



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“COMPETENCIA TÉCNICA Y SU INFLUENCIA EN LA  
CONFIABILIDAD EN CONSTRUCCIONES SOLDADAS  
LIVIANAS EN OBRAS PÚBLICAS DE LA REGIÓN  
MOQUEGUA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
SERGIO ENYELBER MANDAMIENTO VALDEZ**

**ASESOR  
MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

**MOQUEGUA – PERÚ, MAYO 2022**



## **DEDICATORIA**

Dedico con todo respeto y cariño este Trabajo de Suficiencia Profesional a mi esposa y a mis hijas, las cuales me brindaron su apoyo en todo momento y cedieron su tiempo para culminar con éxitos esta etapa de mi vida.





## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios, por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida, por haberme dado las herramientas y fuerzas necesarias para seguir adelante, inclusive cuando las adversidades se hacían cada vez más difícil de superar.





## RESUMEN

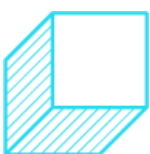
Por más de 20 años el país viene experimentando un crecimiento sostenible en su economía, así mismo esto ha generado un aumento importante de su infraestructura, para lo cual se han desarrollado proyectos de gran envergadura en diferentes sectores como: minería, energía, gas, petróleo e infraestructura, esto ha llevado al requerimiento de profesionales con alta competencia técnica específica para diferentes disciplinas.

Las construcciones soldadas han sido participe de estos grandes retos de ingeniería, la necesidad de contar con especialistas certificados que garanticen la confiabilidad de las construcciones soldadas, ha abierto una gran oportunidad de desarrollo profesional en el área de inspección de soldadura y ensayos No destructivos.

Las obras públicas de la región Moquegua, en sus últimos años han tenido un giro de 360°, en lugar de seguir realizando construcciones civiles donde interviene el acero y concreto, se han realizado construcciones soldadas del tipo estructuras metálicas semi livianas y livianas.

Para la construcción de estos proyectos de construcciones soldadas livianas en la región Moquegua, se ha tenido la imperiosa necesidad de contar con profesionales y técnicos con alta competencia técnica específica en el campo de la soldadura, con la finalidad de cumplir con los mínimos requerimientos que establece nuestro reglamento nacional de edificaciones “E090 estructuras metálicas” y el AWS D1.1 Código de soldadura estructural de acero.

Este trabajo de suficiencia profesional expone una problemática latente en el sector de obras públicas de la región Moquegua, el cual presentaría deficiencias importantes en el proceso constructivo de construcciones soldadas livianas, las cuales tendrían como causas principales la falta de competencia técnica de los profesionales y técnicos que intervienen en el proyecto de construcción.





Así mismo el trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo principal desarrollar un conjunto de lineamientos que refuercen y complementen las competencias técnicas del personal involucrado en este tipo de proyectos.

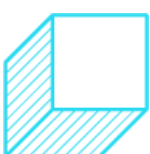
Se ha realizado el análisis de normas y reglamentos nacionales e internacionales, con el fin de determinar los mínimos requerimientos que las construcciones soldadas deben cumplir, se ha tomado como base el reglamento nacional de edificaciones y complementado con códigos internacionales de prestigio y alta confiabilidad como el AWS D1.1 código de soldadura estructural de acero publicado por la sociedad americana de soldadura AWS de EEUU.

Se ha utilizado el ciclo PHVA del Dr. W. E. Deming como herramienta metodológica para realizar el análisis y proponer una solución a la problemática, así mismo cumplir con los objetivos trazado, donde se destacan 19 actividades que se deben realizar para cumplir con los mínimos requerimientos de las normas nacionales e internacionales.

Se han desarrollado 19 actividades que han sido parte de las diferentes etapas del proceso constructivo dando forma en la aplicación práctica al ciclo de PHVA, iniciando con actividades de desarrollo de planes de puntos de inspección y terminando con retroalimentación de mejora continua.

En el desarrollo del proyecto se ha logrado determinar que se requiere de conocimientos sólidos en proceso de soldadura, ciencia de materiales e inspección de soldadura, los cuales son la base fundamental para adquirir la competencia técnica necesaria, para ser parte en el desarrollo de proyectos de construcciones soldadas.

Se concluye indicando que las normas y reglamentos nacionales o internacionales para las construcciones soldadas son requerimientos mínimos que se deben cumplir, para asegurar una alta confiabilidad de la integridad de las mismas al mantener un proceso constructivo confiable, con el fin de salvaguardar la seguridad y salud pública de los usuarios finales, que vienen hacer el público en general.





## ABSTRACT

For more than 20 years the country has been experiencing sustainable growth in its economy, likewise this has generated a significant increase in its infrastructure, for which large-scale projects have been developed in different sectors such as: mining, energy, gas, oil and infrastructure, this has led to the requirement of professionals with high specific technical competence for different disciplines.

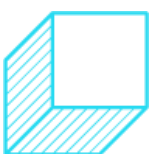
Welded constructions have been part of these great engineering challenges, the need to have certified specialists who guarantee the reliability of welded constructions, have opened up a great opportunity for professional development in the area of welding inspection and non-destructive testing.

Public works in the Moquegua region, in recent years have had a 360° turn, instead of continuing to carry out civil constructions where steel and concrete intervene, welded constructions of the semi-light and light metal structure type have been carried out.

For the construction of these light welded construction projects in the Moquegua region, there has been an urgent need to have professionals and technicians with high specific technical competence in the field of welding, in order to meet the minimum requirements established our national building regulations “E090 metallic structures” and the AWS D1.1 Code of structural welding of steel.

This work of professional proficiency exposes a latent problem in the public works sector of the Moquegua region, which would present important deficiencies in the construction process of light welded constructions, which would have as main causes the lack of technical competence of professionals and technicians. involved in the construction project.

Likewise, the work of professional proficiency has as its main objective to develop a set of guidelines that reinforce and complement the technical skills of the personnel involved in this type of project.





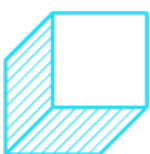
An analysis of national and international standards and regulations has been carried out, in order to determine the minimum requirements that welded constructions must meet, the national building regulations have been taken as a basis and complemented with prestigious and highly reliable international codes such as the AWS D1.1 structural steel welding code published by the American Welding Society AWS USA.

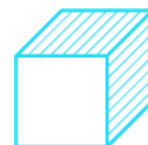
The PDVA cycle of Dr. WE Deming has been used as a methodological tool to carry out the analysis and propose a solution to the problem, as well as to meet the objectives outlined, where 19 activities that must be carried out to meet the minimum requirements of national and international standards.

19 activities have been developed that have been part of the different stages of the construction process, giving shape to the practical application of the PHVA cycle, beginning with activities for the development of inspection point plans and ending with continuous improvement feedback.

In the development of the project, it has been possible to determine that solid knowledge is required in the welding process, materials science and welding inspection, which are the fundamental basis to acquire the necessary technical competence, to be part of the development of welding projects. welded constructions.

It concludes by indicating that national or international standards and regulations for welded constructions are minimum requirements that must be met, to ensure high reliability of their integrity by maintaining a reliable construction process, in order to safeguard safety and health. public of end users, who come to do the general public.



