabla 3.12. Las dimensiones de las probetas fueron de 1" de ancho de acuerdo con la Figura 3.14.
- Se inspeccionó el doblado de las probetas de acuerdo con los criterios de aceptación para el ensayo de doblado, los cuales se muestran en la Figura 3.15.

- Se emitieron los WPQR considerando los datos de los soldadores y los resultados de los ensayos de dobléz. En la Figura 3.18 se puede apreciar el WPQR EMER-WPQRPRE-020 correspondiente al proceso GMAW.

A continuación, se mencionan las consideraciones que se tuvieron en cuenta en la calificación de los soldadores en el proceso GMAW:

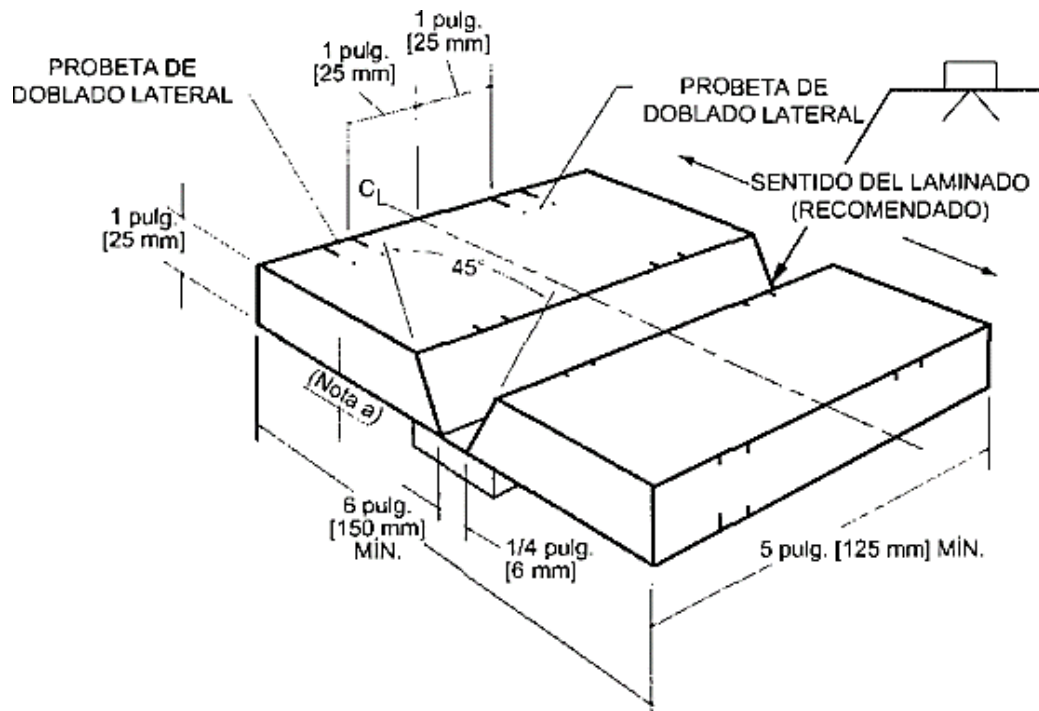
- Se eligió la especificación ASTM A36 mayor a 20mm que pertenece al Grupo II con el propósito de que los soldadores puedan soldar especificaciones del Grupo I con especificaciones del Grupo II y especificaciones del Grupo II con especificaciones del Grupo II de acuerdo con el código AWS D1.1.
- Se escogió una placa de ensayo de 25mm como la mostrada en la Figura 3.14 con el fin de que los soldadores puedan soldar en espesores de 3mm a más tanto en ranura PJP y CJP como en filete de acuerdo con la Tabla 3.12.
- Se seleccionó la posición de ensayo 3G con el propósito de que los soldadores puedan soldar en las posiciones plana, horizontal y vertical tanto en ranura PJP y CJP como en filete de acuerdo con la Tabla 3.13.

Imagen 3.1 Probetas dobladas lateralmente



Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.14 Placa de ensayo para espesor ilimitado



Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.12 Calificación de soldador y operario de soldadura – Cantidad y tipo de probetas y rango de espesor y diámetro calificados

(1) Ensayo en placa		Cantidad de probetas <sup>a</sup>				Dimensiones calificadas	
Tipo de soldadura de ensayo (Figuras aplicables)	Espesor nominal de la placa de ensayo, T, mm	Dobla- do de cara <sup>b</sup> (Fig. 4.8)	Dobla- do de raíz <sup>b</sup> (Fig. 4.8)	Dobla- do lateral <sup>b</sup> (Fig. 4.9)	Macroa taque	Espesor nominal calificado de placa, conducto o tubo, mm	
						Mín.	Máx.
Ranura (Fig. 4.20 o 4.21)	10	1	1	(Nota c)	—	3	2T máx. <sup>d</sup>
Ranura (Fig. 4.16, 4.17, o 4.19)	10 < T < 25	—	—	2	—	3	2T máx. <sup>d</sup>
Ranura (Fig. 4.16, 4.17, o 4.19)	25 o más	—	—	2	—	3	Sin límite <sup>d</sup>
Tapón (Fig. 4.26)	10	—	—	—	2	3	Sin límite

<sup>d</sup> También califica para soldar cualquier tamaño de soldadura en filete o con PJP de cualquier espesor de la placa, el conducto o la tubería

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.13 Calificación de soldador y operario de soldadura - Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa

Ensayo de calificación		Soldadura de placa de producción calificada				
	Tipo de soldadura	Posiciones del ensayo <sup>a</sup>	Ranura con CJP	Ranura con PJP	Filete <sup>f</sup>	
P L A C A		1G	F	F	F, H	
		2G	F, H	F, H	F, H	
		Ranura <sup>b</sup> 3G	F, H, V	F, H, V	F, H, V	
		4G	F, OH	F, OH	F, H, OH	
		3G + 4G	Todo	Todo	Todo	
		Filete	1F 2F 3F 4F 3F + 4F			F F, H F, H, V F, H, OH Todo
		Tapón				

CJP—Penetración completa de la junta  
PJP—Penetración parcial de la junta

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Figura 3.15 Criterios de aceptación para el ensayo de doblez

**4.9.3.3 Criterios de aceptación para los ensayos de doblado.** Se debe examinar visualmente la superficie convexa de la probeta de ensayo de doblado en busca de las discontinuidades de la superficie. Para su aceptación, la superficie no debe tener discontinuidades que excedan las siguientes dimensiones:

(1) 1/8 pulg. [3 mm] medidas en cualquier dirección sobre la superficie.

(2) 3/8 pulg. [10 mm]—la suma de las dimensiones más grandes de todas las discontinuidades que excedan de 1/32 pulg. [1 mm] pero inferiores o iguales a 1/8 pulg. [3 mm]

(3) 1/4 pulg. [6 mm]—la grieta máxima de esquina, excepto cuando la grieta de esquina resulta de una inclusión de escoria visible u otra discontinuidad de fusión, en cuyo caso se debe aplicar el máximo de 1/8 pulg. [3 mm]

Las probetas con grietas de esquina que excedan de 1/4 pulg. [6 mm] sin evidencia de inclusiones de escoria u otra discontinuidad de fusión deben descartarse y se debe ensayar una probeta de reemplazo de la soldadura original.

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)



Figura 3.16 Criterios de aceptación para la inspección visual de soldaduras en ranura

**4.9.1.1 Inspección visual de las soldaduras en ranura.** Las soldaduras en ranura deben cumplir con los siguientes requisitos:

(1) No se debe aceptar grieta alguna, independientemente del tamaño.

(2) Se deben rellenar todos los cráteres hasta la sección transversal completa de la soldadura.

(3) El refuerzo de la soldadura no debe exceder de 1/8 pulg. [3 mm]. El perfil de la soldadura debe estar de acuerdo con la Figura 5.4 y debe tener fusión completa.

(4) La socavación no debe exceder de 1/32 pulg. [1 mm].

(5) Se debe inspeccionar la raíz de la soldadura de las ranuras con CJP y no deben tener ninguna grieta, fusión incompleta o penetración inadecuada de la junta.

(6) En el caso de ranuras con CJP soldadas desde un lado sin respaldo, la concavidad de la raíz o perforación por fusión debe cumplir con lo siguiente:

(a) La máxima concavidad de la raíz debe ser de 1/16 pulg. [2 mm], siempre que el espesor total de la soldadura sea igual o superior al del metal base.

(b) La perforación por fusión máxima debe ser de 1/8 pulg. [3 mm].

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)



Figura 3.17 WPS precalificada utilizada para calificar soldadores en el proceso GMAW

<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> <small>ACCORDING TO AWS D1.1/D1.1M:2015</small>	
<b>CÓDIGO:</b> AC-FT-018	<b>VERSIÓN:</b> 01
<b>FECHA:</b> 24-05-2019	<b>PÁGINA:</b> 1 DE 1

<b>Company Name:</b> EMER SAC		<b>WPS No.:</b> EMER-WPS-020	<b>Rev. No.:</b> 0	<b>Date:</b> 28-11-2020
<b>Authorized by:</b> Ing. Bruce Jalck M		<b>Supporting PQR(s):</b> PRECALIFICADO	<b>CVN Report:</b> NO	
		<b>Date:</b> 28-11-2020		

BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.
Base Material	Segun Tabla 3.3	-----	II
Welded To	Segun Tabla 3.3	-----	II
Backing Material	-----	-----	-----
Other	-----	-----	-----

BASE METAL THICKNESS	As-Welded	With PWHT
CJP Groove Welds	3 mm ≤ T1 ≤ 50mm	-----
CJP Groove w/ CVN	-----	-----
PJP Groove Welds	-----	-----
Fillet Welds	-----	-----
DIAMETER	-----	-----

JOINT DETAILS	
<b>Type</b>	Junta a Tope-Soldadura de canal, en V simple-CJP
<b>Joint Designation</b>	B-U2a-GF
<b>Groove Angle (α)</b>	30° ± 0.5°
<b>Root Opening (R)</b>	5 ± 0.2mm, -2 mm
<b>Root Face (f)</b>	0
<b>Beck gouging</b>	No
<b>Method</b>	-----

POSTWELD HEAT TREATMENT	
<b>Temperature</b>	-----
<b>Time at Temperature</b>	-----
<b>Other</b>	-----

JOINT DETAILS (Sketch)	
T1-T	±3-50 mm
α	30° ± 0.5°, ±
R	0 ± 0.2mm, -2
f	0mm

PROCEDURE	
<b>Weld Layer(s)</b>	1-n
<b>Weld Pass(es)</b>	1-n
<b>Process</b>	GMAW
<b>Type (Semiautomatic, Mechanized, etc)</b>	Semiautomatica
<b>Position</b>	Vertical (V)
<b>Vertical progression</b>	-----
<b>Filler metal (AWS Spec)</b>	AWS A5.18
<b>AWS Classification/Diameter</b>	ER70S-6
<b>Diameter</b>	Ø 1.2 0mm
<b>Manufacturer / Trade Name</b>	-----
<b>Shielding Gas (Composition)</b>	100% CO2
<b>Flow Rate</b>	12 a 14 LPM
<b>Nozzle Size ø</b>	13 o 15 mm
<b>Preheat temperatura</b>	Nota 1
<b>Interpass Temperature</b>	Nota 2
<b>Electrical Characteristics</b>	
<b>Current Type &amp; Polarity</b>	DC EP
<b>Transfer Mode</b>	Globular
<b>Power Source Type (cc, cv, etc)</b>	CC/CV
<b>Amps</b>	150-250 A
<b>Volts</b>	20-25 V
<b>Wire Feed Speed</b>	-----
<b>Travel Speed</b>	9- 13 cm/min
<b>Maximum Heat Input</b>	-----
<b>Technique</b>	
<b>Stringer or Weave</b>	Oscilado
<b>Multi or Single Pass (per side)</b>	Multiple
<b>Oscillation (Mechanized/Automatic)</b>	-----
<b>Traverse Length</b>	-----
<b>Traverse Speed</b>	-----
<b>Dwell Time</b>	-----
<b>Number of Electrodes</b>	Uno
<b>Contact Tube to Work Distance</b>	15 - 20 mm
<b>Peening</b>	-----
<b>Interpass Cleaning</b>	Remocion de escoria con Cepillo Metálico y/o Esmeril
<b>Other</b>	-----

**Nota 1:** T≤20mm 0°C, 20mm<T≤38mm 10°C, T>38 65°C

**Nota 2:** Temperatura mín. Temp. de precalentamiento y Temperatura Max.: 260°C

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.18 WPQR EMER-WPQPRE-020

	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DEL SOLDADOR (WPQ)</b> ACCORDING TO AWS D1.1/D1.1M:2015	
	CÓDIGO: AC-FT-019	VERSIÓN: 01
	FECHA: 24-05-2019	PÁGINA: 1 DE 1

Name	RAFAEL ESAU RIVERA TOCTO	Test Date	29/11/2020	Rev.
ID Number	42077116	Record N°	EMER-WPQPRE-020	0
Stamp N°	RRT	Std. Test N°	EMER-BT-020	0
Company	EMER S.A.C.	WPS N°	EMER-WPS-020	0
Division	Fabricación	Qualified To	AWS D1.1 2015	

BASE METALS	SPECIFICATION	TYPE OR GRADE	AWS GROUP N°	SIZE (NPS)	SCHEDULE	THICKNESS	DIAMETER
Base Material	ASTM A36	A36	II	-----	-----	25 mm	-----
Welded To	ASTM A36	A36	II	-----	-----	25 mm	-----

VARIABLES	Actual Values	Range Qualified
Type Of Weld Joint	Junta a tope ; Soldadura de Canal con V simple con backing	Groove, Fillet, Plug and Slot Welds
Base Metal	Grupo II a Grupo II	Grupo I con Grupo II; Grupo II con Grupo II

	Groove	Fillet	Groove	Fillet
Plate Thickness	25 mm	-----	3mm a ilimitado	3mm a ilimitado
Pipe /Tube Thickness	-----	-----	-----	-----
Pipe Diameter	-----	-----	-----	-----

Welding Process	GMAW	GMAW
Type (Manual, Semi-automatic, Mechanized, Automatic)	Semiamotomática	Semiamotomática
Backing	Con Backing	Con Backing
Filler Metal(AWS Spec)	AWS A5.18	AWS A5.18
AWS Classification	ER70S-6	ER70S-6
F-Number	6	6
Position	3G	-----
Groove-Plate & Pipe ≥ 24 in	-----	F,H,V
Groove-Plate & Pipe < 24 in	-----	-----
Fillet-Plate & Pipe ≥ 24 in	-----	F,H,V
Fillet- Pipe < 24 in	-----	-----
Progression	Ascendente	Ascendente (Vertical)
GMAW Transfer Mode	Globular	Globular
Single or Multiple Electrodes	Simple y Multiple	Simple y Multiple
Gas/ Flux Type	CO2 100%	CO2 100%

TES RESULTS	Type of Test	Acceptance Criteria	Results	Remarks
	Examinación Visual	See 4.9.1	Aceptado	-----
	Side Bend 1 per 4.9.3.1	See 4.9.3.3	Aceptado	-----
	Side Bend 1 per 4.9.3.1	See 4.9.3.3	Aceptado	-----

CERTIFICATION	
Test Conducted by	-----
Laboratory	TALLER EMER S.A.C.
Test Number	EMER-BT-020
File Number	29/11/2020

Nota 1:

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Clause 4 of AWS D1.1/D1.1M, (2015 ) Structural Welding Code—Steel.

Manufacturer or Contractor EMER S.A.C.

Authorized by Ing. Bruce Jaick Miranda

Date 29/11/20


  
 Bruce L. Jaick Miranda  
 CV# 15081661  
 DC# EXP. 9/1/2021

AC-FT-10

Fuente: Empresa EMER S.A.C




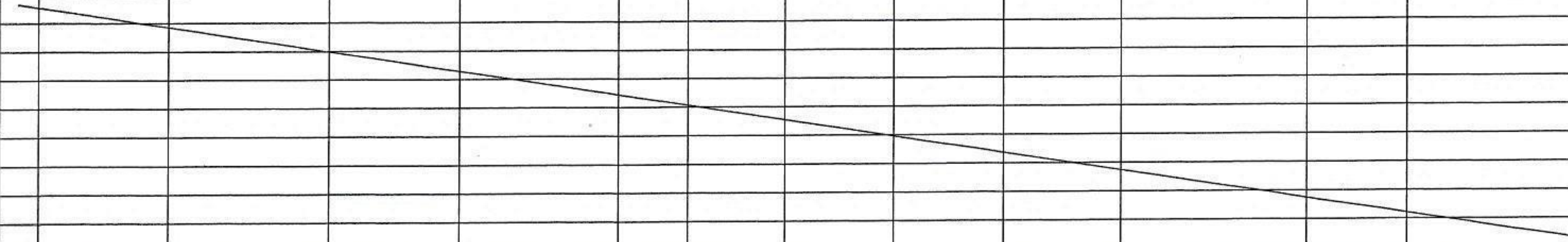


3.1.2 Ejecución

**Etapas IV: Ejecución de las actividades de inspección y control de calidad en la fabricación**

**a Verificación de la calibración de los equipos de seguimiento y medición**

Se verificó la vigencia de la calibración de los siguientes equipos: bridge cam gage, vernier pie de rey, cinta métrica o wincha, weld file gage, medidor de espesor de pintura y nivel láser.

Figura 3.19 Registro de calibración de los equipos de seguimiento y medición

 <span style="float: right;">LISTA DE EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y DE MEDICIÓN</span>												
CODIGO: AC-FT-017						VERSION: 01						
FECHA: 24-05-2019						PAGINA: 1 DE 1						
OT / PROYECTO										ÁREA	FECHA	REGISTRO
"DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET"										CALIDAD	24/11/2020	REG-001
ITEM	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	NOMBRE / DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO O EQUIPO	RANGO DE MEDICIÓN	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA DE CALIBRACIÓN	PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN	Nº DE CERTIFICADO DE CALIBRACION	CALIBRADO POR	ESTADO	OBSERVACIONES
1	EME-EBREAM-002	BRIDGE CAM GAGE	0 a 60° / 0 a 60 mm	G.A.L. GAGE CO	N.I.	N.I.	8/10/2020	8/10/2021	LL-AM0815-2020	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-----
2	EME-EVER-002	PIE DE REY	0 a 150mm	INSIZE	1205-150	13025346	8/10/2020	8/10/2021	LL-AM0816-2020	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-----
3	EME-WINC-003	CINTA MÉTRICA	8m	STANLEY	30-626	N.I.	5/09/2020	5/09/2021	LL-AM0735-2020	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-----
4	EME-WFILLED-001	WELD FILET GAGE	N.I.	G.A.L. GAGE CO	N.I.	N.I.	8/10/2020	8/10/2021	LL-AM0814-2020	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-----
5	EME-MEESP-001	MEDIDOR DE ESPESOR	0-60 mils	ELCOMETER	456B	UM05571	8/10/2021	8/10/2021	LL-AM0817-2020	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-----
6	EMER-NLASER-001	NIVEL LASER	N.I.	SPECTRA PRECISIÓN	HV302	17144121	28/09/2020	28/09/2021	20-0442	GEO SYSTEMS	CALIBRADO	-----
												
APROBACIÓN FINAL:												
VºBº INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD - EMERSAC				VºBº JEFE DE CALIDAD - EMERSAC				VºBº SUPERVISIÓN - CLIENTE				
NOMBRE: RENATO SAÚL MORÁN DÍAZ				NOMBRE: BRUCE JALCK MIRANDA				NOMBRE:				
												
FECHA: 24/11/2020				FECHA: 24/11/2020				FECHA: 24/11/2020				

Fuente: Empresa EMERS.A.C

## **b. Recepción de los materiales de fabricación y de los consumibles**

Los materiales de fabricación y los consumibles fueron recepcionados por el área de almacén para su posterior inspección por parte del área de aseguramiento y control de la calidad.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante la inspección:

- Se verificó con la ayuda de las guías de remisión que los materiales y los consumibles recibidos cumplan con lo especificado en la solicitud de abastecimiento.
- Se inspeccionaron visualmente los materiales y los consumibles. Para el caso de las planchas y de los perfiles con el fin de detectar indicios de corrosión, pandeo o algún daño en el material.
- Se inspeccionaron dimensionalmente los materiales de acuerdo con la norma ASTM A6.
- Se verificó que los certificados de calidad proporcionados por el proveedor o proveedores correspondan a los materiales y consumibles recibidos. Para el caso de los materiales, se comparó el número de colada asignado a un determinado material en un determinado certificado con el número de colada indicado en el material físico. Para el caso de los consumibles, se comparó el lote de fabricación.
- Se verificó que la composición química de la colada de los materiales se encuentre dentro de los rangos permisibles de acuerdo con la especificación aplicable.
- Se escribió con marcador la letra “C” en los materiales y consumibles aceptados y las letras “NC” en los rechazados. Para el caso de estos últimos, se emitió un registro de no conformidad indicando el motivo o los motivos del rechazo, el cual fue compartido vía correo con el área de almacén para que pueda tomar la acción correspondiente.
- Se emitieron los registros utilizando el formato AC-FT-004 y considerando la cantidad, la descripción del material o consumible, la especificación del material, el proveedor, la fecha de recepción, el número de colada o número

de lote, el número de certificado de calidad, la guía de remisión y el resultado (Ver Figura 3.21).

Imagen 3.2 Recepción de los materiales de fabricación



Fuente: Empresa EMER S.A.C

Tabla 3.14 Especificaciones de los materiales de fabricación

<b>Ítem</b>	<b>Materiales de fabricación</b>	<b>Especificación</b>
1	Planchas de acero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASTM A36</li> <li>• AR500</li> </ul>
2	Perfiles estructurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASTM A572 GR 50</li> </ul>
3	Pernos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASTM A325 GR 8</li> </ul>
4	Tuercas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASTM A563 GR 8</li> </ul>
5	Arandelas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASTM F436 - 1</li> </ul>



Figura 3.20 Verificación de la composición química de la colada de la PL A36 25X2400X1200mm

**TABLE 2 Chemical Requirements**

NOTE 1— Where “. . .” appears in this table there is no requirement. The heat analysis is in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

ESPECIFICACIÓN ASTM A36		Shapes <sup>A</sup>				批号 BATCH NO. 1994535	CERTIFICADO DE CALIDAD PL A36 25X2400X12000mm				
		To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 2 ½ [40 to 65], incl	Over 2½ to 4 [65 to 100] incl		C	Si	Mn	P	S
Thickness, in. [mm]	All					1994535	0.18	0.17	0.82	0.017	0.022
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	201909140263	0.19	0.16	0.36	0.010	0.010
Manganese, %	...	...	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	201909140262	0.19	0.16	0.36	0.010	0.010
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min, % when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

<sup>A</sup> Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes over 426 lb/ft [634 kg/m].

<sup>B</sup> For each reduction of 0.01 % below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 % manganese above the specified maximum will be permitted up to the maximum of 1.35 %.

Figura 3.21 Registro de recepción de materiales de fabricación y consumibles

EMERSAC		REGISTRO DE CONTROL DE MATERIALES Y CONSUMIBLES									
CODIGO: AC-FI-004					VERSION:01						
FECHA:24-05-2019					PAGINA 1 DE 1						
CLIENTE:										REGISTRO N°:	01
PROYECTO:	"DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET"										
RELACION DE MATERIALES											
ITEM	CANT	UNID	DESCRIPCION	MATERIAL	PROVEEDOR	FECHA DE RECEPCION	N° DE COLADA	N° DE LOTE	N° CERTIFICADO DE CALIDAD	GUIA DE REMISION	RESULTADO *
1	21	UND	Canal U 8"x13LbPie x 20'	A36	COMASA	17/11/2020	19200237	----	KCR-155	T001-0029805	C
2	14	UND	Canal U 8"x13.75LbPie x 20'	A36	COMASA	17/11/2020	D157908	----	IM20191105217-1	T001-0029805	C
3	2	UND	Canal U 8"x18.75LbPie x 20'	A36	COMASA	17/11/2020	D158788	----	IM20200104591-1	T001-0029805	C
4	40	UND	ANGULO 3"x12"x6M	A36	COMASA	17/11/2020	338409	----	E-0FE02-0157373-5171182183 90005-2_2	T001-0029805	C
							339704	----	E-0FE02-0168832-5171266347 90005-1_1		C
6	1	UND	VIGA 4"x13LbPie X 40'	A36	COMASA	17/11/2020	D159919	----	IH20200404870-1	T001-0029805	C
7	22	UND	ANGULO 4"x8"x6M	A36	COMASA	17/11/2020	339892	----	E-0FE02-0168554-5171257681 90005-2_2	T001-0029805	C
							339893	----	E-0FE02-0181123-5171244022 90005-1_1		C
9	8	UND	PLANCHA 25mm x 1200mm x 2400mm	A36	COMASA	17/11/2020	19210393A	----	D0700150620198115407	T001-0029805	C
10	2	UND	ANGULO 2" x 1/4" X 6M	A36/A572-G50	COMASA	18/11/2020	308279	----	M-0FE65-0270089- 5170894720-90005-2_2	-	C
11	11	UND	TUBOS SCH 40 3/4" x 2.9mm x 6M	A53G/B	YOHERSA	18/11/2020	248927	----	YL60-HL0218	-	C
12	18	UND	TUBOS SCH 40 1 1/2" x 3.7mm x 6M	A53G/B	YOHERSA	18/11/2020	010408	----	YL60-HL0218	-	C
13	22	UND	TUBOS SCH 40 1" x 3.4mm x 6M	A53G/B	YOHERSA	18/11/2020	310602	----	YL60-HL0218	-	C
14	5	UND	PLATINA 3" x 1/4" x 6M	A36	YOHERSA	18/11/2020	0016022507	----	0000104236	-	C
15	13	UND	PLATINA 4" x 1/4" x 6M	A36	YOHERSA	18/11/2020	320400	----	E-0FE65-0272572-5170994806 90006-1_1	-	C
16	116	UND	CODO SCH40 90° x 1 1/2"	A234	YOHERSA	18/11/2020	898	----	-	-	C
17	33	UND	CODO SCH40 90° x 1"	A234	YOHERSA	18/11/2020	489	----	-	-	C
18	9	UND	PLATINA 2" x 1/4" x 6M	A36	YOHERSA	18/11/2020	0016022904	----	0000103834	-	C
19	2	UND	PLANCHA 35mm x 1500mm x 9000mm	A706	COMASA	18/11/2020	19207197C	----	D0700150820169073526	T001-0029917	C
20	10	UND	CANAL U A36 10" x 2.6" x 15.3LbPie x 6M	A36	YOHERSA	20/11/2020	19170463	----	KCR-04	OC01004	C
21	11	UND	CANAL U 8" x 2.03" x 10.5LbPie x 6M	A36	YOHERSA	20/11/2020	20170148	----	KCR-03	OC01004	C
22	4	UND	CANAL U 8" x 1.92" x 8.2LbPie x 6M	A36	YOHERSA	20/11/2020	19200655	----	KCR-02	OC01004	C
23	1	UND	ANGULO 2" x 3/8" X 6M	A36 G150	YOHERSA	20/11/2020	318009	----	E-0FE65-0248116-5170846873 90005-1_1	OC01004	C
24	67	UND	ANGULO 2 1/2" x 1/4" X 6M	A36/A572-G50	YOHERSA	20/11/2020	343139	----	E-0FE65-0372563-5171266179 90005-1_1	OC01004	C
							314543	----	M-0FE65-0220089- 5170894720-90005-2_2	OC01004	C
25	1	UND	ANGULO 3" x 5/16" X 6M	A36/A572-G50	YOHERSA	20/11/2020	266581	----	M-00003-0357342-5170534841 90005-1_1	OC01004	C
26	2	UND	ANGULO 4" x 1/2" X 6M	A572-G50	YOHERSA	20/11/2020	6407003	----	016521/2008	OC01004	C
27	1	UND	ANGULO 8" x 1/2" X 6M	A572-G50	YOHERSA	20/11/2020	-	----	SC-18-507	OC01004	C
28	13	UND	TUBO SCH40 1" x 3.25mm x 6M	A53G/B	YOHERSA	20/11/2020	310602	----	YL60-HL0218	OC01004	C
29	18	UND	TUBO CUADRADO 2" x 2" x 4mm x 6M	A36	YOHERSA	20/11/2020	0000337505	----	0000121085	OC01004	C
30	8	UND	PLATINA 2 1/2" x 1/4" x 6M	A36	YOHERSA	20/11/2020	581614	----	E-0FE65-0282774-5171014805 90006-1_1	OC01004	C

Nota:  
\* C: Conforme // N.C.: No Conforme

OBSERVACION:



20  
11  
2020

CONTROL DE CALIDAD  
EMERSAC

19° SUPERVISOR DE CONTROL DE CALIDAD EMERSAC  
BRUCE JACK H.



CARLOS FELICIANO GONZALES  
INGENIERO MECANICO  
REG. CIP. 054683

JEFE DE PLANTA - EMERSAC

Fuente: Empresa EMER S.A.C

### c. Habilitado de piezas

El habilitado de las piezas se realizó en concordancia con los planos de fabricación aplicables.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante el habilitado:

- Las piezas de la Tabla 3.15 se cortaron con tecnología láser. Para ello se le entregó al operario el plano correspondiente en formato dwg o dxf. Es importante mencionar que el corte con láser proporciona precisión y un buen acabado (libre de rebabas).

Tabla 3.15 Piezas habilitadas con corte láser por componente del spill and loading pocket

Ítem	Componente	Piezas
1	Plataformas de mantenimiento e inspección	• Cartelas • Placas para conexión a roca • Placas para conexión a la columna • Placas para conexión de subensamble
2	Chutes	• Caras • Liners
3	Columnas	• Placas base • Placas para conexión de columna

- Los perfiles de las plataformas de mantenimiento e inspección, columnas, compuertas y chutes se cortaron a medida haciendo uso de sierras de cinta (Ver Imagen 3.4). Cabe agregar que las sierras de cinta brindan un acabado con muy poca rebaba.
- Las perforaciones en los perfiles de las columnas se hicieron con un taladro CNC.
- El perfil en J de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 4 se fabricó haciendo uso de una roladora horizontal.
- El alma y las alas de la viga H 36"x322lb/pie de la plataforma del nivel 6 se cortaron con guillotina. Es importante mencionar que la viga en cuestión se tuvo que fabricar al no encontrarse disponible en el mercado.



Figura 3.22 Piezas cortadas con láser de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel

4

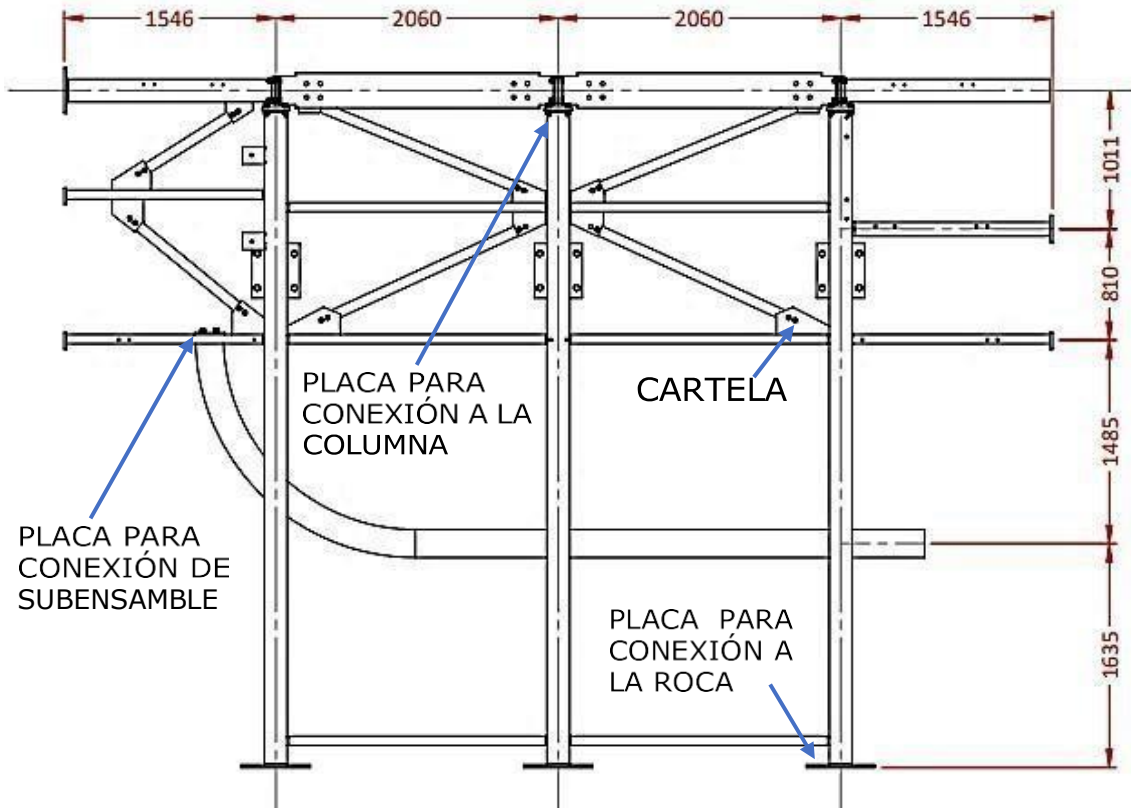


Imagen 3.3 Corte láser de placas para conexión a la roca



Fuente: Empresa EMER S.A.C

Imagen 3.4 Sierra de cinta



Fuente: Empresa EMER S.A.C

#### **d Inspección del habilitado de piezas y armado de subensambles**

Tanto la inspección del habilitado de piezas como la inspección del armado de subensambles se realizaron haciendo uso de los planos de fabricación aplicables.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante las inspecciones:

##### **d.1 Inspección del habilitado de piezas**

- Se verificó que las piezas tengan la forma especificada en el plano correspondiente.
- Se revisó la cantidad y la forma de las perforaciones de las piezas descritas en la Tabla 3.15 y de los perfiles de columnas.
- Se verificó la perpendicularidad de las placas y liners haciendo uso de escuadras de metal.
- Se comprobó la planicidad de las piezas haciendo uso de un cordel o de un elemento plano.
- Se constató que los bordes de las piezas no corten y que estén libres de rebaba.

- Se escribió “C” en las piezas conformes y “NC” en las piezas no conformes. Para el caso de las últimas, se levantó un registro de no conformidad y se notificó al área de producción para su posterior levantamiento.

Imagen 3.5 Verificación de la planicidad de una pieza del subensamble EG.02.SD.25.A\_B del chute 25



Fuente: Empresa EMER S.A.C

#### **d.2 Inspección del armado de subensambles**

- Se revisó que los puntos de soldadura no hayan provocado daño en el metal base.
- Se comprobó la horizontalidad y la verticalidad de las piezas en los subensambles haciendo uso de un nivel de burbuja.
- Se constató el paralelismo de las piezas en los subensambles.
- Se verificó la posición de las piezas descritas en la Tabla 3.15.
- Se escribió “C” en los subensambles conformes y “NC” en los no conformes. Para el caso de las últimas, se levantó un registro de no conformidad y se notificó al área de producción para su posterior levantamiento.

#### **e Control dimensional de piezas y subensambles**

Tanto las piezas como los subensambles se inspeccionaron dimensionalmente. Para ello se utilizaron los planos de fabricación aplicables.



A continuación, se detallan las actividades realizadas durante la inspección:

- Se identificaron las cotas principales de las piezas y de los subensambles, como por ejemplo la distancia entre agujeros.
- Se midieron las longitudes de las cotas principales haciendo uso de un flexómetro. Cabe mencionar que se utilizaron herramientas de apoyo para tal fin como escuadras, etc.
- Se emitieron los registros de control dimensional utilizando el formato AC-FT-007 y considerando la identificación de la cota, la medida nominal, la medida real, la desviación admisible de acuerdo con el AISC 303 y el resultado.

Figura 3.23 Tolerancias de fabricación

6.4.1. For members that have both ends finished (see Section 6.2.2) for contact bearing, the variation in the overall length shall be equal to or less than  $\frac{1}{32}$  in. (1 mm). For other members that frame to other *structural steel* elements, the variation in the detailed length shall be as follows:

For members that are equal to or less than 30 ft (9 000 mm) in length, the variation shall be equal to or less than  $\frac{1}{16}$  in. (2 mm).

For members that are greater than 30 ft (9 000 mm) in length, the variation shall be equal to or less than  $\frac{1}{8}$  in. (3 mm).




Fuente: AISC 303 (AISC, 2016)

Imagen 3.6 Medición de la longitud de una cota principal del subensamble EG.01.SD.25.B del chute 25



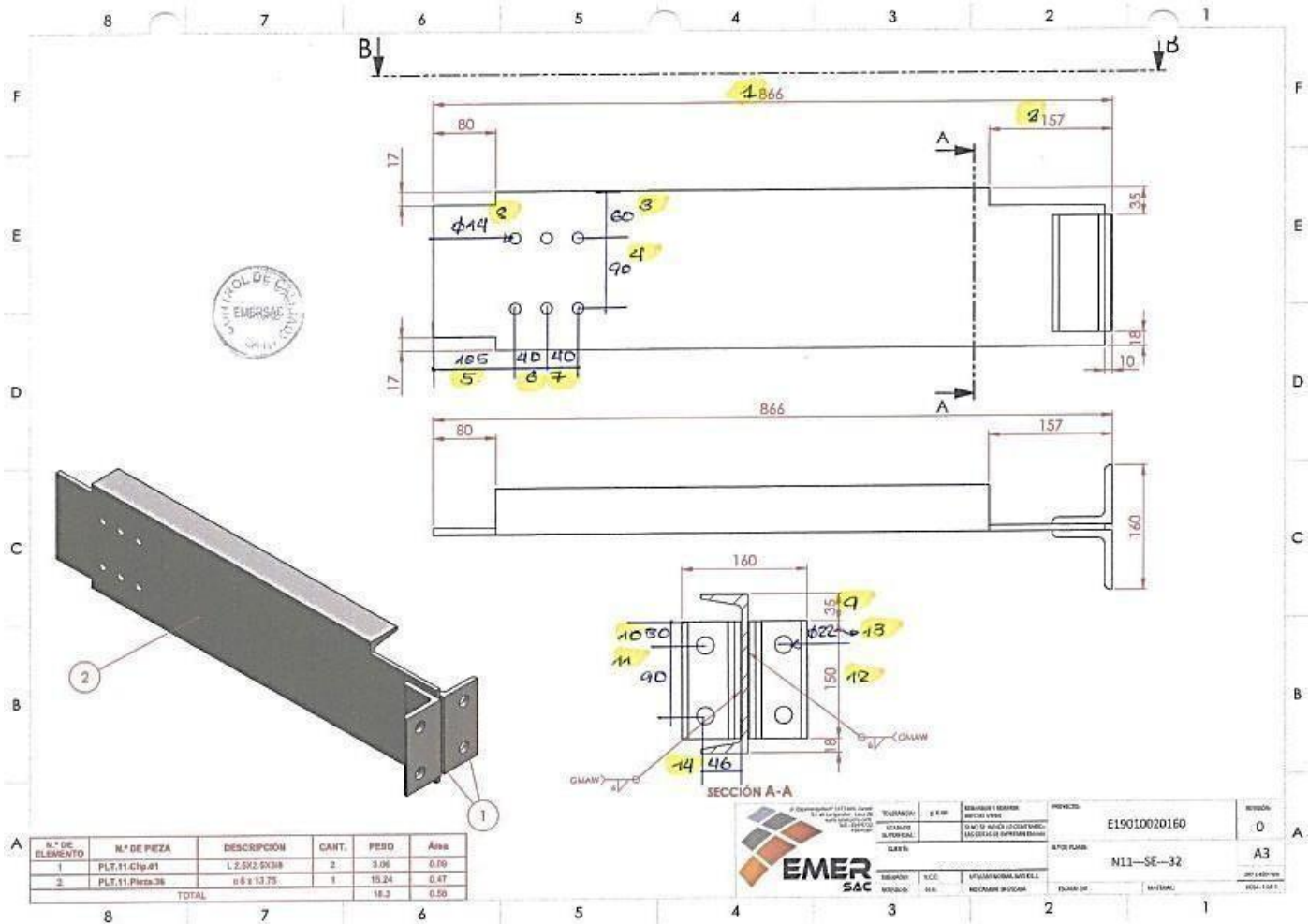
Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.24 Registro de control dimensional del subensamble N11-SE-32 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 11

		REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL					
		CÓDIGO: AC-FT-007		VERSIÓN: 01			
		FECHA: 24-05-2019		PÁGINA: 1 DE 1			
PROYECTO:	DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET			N° REGISTRO:	239		
ESTRUCTURA / EQUIPO:	PLATAFORMA NIVEL 11			CODIGO DEL ELEMENTO	N11SE32		
PLANO DE REFERENCIA :	N11-SE-32			FECHA:	23/12/2020		
NORMA DE REFERENCIA:	AISC 303 – 16			ESPEJOR DE MATERIAL:	NA		
ESQUEMA DE REFERENCIA							
VER PLANO ADJUNTO							
ITEM	IDENTIFICACIÓN DE COTA	MEDIDA NOMINAL (MM)	MEDIDA REAL (MM)	DESVIACIÓN (MM)	DESVIACIÓN ADMISIBLE (MM)	RESULTADO (*)	OBSERVACIONES
1	1	866	866	0	±2	C	-----
2	2	157	156	-1	±2	C	-----
3	3	60	60	0	±2	C	-----
4	4	90	90	0	±2	C	-----
5	5	105	105	0	±2	C	-----
6	6	40	40	0	±2	C	-----
7	7	40	40	0	±2	C	-----
8	8	φ14	φ14	0	±2	C	-----
9	9	35	35	0	±2	C	-----
10	10	30	30	0	±2	C	-----
11	11	90	90	0	±2	C	-----
12	12	150	150	0	±2	C	-----
13	13	φ22	φ22	0	±2	C	-----
14	14	46	46	0	±2	C	-----
/							
Nota: C: CONFORME NC: NO CONFORME							
PRODUCCIÓN		INSPECTOR DE CALIDAD			CLIENTE		
NOMBRE: ING. CARLOS ALZAMORA GONZALES		NOMBRE: TEC. CARLOS CABRERA VÁSQUEZ			NOMBRE:		
FIRMA: 		FIRMA: 			FIRMA:		
FECHA: 23-12-2020		FECHA: 23-12-2020			FECHA:		

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.24 Registro de control dimensional del subensamble N11-SE-32 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 11 (continuación)



Fuente: Empresa EMER S.A.C

## f Soldeo de subensambles

El soldeo de los subensambles se realizó en concordancia con el alcance del trabajo. A continuación, se detalla la información más resaltante:

- En el soldeo de los subensambles de las plataformas de mantenimiento e inspección, columnas, chutes y compuertas se utilizaron los procesos de soldadura GMAW y FCAW. En la Tabla 3.16 se detalla el proceso utilizado por componente.

Tabla 3.16 Proceso de soldadura utilizado por componente del spill and loading pocket

Ítem	Componente	Proceso de soldadura
1	Plataformas de mantenimiento e inspección	GMAW
2	Chutes	FCAW-G
3	Columnas	GMAW
4	Compuertas	GMAW

- En el soldeo de la viga H 36"x322lb/pie se utilizó el proceso SAW.
- Para minimizar las distorsiones durante el soldeo se arriostraron las piezas y se utilizaron secuencias.

Imagen 3.7 Máquina de soldar para el proceso SAW



Fuente: Empresa EMER S.A.C



## **g Inspección visual de las soldaduras**

La inspección fue realizada por un inspector nivel II en la técnica en cuestión certificado según los lineamientos de la práctica recomendada SNT-TC-1A (Ver Figura 3.26). Se inspeccionaron el 100% de las soldaduras en concordancia con el alcance del trabajo.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante la inspección:

### ➤ Antes del soldeo

- Se revisó el WPQR de cada soldador para verificar la posición de ensayo en el que fue calificado.
- Se verificó que las WPS a utilizar sean concordantes con el alcance del trabajo.
- Se constató que el metal base se encuentre en buen estado.
- Se chequeó que los metales de aporte hayan sido almacenados adecuadamente.
- Se verificaron las dimensiones de las juntas y su alineamiento.
- Se comprobó que las máquinas de soldar se encuentren operativas.

### ➤ Durante el soldeo

- Se revisó que las variables empleadas sean las indicadas en la WPS utilizada.
- Se verificó la calidad de cada pasada poniendo énfasis en el pase de raíz.
- Se revisó la limpieza entre pasadas.

### ➤ Después del soldeo

- Se inspeccionaron visualmente las soldaduras con el fin de hallar discontinuidades. De encontrarse alguna relevante, esta fue evaluada de acuerdo con los criterios de aceptación para la inspección visual del código AWS D1.1. De considerarse defecto, se procedió con la reparación respectiva y posterior reinspección
- Se midió el tamaño de la pierna de acuerdo con la Tabla 3.17 y la convexidad de acuerdo con la Tabla 3.18 en el caso de las soldaduras de filete.



- Se midió el tamaño del refuerzo de acuerdo con la Tabla 3.19 en el caso de las soldaduras de ranura.
- Finalmente se emitieron los registros de inspección visual de soldaduras utilizando el formato AC-FT-08.