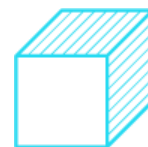


## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE IMAGENES .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>XVI</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	2
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	2
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA .....	3
1.3.1. Misión .....	3
1.3.2. Visión .....	3
1.3.3. Objetivos.....	3
1.3.4. Valores.....	4
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	4
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	6
1.5.1. Análisis externo.....	6
1.5.2. Análisis interno.....	8







1.5.3.	Análisis FODA y su Matriz .....	10
<b>CAPÍTULO II</b>	.....	<b>12</b>
<b>REALIDAD PROBLEMÁTICA</b>	.....	<b>12</b>
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	13
2.1.1.	Identificación del problema .....	31
2.1.2.	Consecuencias del problema.....	35
2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	37
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	37
2.4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	37
2.4.1.	Objetivo general.....	37
2.4.2.	Objetivos específicos .....	37
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>38</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	.....	<b>38</b>
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	39
3.1.1.	Antecedentes de la investigación.....	40
3.1.2.	Bases teóricas .....	43
3.1.3.	Bases Normativas.....	51
3.2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	52
3.2.1.	Actividades del ciclo Planificar .....	57
3.2.2.	Actividades del ciclo Hacer .....	67
3.2.3.	Actividades del ciclo Verificar.....	116
3.2.4.	Actividades del ciclo Actuar .....	126
3.2.5.	Perfil del Inspector de Soldadura .....	129





3.2.6. Perfil del examinador de ensayos no destructivos NDT.....	131
3.2.7. Mínimos requerimientos a cumplir .....	134
4.3. COSTOS DEL PROYECTO.....	136
4.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	138
4.5. CONCLUSIONES .....	139
4.6. RECOMENDACIONES .....	142
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>143</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>143</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>147</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>147</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>150</b>

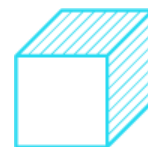




## ÍNDICE DE IMAGENES

<b>Imagen 1</b>	Logo de Empresa de Estudio.....	2
<b>Imagen 2</b>	Estructura Metálica en el Piso .....	15
<b>Imagen 3</b>	Consideraciones Básicas de la Norma G. 010 .....	15
<b>Imagen 4</b>	Artículo 5 de G.010.....	16
<b>Imagen 5</b>	Colapso de Estructuras Metálicas .....	17
<b>Imagen 6</b>	Colapso de Estructuras Metálicas .....	17
<b>Imagen 7</b>	Estructura Metálica .....	18
<b>Imagen 8</b>	Estructura Metálica Liviana.....	19
<b>Imagen 9</b>	Sección del Registro de Recepción de Materiales.....	20
<b>Imagen 10</b>	Recorte de Registro de Control Dimensional.....	21
<b>Imagen 11</b>	Recorte del Registro de Preparación Superficial .....	22
<b>Imagen 12</b>	Recorte de Registro de Aplicación Pintura .....	23
<b>Imagen 13</b>	Recorte de Registro de Inspección Visual de Soldadura .....	24
<b>Imagen 14</b>	Recorte de Registro de Inspección Visual de Soldadura .....	25
<b>Imagen 15</b>	Recorte de Registro de Calificación de Soldador .....	25
<b>Imagen 16</b>	Estructura Metálica en Proceso de Montaje .....	27
<b>Imagen 17</b>	Equipos de Proceso de Arco con Gas .....	27
<b>Imagen 18</b>	Sección de las Especificaciones Técnicas de Estructura de Acero .....	28
<b>Imagen 19</b>	Viga Principal "Tijeral T-2" .....	29
<b>Imagen 20</b>	Sección del Plano E-05.....	29





<b>Imagen 21</b>	Sección del Plano E-05 de la Cobertura del Patio de Juegos.....	30
<b>Imagen 22</b>	Cobertura Patio de Juegos .....	30
<b>Imagen 23</b>	Elementos de Vigas sin Soldadura .....	31
<b>Imagen 24</b>	Numeral 10.2 Soldaduras .....	44
<b>Imagen 25</b>	Numeral 13.5 Control de Calidad.....	44
<b>Imagen 26</b>	Numeral 13.5.3 Requerimientos Generales.....	45
<b>Imagen 27</b>	Bases de Calificación del Inspector .....	45
<b>Imagen 28</b>	Tipos de Junta Para Soldeo.....	57
<b>Imagen 29</b>	Tipos de Diseño de Junta Para Soldeo .....	58
<b>Imagen 30</b>	Cartilla Maestra de Procesos de Soldadura.....	61
<b>Imagen 31</b>	Tarjeta de Fuente de Poder .....	63
<b>Imagen 32</b>	Plan de Puntos de Inspección .....	65
<b>Imagen 33</b>	WPS Parte 1 .....	71
<b>Imagen 34</b>	Sección del Diseño de Junta B-U2a .....	74
<b>Imagen 35</b>	WPS Parte 2.....	75
<b>Imagen 36</b>	Junta a Tope Precalificada .....	76
<b>Imagen 37</b>	Notas de la Figura 5.1 y 5.2.....	77
<b>Imagen 38</b>	Tolerancias As detailed, As fit-up .....	78
<b>Imagen 39</b>	Junta a Tope en V .....	79
<b>Imagen 40</b>	WPS Parte 3.....	81
<b>Imagen 41</b>	Cordón, Pase y Pamada.....	84



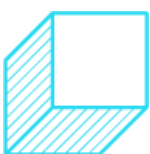


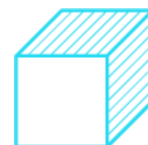
<b>Imagen 42</b>	Diseño de Junta Precalificada .....	85
<b>Imagen 43</b>	WPS Parte 4 .....	88
<b>Imagen 44</b>	WPS Parte 5 .....	90
<b>Imagen 45</b>	Rango de Voltaje .....	91
<b>Imagen 46</b>	WPS parte 6 .....	92
<b>Imagen 47</b>	Ancho y Penetración de Junta .....	93
<b>Imagen 48</b>	WPS Parte 7 .....	94
<b>Imagen 49</b>	WPS N° SMV-WPS-001 .....	96
<b>Imagen 50</b>	WPS Para Junta en T .....	97
<b>Imagen 51</b>	Junta en T Unión Tubular .....	98
<b>Imagen 52</b>	Conexión en K Tubular .....	99
<b>Imagen 53</b>	Conexión Y Tubular .....	100
<b>Imagen 54</b>	JPP Junta a Tope .....	101
<b>Imagen 55</b>	Junta en Traslape .....	102
<b>Imagen 56</b>	Calificación del Soldador .....	104
<b>Imagen 57</b>	Cabinas Para Prueba de Soldador .....	105
<b>Imagen 58</b>	Registro de Calificación de Soldador .....	108
<b>Imagen 59</b>	Registro de Ensayo de Dobleces .....	109
<b>Imagen 60</b>	Recepción de Materiales .....	111
<b>Imagen 61</b>	Control de Certificado de Materiales.....	112
<b>Imagen 62</b>	Fuente de Poder y Alimentador .....	113





<b>Imagen 63</b>	Contrastación de Fuentes de Poder .....	114
<b>Imagen 64</b>	Listado de Certificados de Calibración .....	117
<b>Imagen 65</b>	Medidas y Control Dimensional .....	118
<b>Imagen 66</b>	Registro de Control Dimensional .....	119
<b>Imagen 67</b>	Inspección Visual de Voldadura.....	121
<b>Imagen 68</b>	Registro de Inspección Visual de Soldadura .....	122
<b>Imagen 69</b>	Ensayo de Líquidos Penetrantes .....	124
<b>Imagen 70</b>	Registro de END.....	125
<b>Imagen 71</b>	Reporte de No Conformidad.....	127
<b>Imagen 72</b>	Metodología de los 5 Porqué.....	128





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Análisis de la Matriz FODA .....	11
<b>Tabla 2</b>	Importaciones de Acero Laminado en América Latina.....	13
<b>Tabla 3</b>	Valoración de Criticidad de las Causas de la Problemática.....	33
<b>Tabla 4</b>	Actividades a Desarrollar .....	55
<b>Tabla 5</b>	Nivel de Capacidad de Inspectores .....	70
<b>Tabla 6</b>	Requerimientos Para WPS Precalificado.....	71
<b>Tabla 7</b>	Materiales Base Precalificados.....	73
<b>Tabla 8</b>	Selección de Material de Aporte .....	86
<b>Tabla 9</b>	Requerimientos de WPS Precalificados .....	87
<b>Tabla 10</b>	Mínima Temperatura Inter y Pre calentamiento .....	89
<b>Tabla 11</b>	Requerimientos de WPS Precalificados .....	91
<b>Tabla 12</b>	Calificación de Soldador - Posición.....	106
<b>Tabla 13</b>	Calificación de Soldador - Espesor Calificado .....	107
<b>Tabla 14</b>	Horas de Capacitación y Experiencia en NDT .....	133
<b>Tabla 15</b>	Mínimos Requerimientos a Cumplir.....	135
<b>Tabla 16</b>	Resumen del Presupuesto Total.....	136
<b>Tabla 17</b>	Presupuesto Para Recursos Humanos y Equipos .....	136
<b>Tabla 18</b>	Presupuesto Para Materiales y Servicios .....	137
<b>Tabla 19</b>	Cronograma de Actividades del Proyecto.....	138
<b>Tabla 20</b>	Probabilidad de Falla .....	139





## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Organigrama de la Empresa.....	5
<b>Gráfico 2</b> Sectores Usuarios del Acero 2021 .....	14
<b>Gráfico 3</b> Análisis de la Causa – Raíz del Problema .....	32
<b>Gráfico 4</b> Análisis del Diagrama de PARETO .....	34
<b>Gráfico 5</b> Ciclo PHVA Construcciones Soldadas Livianas .....	49
<b>Gráfico 6</b> Diagrama de Proceso de Construcciones Soldadas.....	54
<b>Gráfico 7</b> Diagrama de Actividades Según el PHVA .....	56







## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A</b>	Formato de Plan de Puntos de Inspección .....	151
<b>Anexo B</b>	Formato de Lista de Control de Certificados de Calidad .....	152
<b>Anexo C</b>	Formato de Listado de Control de Equipos de Medición y Ensayo.....	153
<b>Anexo D</b>	Formato de WPS .....	154
<b>Anexo E</b>	Formato de Registros de Calificación de Soldador .....	155
<b>Anexo F</b>	Formato de Ensayo de Doblado.....	156
<b>Anexo G</b>	Formato de Control Dimensional .....	157
<b>Anexo H</b>	Formato de Registro de Inspección Visual de Soldadura .....	158
<b>Anexo I</b>	Certificación AWS - SCWI.....	159
<b>Anexo J</b>	Criterios de Aceptación de la Inspección Visual.....	160





## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**





## 1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

SMV WELDING SOLUTIONS EIRL es una empresa fundada en el año 2013, con el fin de satisfacer el mercado nacional en el rubro de asesoría, supervisión e inspección de soldadura en el sur del Perú.

La empresa tiene como casa matriz el distrito de San Antonio, Provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.

### *Imagen 1*

*Logo de Empresa de Estudio<sup>1</sup>*



Fuente: (SMV WS EIRL, 2022)

## 1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

Es una empresa que cuenta con amplia experiencia en la supervisión especializada concurrente de proyectos de construcción por soldadura en el área de Aseguramiento y Control de calidad de soldadura.

Es una empresa especialista en ensayos no destructivos y destructivos, supervisión, inspección, asesoramiento, entrenamiento, calificación de soldadura a la industria de petróleo y gas, construcción y mantenimiento de plantas mineras, plantas de cemento, plantas de energía. con experiencia en inspección en la construcción de líneas de tubería, bombas, intercambiador de

---

<sup>1</sup> Logo de empresa SMV WELDING SOLUTIONS E.I.R.L.





calor, recipientes a presión, tuberías forzadas, tuberías de gas, tanques de almacenamiento, diferentes trabajos en soldadura estructural, soldadura de termofusión. verificación de ensayos NDT, calificación de soldadores, calificación de procedimientos de soldadura. aplicación de estándares nacionales e internacionales.

La empresa brinda el servicio de Ensayos No destructivos, con las siguientes técnicas: Inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido industrial.

También se realizan los servicios de ensayos mecánicos destructivos en materiales de aceros al carbono, aceros inoxidable, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE). (SMV WS EIRL, 2022)

### **1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA**

#### **1.3.1. Misión**

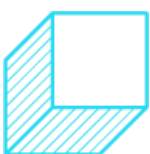
“Ser una empresa líder en el mercado regional en el área de soldadura, constituyéndose en un impulsor del desarrollo y crecimiento del sector industrial y de servicios en la región sur y en el Perú.”

#### **1.3.2. Visión**

“Brindar soluciones integrales a las necesidades de nuestros clientes en la aplicación de tecnología de unión de materiales bajo el contexto de la aplicación de sistemas de seguridad, salud en el trabajo, calidad y preservación del medio ambiente generando valor para nuestra sociedad”.

#### **1.3.3. Objetivos**

- Brindar un servicio que cumpla con los requerimientos del cliente a un precio competitivo, en los proyectos a realizar.
- Crecimiento de la cartera de clientes a un nivel regional y nacional.





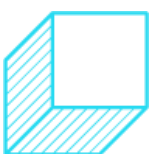
- La adquisición de equipamiento con tecnología de vanguardia, para poder desarrollar eficientemente nuestros servicios.

#### **1.3.4. Valores**

- Compromiso.
- Integridad.
- Responsabilidad
- Excelencia

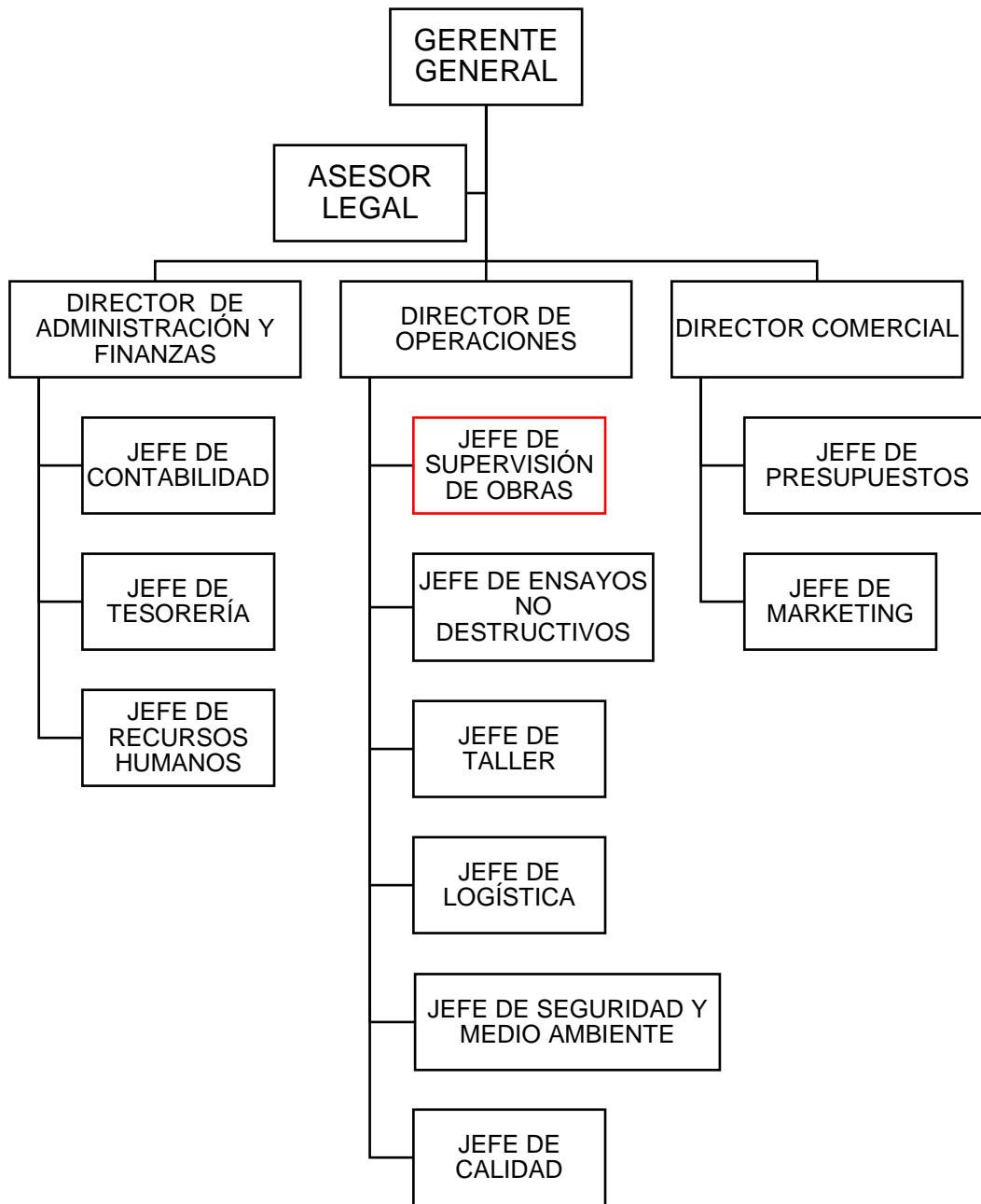
### **1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

La estructura de la organización se compone de la siguiente manera:





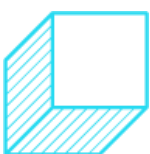
**Gráfico 1**  
Organigrama de la Empresa<sup>23</sup>



Fuente: (SMV WS EIRL, 2022)

<sup>2</sup> Organigrama de la empresa SMV WELDING SOLUTIONS E.I.R.L.