Tabla 3.17 Tamaños mínimos de la soldadura de filete

Espesor del metal base (T) <sup>a</sup>		Tamaño mínimo de la soldadura en filete <sup>b</sup>	
		pulgadas	mm
T ≤ 1/4	T ≤ 6	1/8 <sup>c</sup>	3 <sup>c</sup>
1/4 < T ≤ 1/2	6 < T ≤ 12	3/16	5
1/2 < T ≤ 3/4	12 < T ≤ 20	1/4	6
3/4 < T	20 < T	5/16	8

Fuente: AWS D.1.1 (AWS, 2015)

Tabla 3.18 Tolerancia para la convexidad de soldaduras de filete

(W = ancho de la cara de la soldadura o cordón de superficie individual; C = convexidad admisible)

W	C máx. <sup>b</sup>
≤ 5/16 pulg. [8 mm]	1/16 pulg. [2 mm]
> 5/16 pulg. [8 mm], < 1 pulg. [25 mm]	1/8 pulg. [3 mm]
≥ 1 pulg. [25 mm]	3/16 pulg. [5 mm]

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)




Tabla 3.19 Tolerancia para el refuerzo de soldadura en juntas a tope

(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP)

t	R mín.	R máx.
≤ 1 pulg. [25 mm]	0	1/8 pulg. [3 mm]
> 1 pulg. [25 mm], ≤ 2 pulg. [50 mm]	0	3/16 pulg. [5 mm]
> 2 pulg. [50 mm]	0	1/4 pulg. [6 mm] <sup>a</sup>

Fuente: AWS D1.1 (AWS, 2015)

Figura 3.25 Registro de inspección visual de soldaduras de los subensambles de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 11

		REGISTRO DE CONTROL INSPECCION VISUAL						
		CÓDIGO: AC-FT-008			VERSIÓN: 01			
		FECHA: 24-05-2019			PÁGINA: 2 DE 4			
PROYECTO :		DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET						
ESTRUCTURA / EQUIPO:		PLATAFORMA NIVEL 11 / VIGAS	N° REGISTRO:		021			
PLANO DE REFERENCIA:		VER N° de plano	FECHA:		28/12/2020			
NORMA DE REFERENCIA:		AWS D.1.1 - 2015	ESPESOR DE MATERIAL:		-----			
ESQUEMA DE REFERENCIA:		VER PLANOS ADJUNTOS						
CONDICIONES DE EXAMINACIÓN								
Instructivo / Procedimiento		Criterio de Aceptación		Tipo de Iluminación		Técnica utilizada		
AC-VT-001		AWS D1.1 Tabla 6.1		Natural		Inspección Visual Cercía		
				Artificial		Inspección Visual Remota		
Item	N° de plano	Código de junta	Tipo de junta / Soldadura	Estampa	WPS usado	Tipo de discontinuidad	Dimensiones de la discontinuidad	Resultado
26	N11-SE-004-982 (Párra 2)	J568	Traslape / Filete	DTP	EMER-WPS-018	-----	-----	C
27		J569	Traslape / Filete	DTP	EMER-WPS-018	-----	-----	C
28		J570	Traslape / Filete	DTP	EMER-WPS-018	-----	-----	C
29	N11-SE-004-981 (Párra 1)	J571	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
30		J572	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
31		J573	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
32		J574	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
33		J575	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
34	N11-SE-004-982 (Párra 2)	J576	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
35		J577	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
36		J578	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
37	N11-SE-004-982 (Párra 2)	J579	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
38		J580	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
39		J581	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
40		J582	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
41	N11-SE-004-979 (Párra 1)	J583	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
42		J584	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
43		J585	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
44		J586	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
45	N11-SE-004-979 (Párra 2)	J587	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
46		J588	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
47		J589	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
48	N11-SE-004-98	J590	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
49		J591	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
50		J592	Traslape / Filete	NTY	EMER-WPS-018	-----	-----	C
<b>Leyenda: Tipo de discontinuidad</b> 1. U: socavación                      3. S: Escoria                      5. P: Porosidad aislada                      7. CV: Convexidad                      9. IP: Penetración incompleta 2. CN: Concavidad                      4. IF: Fusión Incompleta                      6. CP: Porosidad agrupada                      8. C: Fisura                      10. OT: Otro								
Comentarios: C: Conforme // NC: No Conforme								
PRODUCCIÓN		INSPECTOR DE CALIDAD			CLIENTE			
NOMBRE: ING. CARLOS ALZAMORA GONZÁLES		NOMBRE: ING. RENATO SAÚL MORÁN DÍAZ			NOMBRE: :			
FIRMA:  CARLOS E. ALZAMORA GONZÁLES INGENIERO MECÁNICO Reg. CIP. 054683		FIRMA:  R. Morán D.			FIRMA:			
FECHA: 28/12/2020.		FECHA: 28/12/2020.			FECHA:			

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.26 Certificación obtenida de acuerdo con la práctica recomendada SNT-TC-1A para aplicar la prueba visual



Fuente: Empresa EMER S.A.C

## **h. Inspección de las soldaduras mediante LP**

Este ensayo se realizó de acuerdo con la norma internacional ASTM E165. La inspección fue realizada por un inspector nivel II en la técnica en cuestión certificado según los lineamientos de la práctica recomendada SNT-TC-1A (Ver Figura 3.29).

Se inspeccionaron el 25% de las soldaduras de filete en concordancia con el alcance del trabajo. Es importante mencionar que adicionalmente se inspeccionó el pase de raíz de las soldaduras de ranura CJP y PJP reforzadas con soldadura de filete.




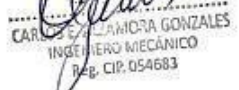

Cabe mencionar también que en la inspección se priorizaron las soldaduras con mayor grado de criticidad.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante la inspección:

- Se codificaron las soldaduras a inspeccionar.
- Se verificó que el solvente, el penetrante y el revelador sean de la misma marca. En esta fabricación solo se utilizaron kits de la marca CANTESCO.
- Se realizó la limpieza de las soldaduras a inspeccionar haciendo uso de trapos y de solvente.
- Se aplicó el penetrante coloreado y se removió el exceso.
- Después de cinco minutos, se aplicó el revelador no acuoso por atomizado.
- Después de diez minutos, se realizó la inspección visual directa correspondiente con el fin de detectar indicaciones. De hallarse alguna discontinuidad relevante, esta se evaluó de acuerdo con los criterios de aceptación para la inspección visual del código AWS D.1.1. De considerarse defecto, se procedió con la reparación respectiva y posterior reinspección.
- Se emitieron los registros utilizando el formato AC-FT-009 y considerando el código de la soldadura, el tipo de junta, el tipo de soldadura, la estampa del soldador, el tipo de discontinuidad o defecto si lo hubiera, la evaluación y la fecha de la inspección.



Figura 3.27 Registro de líquidos penetrantes del subensamble N2-SE-23 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 2


		REGISTRO DE TINTES PENETRANTES						
		CÓDIGO: AC-FT-009		VERSIÓN: 01				
		FECHA: 24-05-2019		PÁGINA: 1 DE 2				
PROYECTO:	DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET			N° REGISTRO:	001			
ESTRUCTURA / EQUIPO	PLATAFORMA NIVEL 2			TIPO DE MATERIAL:	ASTM A36 / ASTM A572 GR 50			
PLANO DE REFERENCIA :	N2-SE-23			FECHA:	12/12/2020			
NORMA DE REFERENCIA:	AWS D1.1-2015			ESPESOR DE MATERIAL:	-----			
<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL UTILIZADO</b>								
	REMOVEDOR	PENETRANTE		REVELADOR				
MARCA	CANTESCO	CANTESCO		CANTESCO				
TIPO	II (VISIBLE)							
MÉTODO	C (METODO E-1220, REMOVIBLE CON SOLVENTE)							
<b>CONDICIONES DE EXAMINACIÓN</b>								
PROCEDIMIENTO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	TIPO DE ILUMINACIÓN		TÉCNICA UTILIZADA				
AC-PT-002	AWS D1.1 Tabla 6.1	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Artificial	<input checked="" type="checkbox"/> Inspección Visual Directa	<input type="checkbox"/> Inspección Visual Remota			
ITEM	CÓDIGO JUNTA	TIPO DE JUNTA / SOLDADURA	ESTAMPA	TIPO DE DISCONTINUIDAD / DEFECTO	EVALUACION		FECHA	OBSERVACION
					REPARA	ACEPTADO		
1	J227	T / Filete	CHRH	-----	-----	A	12/12/2020	-----
2	J228	Traslape / Filete	CHRH	-----	-----	A	12/12/2020	-----
3	J229	Traslape / Filete	CHRH	-----	-----	A	12/12/2020	-----
4	J230	Traslape / Filete	CHRH	-----	-----	A	12/12/2020	-----
5	J231	Traslape / Filete	CHRH	-----	-----	A	12/12/2020	-----
<p>1. U: sucavación      3. S: Escoria      5. P: Porosidad aislada      7. CV: Convexidad      9. IP: Penetración incompleta                  2. CN: Concavidad      4. IF: Fusión incompleta      6. CP: Porosidad agrupada      8. C: Fisura      10. OT: Otro</p> <p>Comentarios: NA : No Aprobado - A: Aprobado</p>								
PRODUCCIÓN			INSPECTOR DE CALIDAD			CLIENTE		
NOMBRE: CARLOS ALZAMORA GONZALES			NOMBRE: BRUCE JALCK MIRANDA			NOMBRE: I		
FIRMA: 			FIRMA: 			FIRMA: _____		
 CARLOS ALZAMORA GONZALES INGENIERO MECÁNICO R.B. CIP. 054683								
FECHA: 12.12.2020			FECHA: 12-12-2020			FECHA: _____		

AC-FT-009

1

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.27 Registro de líquidos penetrantes del subensamble N2-SE-23 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 2 (continuación)

<b>REGISTRO DE TINTES PENETRANTES</b>			
	CÓDIGO: AC-FT-009		VERSIÓN: 01
	FECHA: 24-05-2019		PÁGINA: 2 DE 2
PROYECTO:	DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET		
ESTRUCTURA / EQUIPO	PLATAFORMA NIVEL 2	Nº REGISTRO:	001
PLANO DE REFERENCIA :	N2-SE-23	FECHA:	12/12/2020
NORMA DE REFERENCIA:	AWS D1.1- 2015	ESPESOR DE MATERIAL:	-----
REGISTRO FOTOGRÁFICO			
			
			
PRODUCCIÓN	INSPECTOR DE CALIDAD	CLIENTE	
NOMBRE: CARLOS ALZAMORA GONZÁLES	NOMBRE: BRUCE JALCK MIRANDA	NOMBRE:	
FIRMA:  CARLOS E. ALZAMORA GONZÁLES INGENIERO MECÁNICO R.G. CIP. 054683	FIRMA:  	FIRMA:	
FECHA: 12-12-2020	FECHA: 12-12-2020	FECHA:	




AC-FT-009

Fuente: Empresa EMER S.A.C

2







Figura 3.28 Registro de líquidos penetrantes del subensamble 023.SE.02 del chute 23

		REGISTRO DE TINTES PENETRANTES							
		CÓDIGO: AC-FT-009		VERSIÓN: 01					
		FECHA: 24-05-2019		PÁGINA: 1 DE 2					
PROYECTO:	E19010020160	N° REGISTRO:	010						
ESTRUCTURA / EQUIPO	CHUTE 23 (EG-CH-023#A)	TIPO DE MATERIAL:	ASTM A36						
PLANO DE REFERENCIA :	023.SE.02	FECHA:	20/02/2021						
NORMA DE REFERENCIA:	AWS D1.1	ESPESOR DE MATERIAL:	Según plano						
<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL UTILIZADO</b>									
MARCA	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR						
TIPO	CANTESCO	CANTESCO	CANTESCO						
MÉTODO	II (TINTE PENETRANTE VISIBLE)								
	C (MÉTODO E-1220, REMOVIBLE CON SOLVENTE)								
<b>CONDICIONES DE EXAMINACIÓN</b>									
INSTRUCTIVO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	TIPO DE ILUMINACIÓN		TÉCNICA UTILIZADA					
AC-PT-002	AWS D1.1 Tabla 6.1	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Artificial	<input checked="" type="checkbox"/> Inspección Visual Directa	<input type="checkbox"/> Inspección Visual Remota				
ITEM	CÓDIGO JUNTA	TIPO JUNTA	ESTAMPA	TIPO DE DISCONTINUIDAD / DEFECTO	EVALUACION		FECHA	OBSERVACION	
					REPARA	ACEPTADO			
1	J1	"T"	JGI59	-----	-----	A	20/02/2021	-----	
2	J2	"T"	JGI59	-----	-----	A	20/02/2021	-----	
<del> </del>									
1. U: sucavación			3. S: Escoria			5. P: Porosidad aislada		7. CV: Convexidad	9. IP: Penetración incompleta
2. CN: Concavidad			4. IF: Fusión incompleta			6. CP: Porosidad agrupada		8. C: Fisura	10. OT: Otro
Comentarios: NA : No Aprobado - A: Aprobado									
PRODUCCIÓN			INSPECTOR DE CALIDAD			CLIENTE			
NOMBRE: CARLOS ALZAMORA GONZÁLES			NOMBRE: ING. CÉSAR ASTORAYME MAROCHO			NOMBRE:			
FIRMA: 			FIRMA: 			FIRMA:			
FECHA: 20/02/2021			FECHA: 20/02/2021			FECHA:			

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.28 Registro de líquidos penetrantes del subensamble 023.SE.02 del chute 23  
(continuación)

<b>REGISTRO DE TINTES PENETRANTES</b>			
	CÓDIGO: AC-FT-009		VERSIÓN: 01
	FECHA: 24-05-2019		PÁGINA: 2 DE 2
PROYECTO:	E19010020160		
ESTRUCTURA / EQUIPO	CHUTE 23 (EG-CH-023#A)	N° REGISTRO:	010
PLANO DE REFERENCIA :	023.SE.02	FECHA:	20/02/2021
NORMA DE REFERENCIA:	AWS D1.1	ESPESOR DE MATERIAL:	Según plano
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
PRODUCCIÓN	INSPECTOR DE CALIDAD	CLIENTE	
NOMBRE: CARLOS ALZAMORA GONZÁLES	NOMBRE: ING. CÉSAR ASTORAYME MAROCHO	NOMBRE:	
FIRMA:  <small>CARLOS C. ALZAMORA GONZÁLES INGENIERO MECÁNICO REG. CIP. 054683</small>	FIRMA: 	FIRMA:	
FECHA: 20/02/2021	FECHA: 20/02/2021	FECHA:	

Fuente : Empresa EMER S.A.C



Figura 3.29 Certificación obtenida de acuerdo con la práctica recomendada SNT-TC-1A para aplicar la prueba de líquidos penetrantes

CERTIFICADO N°: ST-11.40/20



## CERTIFICADO

Este certificado atestigua que:

# JALCK MIRANDA BRUCE LY

DNI: 40340740

Ha completado exitosamente el entrenamiento y ha aprobado los exámenes generales, específico y práctico del curso de:

## LÍQUIDOS PENETRANTES -NIVEL II

Desarrollada de acuerdo a la práctica recomendada RP SNT-TC-1A ED. 2020 y el estándar ANSI/ASNT CP105-2020.

EXAMINACION	PUNTAJE	FECHA
GENERAL	89.0%	27 OCTUBRE 2020
ESPECIFICO	92.0%	27 OCTUBRE 2020
PRACTICO	95.0%	27 OCTUBRE 2020
PROMEDIO	92.0%	

El programa de capacitación se realizó de acuerdo a los requisitos establecidos por la práctica recomendada RP SNT-TC-1A ED. 2020 y el estándar ANSI/ASNT CP105-2020, documentos emitidos por la ASNT (The American Society for Nondestructive Testing, Inc.).

*Se considera aprobado el curso de capacitación si el promedio final de los exámenes General, Específico y Práctico es igual o mayor a 80%, la calificación obtenida en cada examen debe ser al menos 70%.*

Dando fe a lo expuesto, pongo mi sello y firma

Este 27 de Octubre del 2020  
Válido hasta 26 de Octubre del 2025



SHIRLEY CONCHA FLORES  
GERENTE GENERAL  
SMART TESTING S.A.C






ALEX DE LA CRUZ YALAN  
EXAMINADOR  
ASNT NDT LEVEL III N° 284267

REVIEWED  
By: ALEX DE LA CRUZ YALAN, ASNT LEVEL III # 284267  
FOR CONFORMITY: call # 966370939

La autenticidad de este documento se debe de verificar al siguiente correo: smarttestinggroup@gmail.com  
 Dirección: CALLE S/N MZA. B LT. 10 ASOCIACION VILLA MILAGROSA CRUZ DE MOTUPE-PARADERO ESTABLO - PUENTE PIEDRA- LIMA-PERU  
 RUC: 20604573450 - Teléfono de Contacto: 987-863-161

Fuente: Empresa EMER S.A.C

## **i Control dimensional de los preensambles**

La inspección dimensional de los preensambles de las plataformas de mantenimiento e inspección de los diferentes niveles, chutes y compuertas se realizó con el fin de corroborar el correcto armado de los subensambles y así evitar inconvenientes durante el montaje. Para llevar a cabo la inspección en cuestión se utilizaron los planos aplicables.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante la inspección:





- Se conjuntaron los subensambles. En el caso de las plataformas de mantenimiento e inspección mediante las placas para conexión de subensamble; y en el caso de los chutes y las compuertas mediante puntos de soldadura.
- Se identificaron las cotas principales y se midieron sus longitudes haciendo uso de un flexómetro o wincha.
- Se emitieron los registros de control dimensional de los preensambles utilizando el formato AC-FT-007 y considerando la codificación de la cota, la medida nominal, la medida real, la desviación admisible de acuerdo con el AISC 303 y el resultado.

Imagen 3.8 Preensamblado del chute 22



Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.30 Registro de control dimensional del preensamble de la plataforma del nivel 6

		REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL					
		CÓDIGO: AC-FT-007			VERSIÓN: 01		
		FECHA: 24-05-2019			PÁGINA: 1 DE 1		
PROYECTO:	DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET				N° REGISTRO:	008	
ESTRUCTURA / EQUIPO:	PLATAFORMA NIVEL 6				CODIGO DEL ELEMENTO	-----	
PLANO DE REFERENCIA :	Plataforma Nivel – 1227,523 – Ejes_Rev. 0				FECHA:	08/01/2021	
NORMA DE REFERENCIA:	AISC 303 - 16				ESPESOR DE MATERIAL:	-----	
ESQUEMA DE REFERENCIA							
VER PLANO ADJUNTO							
ITEM	IDENTIFICACIÓN DE COTA	MEDIDA NOMINAL (MM)	MEDIDA REAL (MM)	DESVIACIÓN (MM)	DESVIACIÓN ADMISIBLE (MM)	RESULTADO (°)	OBSERVACIONES
1	1	7212	7213	+1	±2	C	-----
2	2	2060	2060	0	±2	C	-----
3	3	2060	2061	+1	±2	C	-----
4	4	1030	1030	0	±2	C	-----
5	5	1030	1029	-1	±2	C	-----
6	6	1732	1732	0	±2	C	-----
7	7	685	685	0	±2	C	-----
8	8	1228	1228	0	±2	C	-----
9	9	1164	1164	0	±2	C	-----
10	10	335	335	0	±2	C	-----
11	11	534	534	0	±2	C	-----
12	12	346	346	0	±2	C	-----
13	13	2060	2061	+1	±2	C	-----
14	14	2060	2060	0	±2	C	-----
15	15	1576	1575	-1	±2	C	-----
16	16	7212	7212	0	±2	C	-----
/							
Nota: C: CONFORME NC: NO CONFORME							
PRODUCCIÓN		INSPECTOR DE CALIDAD			CLIENTE		
NOMBRE: ING. CARLOS ALZAMORA GONZALES		NOMBRE: TEC. CARLOS CABRERA VÁSQUEZ			NOMBRE:		
FIRMA: 		FIRMA: 			FIRMA:		
CARLOS ALZAMORA GONZALES INGENIERO MECÁNICO Reg. CIP. 054683							
FECHA: 08-01-2021		FECHA: 08-01-2021			FECHA:		

Fuente: Empresa EMER S.A.C

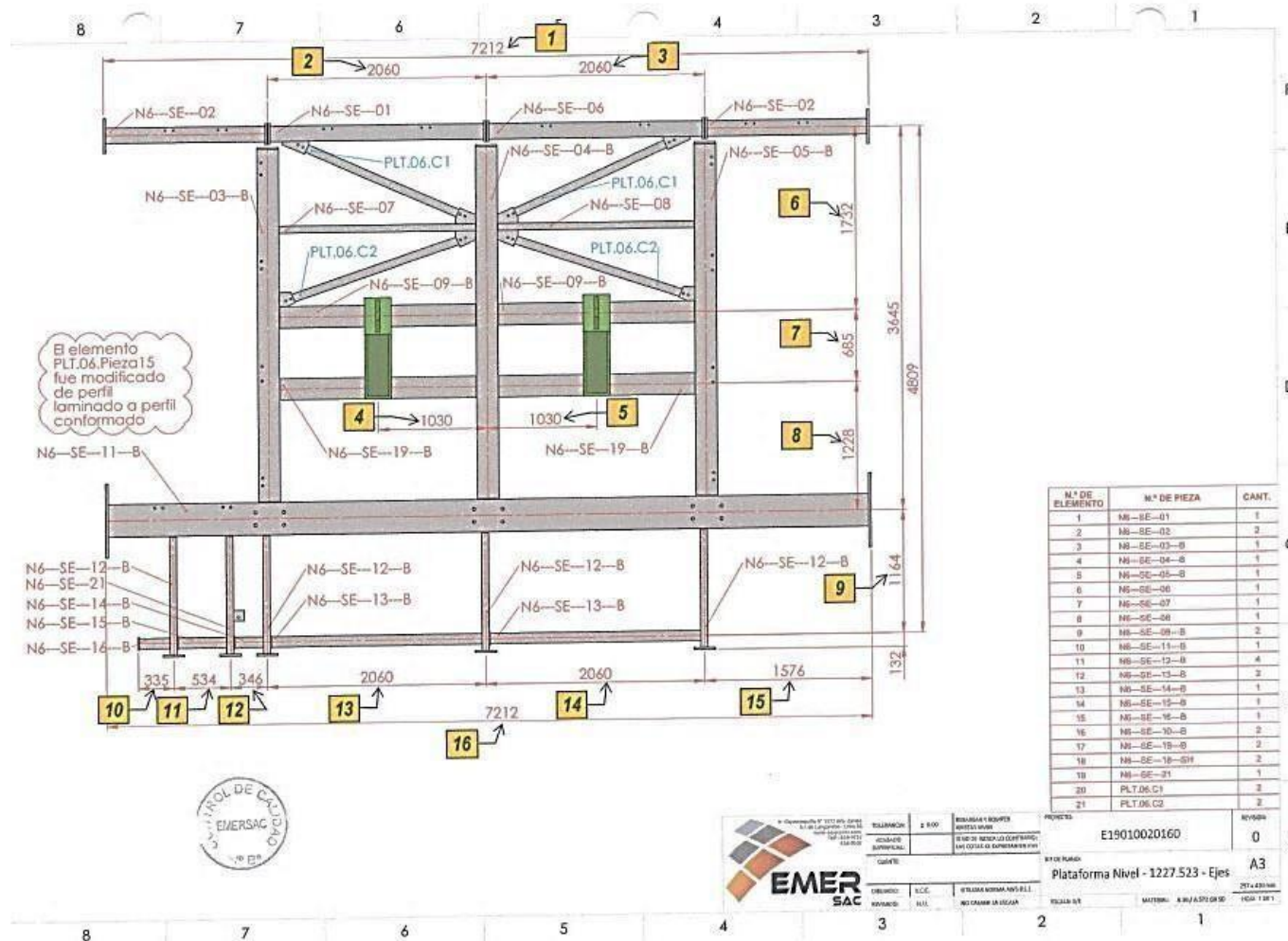


Figura 3.30 Registro de control dimensional del preensamble de la plataforma del nivel 6  
(continuación)

		<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET		
<b>ESTRUCTURA / EQUIPO:</b>	PLATAFORMA NIVEL 6	<b>CODIGO DEL ELEMENTO</b>	-----
<b>PLANO DE REFERENCIA :</b>	Plataforma Nivel - 1227.523 - Ejes_Rev. 0	<b>FECHA:</b>	08/01/2021
<b>FOTOGRAFÍA(S)</b>			
			
			

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.30 Registro de control dimensional del preensamble de la plataforma del nivel 6 (continuación)



Fuente: Empresa EMER S.A.C

## **j Inspección de la preparación superficial y aplicación de pintura**

La preparación superficial se realizó según la norma SPCC-SP6 y la medición de los espesores de pintura según la norma SPCC-PA2 en concordancia con el alcance del trabajo.

A continuación, se detallan las actividades realizadas durante las inspecciones:

### **j.1. Inspección de la preparación superficial**

- Se verificó que el material abrasivo utilizado sea granalla.
- Se revisó que las superficies estén libres de grasas, aceites u otro material contaminante.
- Se constató que la presión de la compresora sea la óptima para una correcta aplicación del material abrasivo. Asimismo, se verificó que la boquilla de la manguera sea la apropiada.
- Se verificó que las condiciones ambientales sean las óptimas. No se realizó preparación alguna a temperaturas inferiores a 5°C ni cuando la humedad relativa supero el 85%.
- Se constató que el perfil de anclaje esté dentro de lo permitido (2 a 3 mils).

### **j.2 Inspección de la aplicación de pintura**

- Se verificó que las superficies estén libres de sales solubles a través de pruebas del mismo nombre.
- Se revisó que las superficies estén libres de polvo a través de pruebas del mismo nombre.
- Se verificó la compatibilidad del catalizador con las pinturas (base y acabado).
- Se constató que la marca de pintura utilizada en la capa base y en la capa de acabado sea concordante con la Tabla 3.20 y con la Tabla 3.21.
- Se verificó que las superficies pintadas no presenten defectos.
- Se midió el espesor de la película seca de la capa base y de la capa de acabado de acuerdo con la norma SPCC-PA2. Los espesores requeridos se muestran en la Tablas 3.20 y 3.21.

Ambas inspecciones se registraron en el formato de preparación superficial y de recubrimiento con codificación AC-FT-012.

Tabla 3.20 Sistema de pintura utilizado en las plataformas y compuertas

<b>Marca de pintura</b>	<b>Espesor (mils)</b>
AUROMASTIC 70 EP GRIS RAL 7035	4
AUROMASTIC 70 EP GRIS RAL 7004	4

Tabla 3.21 Sistema de pintura utilizado en los chutes


Imagen 3.9 Prueba de sales solubles



Fuente: Empresa EMER S.A.C



Figura 3.31 Registro de inspección de preparación superficial y de recubrimiento del subensamble EG.02.SD.25\_A del chute 25

	<b>INSPECCION DE PREPARACION SUPERFICIAL Y DE RECUBRIMIENTO</b>					AC-FT-012		
						Versión:	0	
						Fecha:	23-07-16	
						Página:	Página 1 de 3	

PROYECTO:	E19010020160					Registro N°:	001		
Área:	Taller - Lurín			Estructura/Equipo:	CHUTE 25 A		Descripción:	CAJÓN	
Plano de referencia:	EG.02.SD.25_A			Norma(s) de referencia:	SSPC-PA2		Procedimiento usado:	Proveedor AURORA	

<b>1. Preparación superficial</b>								
Estándar SSPC especificado:	SSPC 6		Rugosidad específica:	2 – 3 mils		Fecha Prep. Superficie:	07-01-2021	
Grado de limpieza obtenido:	SSPC 10		Material abrasivo usado:	GRANALLA		Rugosidad obtenida:	3.6 mils	

<b>2. Información de recubrimiento</b>									
Sistema especificado:	1ra capa :7 mils / 2da capa: 6 mils		Tipo de recubrimiento:	Epoxi de 2 componentes		EPS especificado:	13 mils		
Superficie a cubrir:	Interna <input checked="" type="checkbox"/>	Externa <input checked="" type="checkbox"/>	Capa a aplicar:	1ra Capa		Color / RAL:	GRIS		
Nombre producto:	AUROMASTIC 80 EP		No(s) Lote Prod:	BATCH C/A: 1P2050004484 // BATCH C/B : 1P2050004450				Fabricante pintura:	AURORA

<b>3. Condiciones ambientales de aplicación</b>								
Fecha aplicación	07-01-21		Temp. sup. (°C)	Temp. BS (°C)		Temp. BH (°C)	HR (%)	
Hora inicio:	16:00		25.3		18.9		15.3	
Hora fin:	17:00		25.1		18.7		15.0	
							72.9	
							13.2	
							OK	
							OK	

<b>4. Equipos de medición:</b>								
Magnitud a medir	Descripción equipo		Marca	Código equipo	No. Serie	Fecha calibración	Certificado calibración	
Perfil de rugosidad	RUGOSIMETRO		TEXTEX	FM-RC-001	TQJ 763	16/06/2020	CLL-0190-2020	
Cond. Ambientales	TERMOHIGROMETRO		FLUKE	FM-MHT-001	35181747	16/06/2020	CLT-0050-2020	
Temperatura	TERMOMETRO INFR.		FLUKE	FM-ETID-001	42251863WS	16/06/2020	CLT-0049-2020	
EPS	MEDIDOR DE ESPESOR		DEFELSKO	FM-ME-001	778205	16/06/2020	CLL-0189-2020	

<b>5. Valores obtenidos de Espesor de Película Seca (EPS)</b>													
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.
Pared 1 (SE.04.25-A)	7,9	7,8	8,3	8,9	8,1	6,84	Pared 2 (SE.04.25-B)	7,2	7,9	7,4	7,3	6,8	6,84
	6,9	8,1	7,3	6,8	7,9			7,6	8,3	8,3	7,4		
	8,3	7,7	7,7	7,2	8,5			8,1	7,4	8,1	7,9	8,2	
Promedios	7,7	7,8	7,7	7,6	8,1	7,8	Promedios	7,6	7,8	8	7,8	7,4	7,7

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.
Plataforma (SE.03.25)	7,8	7,3	7,4	8,3	7,8	19,53	Soportes (SE.05.25.SP01) SE.05.25.SP02)	7,1	7,8	7,2	7,4	8,2	2,77
	8,4	7,9	6,9	7,7	8,8			6,8	7,2	7,4	7	7,1	
	8,1	6,5	8,1	7,8	7,2			6,9	6,7	7,1	6,7	6,9	
Promedios	8,1	7,2	7,4	7,9	7,9	7,7	Promedios	7,6	7,2	7,2	7	7,4	7,2

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.
Promedios							Promedios						

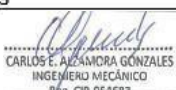

  

Item / Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área estim.	Item / Marca	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Área Estim.
Promedios							Promedios						

Resultado Final:	CONFORME		Leyenda: EPS: Espesor de película seca / BS: Bulbo seco / BH: Bulbo húmedo / HR: Humedad relativa						
------------------	----------	--	---	--	--	--	--	--	--

<b>Comentarios:</b>		
<b>PRODUCCION</b>	<b>INSPECTOR DE CALIDAD</b>	<b>CLIENTE</b>
Nombre: ING. CARLOS ALZAMORA GONZALES	Nombre: TEC. CARLOS CABRERA VÁSQUEZ	Nombre:
Firma: 	Firma: 	Firma:
Fecha: 18-01-2021	Fecha: 18-01-2021	Fecha:

Fuente: Empresa EMER S.A.C




Figura 3.31 Registro de inspección de preparación superficial y de recubrimiento del subensamble EG.02.SD.25\_A del chute 25 (continuación)

	<b>INSPECCION DE PREPARACION SUPERFICIAL Y DE RECUBRIMIENTO</b>			AC-FT-012	
				Versión:	0
				Fecha:	23-07-16
				Página:	Página 2 de 3

PROYECTO:	E19010020160	Registro N°:	001
Área:	Taller - Lurin	Estructura/Equipo:	CHUTE 25 A
Plano de referencia:	EG.02.SD.25_A	Norma(s) de referencia:	SSPC-PA2
		Procedimiento usado:	Proveedor AURORA

**6. Registro Fotográfico**

**MEDICION DE PERFIL DE ANCLAJE**


**MEDICION DE CONDICIONES**




Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.31 Registro de inspección de preparación superficial y de recubrimiento del subensamble EG.02.SD.25\_A del chute 25 (continuación)

	<b>INSPECCION DE PREPARACION SUPERFICIAL Y DE RECUBRIMIENTO</b>	AC-FT-012	
		Versión:	0
		Fecha:	23-07-18
		Página:	Página 3 de 3

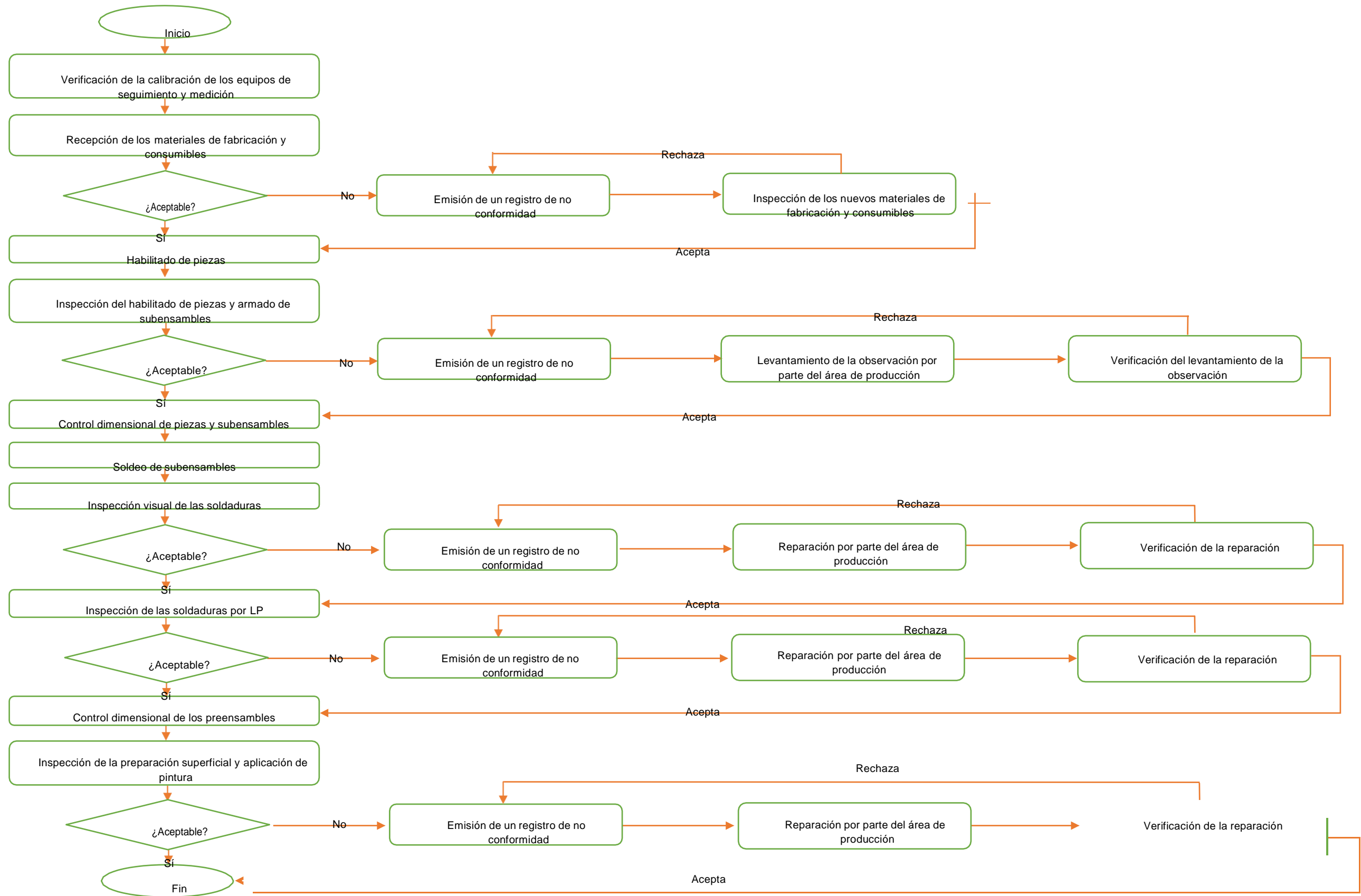
  

<b>MEDICION DE ESPESORES</b>			
			
			
			

85 PRODUCCION	INSPECTOR DE CALIDAD	CLIENTE
Nombre: ING. CARLOS ALZAMORA GONZALES	Nombre: TEC. CARLOS CABRERA VÁSQUEZ	Nombre:
Firma: <div style="text-align: center;">   <small>CARLOS E. ALZAMORA GONZALES INGENIERO MECÁNICO Rég. CIR. 054683</small> </div>	Firma: <div style="text-align: center;">  </div>	Firma:
Fecha: 18-01-2021	Fecha: 18-01-2021	Fecha:

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Figura 3.32 Diagrama de proceso de fabricación del spil and loading pocket








## Etapa V: Cierre del proyecto

### a. Verificación del levantamiento de no conformidades

El jefe del área de aseguramiento y control de la calidad y el jefe del área de producción, ambos de la empresa EMER S.A.C, verificaron que el total de no conformidades hechas durante la fabricación del spill and loading pocket hayan sido levantadas. Esto se plasmó en el acta de liberación final.

Figura 3.33 Acta de liberación final del spill and loading pocket

EMER S.A.C.		Fecha	24/05/2019	
 <b>ACTA DE LIBERACION FINAL</b>		Versión	1	
		Elaborado	Revisado	Aprobado
		Jefe QA/QC	Jefe QA/QC	Jefe QA/QC
N° DE ACTA	01	Fecha	13/04/21	
PROYECTO	DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y LOADING POCKET			
CLIENTE				
CODIGO DEL PROYECTO	E19010020160			
ITEM	CANTIDAD	UNID	DESCRIPCIÓN	PLANO
<b>ESTRUCTURA METALICA</b>				
1	1	UND	Plataforma N1	Plataforma Nivel - 1241.689
2	1	UND	Plataforma N2	Plataforma Nivel - 1237.321
3	1	UND	Plataforma N3	Plataforma Nivel - 1234.782
4	1	UND	Plataforma N4	Plataforma Nivel - 1231.594
5	1	UND	Plataforma N5	Plataforma Nivel - 1230.959
6	1	UND	Plataforma N6	Plataforma Nivel - 1227.523
7	1	UND	Plataforma N7	Plataforma Nivel - 1224.445
8	1	UND	Plataforma N8	Plataforma Nivel - 1221.498
9	1	UND	Plataforma N9	Plataforma Nivel - 1216.853
10	1	UND	Plataforma N10	Plataforma Nivel - 1216.329
11	1	UND	Plataforma N11	Plataforma Nivel - 1213.827
12	1	UND	Columna W10"x49Lb, 5.705m	CA---PB_A--01
13	1	UND	Columna W10"x49Lb, 5.705m	CA---PB_A--02
14	1	UND	Columna W10"x49Lb, 5.705m	CA---PB_A--03
15	1	UND	Columna W10"x30Lb, 6.025m	CA---PB_B--01
16	1	UND	Columna W10"x30Lb, 6.025m	CA---PB_B--02
17	1	UND	Columna W10"x30Lb, 6.025m	CA---PB_B--03
18	3	UND	Columna W10"x30Lb, 6.025m	CB---PB---TB--07
19	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--04--W
20	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--05--W
21	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--06--W
22	1	UND	Columna W10"x30Lb, 6.00m	CB--04--W
23	1	UND	Columna W10"x30Lb, 6.00m	CB--05--W
24	1	UND	Columna W10"x30Lb, 6.00m	CB--06--W
25	1	UND	Columna W10"x45Lb, 4.859m	CC--PC--01
26	1	UND	Columna W10"x45Lb, 4.859m	CC--PC--02
27	1	UND	Columna W10"x45Lb, 4.859m	CC--PC--03
28	1	UND	Columna W10"x45Lb, 5.400m	CA--07--W
29	1	UND	Columna W10"x45Lb, 5.400m	CA--08--W
30	1	UND	Columna W10"x45Lb, 5.400m	CA--09--W
31	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--10--W
32	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--11--W
33	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--12--W
34	30	UND	PL 12 mm	PA--01--CA
35	60	UND	PL 12 mm	PA--02--CA
36	30	UND	PL 10 mm	PA--03--CA
37	12	UND	PL 10 mm	PA--01--CB
38	12	UND	PL 10 mm	PA--02--CB
39	24	UND	PL 10 mm	PA--03--CB
40	6	UND	PL 10 mm	PA--01--CC
41	12	UND	PL 10 mm	PA--02--CC
42	6	UND	PL 10 mm	PA--03--CC
43	1	UND	Columna W10"x49Lb, 5.00m	CA--13--W
44	1	UND	Columna W10"x49Lb, 5.00m	CA--14--W
45	1	UND	Columna W10"x49Lb, 5.00m	CA--15--W
46	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--16--W
47	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--17--W
48	1	UND	Columna W10"x49Lb, 6.00m	CA--18--W
49	1	UND	Columna W10"x45Lb, 6.025m	CC--PC--04
50	1	UND	Columna W10"x45Lb, 6.015m	CC--PC--05
51	1	UND	Columna W10"x45Lb, 6.025m	CC--PC--06
52	1	UND	Cubierta Spill Pocket	EG.CBT.01
53	1	UND	Plataforma Adicional 7.20m x 4.18m	AG_PLT_EL_-1228.954
54	1	UND	Plataforma Elevador 3.50m x 0.868m	AG.PLY.ELEV.01
55	1	UND	Refuerzo de Columna	CH.E5-01
56	1	UND	Refuerzo de Columna	RC-06.EG
57	1	UND	Plataforma Riel	Plataforma Nivel-1216.019
58	1	UND	Enclosure	EG.Enclosure 01
59	39	UND	Refuerzo de Columna	RC.P.EG-01
60	1	UND	Refuerzo de Columna	RC-02.EG
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>APROBACION FINAL</b>				
 Departamento de Calidad		 Producción		Cliente

## **b. Recorrido para la entrega final**

La empresa EMER S.A.C coordinó con el cliente la inspección final para que se pueda proceder con la entrega del equipo.

Llegado el día, el supervisor de calidad conjuntamente con el supervisor general del cliente inspeccionaron los componentes del spill and loading pocket en presencia del jefe del área de aseguramiento y control de la calidad de EMER S.A.C sin realizar ningún tipo de observación.

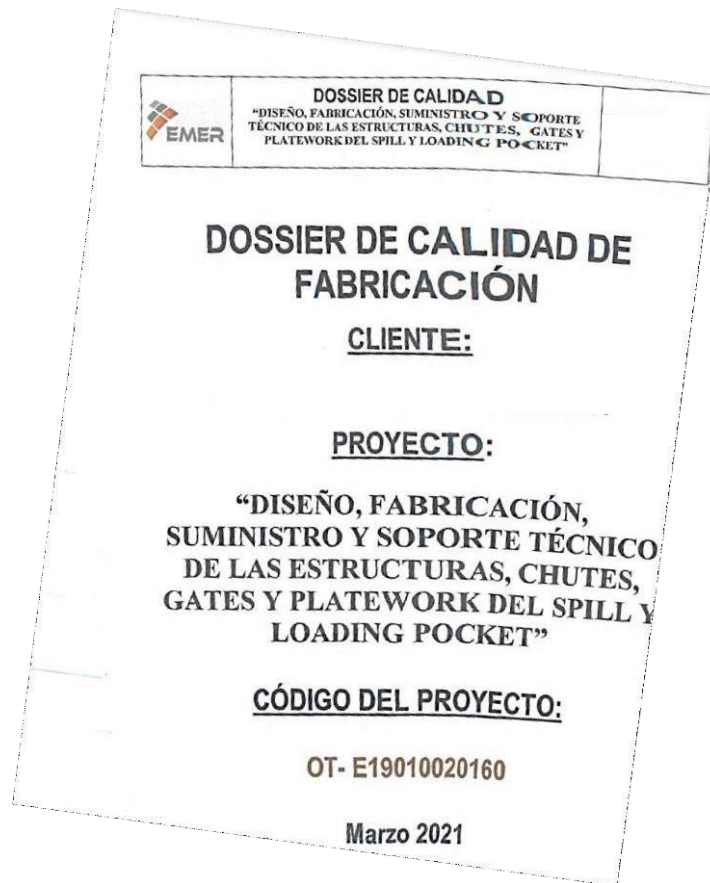
## **c. Entrega del dossier de calidad de fabricación**

La empresa EMER S.A.C elaboró y le entregó un dossier de calidad de fabricación a su cliente dividido en ocho tomos llamado "Diseño, fabricación, suministro y soporte técnico de las estructuras, chutes, gates y platework del spill and loading pocket". Esto con el propósito de dejar constancia de que se cumplieron con los alcances del trabajo en concordancia con los requisitos de calidad exigidos. En este dossier se adjuntó la siguiente documentación:

- Plan de calidad
- PPI
- Registro de calibración de equipos de medición
- Procedimientos de inspección
- Certificación del personal de END
- WPS
- WPQR
- Registro de recepción de materiales de fabricación y consumibles
- Registros de inspección
  - Registros de control dimensional
  - Registros de inspección visual de soldaduras
  - Registros de inspección de soldaduras por líquidos penetrantes
  - Registros de acabado superficial y pintado
- Registro de liberación final del equipo
- Anexos
  - Planos As Built



Figura 3.34 Portada del dossier de calidad de fabricación del spill and loading pocket



Fuente: Empresa EMER S.A.C

#### **d. Planos As Built**

Los planos As Built fueron emitidos por el área de ingeniería de la empresa EMER S.A.C y adjuntados en la sección Anexos del dossier de calidad de fabricación. Estos planos se emitieron después de culminada la fabricación del spill and loading pocket y contienen las modificaciones hechas a lo largo de la fabricación.