<sup>3</sup> Marco resaltado en rojo, es el área donde se desarrolla el proyecto de suficiencia profesional.





## 1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

### 1.5.1. Análisis externo

#### ✓ Factores políticos

- Inestabilidad política.
- Informalidad.
- Corrupción.
- Inversiones estatales en proyectos.

#### ✓ Factores económicos

- Tasa de inflación se encuentra con tendencia a la suba.
- Política monetaria estable.
- Condiciones del mercado financiero estable.
- Costes de las materias primas necesarias para la producción son de acuerdo al mercado internacional.
- Costes de los servicios de transporte y logística son variables condicionados a la cotización del dólar americano y el barril del crudo de petróleo.
- Disponibilidad de carreteras y rutas rápidas de transporte aceptables.

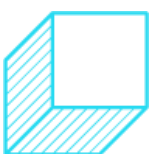
#### ✓ Factores sociales

- Reducción en la tasa de empleo formal.
- Aumento de la inmigración extranjera.
- Incremento del nivel de pobreza





- Bajos niveles de valores y ética en la población
- Natalidad y mortalidad en promedio similar a Latinoamérica
- ✓ **Factores tecnológicos**
  - Avance considerable de equipos de soldadura con tecnologías en los procesos que mejoran la alta productividad.
  - Avances en el desarrollo de soldadura automatizada y robótica
  - A nivel global las empresas que lideran el desarrollo de la ingeniería de la soldadura invierten grandes cantidades de recursos en I+D+i.
- ✓ **Factores ecológicos**
  - Alta probabilidad de ocurrir sismos de gran intensidad
  - Bajo nivel de cultura del reciclaje.
  - Amenazas de epidemias o pandemias
- ✓ **Factores legales**
  - Tratados internacionales de libre comercio vigentes.
  - Legislación laboral equilibrada en los beneficios empleado y empleador.
- ✓ **Conclusiones del análisis externo**
  - Al encontrarse con alto nivel de inestabilidad política, se recomienda aplazar inversiones para nuevas unidades operativas en otras regiones del país.







- Las inversiones públicas en obras de construcción se van a mantener e inclusive aumentar en la región sur del Perú, debido al incremento de la tributación con respecto a la exportación de los minerales, se recomienda incrementar y potenciar el área Comercial de la empresa.
- La tasa de inflación se encuentra con tendencia a la suba a un corto y mediano plazo, se recomienda que el área de presupuestos considere un análisis de tipo fórmula polinómica para ingresarlo en nuestros contratos, así poder ajustar los precios finales, sin perder competitividad y garantizar el cumplimiento de nuestros servicios.
- Se vienen desarrollando avances tecnológicos considerables en el equipamiento de tecnologías de soldadura e inspección, se recomienda evaluar el costo beneficio para su implementación en la empresa.
- Existe la amenaza latente de la evolución de la pandemia del COVI-19, se recomienda implementar un plan de personal de respaldo para sustituir a posibles empleados contagiados, en los trabajos considerados críticos de las operaciones de la empresa.

### 1.5.2. Análisis interno

#### ✓ Recursos tangibles

- Instalaciones implementadas para desarrollar las calificaciones de los soldadores, desarrollo de procedimientos de soldadura WPS y registros de calificación de procedimientos PQR.
- Equipamiento en condiciones óptimas para realizar supervisiones y asesorías en control de calidad de soldadura.





- Equipos con tecnología actualizada.
  - Sistemas de comunicaciones.
  - Mobiliario
  - Equipos de computo
  - Materiales en almacén
  - Camionetas Pick up todo terreno.
- ✓ **Recursos intangibles**
- Práctica escrita desarrollado por un inspector nivel 3 ASNT4, documento necesario para realizar ensayos No destructivos.
  - Procedimientos para ensayos No Destructivos certificados por un inspector nivel 3 ASNT, documento necesario para realizar ensayos No destructivos.
  - Posicionamiento en el mercado en la zona sur del país.
  - Licencias de software de Microsoft 365 Empresa.
  - Buen historial crediticio.
- ✓ **Recursos humanos**
- Ingenieros con especialización y certificación de ingenieros internacionales de soldadura por el Instituto Internacional de Soldadura (IIW).
  - Inspectores internacionales de soldadura senior certificados por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS-USA).

---

<sup>4</sup> “ASNT” son las siglas de la sociedad americana de ensayos no destructivos.



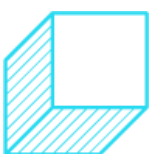


- Inspectores de construcciones soldadas nivel 3 certificados por la sociedad española de soldadura (CESOL- España).
- Examinadores en ensayos no destructivos según la práctica recomendada SNT-TC-1A de la sociedad americana de ensayos no destructivos (ASNT-USA).

### 1.5.3. Análisis FODA y su Matriz

#### ✓ Conclusiones de matriz FODA

- Posicionarse en el mercado nacional.
- Potenciar la dirección comercial de la empresa, con mayores recursos para hacer frente al mayor requerimiento de cotizaciones; así como, fortalecer con profesionales con experiencia en contrataciones del estado.
- Entregar los recursos necesarios para optar en la certificación ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001.
- Desarrollar nuevos productos enfocados en las necesidades y soluciones de la industria metalmecánica, direccionados al rubro de capacitación y entrenamiento de personal, para lo cual desarrollar convenios interinstitucionales e institucionales que logren aportar valor al producto final.

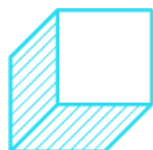




**Tabla 1**  
*Análisis de la Matriz FODA*

<p style="text-align: center;">Factores Internos</p> <p style="text-align: center;">Factores Externos</p>	<p><b>FORTALEZAS</b>  F1. Experiencia de la empresa en la región sur  F2. Capacidad de adecuarse a las exigencias del mercado  F3. Respaldo financiero  F4. Infraestructura adecuada  F5. Personal altamente calificado y certificado  F6. Satisfacción del cliente elevado</p>	<p><b>DEBILIDADES</b>  D1: Falta de la certificación ISO 9001.  D2. Cobertura de servicios solo en la región sur.  D3. Equipamiento con tecnología media  D4. Salarios igual o debajo del mercado  D5: Incumplimiento de procedimientos internos  D6: Gerencia comercial limitada</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b>  O1: Marco legal estable  O2: Flexibilidad y bajos costos laborables  O3: Crecimiento de la economía peruana  O4: Ubicación geográfica  O5: Incremento de la industria electromecánica.  O6: Incremento de inversión estatal en proyectos metalmecánicos.</p>	<p>FO1. Posicionar el servicio en el mercado nacional.  FO2. Desarrollar nuevos productos enfocados en las necesidades y soluciones de la industria metalmecánica, direccionados al rubro de capacitación y entrenamiento de personal.  FO3. Implementar políticas de precios de acuerdo al rubro de la industria.</p>	<p>DO1. Entregar recursos para obtener la certificación ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001.  DO2. Desarrollar un ajuste de los salarios del personal según su nivel de certificación.  DO3. Cumplir con los procedimientos internos de la empresa.</p>
<p><b>AMENAZAS.</b>  A1: Empresas ofertan servicios similares  A2: Fluctuaciones en los costos de los insumos  A3: Intereses elevados de los bancos.  A4: Inestabilidad política  A5: Falta de especialistas en ingeniería de soldadura en la región.</p>	<p>FA1. Implementar áreas de capacitación y entrenamiento del personal, considerando un plan para poder certificarlos internacionalmente.  FA2. Integrar a nuevos proveedores en suministros de consumibles nacionales e internacionales a la cadena de suministros.</p>	<p>DA1: Desarrollar nuevos canales de mercadotecnia llegando a mayor número de clientes potenciales  DA2. Desarrollar alianzas estratégicas con empresas que den valor agregado al servicio.  DA3. Realizar convenios interinstitucionales para el desarrollo de capacitación y entrenamiento de personal.</p>

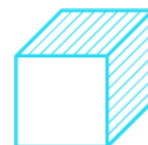
Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





**CAPÍTULO II**  
**REALIDAD PROBLEMÁTICA**





## 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los proyectos de construcciones soldadas en América Latina han tenido un crecimiento sostenible en los últimos 5 años, por lo que ha exigido a la industria de la construcción una elevada demanda de personal altamente calificado para diferentes posiciones que solicita un proyecto de estas características, profesionales y técnicos altamente especializados como son ingenieros de diseño estructural, ingenieros de soldadura, inspectores de soldadura, supervisores de soldadura, soldadores altamente calificados, con el fin de desarrollar un proyecto exitoso.