#### **e. Acta de entrega final**

El acta de entrega final fue elaborada por EMER S.A.C y firmada por ambas partes. A través de esta acta el cliente acepta que el spill and loading pocket se

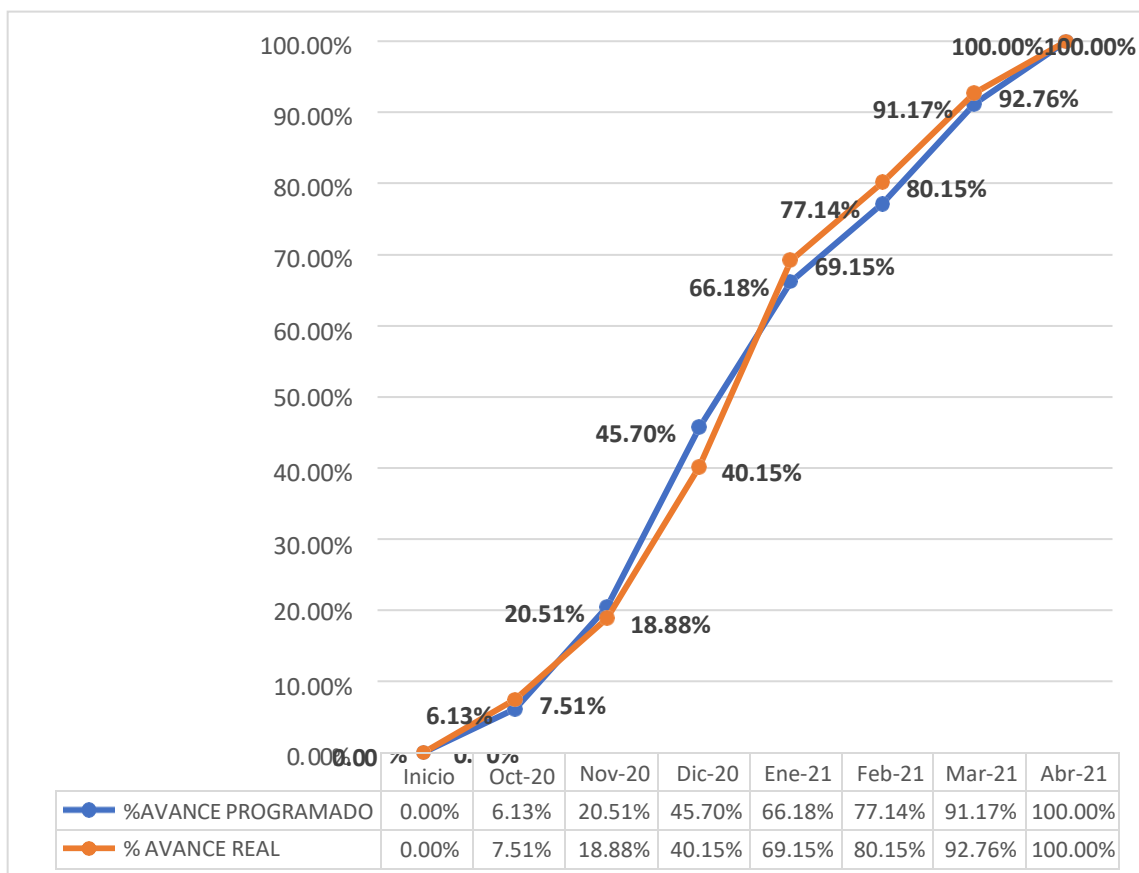
fabricó de acuerdo con sus requerimientos y que no tiene observación alguna. Este documento puso fin a la relación entre EMER S.AC y el cliente.

### 3.2 Evaluación Técnico – Económica

#### 3.2.1 Curva S

La curva S nos permitió conocer, en este caso, el avance real contra el programado de forma mensual. A continuación, se muestra la curva en cuestión.

Figura 3.35 Curva S del avance programado vs avance real



#### 3.2.2 Presupuesto general

En el presupuesto general presentado por la empresa EMER S.A.C y posteriormente aprobado por el cliente se consideró el costo de la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas incluyendo el aseguramiento y control de la calidad. A continuación, se muestra el presupuesto general de la fabricación del spill and loading pocket.

Tabla 3.22 Presupuesto general de la fabricación de spill and loading pocket

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURA DEL SPILL AND LOADING POCKET</b>				
<b>1.1</b>	<b>DOCUMENTOS Y DATOS</b>				
1.1.1	Ingeniería	GLB	1.00	\$ 5,828.25	\$ 5,828.25
1.1.2	Diseño de conexiones	GLB	1.00	\$ 5,320.00	\$ 5,320.00
1.1.3	Especificación de equipos, accesorios y herraminetas para el izaje de las estructuras	GLB	1.00	\$ 500.00	\$ 500.00
1.1.4	Elaboración de planos de taller/fabricación	GLB	1.00	\$ 12,513.00	\$ 12,513.00
<b>1.2</b>	<b>EQUIPOS Y MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL PROVEEDOR</b>				
1.2.1	Perfiles de acero livianos (<25kg/m)	t	6.87	\$ 4,200.00	\$ 28,854.00
1.2.2	Perfiles de acero intermedios (25-65kg/m)	t	11.85	\$ 4,100.00	\$ 48,585.00
1.2.3	Perfiles de acero pesados (65-125kg/m)	t	21.97	\$ 3,700.00	\$ 81,289.00
1.2.5	Pasamanos / Barandales	m	97.86	\$ 73.00	\$ 7,143.78
1.2.6	Rejilla de piso	m2	120.10	\$ 112.00	\$ 13,451.20
1.2.7	Planchas estriadas	m2	34.60	\$ 96.88	\$ 3,352.05
1.2.8	Rieles para el transfer car	t	0.70	\$ 3,500.00	\$ 2,450.00
1.2.9	Mallas de protección	m2	363.00	\$ 42.00	\$ 15,246.00
1.2.10	Escaleras con jaula de protección	m	23.40	\$ 188.00	\$ 4,399.20
1.2.11	Escaleras sin jaula	m	15.40	\$ 163.00	\$ 2,510.20
1.2.12	Placas base de columnas	t	0.20	\$ 4,200.00	\$ 840.00
1.2.13	Placas base para conexión a la roca	t	1.34	\$ 3,750.00	\$ 5,025.00
1.2.15	Pernos de anclaje de estructura de acero a pedestales de concreto	UN	20.00	\$ 8.20	\$ 164.00
1.2.16	Planchas antidesgaste	t	15.70	\$ 3,700.00	\$ 58,090.00
1.2.17	Planchas de anclaje para las láminas antidesgaste	t	5.09	\$ 3,850.00	\$ 19,596.50
<b>1.3</b>	<b>OTROS COSTOS</b>				
1.3.1	Flete a los almacenes de SMC en Chorrillos	UN	6.00	\$ 245.00	\$ 1,470.00
1.3.2	Placas de conexión excepto placas base para conexión a la roca	t	3.00	\$ 4,200.00	\$ 12,600.00
1.3.3	Costos de carta fianza por garantía 6 meses 20% monto	UN	1.00	\$ 4,305.89	\$ 4,305.89
1.3.4	Costo de carta fianza por fiel cumplimiento 10% monto	UN	1.00	\$ 1,425.63	\$ 1,425.63
1.3.5	Cambio de losa concreto a plataforma	UN	1.00	\$ 934.57	\$ 934.57
1.3.6	Lámina adicional Spill Pocket Chute	t	0.55	\$ 4,075.91	\$ 2,241.75
1.3.7	Planchas de anclaje adicional	t	1.90	\$ 3,850.00	\$ 7,315.00
1.3.8	Lámina antidesgaste adicional	t	4.90	\$ 3,700.00	\$ 18,130.00
1.3.9	Tasa superior adicional transfer car	t	0.75	\$ 4,490.00	\$ 3,367.50
1.3.10	Premontaje de plataformas	GLB	1.00	\$ 12,788.06	\$ 12,788.06
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 379,735.58</b>

Fuente: Empresa EMER S.A.C

Tabla 3.22 Presupuesto general de la fabricación del spill and loading pocket (continuación)

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
<b>2</b>	<b>CHUTES, GATES Y PLATEWORK</b>				
<b>2.1</b>	<b>DOCUMENTOS Y DATOS</b>				
2.1.1	Ingeniería	GLB	1.00	\$ 6,477.12	\$ 6,477.12
2.1.2	Modelo 3D de cada chute listado (versiones .sat, .step, .iges, .dwg)	GLB	1.00	\$ 7,556.64	\$ 7,556.64
2.1.3	Planos Ensamble General (versión cad .dwg)	GLB	1.00	\$ 8,906.04	\$ 8,906.04
2.1.4	Documentación de control de calidad y pruebas	GLB	1.00	\$ 4,048.19	\$ 4,048.19
<b>2.2</b>	<b>EQUIPOS Y MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL PROVEEDOR</b>				
2.2.1	Transfer - 3500 - TC -021	UN	1.00	\$ 38,991.32	\$ 38,991.32
2.2.2	Bin (Bin Chute #1) - 35000-BN-022 #1	UN	1.00	\$ 36,144.95	\$ 36,144.95
2.2.3	Bin (Bin Chute #2) - 35000-BN-022 #2	UN	1.00	\$ 36,144.95	\$ 36,144.95
2.2.4	Bin (Bin Chute #3) - 35000-BN-022 #3	UN	1.00	\$ 32,616.36	\$ 32,616.36
2.2.5	Arc Gate #1 - 35000-CH-023A	UN	1.00	\$ 7,153.50	\$ 7,153.50
2.2.6	Arc Gate #2 - 35000-CH-023B	UN	1.00	\$ 7,153.50	\$ 7,153.50
2.2.7	Loading Chute #1 - 35000-CH-024A	UN	1.00	\$ 18,732.17	\$ 18,732.17
2.2.8	Loading Chute #2 - 35000-CH-024B	UN	1.00	\$ 18,732.17	\$ 18,732.17
2.2.9	Spill Doors #1 - 35000-SD-025A	UN	1.00	\$ 26,610.90	\$ 26,610.90
2.2.10	Spill Doors #2 - 35000-SD-025B	UN	1.00	\$ 26,610.90	\$ 26,610.90
2.2.11	Spill Pocket Chute -35000-CH-027	UN	1.00	\$ 15,348.82	\$ 15,348.82
2.2.12	Knife Gate - 35000-KG-028	UN	1.00	\$ 3,912.58	\$ 3,912.58
<b>2.3</b>	<b>OTROS COSTOS</b>				
2.3.1	Flete a los almacenes de SMC en Chorrillos	UN	6.00	\$ 245.00	\$ 1,470.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 296,610.11</b>

Fuente: Empresa EMER S.A.C

### 3.3 Análisis de resultados

- Se revisó detalladamente el alcance del trabajo (requerimientos generales y planos). De esta etapa dependió que el aseguramiento y control de la calidad sea exitoso ya que de los planos y requerimientos se extrae la información necesaria para la elaboración de la documentación del SGC. Se puede apreciar en el diagrama de flujo (Ver Figura 2.22) que esta etapa es la primera de cinco etapas, las cuales se definieron en orden cronológico (pudiéndose solapar) detallándose en cada una de ellas las actividades desarrolladas por el personal del área de control y aseguramiento de la calidad. Este diagrama mejoró significativamente el desempeño del personal involucrado al mostrarle antes del inicio de la fabricación en cuestión un panorama claro y secuencial de las actividades a realizar.
- Se revisó la documentación del SGC hallándose los procedimientos, formatos y planes requeridos según el ISO 9001. La utilización de esta documentación

redujo significativamente la cantidad de no conformidades con respecto a otras fabricaciones similares llevadas a cabo por la empresa EMER S.A.C.

Tabla 3.23 Cantidad de procedimientos, formatos y planes revisados

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Procedimientos de inspección	2
2	Formatos	10
3	Planes	2

- Se elaboraron correctamente la totalidad de WPS y WPQR requeridos para la fabricación según los lineamientos del código AWS D1.1. Cabe mencionar que se elaboraron WPS y WPQR para los procesos GMAW y FCAW. Gracias a las WPS los soldadores pudieron utilizar correctamente variables como el voltaje, amperaje, velocidad de salida del alambre, tasa de flujo, entre otros. Estas especificaciones en combinación con la calificación de los soldadores dieron como resultado la disminución significativa de los defectos de soldadura.

Tabla 3.24 Cantidad de WPS y WPQR elaborados

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Proceso</b>	<b>Cantidad</b>
1	WPS precalificadas	GMAW	18
		FCAW-G	4
2	WPS calificadas	GMAW	1
3	WPQR	GMAW	5
		FCAW-G	3

- Se ejecutaron la totalidad de actividades de inspección y control de calidad de acuerdo con el PPI que se muestra en la Figura 3.4. La utilización de procedimientos aplicables y personal calificado (para este caso según la práctica recomendada SNT-TC-1A) mejoró la inspección dando como resultado un producto con altos estándares de calidad. Con respecto a los END, se inspeccionaron 1881.66 metros lineales de soldaduras visualmente y 470.41 mediante LP. En la Tabla 3.25 y en la Tabla 3.26 se muestra el detalle.



Tabla 3.25 Longitudes de soldaduras inspeccionadas visualmente por componente del spill and loading pocket

Tabla 3.26 Longitudes de soldaduras inspeccionadas por LP por componente del spill and loading pocket

- En el cronograma de actividades se puede apreciar que una parte de la etapa del cierre del proyecto se desarrolla de forma paralela con la ejecución de las actividades de inspección y control de calidad. Esto porque que se vio por conveniente iniciar la verificación del levantamiento de no conformidades antes de iniciar el soldeo con el propósito de aminorar gastos en reparaciones. En el dossier de calidad se adjuntó toda la documentación de calidad que demuestre que se cumplió con los requisitos de calidad exigidos por el cliente.
- Del presupuesto general que se muestra en la Tabla 3.20 se puede deducir que el monto total de la fabricación ascendió a \$676345.69, siendo destinado un 10% aproximadamente a temas de calidad con el propósito de poder cumplir cabalmente con los requisitos de calidad exigidos por el cliente.
- El atraso del avance real con respecto al programado que muestra la curva S (Ver Figura 3.34) en los meses de noviembre y diciembre se debió básicamente a los feriados y a las faltas del personal. En los meses posteriores se hicieron los ajustes necesarios como incrementar la jornada laboral para poder cumplir con el plazo establecido.

- La cantidad de registros de no conformidad fue el indicador de calidad que se utilizó en la fabricación del spill and loading pocket. Cabe mencionar que se realizaron 1020 inspecciones generándose 50 registros de no conformidad. Luego, el porcentaje de calidad fue de 4.90%. Este porcentaje es menor si lo comparamos con los porcentajes obtenidos en fabricaciones similares, los cuales superaron el 10%.

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusiones

- **González (2019)** en su informe de trabajo de suficiencia profesional: **“CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS TIPO TUBULARES DE 1.6 TON. URBANIZACIÓN NUEVA FUERABAMBA – CHALHUAHUACHO - APURÍMAC”** menciona que seguir los lineamientos del SGC en cada actividad dio como resultado que las no conformidades se reduzcan considerablemente, lo cual concuerda con este informe que menciona que el uso de la documentación del SGC disminuyó la cantidad de no conformidades.
- **Canga y Beltrán (2019)**, en su proyecto técnico titulado: **“CONTROL DE CALIDAD EN LA SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL TERMINAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DEL CANTÓN GUALACEO DE LA PROVINCIA DEL AZUAY”** menciona que el procedimiento planteado para garantizar la calidad de la soldadura se estableció bajo la normativa internacional AWS D.1.1 Ed. 2015, lo cual concuerda con este informe que menciona que la disminución de las soldaduras defectuosas se debió a la elaboración de WPS y WPQR según el código AWS D1.1.
- **Collazos (2018)**, en su informe de trabajo de suficiencia profesional: **“PROCEDIMIENTO DE CONTROL E INSPECCIÓN EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE UN PUENTE METÁLICO TIPO ARCO DE 70M DE LUZ ESMETAL S.A”** concluyó que con la elaboración de procedimientos de control e inspección se logró establecer un mejor control e inspección en los procesos de armado, soldadura, inspección visual, resane de pintura y topografía, lo cual concuerda con este informe que menciona que el uso de procedimientos

de inspección mejoró la misma dando como resultado un producto con altos estándares de calidad.

## **4.2 Conclusiones**

### **4.2.1 Conclusión general**

Se aseguró y controló la calidad en la fabricación de las plataformas de mantenimiento e inspección, chutes y compuertas del spill and loading pocket entregando un producto en 155 días con un costo de \$676345.69 de acuerdo con lo establecido en el cronograma y el presupuesto respectivamente.

### **4.2.2 Conclusiones específicas**

- Se revisó el alcance del trabajo cumpliendo a cabalidad con los requerimientos generales del cliente. De esta fase dependió en gran medida que el aseguramiento y control de la calidad sea exitoso.
- Se revisó y halló la documentación requerida por el SGC según el ISO 9001. Esta documentación disminuyó la cantidad de no conformidades.
- Se elaboraron correctamente las WPS y los WPQR requeridos de acuerdo con el código AWS D1.1. Gracias a ello disminuyó la probabilidad de obtener soldaduras defectuosas.
- Se ejecutaron la totalidad de las actividades de inspección y control de calidad de acuerdo con el PPI utilizándose los procedimientos y formatos de inspección aplicables. Esto repercutió positivamente en los estándares de calidad.
- Se entregó el dossier de calidad conjuntamente con los planos As Built siendo de suma importancia ya que es la evidencia de que se cumplieron con los requisitos de calidad exigidos por el cliente.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Implementar un procedimiento de codificación de planos ya que ello aceleraría los procesos de inspección al poder identificar el elemento con facilidad.
- Actualizar la documentación del SGC cada vez que se requiera. Por ejemplo, cuando hay una nueva edición de algún código, norma o especificación.
- Guardar las WPS y los WPQR con el propósito de poder utilizarlos en alguna otra fabricación aprovechando que carecen de fecha de caducidad.
- Considerar la prueba de ultrasonido para inspeccionar soldaduras de ranura con penetración completa.
- Emitir los registros de inspección lo más pronto posible después de realizada la inspección con la finalidad de evitar retrasos con la entrega del dossier de fabricación.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

AISC. Código de prácticas estándar para edificios de acero y puentes. ANSI/AISC 303-16:2016. Estados Unidos de América: AISC, 2016.

APRENDIZ INDUSTRIAL. 2023. 6 Defectos comunes en la soldadura. En: *Aprendiz Industrial* [en línea]. Disponible en: <https://aprendizindustrial.online/6-defectos-comunes-en-la-soldadura/>. (consulta: 09 de marzo del 2023).

ARQHYS CONTENIDOS. 2023. Clasificación de las soldaduras. En: *Arqhys.com* [en línea]. Disponible en: <https://www.arqhys.com/contenidos/clasificacion-soldaduras.html>. (consulta: 01 de marzo del 2023).

ASTM. Método de ensayo normalizado para el examen por líquidos penetrantes. E165/E165M - 18:2018. Estados Unidos de América: ASTM, 2018.

ASTM. Norma de especificación del acero estructural al carbono. A36/A 36M - 8: 2008. Estados Unidos de América: ASTM, 2008.

AWS. Código de soldadura estructural – acero. AWS D.1.1/D1.1M:2015. Estados Unidos de América: AWS, 2015.

AWS. Símbolos Normalizados para Soldeo, Soldeo Fuerte y Examen No Destructivo. AWS A2.4:2020. Estados Unidos de América: AWS, 2020.

Bend Metal. 2019. ¿Qué es un chute? En: *BendMetal* [en línea]. Disponible en: <https://www.bendmetal.cl/chutes/>. (consulta: 28 de agosto del 2023).

BLATEM. 2019. Pintura industrial: usos y funcionalidades. En: *BLATEM* [en línea]. Disponible en: <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/pintura-industrial-usos-y-funcionalidades>. (consulta: 27 de abril del 2023).

BM INGENIEROS. 2023. Proyectos de construcción de piques modernos. Consideraciones prácticas para su Gestión. En: *BM INGENIEROS* [en línea]. Disponible en: <https://www.piquesminerosbm.com/>. (consulta: 10 de febrero del 2023).

CANGA, A. y BELTRÁN, C. *Control de calidad en la soldadura de la estructura metálica del terminal de transporte terrestre del Cantón Gualaceo de la provincia*



*del Azuay*. Proyecto Técnico [Título Profesional en Ingeniería Mecánica]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2019. [fecha de consulta: 14 de febrero del 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17276>.

CAPISTRAN, J. y ARRIETA, A. *Control de calidad y problemas de fabricación y montaje en la construcción de estructuras metálicas*. Tesis [Título Profesional en Ingeniería Civil]. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional, 2010. [fecha de consulta: 14 de febrero del 2023]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/25298>.

CARDONA, Rubén. 2017. La importancia de la preparación superficial previa a la aplicación de un recubrimiento. En: *INFOCORROSIÓN* [en línea]. Disponible en: <https://infocorrosion.com/index.php/infocorrosion-vip/infoespeciales/item/745-la-importancia-de-la-preparacion-superficial-previa-a-la-aplicacion-de-un-recubrimiento-parte-1>. (consulta: 22 de abril del 2023).

COLLAZOS VALERIO, Enrique Orlando. *Procedimiento de control e inspección en el montaje de la estructura de un puente metálico tipo arco de 70m de luz ESMETAL S.A. ITSP* [Título Profesional en Ingeniería Mecánica]. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2018. [fecha de consulta: 13 de febrero del 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5321>.

CORIS ROJAS, Uver Frank. *Optimización y confiabilidad del sistema de izaje del Loading Pocket Nv. 250 mediante la automatización del proceso en Winche Esperanza (Minera Animon Cerro de Pasco)*. Tesis [Título Profesional en Ingeniería Eléctrica]. Huancayo: Universidad Continental, 2017. [fecha de consulta: 13 de febrero del 2023]. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3895/3/INV\\_FIN\\_109\\_TE\\_Coris\\_Rojas\\_2017.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3895/3/INV_FIN_109_TE_Coris_Rojas_2017.pdf)

CURSO BÁSICO IVA - A. 2023. Sistemas de calidad bajo la norma ISO. En: *CURSO BÁSICO IVA – A* [en línea]. Disponible en: <http://cursobasicoiva-a.weebly.com/4-sistemas-de-calidad-bajo-la-norma-iso.html>. (consulta: 06 de febrero del 2023).

CYM MATERIALES. 2015. Preparación de superficie – Norma SSPC. En: *CYM MATERIALES* [en línea]. Disponible en: <https://cym.com.ar/intranet/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado-cymmateriales-shotblasting.pdf>.

(consulta: 27 de abril del 2023).

DE LA CRUZ CARRASCO ESTANISLAO. Seguridad en el manejo y operaciones de piques. Revista *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas* [en línea]. Enero-junio, 2000, 3(5), [fecha de consulta: 09 de febrero del 2023]. Disponible en:

[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03\\_n5/seg\\_man.htm#:~:text=Los%20piques%20son%20labores%20verticales,material%2C%20equipos%20y%20el%20mineral.](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03_n5/seg_man.htm#:~:text=Los%20piques%20son%20labores%20verticales,material%2C%20equipos%20y%20el%20mineral.)

DE SOLDADORES. 2023. ¿Cómo soldar sobre cabeza? En: *De Soldadores* [en línea]. Disponible en: <https://www.desoldadores.net/como-soldar-sobre-cabeza/>.

(consulta: 01 de marzo del 2023).

ESAB. 2008. Electrodo revestido – procesos y equipamientos. En: *Slideshare* [en línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/xMorfe0x/proceso-de-soldadura-02-todo-presentation>. (consulta: 05 de febrero del 2023).

EUROCONTROL. 2023. Ensayos destructivos. En: *EUROCONTROL* [en línea]. Disponible en: <https://eurocontrol.apave.com/es-ES/Nuestras-lineas-de-actividad-/END-e-inspeccion-industrial/Ensayos-destructivos>. (consulta: 15 de enero del 2023).

EURO QUALITY CONSULTING. 2023. ¿Qué es un sistema de gestión de la calidad? En: *EURO QUALITY CONSULTING* [en línea]. Disponible en: <http://eqssa.com/sistema-gestion-la-calidad/>. (consulta: 04 de febrero del 2023).

GÓMEZ, Ignacio. 2013. Control de los registros según ISO 9001:2015. Gestión de calidad. En: *Hereda Consultores* [en línea]. Disponible en: <https://hederaconsultores.blogspot.com/2010/04/control-de-los-registros-segun-iso.html>. (consulta: 06 de febrero del 2023).