Este crecimiento de la industria de la construcción por soldadura se refleja en el crecimiento del consumo del acero laminado en América Latina los últimos años (tabla 2), teniendo un crecimiento de importaciones del 41% entre el 2020 al 2021

**Tabla 2**

*Importaciones de Acero Laminado en América Latina<sup>5</sup>*

País / Country	2017	2018	2019	2020	2021 <sup>(a)</sup>	Var. '21/'20
Argentina	1.021	941	628	571	1.002	76%
Brasil / Brazil	1.995	1.961	1.797	1.636	3.361	105%
Chile	1.719	1.793	1.938	1.502	2.223	48%
Colombia	2.200	2.487	2.414	1.769	2.311	31%
México / Mexico	11.112	10.130	10.154	8.823	11.737	33%
Perú / Peru	2.378	1.778	1.742	1.711	2.453	43%
Venezuela	108	39	4	-	-	N/A
Otros / Other	4.587	4.630	4.234	3.611	4.609	28%
<b>América Latina / Latin America</b>	<b>25.122</b>	<b>23.759</b>	<b>22.911</b>	<b>19.622</b>	<b>27.696</b>	<b>41,1%</b>

Fuente: (Asociación latinoamericana del acero, 2021)

En América Latina se han desarrollado grandes construcciones soldadas para diferentes tipos de sectores y en la gran mayoría de dichos proyectos se rigen a normas o códigos de construcción locales e internacionales, con el fin de

<sup>5</sup> Datos en miles de toneladas



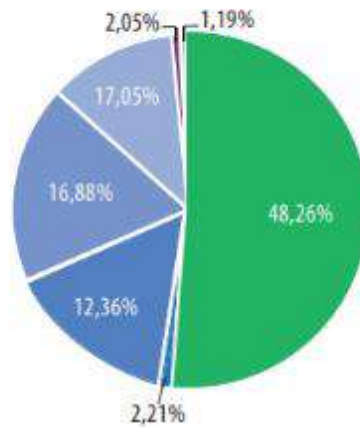
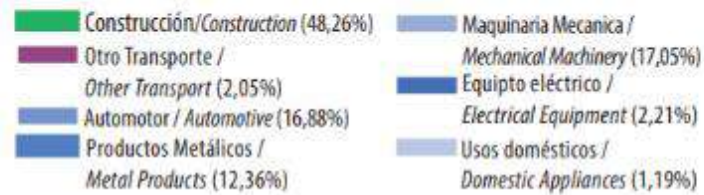


garantizar la confiabilidad de las construcciones soldadas, en el grafico se muestra los sectores que han requerido el uso del acero en el año 2021.

**Gráfico 2**

*Sectores Usuarios del Acero 2021*

**AMÉRICA LATINA: SECTORES USUARIOS DE ACERO 2021**  
LATIN AMERICA: STEEL USE BY SECTORS 2021



Fuente: (Asociación latinoamericana del acero, 2021)

En la ciudad de Quito del país Ecuador el 19 de enero del 2022 se estaba realizando una construcción soldada de una estructura metálica la cual colapso en el momento de su construcción, como resultado de este evento tuvo como consecuencia 3 muertos y 4 heridos de gravedad (ver imagen 2).





**Imagen 2**

*Estructura Metálica en el Piso*



Fuente: (NTN24.COM, 2022)

En el Perú se han desarrollado construcciones soldadas de pequeña, mediana y gran envergadura, en diferentes tipos de industria como: minería, petróleo, gas, edificaciones, infraestructura, energía, tanto en el ámbito privado como público. En el Perú las construcciones soldadas de origen público y privado donde se desarrollen edificaciones deberían cumplir con los requerimientos mínimos de nuestro reglamento nacional de edificaciones. (Ver imagen 3).

**Imagen 3**

*Consideraciones Básicas de la Norma G. 010*

<p style="text-align: center;"><b>NORMA G.010</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CONSIDERACIONES BASICAS</b></p> <p><b>Artículo 1.-</b> El Reglamento Nacional de Edificaciones tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbanos.</p> <p>Es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación.</p>
---

Fuente: (Ministerio de Vivienda C. , 2021)







Así mismo, indicar que la aplicación del reglamento nacional de edificaciones como se indica en la imagen 4 es para asegurar la seguridad y salud pública de las personas

**Imagen 4**

*Artículo 5 de G.010*

**Artículo 5.-** Para garantizar la seguridad de las personas, la calidad de vida y la protección del medio ambiente, las habilitaciones urbanas y edificaciones deberá proyectarse y construirse, satisfaciendo las siguientes condiciones:

**a) Seguridad:**

**Seguridad estructural**, de manera que se garantice la permanencia y la estabilidad de sus estructuras.

**Seguridad en caso de siniestros**, de manera que las personas puedan evacuar las edificaciones en condiciones seguras en casos de emergencia, cuenten con sistemas contra incendio y permitan la actuación de los equipos de rescate.

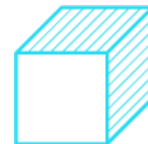
**Seguridad de uso**, de manera que en su uso cotidiano en condiciones normales, no exista riesgo de accidentes para las personas.

Fuente: (Ministerio de Vivienda C. , 2021)

Para las construcciones soldadas en el rubro de las edificaciones la parte que le corresponde aplicar del reglamento nacional de edificaciones es el título III edificaciones, capítulo III.2 estructuras, numeral E090 estructuras metálicas, donde se estipulan los mínimos requerimientos que se deben cumplir para realizar una construcción soldada en el territorio nacional.

En el distrito de Bambamarca de la provincia de Hualgayoc del departamento de Cajamarca el 27 de septiembre del 2020, una cobertura metálica se vino abajo (ver imagen 5), en el momento que se precipitaba una fuerte granizada, donde solo se consideran daños materiales.





**Imagen 5**

*Colapso de Estructuras Metálicas*



Fuente: (LA ROTATIVA, 2020)

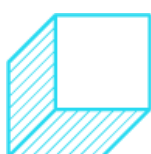
En el distrito de Huamachuco de la provincia de Sánchez Carrión del departamento de la Libertad el 04 de diciembre del 2015, una cobertura metálica se vino abajo (ver imagen 6), en el momento que se precipitaba una fuerte lluvia y granizada, la consecuencia fue el colapso de toda la estructura metálica, como resultado de este evento tuvo como consecuencia 2 personas fallecidas.

**Imagen 6**

*Colapso de Estructuras Metálicas*



Fuente: (Andina, 2015)





Como parte del proceso de recolección de información para describir la realidad problemática planteada, y en base al amparo de la ley de transparencia<sup>6</sup> y acceso a la información pública, se ha solicitado el “dossier de calidad” de un proyecto de construcciones soldadas livianas, el cual fue entregado por la Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, en formato digital.

La construcción soldada fue ejecutada en el distrito de San Antonio, de la provincia Mariscal Nieto del departamento de Moquegua, entre febrero a mayo del 2021, se ejecutó la construcción soldada del tipo coberturas metálicas livianas en el proyecto denominado “Creación del parque recreacional de la asociación de vivienda ampliación López Albújar CP San Antonio, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto – Moquegua”, el proyecto ha solicitado la contratación del “bien” en el proceso de adjudicación simplificada N° 011-2020-MPMN “Adquisición e instalación de estructuras metálicas para la obra creación del parque recreacional de la asociación de vivienda ampliación López Albújar distrito de San Antonio, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua”, esta obra fue realizada por la municipalidad provincial Mariscal Nieto. (Ver imagen 7 y 8).

**Imagen 7**

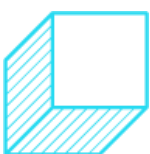
*Estructura Metálica<sup>7</sup>*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

<sup>6</sup> Ley 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por el Decreto Supremo 021-2019-JUS.

<sup>7</sup> Estructura metálica de losa deportiva multiusos del bien en el en el proceso de adjudicación simplificada N° 011-2020-MPMN.





**Imagen 8**  
*Estructura Metálica Liviana<sup>8</sup>*



Fuente: (Mandamiento Valdez, 2022)

Cabe indicar que el “dossier de calidad” en una construcción soldada, es el expediente donde se integra un conjunto de documentos, entre ellos, pero no limitados a planes de inspección, procedimientos, certificados, registros de control e inspección, el cual se desarrollan durante todo el proceso de la construcción soldada, eso quiere decir antes, durante y después del proceso constructivo, la condición de un dossier de calidad podría darnos concretamente una visión real de cómo se llevó un proyecto en toda su etapa de construcción, al revisarlo se pueden sacar conclusiones importantes para valorar en nivel de confiabilidad que tiene una construcción soldada.

Cuando se revisa e investiga el “dossier de calidad” entregado por la municipalidad provincial Mariscal Nieto, la documentación entregada tienen una baja calidad de escaneado, pero no es limitante para realizar su revisión.

Indicar que los registros de inspección y control revisados se encuentran firmados por el ingeniero responsable de la contratista<sup>9</sup> y el gerente de la contratista que obtuvo la buena pro del bien para realizar la fabricación e instalación de estructuras metálicas, por parte de la entidad se evidencian firmas

---

<sup>8</sup> Estructura metálica de zona de juego de niños del bien en el en el proceso de adjudicación simplificada N° 011-2020-MPMN.

<sup>9</sup> Contratista que obtuvo la buena pro Delta Sur SAC





de sus profesionales como su ingeniero residente de la obra y 2 inspectores de obra.

Dentro de la investigación y búsqueda de información relevante con respecto al dossier de calidad se indica lo siguiente:

- ✓ Se verifica que el registro de inspección en la recepción de materiales, no cuenta con trazabilidad entre el registro y los certificados de calidad de materiales, inclusive el registro indica que no existe números de certificados de calidad de materiales, también se verifica que faltan listar materiales que se utilizaron en la construcción soldada, como se muestra en la imagen 9.

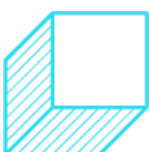
**Imagen 9**

*Sección del Registro de Recepción de Materiales*

DESCRIPCIÓN	CANT.	PROVEEDOR	GUIA DE REMISION	ORDEN DE COMPRA	NORMA TÉCNICA	NRO DE REQUERIMIENTO	CERTIFICADO DE CALIDAD
1 PIERRO LISO 1/2"	74	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 PIERRO LISO 3/8"	59	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 ANGULO DE 1 1/2" x 1 1/2"	82	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO CUADRADO DE 3"x4"x2.5 mm	4	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO CUADRADO DE 3"x3"x2.5 mm	1	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO DE 1 1/2" X 1 1/2" E=2.50 MM	5	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 PLANCHA METALICA DE 1/4"	7	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 PLANCHA METALICA DE 5/16"	5	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO DE FIERRO NEGRO RECTANGULAR DE 25 MM X 50 MM	11	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO DE FIERRO NEGRO REDONDO DE 1 1/2" E=3 MM	70	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO DE FIERRO NEGRO REDONDO DE 1 1/4" E=3 MM	106	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO DE FIERRO NEGRO REDONDO DE 2" E=3 MM	73	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO DE FIERRO NEGRO REDONDO DE 2 1/2" E=3 MM	101	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-
1 TUBO RECTANGULAR NEGRO 2"x3" E=2.5MM	6	DELTA SUR	001-000014	-	-	-	-

Fuente: (Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, 2021)

- ✓ Se verifica los registros de control dimensional final, de todos los componentes de las estructuras, se puede indicar que solo se encuentran algunos elementos de la etapa de fabricación y ningún registro de control dimensional de la etapa de instalación o montaje de la estructura metálica, los registros de control dimensional entregados no cuentan con planos o esquemas adjuntos que complementen los mismos y tracen las medidas obtenidas con un plano de fabricación, también se indica que en los registros no indican que plano de fabricación han seguido, según los registros de control dimensional indican que se encuentran desviaciones cuando se comparan las medidas teóricas y reales, lo que no se indica





cual es el criterio de aceptabilidad de las desviaciones obtenidas, como se muestra en la imagen 10.

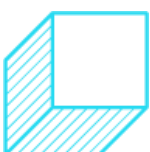
**Imagen 10**

*Recorte de Registro de Control Dimensional*

REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL FINAL										
PROYECTO:		CREACION DEL PARQUE RECREACIONAL DE LA ASOCIACION DE VIVIENDO LOPEZ ALBUJAR					O.T. <input type="checkbox"/> O.S. <input type="checkbox"/>			
OBRA:		ADQUISICION E INSTALACION DE ESTRUCTURA METALICA LIVIANA EN LOSA DEPORTIVA Y COBERTURA DE PLANCHA LAC ESTRIADA					Presupuesto:		5/389	
CLIENTE:		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO					Realizado por:			J.C
		Fabricación:		<input checked="" type="checkbox"/>		Montaje:		<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N° :				01		FECHA DE INSPECCION:		27/02/20		
PLANO N°:						ELEMENTO/EQUIPO:		CM- 1		
N°	CODIGO	MEDIDAS	A	B	C	D	E	F	OBSERVACIONES	
1	CM-1.A	TEORICO	3300	0	0	0	0	0		
		REAL	3296	0	0	0	0	0		
		ERROR	-4	0	0	0	0	0		
N°	CODIGO	MEDIDAS	TEORICO	3300	0	0	0	0		
			REAL	3299	0	0	0	0		
			ERROR	-1	0	0	0	0		
N°	CODIGO	MEDIDAS	TEORICO	3808	0	0	0	0		
			REAL	3806	0	0	0	0		
			ERROR	-2	0	0	0	0		
N°	CODIGO	MEDIDAS	TEORICO	3808	0	0	0	0		
			REAL	3805	0	0	0	0		
			ERROR	-3	0	0	0	0		
N°	CODIGO	MEDIDAS	TEORICO	4797	0	0	0	0		
			REAL	4796	0	0	0	0		
			ERROR	-1	0	0	0	0		
N°	CODIGO	MEDIDAS	TEORICO	4797	0	0	0	0		
			REAL	4796	0	0	0	0		
			ERROR	-1	0	0	0	0		

Fuente: (Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, 2021)

- ✓ Se verifica que el registro de preparación superficial no identifica a que estructura metálica corresponde, tampoco indica que controles de medioambiente se tomaron, no indica que equipos de medición de perfil de rugosidad se utilizaron, no indica cual es el perfil de medición medido, como se muestra en la imagen 11.