GONZALES ZORRILLA, Hugo Rubén. *Control y aseguramiento de la calidad en la fabricación y montaje de estructuras metálicas tipo tubulares de 1.6 ton.*

*Urbanización Nueva Fuerabamba – Chalhuanahuacho – Apurímac*. ITSP [Título Profesional en Ingeniería Mecánica]. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2019. [fecha de consulta: 13 de febrero del 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5980>.

HERNÁNDEZ PALACIOS, Dennis Steward. *Inspección de control de calidad en la fabricación del sistema estructural de la cobertura metálica del estadio nacional*. ITSP [Título Profesional en Ingeniería Mecánica]. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2018. [fecha de consulta: 13 de febrero del 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/3842>.

HERNÁNDEZ RIESCO, Germán. *Manual del Soldador*. 26ª. ed. Madrid: CESOL, 2016. 658pp. ISBN 978-84-944980-1-5.

HIERROS. 2018. ¿Qué es la soldadura? Definición, tipos de electrodo y consejos. En: *HIERROS MOLINA* [en línea]. Disponible en: <https://www.hierrosmolina.com/blog/que-es-la-soldadura-definicion-tipos-de-electrodos-y-consejos/>. (consulta: 28 de febrero del 2023).

ISO. Sistema de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario. ISO 9000:2015. Ginebra: ISO, 2015.

ISOTOOLS. 2015. ¿Qué es el aseguramiento de la calidad y cómo se consigue? En: *ISOTOOLS* [en línea]. Disponible en: <https://www.isotools.org/2015/03/20/que-es-el-aseguramiento-de-la-calidad-y-como-se-consigue/>. (consulta: 14 de enero del 2013).

JIMENO, Jorge. 2015. Cómo elaborar Planes de Calidad y Programas de Puntos de Inspección. En: *PCDA Home* [en línea]. Disponible en: <https://www.pdcahome.com/7612/planes-de-calidad-y-ppi/>. (consulta: 06 de febrero del 2023).

LEAN, Paul. *Introducción a la Ingeniería de Materiales*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. pp.78-88.

MANDAMIENTO, Sergio. 2019. Ensayos de dobléz. En: *LinkedIn* [en línea]. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/ensayos-de-doblez-sergio-mandamiento>. (consulta. 15 de enero del 2023).

MARÍN, Andrés. 2016. Terminología de Juntas Soldadas. En: *Soldadura y Estructuras* [en línea]. Disponible en: <http://soldadurayestructuras.com/terminologia-de-las-juntas-soldadas.html>. (consulta: 01 de marzo del 2023).

MATERIAL WELDING. 2023. Tipos de bisel de soldadura, símbolos. En: *Material Welding* [en línea]. Disponible en: <https://www.materialwelding.com/tipos-de-bisel-de-soldadura-simbolos/>. (consulta: 11 de marzo del 2023).

METSO OUTOTEC. 2023. Chutes. En: *Metso: Outotec* [en línea]. Disponible en: <https://www.mogroup.com/products-and-services/plants-and-capital-equipment/chutes>. (consulta: 10 de enero del 2023).

MINEM. 2019. Casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería. En: *gob. pe* [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/29754-minem-casi-el-10-del-pbi-y-el-61-de-las-exportaciones-del-2018-fueron-producto-de-la-mineria>. (consulta: 03 de marzo del 2023).

MLT GROUP. 2022. Mina subterránea. En: *MLT GROUP* [en línea]. Disponible en: <https://mltgroup-conveyor.es/mina-subterranea>. (consulta: 02 de marzo del 2023).

MONTIEL, Miguel. 2022. Liners de chutes: conceptos, características y aplicaciones en operaciones mineras. En: *Tecnología Minera* [en línea]. Disponible en: <https://tecnologiaminera.com/actualidad/liners-de-chutes-conceptos-caracteristicas-y-aplicaciones-en-operaciones-mineras-1623823461>. (consulta: 10 de enero del 2023).

REYES, Adrián. 2012. Partes del cordón de soldadura. En: *Paperblog* [en línea]. Disponible en: <https://talent.paperblog.com/partes-del-cordon-de-soldadura-1713495/>. (consulta: 11 de marzo del 2023).

PENAGOS, Juan. 2009. Soldadura por arco sumergido. En: *Slideshare* [en línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/tomate1987/submerged-arc-welding-saw-1062075>. (consulta: 05 de febrero del 2023).

QUIROGA, Juan. 2020. Inspección visual y manejo de galgas. En: *STUDYLIB* [en línea]. Disponible en: <https://studylib.net/doc/26077927/inspecci%C3%B3n-visual-y-manejo-de-galgas>. (consulta: 04 de febrero del 2023).

ROBLEDO, Pedro. 2017. Diferencia entre Procesos, Procedimientos e Instrucciones de Trabajo. En: *ALBATIAN* [en línea]. Disponible en: <https://albatian.com/es/blog/diferencias-entre-procesos-procedimientos-e-instrucciones-de-trabajo/>. (consulta: 06 de febrero del 2023).

ROBLES, José. 2012. Inspección Visual de Soldadura (Imperfecciones más usuales). En: *José Carlos Robles* [en línea]. Disponible en: <https://josecarlosrobles.wordpress.com/2012/07/14/inspeccion-visual-en-soldadura-imperfecciones-mas-usuales/>. (consulta: 09 de marzo del 2023).

SAFETY CULTURE. 2023. Aseguramiento de la calidad y control de la calidad. En: *SafetyCulture* [en línea]. Disponible en: <https://safetyculture.com/es/temas/aseguramiento-de-la-calidad-y-control-de-calidad/>. (consulta: 20 de marzo del 2023).

SCI. 2023. Revisión de procedimientos de fabricación y planes de puntos de inspección. En: *SCI* [en línea]. Disponible en: <https://scisa.es/inspeccion/inspeccion-industrial/revision-de-procedimientos-de-fabricacion-y-planes-de-puntos-de-inspeccion/>. (consulta: 06 de febrero del 2023).

SEDIPSA NORESTE. 2016. Macroataque. En: *SEDIPSA NORESTE* [en línea]. Disponible en: <http://www.sedipsanoreste.com.mx/macroataque.html>. (consulta: 15 de enero del 2023).

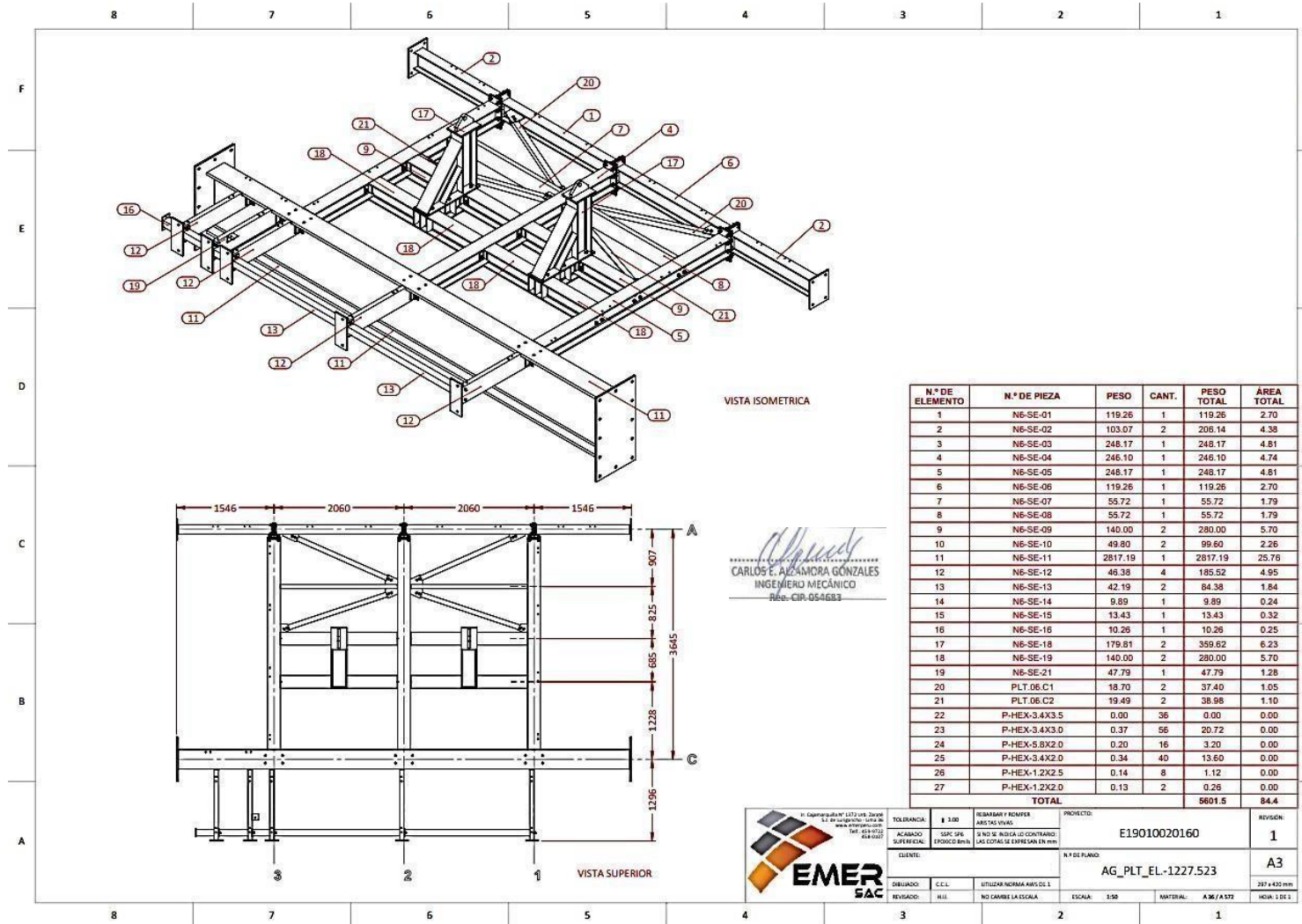
WHYNCO PERÚ. 2020. Presentación Whynco Perú. En: *Whynco Perú* [en línea]. Disponible en: [https://whyncoperu.com/wp-content/uploads/2021/04/PB4603\\_Presentaci%C3%B3n-Whynco-Per%C3%BA-2020-V3.pdf](https://whyncoperu.com/wp-content/uploads/2021/04/PB4603_Presentaci%C3%B3n-Whynco-Per%C3%BA-2020-V3.pdf). (consulta: 11 de febrero del 2023).



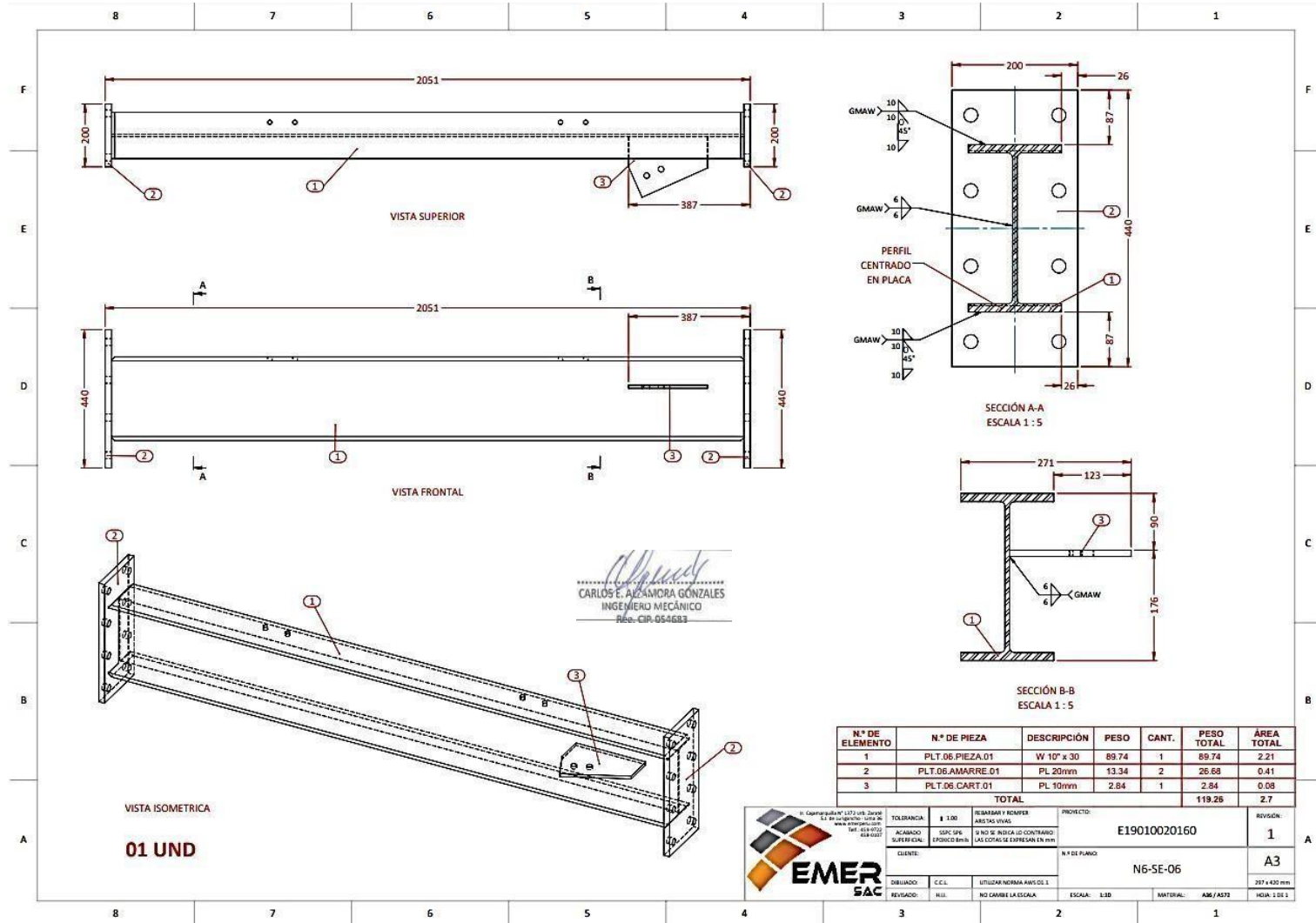
## **ANEXOS**

Anexo 1 Plano de fabricación de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 6.....	135
Anexo 2 Plano de fabricación del subensamble N6-SE-06 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 6 .....	136
Anexo 3 Plano de fabricación de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 7.....	137
Anexo 4 Plano de fabricación del subensamble N7-SE-04 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 7 .....	138
Anexo 5 Plano de fabricación del chute 27 .....	139
Anexo 6 Plano de fabricación del subensamble 027.SE.03-A del chute 27 .....	140
Anexo 7 Plano de fabricación del chute 24 .....	141
Anexo 8 Plano de fabricación del subensamble 024.SE.02 del chute 24 .....	142
Anexo 9 Plano de fabricación de la compuerta EG-3500-KG-028.....	143
Anexo 10 Índice general del dossier de calidad de fabricación .....	144
Anexo 11 Registro de ensayo de doblado y nick break.....	145
Anexo 12 Certificado de calibración del flexómetro.....	146
Anexo 13 Certificado de calibración del medidor de espesor de recubrimiento . . . . .	148
Anexo 14 Certificado de calidad del ER 70S-6 .....	150
Anexo 15 Certificado de calidad de la pintura Auromatic 70 EP Gris RAL 7035 . . . . .	151
Anexo 16 Certificado de calidad del catalizador para pintura Auromatic 70 EP . . . . .	152
Anexo 17 Certificado de calidad PL A36 25X2400X12000mm .....	153
Anexo 18 Criterios de aceptación para la inspección visual del código AWS D1.1 . . . . .	154

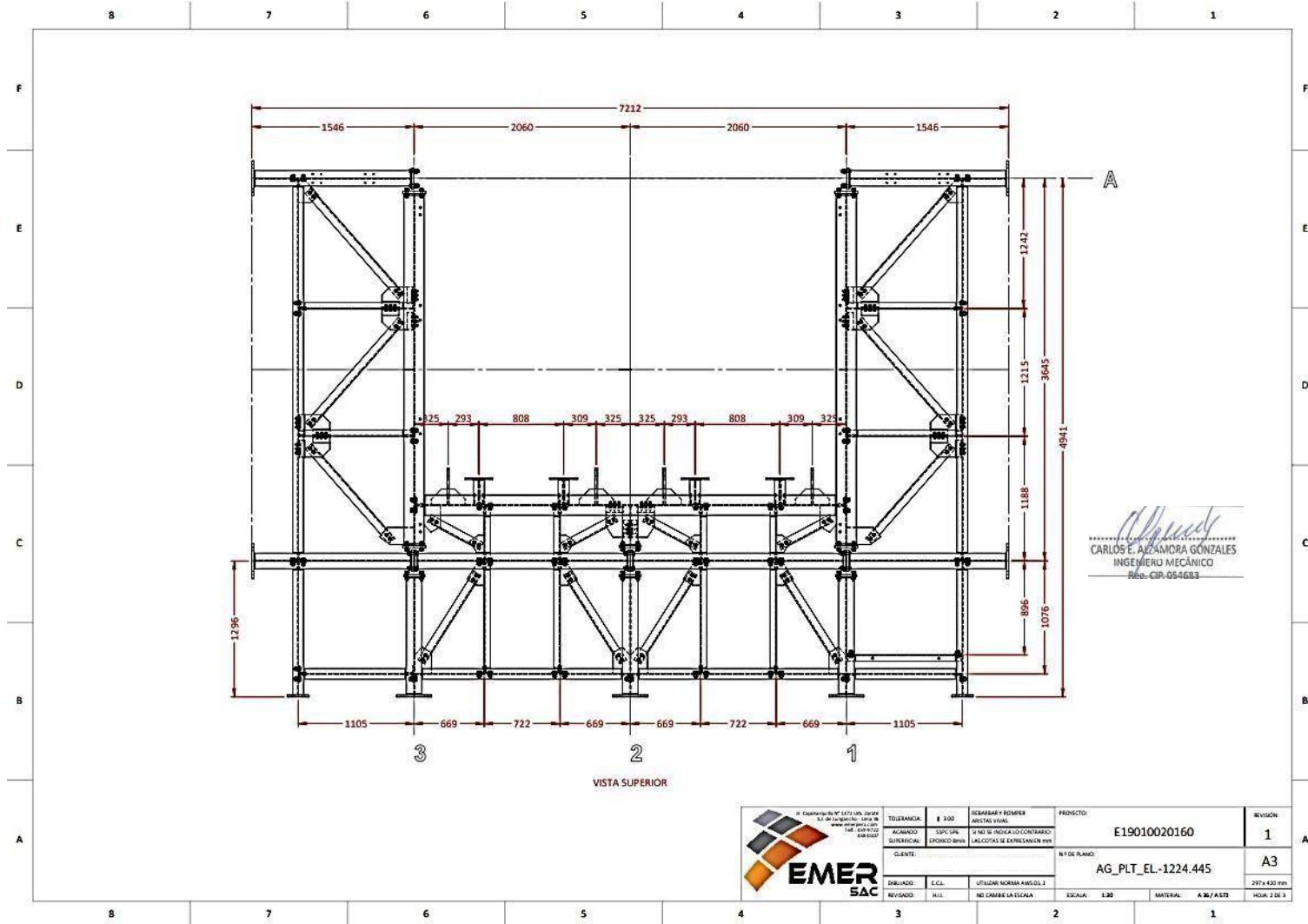
## Anexo 1 Plano de fabricación de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 6