**Imagen 11**

*Recorte del Registro de Preparación Superficial*

REGISTRO DE PREPARACION SUPERFICIAL		RP-TP-2021 Pag. 1 de 1 Aprob. 06-MAR-2021 Revision: 00			
PROYECTO:	ADQUISICION E INSTALACION DE ESTRUCTURA METALICA LIVIANA EN LOSA DEPORTIVA Y COBERTURA DE PLANCHA LAC ESTRIADA	O.T. X O.S. <input type="checkbox"/>			
OBRA:	"CREACION DEL PARQUE RECREACIONAL DE LA ASOCIACION DE VIVIENDA LOPEZ ALBUJAR "	Presupuesto:	Si. 389.145,00		
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO	Realizado por:	J.C.O.LL.		
Fabricación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Montaje:	<input type="checkbox"/>		
REGISTRO N°:	01	FECHA DE INSPECCION:	03/03/2021		
NORMA TÉCNICA DE PREPARACION SUPERFICIAL:	SSPC-SP6				
ELEMENTO:	ARMADURA CM-01				
MATERIAL UTILIZADO:	ARENA SECA, TAMIZADA DE MALLAS 20 - 30				
CONTROL DE PARÁMETROS:	TEMP.	HUMEDAD			
CONTROLES A ELEMENTO/EQUIPO:					
CÓDIGO	FECHA	ARENADO	OBSERVACIONES	ACCIONES	RESULTADO
PS - CM01-01	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado
PS - CM01-02	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado
PS - CM01-03	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado
PS - CM01-04	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado
PS - CM01-05	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado
PS - CM01-06	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado
PS - CM01-07	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado
PS - CM01-08	03/03/2021	SSPC-SP6	-	-	Aprobado

Fuente: (Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, 2021)

- ✓ Se verifica que el registro de aplicación de pintura no identifica a que estructura metálica corresponde, tampoco indica cual es el sistema de recubrimiento protector (pintura) utilizado, los espesores medidos no tienen relación con los espesores requeridos como se muestra en la imagen 12.





**Imagen 12**

*Recorte de Registro de Aplicación Pintura*

DELTA SUR		REGISTRO DE APLICACIÓN DE PINTURA				QC-M-118 Pag 1 de 1 Aprob. 11 Nov. 13 Revisión: 00				
PROYECTO:	E ESTRUCTURA METALICA LIVIANA EN LOSA DEPORTIVA Y COBERTU				C.T. <input type="checkbox"/> O.S. <input type="checkbox"/>					
OBRA:	CREACION DEL PARQUE LOPEZ ALBUJAR				Presupuesto:					
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO				Realizado por:		J.C.O.F.L.			
APLICACIÓN DE PINTURA: <input checked="" type="checkbox"/>				RESANES DE PINTURA: <input type="checkbox"/>						
REGISTRO N°: 01		FECHA DE INSPECCION: 14 Marzo, 2021								
ESTRUCTURA TIPO: Remolado										
CÓDIGO / NORMA DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL: SSPC-SP6										
CÓDIGO / NORMA DE PINTADO: SSPC-P2										
ESPESOR TOTAL DE PINTURA:		12,02		1ra CAPA: 6,02		2da CAPA: 6				
ESPESOR DE PINTURA:		MIN.: 8		MAX.: 16						
CONTROL DE PARÁMETROS: TEMPERATURA: 22°C HUMEDAD: 22%										
CONTROLES DE ESPESOR DE PINTURA: ULTRIMETER										
CÓDIGO	FECHA	CAPA N°	ESPESORES (MILS)					PROMEDIO	INSPECCIÓN	
			E1	E2	E3	E4	E5		ACCIONES	RESULTADO
W01-01	17/03/2021	04	3,32	3,3	3	3	3	3,155	-	OK
W01-02	17/03/2021	04	3,31	3,29	2,99	2,98		3,1425	-	OK
W01-03	17/03/2021	04	3,32	3,27	3,1	3,05		3,185	-	OK
W01-04	17/03/2021	04	3,3	3,29	3,09	3,05		3,1575	-	OK
W01-05	17/03/2021	04	3,32	3,36	3,05	3,05		3,195	-	OK

Fuente: (Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, 2021)

- ✓ Se verifica que, en el registro de inspección visual de soldadura donde se especifica el código o norma de construcción es incorrecto indica AWS A5.110, el cual es una especificación para fabricar electrodos de soldadura y no una norma de construcción, ver la imagen 13.
- ✓ Se verifica que, en el registro de inspección visual de soldadura no indica plano de referencia, ni tampoco un mapa de soldadura, donde realizar la trazabilidad de las juntas soldadas, como se muestra en la imagen 13.
- ✓ Se verifica que, en el registro de inspección visual de soldadura donde indica el código del soldador W-01, no corresponde a ningún soldador calificado para su proyecto, tampoco se puede identificar a que persona corresponde, como se muestra en la imagen 13.

<sup>10</sup> AWS A5.1 Especificación para electrodos revestidos para proceso SMAW en aceros al carbono.







- ✓ Se verifica que, en el registro de inspección visual de soldadura no indica ningún WPS<sup>11</sup> utilizado, al no contar plano de referencia o mapa de soldadura tampoco se puede verificar si corresponde a una junta a tope, traslape, filete, como se muestra en la imagen 13.

**Imagen 13**

*Recorte de Registro de Inspección Visual de Soldadura*

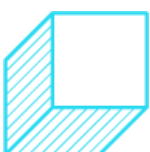
REGISTRO DE CONTROL VISUAL DE SOLDADURA						RC-VSOL-2020 Pag. 1 de 1 Aprob. - Revisión:		
PROYECTO: CREACION DEL PARQUE RECREACIONAL DE LA ASOCIACION DE VIVIENDA LOPEZ ALBUJAR				G.T. <input type="checkbox"/> O.S.O <input type="checkbox"/>				
SERVICIO / BIEN / OBRA: ADQUISICION E INSTALACION DE ESTRUCTURA METALICA LIVIANA EN LOSA DEPORTIVA Y COBERTURA DE PLANCHA LAC ESTRIADA				Presupuesto: S/388,145.00				
CLIENTE: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO				Realizado por: J.O.L.L				
Fabricación: <input checked="" type="checkbox"/>				Montaje: <input type="checkbox"/>				
REGISTRO N°: 1				FECHA DE INSPECCION: 15/03/21				
CODIGO/NORMA: AWS A5.1				EDICION:				
INCLUDE GRAFICO ADICIONAL: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>				ELEMENTO / EQUIPO: CM-1				
CROQUIS PLANO:								
INSPECCIONES:								
N°	CODIGO JUNTA	CODIGO SOLDADOR	FECHA	OBSERVACIONES	ACCIONES	WPS	TIPO DE JUNTA	RESULTADO
1	J-01	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
2	J-02	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
3	J-03	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
4	J-04	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
5	J-05	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
6	J-06	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
7	J-07	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
8	J-08	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK
9	J-09	W01	15/03/21	.	.	.	TOPE	OK

Fuente: (Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, 2021)

- ✓ Se verifica que, en el registro de inspección visual de soldadura, no cuenta con la firma de un inspector de soldadura, solo tiene firmas de su ingeniero responsable de la contratista y los profesionales de la entidad<sup>12</sup> como son su ingeniero residente de obra y sus 02 inspectores de obra, como se muestra en la imagen 14.

<sup>11</sup> WPS significa Especificación del procedimiento de soldadura

<sup>12</sup> Entidad corresponde a la municipalidad provincial Mariscal Nieto





**Imagen 14**

*Recorte de Registro de Inspección Visual de Soldadura*

Forma de Cráter:	BT	Concevidad:	IC	RESULTADO:
Forma longitudinal:	CC	Falta de Fusión:	IF	Aceptable: OK
Poros agrupados:	CL	Falta de Penetración:	IP	Rechazado: R
Exceso de Penetración:	CP	Porosidad:	P	Reparar: Rep.
Sonrección Externa:	EP	Socavación Interna:	IU	
Desalineamiento:	EU	Escoria Aislada:	ISI	
Exceso de espesor en refuerzo:	D	H-Le	HL	
Sobrepuntado:	SR	Cráter:	C	
Observaciones:	SP	Cateto deficiente	CD	

APROBACIÓN	Nombre: INSPECTOR DE SOLDADURA	Nombre: INGENIERO RESPONSABLE
	Firma:	Firma:
	Fecha:	Fecha: 12/02/2020





Fuente: (Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, 2021)

- ✓ Se verifica que, en el registro de calificación de soldador corresponde a otra empresa y el nombre y estampa de soldador no corresponde al soldador que realizo las soldaduras de las estructuras, como se muestra en la imagen 15.