## Anexo 2 Plano de fabricación del subensamble N6-SE-06 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 6

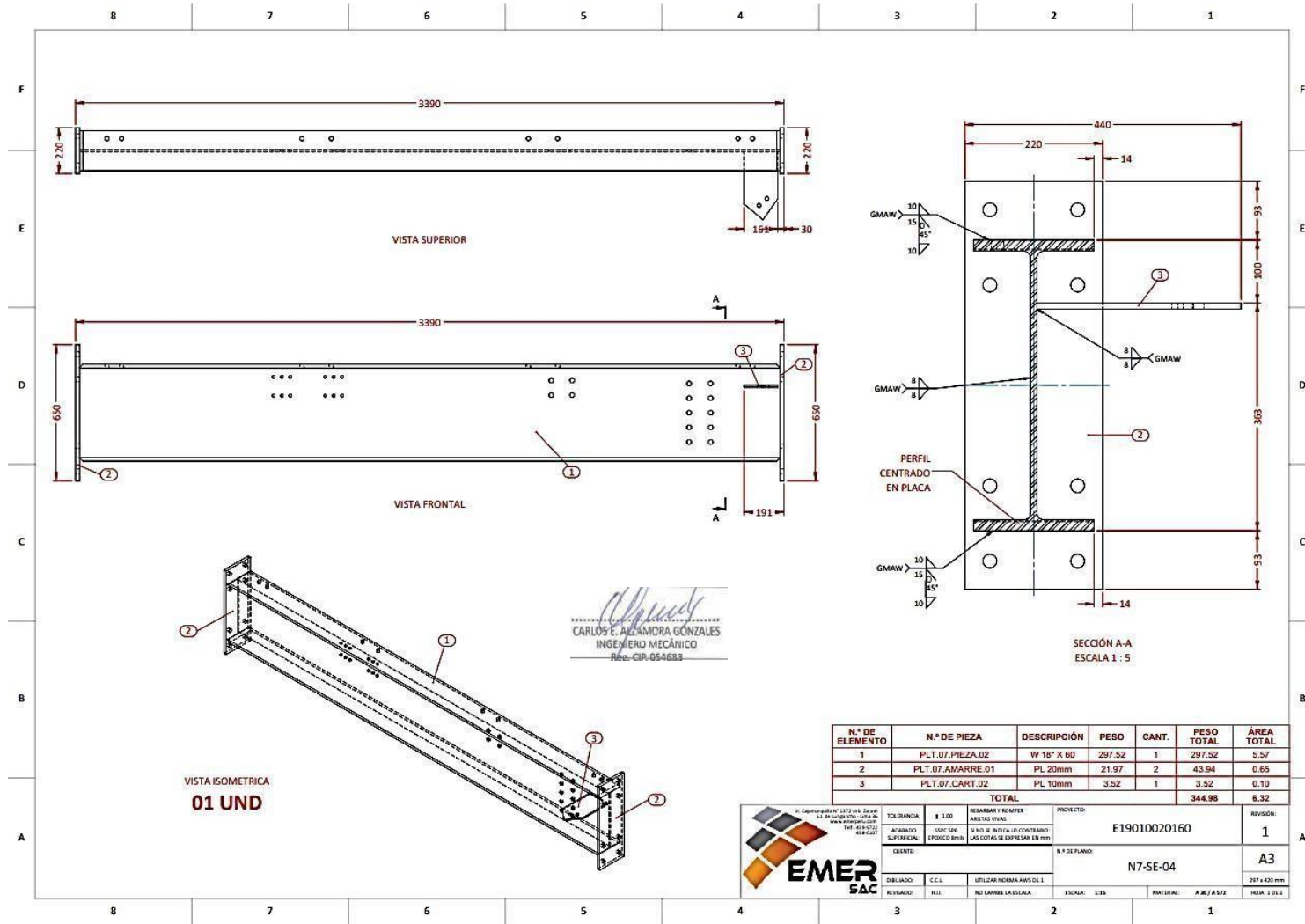


### Anexo 3 Plano de fabricación de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 7



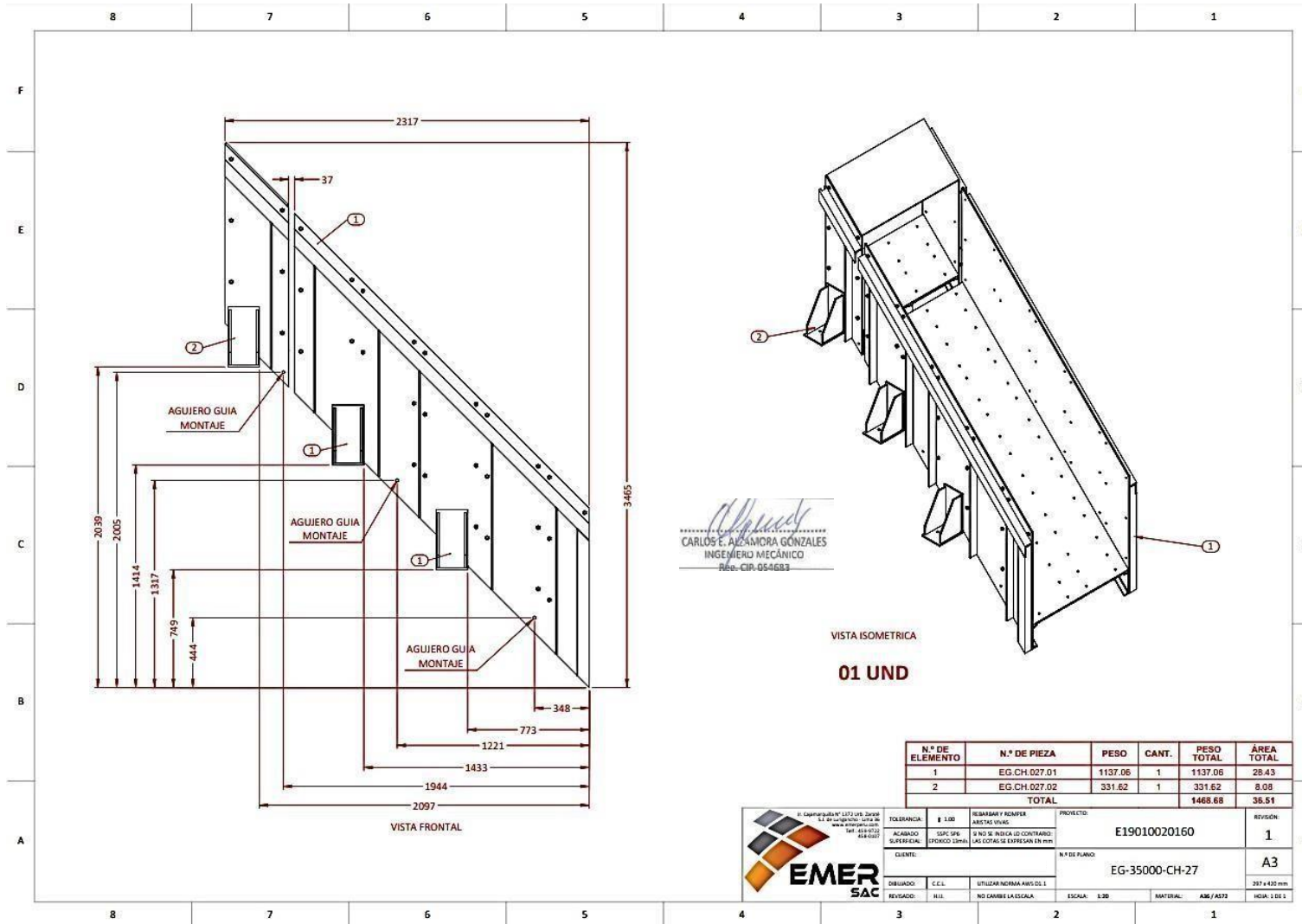
	TOLERANCIA: ± 300 ACABADO: SPC-196 GENERAL: SI NO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COTAS SE ENTENDEN EN MM.	PROYECTO: E19010020160	REVISIÓN: 1
	CLIENTE:	NOMBRE PLANO: AG_PLT_EL-1224.445	A3
DIBUJADO: C.C.L. REVISADO: M.L.	APLICAR NORMA A-001.3 NO CAMBIE LA ESCALA.	ESCALA: 1:30 MATERIAL: A 36 / A 572	237 x 430 mm HOJA 2 DE 3

Anexo 4 Plano de fabricación del subensamble N7-SE-04 de la plataforma de mantenimiento e inspección del nivel 7





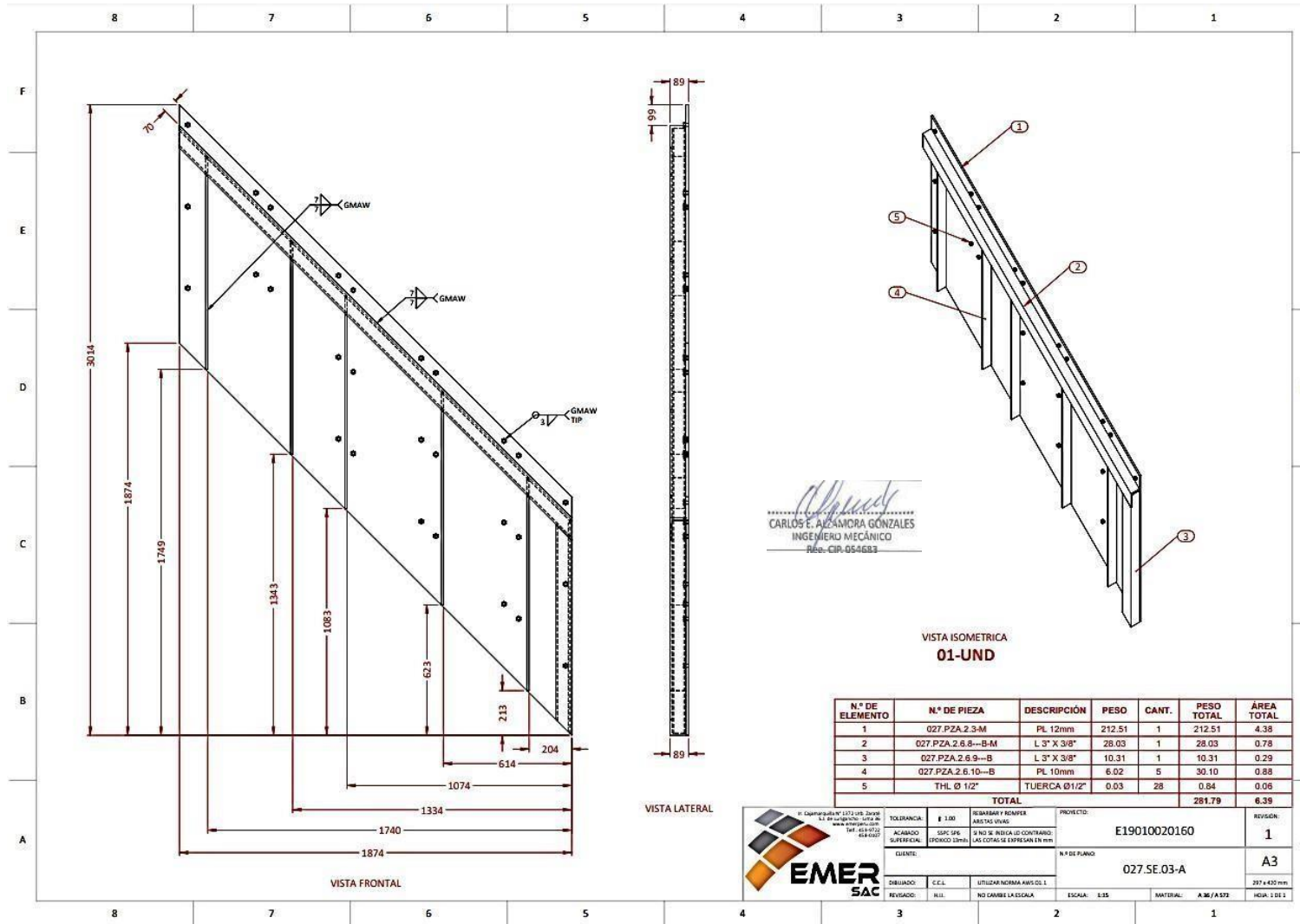
### Anexo 5 Plano de fabricación del chute 27



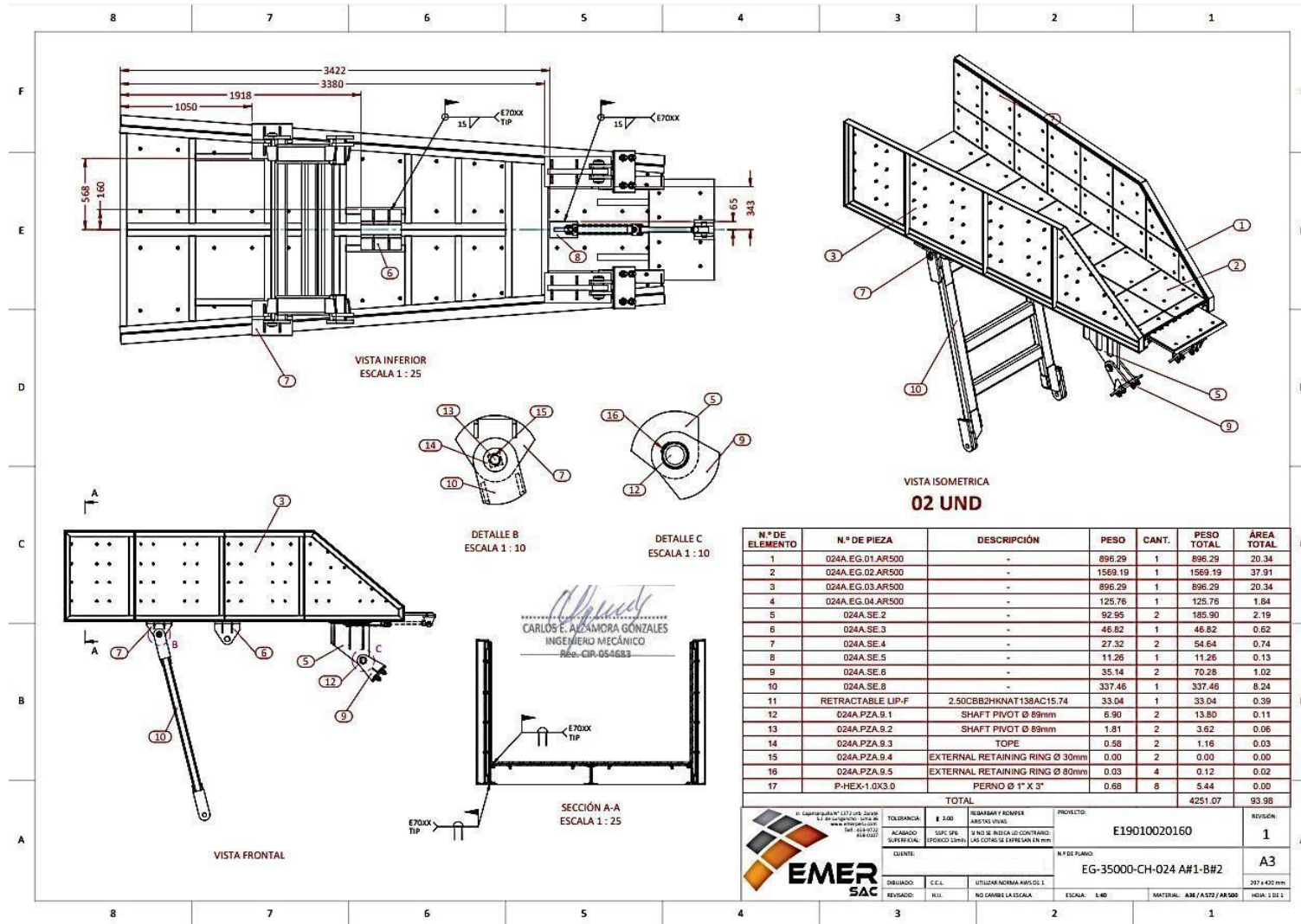
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	PESO	CANT.	PESO TOTAL	ÁREA TOTAL
1	EG.CH.027.01	1137.06	1	1137.06	28.43
2	EG.CH.027.02	331.62	1	331.62	8.08
TOTAL				1468.68	36.51

	TOLERANCIA	± 1.00	REMBARBE Y REMPER	PROYECTO:	E19010020160	REVISIÓN:	1
	ACABADO	SFPC SFC	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO	N.º DE PLANO:	EG-35000-CH-27	A3	297 x 420 mm
CLIENTE:	SUPERFICIAL	OPRODUCO S.A.S.	NO SE INDICA LO CONTRARIO	ESCALA:	1:20	MATERIAL:	AIN/AS73
DESBARDO:	C.C.L.	UTILIZAR NORMA ANV 00.1	NO CARNE LA ESCALA.				HORA: 1 DE 1

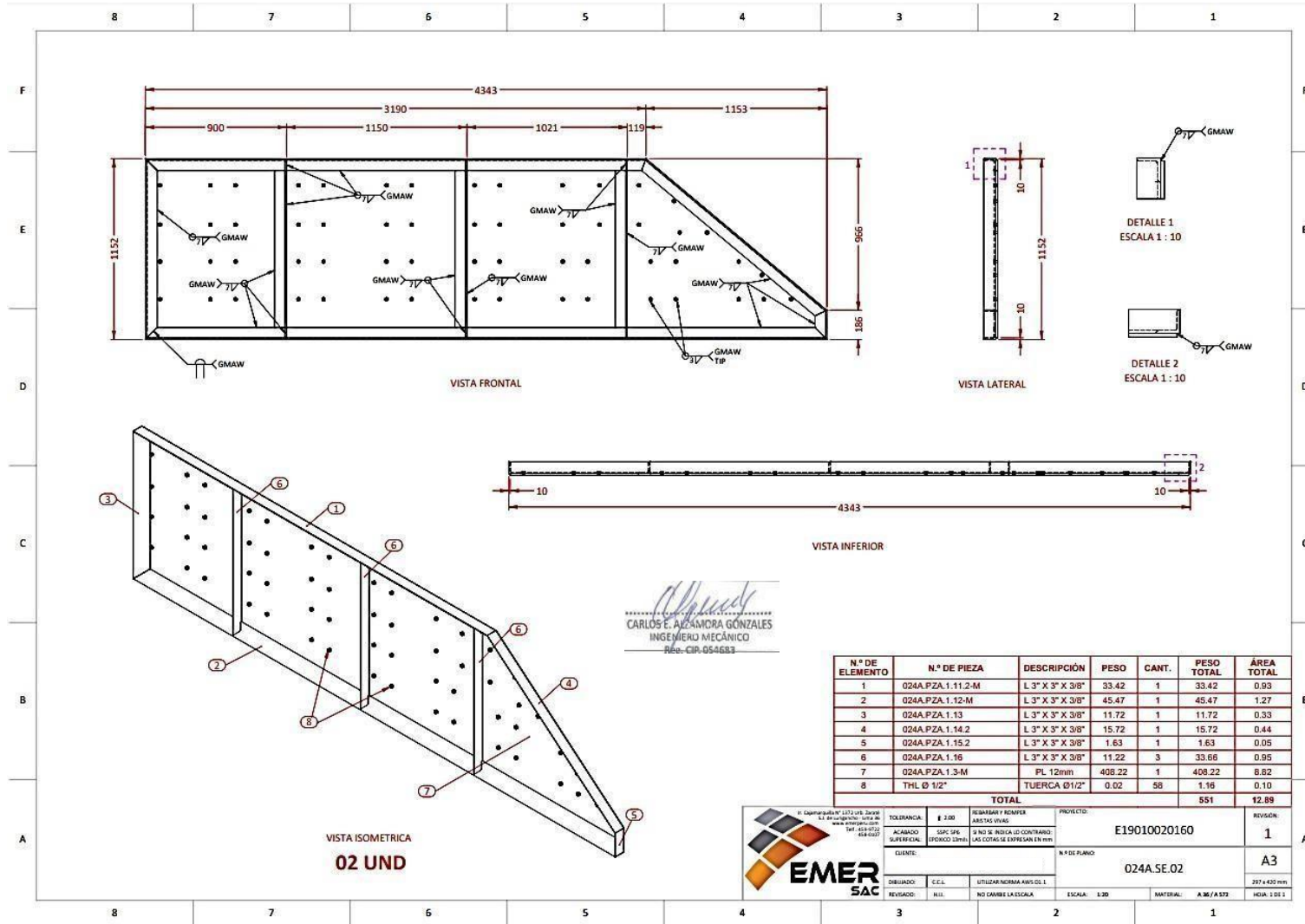
## Anexo 6 Plano de fabricación del subensamble 027.SE.03-A del chute 27



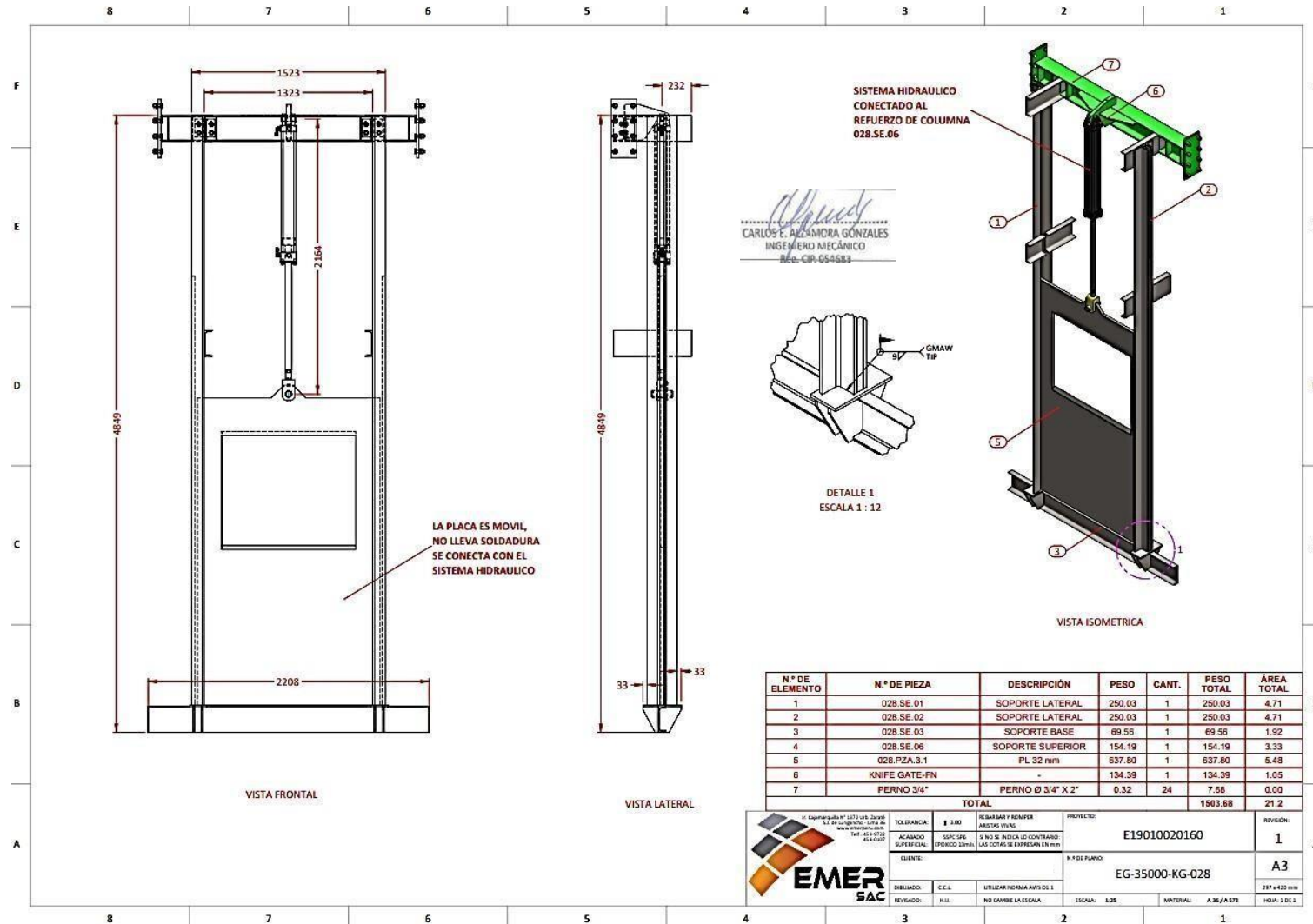
## Anexo 7 Plano de fabricación del chute 24



### Anexo 8 Plano de fabricación del subensamble 024.SE.02 del chute 24




## Anexo 9 Plano de fabricación de la compuerta EG-3500-KG-028





## Anexo 10 Índice general del dossier de calidad de fabricación

	<b>DOSSIER DE CALIDAD</b> <b>DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO Y SOPORTE TÉCNICO DE</b> <b>LAS ESTRUCTURAS, CHUTES, GATES Y PLATEWORK DEL SPILL Y</b> <b>LOADING POCKET</b>
---	--

### ÍNDICE GENERAL

ITEM	N° TOMO	CONTENIDO	CANTIDAD DE HOJAS
1	I	1. PLAN DE CALIDAD	15
2		2. PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS	2
3		3. LISTA DE EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	14
4		4. CERTIFICACIÓN DEL PERSONAL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	6
5		5. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN	22
6		6. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)	25
7		7. CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)	9
8		8. REGISTRO DE CONTROL DE MATERIALES Y CONSUMIBLES	116
9		9. REGISTROS DE INSPECCIÓN	2655
10		9.1	REGISTROS DE INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA
11		9.1.1 REGISTROS DE CONTROL DIMENSIONAL ( P1 a P3)	188
12	II	9.1.1 REGISTROS DE CONTROL DIMENSIONAL ( P4 a P9)	391
13	III	9.1.1 REGISTROS DE CONTROL DIMENSIONAL ( P10 a PE)	408
14	IV	9.1.1 REGISTROS DE CONTROL DIMENSIONAL ( EG a RC)	232
15		9.1.2 REGISTROS DE INSPECCIÓN VISUAL (C1 a P6)	155
16	V	9.1.2 REGISTROS DE INSPECCIÓN VISUAL (P7 a EG)	292
17		9.1.3 REGISTROS DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES	31
18		9.1.4 REGISTROS DE PRE ENSAMBLE	42
19		9.1.5 REGISTROS DE ACABADO SUPERFICIAL Y PINTADO	38
20	VI	9.2 REGISTROS DE INSPECCIÓN DE CHUTES	437
21		9.2.1 REGISTROS DE CONTROL DIMENSIONAL	253
22		9.2.2 REGISTROS DE INSPECCIÓN VISUAL	98
23		9.2.3 REGISTROS DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES	26
24	VII	9.2.4 REGISTROS DE PRE ENSAMBLE	12
25		9.2.5 REGISTROS DE ACABADO SUPERFICIAL Y PINTADO	48
26		9.3 REGISTROS DE INSPECCIÓN DE CARPINTERÍA METÁLICA	441
27		9.3.1 REGISTROS DE CONTROL DIMENSIONAL	218
28		9.3.2 REGISTROS DE INSPECCIÓN VISUAL (B)	71
29	VIII	9.3.2 REGISTROS DE INSPECCIÓN VISUAL (EG a MPM25)	135
30		9.3.3 REGISTROS DE PRE ENSAMBLE	12
31		9.3.4 REGISTROS DE ACABADO SUPERFICIAL Y PINTADO	5
32		10. REGISTRO DE LIBERACIÓN FINAL DEL EQUIPO	
33		11. ANEXOS	152
34		11.1	ANEXO 1 (DOSSIER DE CALIDAD DE FABRICACIÓN DEL GRATING)
35	11.2	ANEXO 2 (DOSSIERS DE CALIDAD DE FABRICACIÓN DE LINERS)	114

El uso de este documento es asignado y autorizado única y exclusivamente por EMERSAC.



### Anexo 11 Registro de ensayo de doblado y nick break

<b>SOLDEX</b> <small>UNA COMPAÑIA SES</small>	<b>REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLADO y NICK BREAK</b> (Registration test Bend and Nick Break)	<b>CT-F-08</b> Edición 04
--	--	------------------------------

N° INFORME (Report):	ACC-99-2020				
CLIENTE (Customer):	F&G FAMETAL S.A.				
LUGAR DE PRUEBA (Laboratory):	Soldexa				
REALIZADO POR (Conducted by):	CWI Alan Chumpitaz				
FECHA DE ENSAYO (Date of test):	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">2020</td> <td style="padding: 2px 5px;">12</td> <td style="padding: 2px 5px;">17</td> </tr> </table> <span>N° de Registro (CT-F-07):</span> <table border="1" style="border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Servicio</td> </tr> </table>	2020	12	17	Servicio
2020	12	17			
Servicio					

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO * (Type)	ESPESOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO * (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	GRB15-3G-FCAW	DTC1	10 mm	C	
2	GRB15-3G-FCAW	DTR1	10 mm	C	
3	MRV11-3G-FCAW	DTC1	10 mm	C	
4	MRV11-3G-FCAW	DTR1	10 mm	C	
5	JGI59-3G-FCAW	DTC1	10 mm	C	
6	JGI59-3G-FCAW	DTR1	10 mm	C	

\* Tipo de ensayo (Type of test): DTC: Doble Transversal-Cara (Transverse Bend-Face) / DTR: Doble Transversal- Raiz (Transverse Bend-Root)  
 DLC: Doble Longitudinal-Cara (Longitudinal Bend-Face) / DLR: Doble Longitudinal- Raiz (Longitudinal Bend-Root)  
 DL: Doble-Lado (Bend-Side) / RSF: Ruptura Soldadura Filote (Fillet Weld Break) / NB: Nick Break

\* C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)  
 \* Nota(Note): Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

1. Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of):	AWS D1.1 - Ed.2020
2. Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal):	ASTM A36
3. Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter):	38.0 mm
4. Distancia entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard):	60.3 mm

5. De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

\*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.  
 \*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.

**AWS**   
 Alan Chumpitaz  
 Cayetano  
 CWI 12051101  
 QC1 EXP. 5/1/2021

\_\_\_\_\_  
 SOLDEX S.A.

Anexo 12 Certificado de calibración del flexómetro



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°:LL-AM0735-2020**

Expediente : 3920-2020  
 Página : 1 de 2  
 Fecha de emisión : 2020-09-05

1. SOLICITANTE : EMER S.A.C.  
 DIRECCIÓN : Jr. Cajamarquilla Nro. 1372 Urb. Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima, Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CINTA MÉTRICA  
 MARCA : STANLEY  
 MODELO : 30-626  
 N° DE SERIE : NO INDICA  
 IDENTIFICACIÓN : CL-0253 (\*)  
 ALCANCE : 8000 mm  
 DIVISION DE ESCALA : 1 mm  
 CLASE : II  
 MATERIAL : ACERO  
 PROCEDENCIA : CHINA  
 UBICACIÓN : NO INDICA

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.  
 La calibración se realizó el día 5 de setiembre del 2020 en las instalaciones de ADVANCED METROLOGY S.A.C.

4. MÉTODO.  
 La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados por la INACAL-DM, tomando como referencia el procedimiento para la calibración de reglas metálicas y cintas según la norma OIML R 35-1:2007.

5. PATRÓN DE MEDICIÓN.

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
REGLA METALICA	MITUTOYO	NO.182-309	LLA-016-2019	INACAL-DM
RETICULA DE MEDICIÓN	FOWLER	52-964-609-0	LLA-003-2019	INACAL-DM

6. CONDICIONES AMBIENTALES.  
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:  
 Temperatura : Inicial : 20,3 °C ; Final : 20,1 °C  
 Humedad Relativa : Inicial : 64,3 %hr ; Final : 64,6 %hr

7. OBSERVACIONES.  
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
 Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura k=2 que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".  
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  
 (\*) Código de identificación asignado por ADVANCED METROLOGY S.A.C.

  
 Christian Asturúa Valentín  
 Gerente de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnte. Arístides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Sucursal: Jr. Recuay 504 - Breña  
 Telf.: (511) 564-5492 / 5645244 / 5640612 / 5645937 / 5642046 Cel.: 990381037 / 958800968 / 976950169 / 963754100 / 994194870 / 981167242  
 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

Anexo 12 Certificado de calibración del flexómetro (continuación)



**SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO**

Certificado N° : LL-AM0735-2020  
 Página : 2 de 2

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	ERROR ENCONTRADO	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN	ERROR MÁXIMO PERMITIDO
( mm )	( mm )	( mm )	( mm )	CLASE B ( mm )
50,0	49,9	-0,1	0,1	0,6
100,0	99,9	0,1	0,1	0,6
200,0	199,9	0,1	0,1	0,6
300,0	299,8	0,2	0,1	0,6
400,0	399,8	0,2	0,1	0,6
500,0	499,8	0,2	0,1	1,0
750,0	749,7	0,3	0,1	1,0
1000,0	999,7	0,3	0,2	1,0
2000,0	1999,6	0,4	0,2	1,4
3000,0	2999,4	0,6	0,2	1,8
4000,0	3999,2	0,8	0,2	2,2
5000,0	4999,0	1,0	0,3	2,6
6000,0	5998,8	1,2	0,3	3,0
7000,0	6998,5	1,5	0,4	3,4
8000,0	7998,2	1,8	0,5	3,8

FIN DEL DOCUMENTO.



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnta. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreses - Cercado de Lima, Lima - Perú Sucursal Jr. Recuay 504 - Breña  
 Telf.: (511) 564-5492 / 5645244 / 5640612 / 5645937 / 5642046 Cel.: 990381037 / 958800968 / 976950160 / 963754100 / 994194670 / 981167242  
 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

# Anexo 13 Certificado de calibración del medidor de espesor de recubrimiento



## SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: LL-AM0817-2020

Expediente : 3920 - 2020  
 Página : 1 de 2  
 Fecha de emisión : 2020-10-08

1. SOLICITANTE : EMER S.A.C.  
 DIRECCIÓN : Jr. Cajamarquilla Nro. 1372, Urb. Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima, Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE ESPESOR  
 MARCA : ELCOMETER  
 MODELO : 456B  
 N° DE SERIE : UM05571  
 IDENTIFICACIÓN : CL-0277 (\*)  
 ALCANCE DE ESCALA : 0 a 5 mils / 5 a 60 mils / 0 a 100 µm / 100 a 1500 µm  
 RESOLUCIÓN : 0,01 mil / 0,1 mil / 0,1 µm / 1 µm  
 TIPO DE INDICACIÓN : DIGITAL  
 PROCEDENCIA : GRAN BRETAÑA  
 UBICACIÓN : NO INDICA

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.  
 La calibración se realizó el día 8 de octubre del 2020 en las instalaciones de ADVANCED METROLOGY S.A.C.

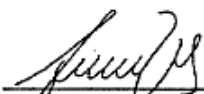
4. MÉTODO.  
 La calibración se realizó por comparación directa con equipo de longitud calibrado.


5. PATRONES DE MEDICIÓN.

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABLE
MICRÓMETRO DE EXTERIORES	MITUTOYO	MDC-25PJ	L-0143-2020	METROIL

6. CONDICIONES AMBIENTALES.  
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:  
 Temperatura : Inicial : 20,1 °C ; Final : 20,5 °C  
 Humedad Relativa : Inicial : 63,7 %hr ; Final : 63,4 %hr

7. OBSERVACIONES.  
 El equipo se calibró con sus propias galgas.  
 Se dio trazabilidad a las galgas con un equipo de longitud calibrado.  
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
 Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura  $k=2$  que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".  
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  
 ADVANCED METROLOGY S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto ó inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.  
 El instrumento presenta errores menores a los máximos permitidos de  $\pm 3\%$  de la lectura, según especificaciones técnicas del fabricante.  
 (\*) Código de identificación asignado por ADVANCED METROLOGY S.A.C.

  
 Christian Astuvica Valentin  
 Gerente de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Secursal: Jr. Recuay 504 - Breña  
 Telf.: (511) 564-5492 / 5640612 / 5645937 / 6840902 / Cel.: 990381037 / 958800868 / 994194670 / 981167242  
 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com



Anexo 13 Certificado de calibración del medidor de espesor de recubrimiento  
(continuación)



**SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO**

Certificado N° : LL-AM0817-2020  
Página : 2 de 2

**RESULTADOS DE LAS GALGAS**

Valor Nominal de las galgas ( mil )	Valor Hallado ( mil )	Error ( mil )	Incertidumbre de Medición ( mil )
0,89	0,90	-0,01	0,01
2,00	1,95	0,05	0,01
4,88	4,90	0,08	0,01
9,72	9,65	0,07	0,01
20,12	20,00	0,12	0,01
40,16	40,00	0,16	0,01

**RESULTADOS DEL MEDIDOR DE ESPESOR**

Valor Hallado ( mil )	Indicación del equipo ( mil )	Error ( mil )	Incertidumbre de Medición ( mil )
0,90	0,91	0,01	0,01
1,95	1,99	0,04	0,01
4,90	4,95	0,05	0,01
9,65	9,5	-0,15	0,01
20,00	20,1	0,10	0,01
40,00	40,1	0,10	0,01

Nota: 1 mil = 25,4 µm

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Tnte. Artstides del Carpio N° 1628 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Sucursal: Jr. Recusay 504 - Breña  
Telf.: (511) 564-5492 / 5640612 / 5645937 / 6340902 / Cel.: 990381037 / 958800968 / 994194670 / 981167242  
E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

## Anexo 14 Certificado de calidad del ER 70S-6

<b>SOLDEXA</b>	<b>CERTIFICADO DE CALIDAD DE PRODUCTO</b>	CC-F-42
		Edición: 03

**Producto:** WELD WEST ARCO 70S-6 1.20mm 15.00kg      **Clasificación:** ER 70S - 6  
**Lote producción:** 0172004076      **Especificación:** AWS 5.18  
**Fecha emisión:** 03/08/2020      **Diámetro:** 1.20mm

Mediante el presente documento se certifica que el producto indicado y el lote referido es de la misma clasificación, proceso de fabricación y los materiales utilizados en su fabricación cumplen con los mismos requisitos del producto cuyos resultados se muestran a continuación. Este producto ha sido fabricado bajo el sistema de calidad de SOLDEX S.A. el cual cumple con los requerimientos de la Norma ISO 9001 y los ensayos sobre el metal depositado han sido realizados de acuerdo a las Normas Técnicas Internacionales aplicables.

### Composición Química

Especificación [%]									
C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	P	S	Nb	Cu
0.06 - 0.15	Máx. 0.15	Máx. 0.15	Máx. 0.15	1.40 - 1.85	0.80 - 1.15	Máx. 0.025	Máx. 0.035	---	Máx. 0.50
Otros		V = Máx. 0.03							
Metal Depositado / Alambre Sólido [%]									
C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	P	S	Nb	Cu
0.070	0.020	0.012	0.010	1.48	0.86	0.012	0.012	---	0.112
Otros		V = 0.008							

### Propiedades Mecánicas - Tracción

Especificación				
Gas de Protección	Condición de Prueba	Resistencia a la Tracción Min [MPa]	Límite de Fluencia Min [MPa]	Elongación Min [%]
100 % CO2	Después de Soldado	480	400	22
Metal Depositado				
Gas de Protección	Condición de Prueba	Resistencia a la Tracción [MPa]	Límite de Fluencia [MPa]	Elongación [%]
100% CO2	Después de Soldado	560	450	26

### Propiedades Mecánicas - Impacto

Especificación					
Gas de Protección	Condición de Prueba	Temperatura [°C]	Valores Individuales [J]	Valor Promedio [J]	Tipo de Ensayo
100% CO2	Después de Soldado	-30	---	27	---
Metal Depositado					
Gas de Protección	Condición de Prueba	Temperatura [°C]	Valores Individuales [J]	Valor Promedio [J]	Tipo de Ensayo
100% CO2	Después de Soldado	-30	---	135	---

### Otras Pruebas


Inspección Radiográfica	Prueba de Soldadura en Filete			Otros
Conforme	Vertical:	Conforme	Sobrecabeza:	Conforme
				---



Ing. Ronald Requejo V.  
SOLDEX S.A.

Anexo 15 Certificado de calidad de la pintura Auromastic 70 EP Gris RAL 7035



CERTIFICADO DE CALIDAD N° 2657/20			
Nombre de la Base :		PINTURA AUROMASTIC 70 EP GRIS RAL 7035	
		Código: EPX03055503501	
2 COMPONENTES			
PROPIEDADES FÍSICAS	Especificación Base	Resultados Base	
Cantidad (gal)		220	
Número de Lote		1P2049004432 ✓	
Fecha de Fabricación		14/12/2020	
Fecha de Vencimiento		14/12/2022	
Peso Específico (kg/gal) ASTM-D1475	6.10 – 6.70	6.65	
Fineza (H) ASTM-D1210	6 – 7	6	
Viscosidad (KU) ASTM-D562	110 - 120	117	
Viscosidad ("CF4) ASTM-D1200			
% Sólidos en Peso NTP-319.150	80 - 84	81.20	
PROPIEDADES DE APLICACIÓN			
Peso Específico(Kg/gal) ASTM-D1475	4.75 – 4.95	4.94	
Relación de Mezcla	1 : 1	1 : 1	
Tiempo de Secado: Tacto Libre ASTM-D1640	0.5 – 1 hora	1 hora	
Pot Life (25°C)	3 – 4 horas	4 horas	
Color	GRIS RAL 7035	OK	
Apariencia general	Sin defectos	OK	
Evaluado por : L. Calizaya	Fecha de emisión:	14/12/2020	Iniciales: L.C.
Aprobado por : G. Salvador			G.S. 

CORPORACIÓN MARA S. A.  
Las Gardenias Mz. D Lte. 10 Lurín lima 44 Perú  
Teléfono: 301-3535 Fax: 301-3534  
www.aurora.com.pe

Anexo 16 Certificado de calidad del catalizador para pintura Auromatic 70 EP



CERTIFICADO DE CALIDAD N° 2660/20			
Nombre de la Base :	CATALIZADOR PARA PINTURA AUROMASTIC 70 EP		Código:HRD01017000001
2 COMPONENTES			
PROPIEDADES FÍSICAS	Especificación Catalizador	Resultados Catalizador	
Cantidad (gal)		500	
Número de Lote		1P2049004430 ✓	
Fecha de Fabricación		14/12/2020	
Fecha de Vencimiento		14/12/2022	
Peso Específico (kg/gal) ASTM-D1475	6.90 – 7.40	7.06	
Fineza (H) ASTM-D1210	4 - 5	5	
Viscosidad (KU) ASTM-D562	120 - 130	120	
Viscosidad ("CF4) ASTM-D1200			
% Sólidos en Peso NTP-319.150	82 - 86	82.26	
PROPIEDADES DE APLICACIÓN			
Relación de Mezcla	1 : 1	1 : 1	
Tiempo de Secado: Tacto Libre ASTM-D1640	0.5 – 1 hora	1 hora	
Pot Life (25°C)	3 – 4 horas	4 horas	
Color	STD	OK	
Apariencia general	Sin defectos	OK	
Evaluated por : R. Lavado	Fecha de emisión:	14/12/2020	Iniciales: R.L.
Aprobado por :G.Salvador			G.S.

**CORPORACIÓN MARA S. A.**  
 Las Gardenias Mz. D Lte. 10 Lurin lima 44 Perú  
 Teléfono: 301-3535 Fax: 301-3534  
[www.aurora.com.pe](http://www.aurora.com.pe)



Anexo 17 Certificado de calidad PL A36 25X2400X12000mm



**五矿营口中板有限责任公司**  
 Wuyingkou Medium Plate Co., Ltd.

**产品质量证明书**  
**INSPECTION CERTIFICATE**

辽宁省营口市老边区冶金街/115005  
 Yejin street, Laobian district, Yingkou,  
 Liaoning, P. R. China/115005  
 TEL: 0417-3256081 FAX: 0417-3256057  
 NO.: DT2101501/A


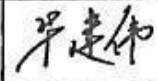


供货单位(SUPPLIER)	WU YING KOU INT'L INDUSTRIAL LIMITED	产品名称(PRODUCT)	热轧合金钢板 Prime newly produced Hot Rolled alloy Steel Plates	证明书编号(CERTIFICATE NO.)	D070015082019B115407
收货单位(CONSIGNEE)	WU YING KOU INT'L INDUSTRIAL LIMITED	交货状态 (DELIVERY CONDITION)	热轧 (AR)	签发日期 (DATE OF ISSUE)	2019-10-16
合同编号(CONTRACT NO.)	WU YING KOU 190809300-B	技术条件 (SPECIFICATION)	ASTM A36/A36M	牌号 GRADE	ASTM A36
车号 (TRAIN NO.)	辽H1597; 辽HK1009; 辽HG2669; 辽H6025C; 辽HK0961; 辽HA5573; 辽HP7908; 辽HK0823; 辽HP3067; 辽HD1188; 辽H22579; 辽HD1178; 辽HC1489; 辽HQ1907;				

炉号 HEAT NO.	批号 BATCH NO.	规格尺寸(mm) DIMENSION			件数 PIECES	重量 (ton) WEIGHT	拉伸试验 TENSILE TEST					弯曲试验 BEND TEST	冲击功 Akv (J) IMPACT ENERGY			探伤检验 UT TEST					
		T	W	L			屈服ReH (N/mm2)	屈服ReL (N/mm2)	屈服Rp (N/mm2)	抗拉强度 Rm(N/mm2)	原始标 距L0		伸长率A (%)	尺寸 SIZE (mm2)	温度 TEMP (°C)	纵向 longitudinal		级别 LEVEL	结果 RESULT	标准 STANDARD	
19210393A	1994535	25	2400	12000	7	39.564			290	430		25.5									
19111009A	201909140263	9	2400	12000	4	8.140			300	455		22									
19111009A	201909140262	9	2400	12000	12	24.420			300	450		21.5									
合计 (TOTAL)					23	72.124															

批号 BATCH NO.	化学成分 CHEMICAL COMPOSITION (%)																
	C	Si	Mn	P	S	Als	Al	Cr	Ni	Cu	N	Mo	V	Ti	Nb	ceq	CEV
1994535	0.18	0.17	0.82	0.017	0.022	0.004	0.004	0.302	0.032	0.006	0.0053	0.002	0.004	0.002	0.005		0.38
201909140263	0.19	0.16	0.36	0.010	0.010	0.001	0.001	0.302	0.033	0.007	0.0033	0.002	0.002	0.002	0.005		0.32
201909140262	0.19	0.16	0.36	0.010	0.010	0.001	0.001	0.302	0.033	0.007	0.0033	0.002	0.002	0.002	0.005		0.32



备注 NOTE:	ACCORDING TO EN10204 3.1: A1=Alt		
 本产品已按照标准要求制造和检验，其结果符合要求，特此证明。 WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED HAS MANUFACTURED AND TESTED WITH SATISFACTORY RESULTS IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF THE ABOVE MATERIAL SPECIFICATION.	操作员 OPERATOR	刘湘霆 Liu XiangYing	冶金技术处处长 DIRECTOR OF METALLURGICAL DEPARTMENT
			



## Anexo 18 Criterios de aceptación para la inspección visual del código AWS D1.1

Categorías de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente										
<b>(1) Prohibición de grietas</b> No se deberá aceptar grieta alguna, independientemente del tamaño o la ubicación.	X	X										
<b>(2) Fusión del metal de soldadura/metal base</b> Deberá existir fusión completa entre las capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.	X	X										
<b>(3) Sección transversal del cráter</b> Se deberán llenar todos los cráteres para proporcionar el tamaño de la soldadura especificado, excepto en los extremos de soldaduras en filete intermitente fuera de su longitud efectiva.	X	X										
<b>(4) Perfiles de soldadura</b> Los perfiles de soldadura deberán cumplir con 5.23.	X	X										
<b>(5) Tiempo de inspección</b> La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que se hayan enfriado las soldaduras finalizadas a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para aceros ASTM A514, A517, y A709 Grado HPS 100W [HPS 690W] deberán estar basados en inspecciones visuales realizadas en un lapso no menor a 48 horas después de la finalización de la soldadura.	X	X										
<b>(6) Soldaduras de tamaño inferior al nominal</b> El tamaño de una soldadura en filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección por las siguientes cantidades (U): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]</td> <td style="text-align: center;">disminución admisible de L, pulg. [mm]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/16</math> [5]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/16</math> [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>1/4</math> [6]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/32</math> [2,5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\geq 5/16</math> [8]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/8</math> [3]</td> </tr> </table> En todos los casos, la parte de la soldadura con tamaño inferior al nominal no deberá exceder del 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma a ala en vigas, se deberá prohibir la reducción en los extremos de una longitud igual al doble del ancho del ala.	L,	U,	tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	disminución admisible de L, pulg. [mm]	$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]	$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2,5]	$\geq 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]	X	X
L,	U,											
tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	disminución admisible de L, pulg. [mm]											
$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]											
$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2,5]											
$\geq 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]											
<b>(7) Socavación</b> (A) En el caso de materiales de menos de 1 pulg. [25 mm] de espesor, la socavación no deberá exceder de 1/32 pulg. [1 mm], con la siguiente excepción: la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm] en cualquier longitud acumulada de hasta 2 pulg. [50 mm] en cualquier tramo de 12 pulg. [300 mm]. En el caso de materiales con espesor igual o mayor de 1 pulg. [25 mm], la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm], cualquiera sea la longitud de la soldadura. (B) En miembros principales, la socavación no deberá ser mayor de 0,01 pulg. [0,25 mm] de profundidad cuando la soldadura sea transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de carga. La socavación no deberá ser superior a 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad en ningún caso.	X	X										
<b>(8) Porosidad</b> (A) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular visible. En todas las demás soldaduras en ranura y soldaduras en filete, la suma de la porosidad vermicular visible de 1/32 pulg. [1 mm] o más de diámetro no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud. (B) La frecuencia de la porosidad vermicular en las soldaduras en filete no deberá exceder de una en cada 4 pulg. [100 mm] de longitud de soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm]. Excepción: en el caso de soldaduras en filete que conectan rigidizadores al ala, la suma de los diámetro de la porosidad vermicular no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud. (C) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular. En todas las demás soldaduras en ranura la frecuencia de la porosidad vermicular no deberá exceder de una en 4 pulg. [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm].	X	X										

Nota: Una "X" indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un área sombreada indica no aplicabilidad.