**Imagen 15**

*Recorte de Registro de Calificación de Soldador*

<b>DIMETCO S.A.C.</b>		Welder Personnel Qualification (WPQ) Certificación de Calificación del Soldador (Ver Anexo 3 de la Norma S.01.105.100.015)	
Nombre	GUZMAN SOTA, EDGAR	Fecha Prueba	12/02/2020
DNI	42773855	Prueba No.	3
No. Estampa	GSC-DIM-S-001	Prueba	ADP/WB-4G-S-1020
Empresa	DIMETCO SAC	Prueba No.	DIM-WPS-SLIAV-0220
Division		Prueba con	AWS D1.1D1.1nt2015

Metal Base	Especificación	Tipo o Grado	Tamaño	Schedule	Espesor	Diámetro
Metal Base	ASTM A30				10.0	
Soldado a	ASTM A30				10.0	

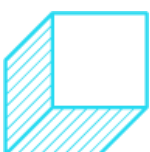
  

VARIABLES	Valores	Rango Calificado
Tipo de Junta	Soldadura de tipo CJP	Soldadura de ranura CJP, Fierte, Tapon, soldaduras de ranura en T, Y, K en FUP
Metal Base	del grupo I al grupo I	del grupo I al grupo I

Espesor de Placa	Ranura	Fierte	Ranura	Fierte
10.0			3.0 mm - 20.0 mm	limado

Fuente: (Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, 2021)





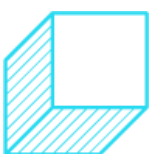
Como parte de la investigación de la problemática, se realiza la verificación física de las construcciones soldadas de tipo cobertura metálica; así también, se logra obtener los planos de la construcción soldada de las estructuras metálicas, por medio del mecanismo del sistema electrónico de contrataciones del estado (SEACE), donde se publicó el proceso para la contratación y adjudicación del bien (proceso de adjudicación simplificada N° 011-2020-MPMN), cabe indicar que se utiliza este recurso puesto que en el dossier entregado por la MPMN<sup>13</sup>, no se encontraban los planos de fabricación y montaje, en el cual se observan las siguientes consideraciones:

- ✓ Se verifica visualmente que la estructura metálica con denominación losa deportiva multiusos (ver imagen 16), en su proceso de montaje, se estaba realizando las soldaduras de campo con proceso de soldadura por arco con gas de protección, sin ninguna protección adicional para evitar el viento del medioambiente según se muestra en la imagen 17, en el reglamento nacional de edificaciones, título III edificaciones, capítulo III.2 estructuras, numeral E090 estructuras metálicas, capítulo 13 fabricación, montaje y control de calidad, en el numeral 13.2.4 Construcción soldada, en el ítem “e” requisitos mínimos de ejecución por soldadura (Ministerio de Vivienda C. y., 2021) indica lo siguiente:

*“Las soldaduras GMAW, GTAW, EGW, FCAW-G, no serán llevadas a cabo cuando haya una corriente de viento, a menos que la soldadura esté protegida. Tal protección deberá de ser de un material y forma apropiada para reducir la velocidad del viento en las proximidades de la soldadura a un máximo de 8 km/h”.*

---

<sup>13</sup> MPMN significa Municipalidad Provincial Mariscal Nieto





**Imagen 16<sup>14</sup>**

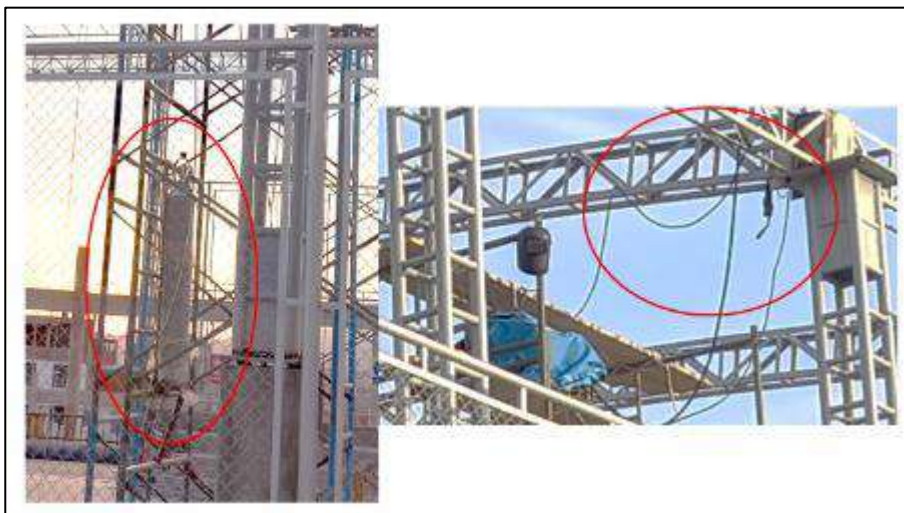
*Estructura Metálica en Proceso de Montaje*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

**Imagen 17**

*Equipos de Proceso de Arco con Gas*

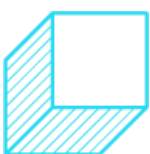


Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

- ✓ Se realiza la revisión de los planos de fabricación según las especificaciones técnicas de la estructura metálica del plano E-05 de la estructura metálica multiusos, indica que la soldadura debe realizarse con electrodos revestidos de clasificación E-7018 (ver imagen 18), el cual corresponde al proceso de soldadura por arco con electrodos revestidos (SMAW), como ven en la figura N°17, para el proceso de montaje se ha

---

<sup>14</sup> Estructura metálica de losa multiusos en su proceso de instalación o montaje.

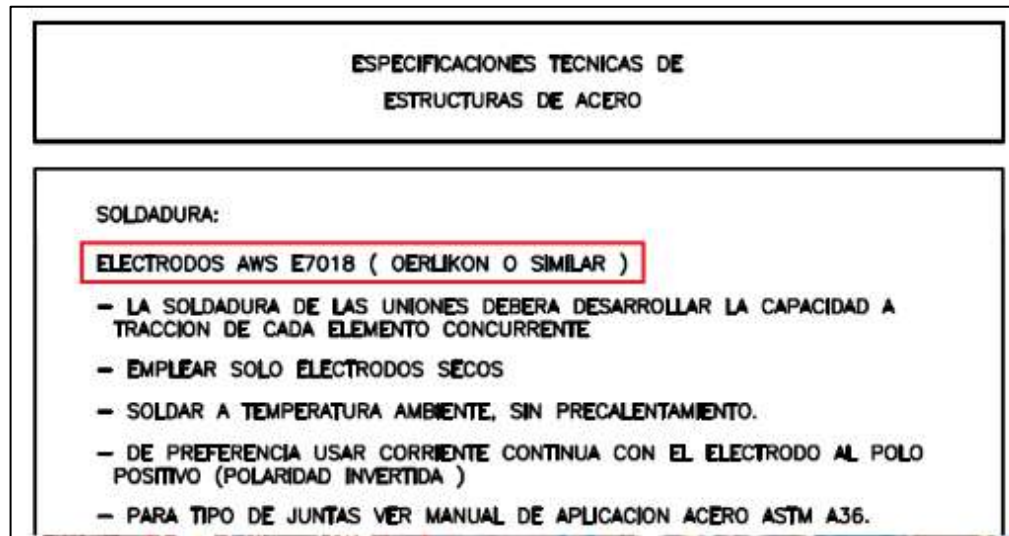




utilizado un proceso de soldadura por con protección gaseosa, al evidenciar en la figura un balón de gas de CO2 y equipos de soldar de voltaje constante y alimentadores de alambre el cual es evidente la exposición de la pistola de soldadura.

**Imagen 18**

*Sección de las Especificaciones Técnicas de Estructura de Acero<sup>15</sup>*

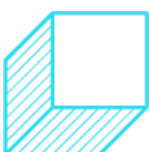


Fuente: (Sistema electrónico de contrataciones del estado, 2020)

- ✓ Se revisa el plano E-04 de la cobertura metálica de la losa deportiva multidisciplinaria, se indica que en las vigas principales con denominación “Tijeral T-2” según plano E-03 que en el lado de los extremos de la vigas principales no se ha instalado las 3 planchas de refuerzo de acero al carbono con clasificación ASTM A36 con un espesor del material de 6mm (ver imagen 20), en ninguna de las vigas principales (ver imagen 19), según el dossier de calidad entregado por el MPMN<sup>16</sup>, no se evidencia en los registros de control, ningún cambio a la ingeniería principal del proyecto.

<sup>15</sup> Corresponde al plano E-05 de la estructura metálica de la losa deportiva multidisciplinaria

<sup>16</sup> MPMN significa Municipalidad Provincial Mariscal Nieto



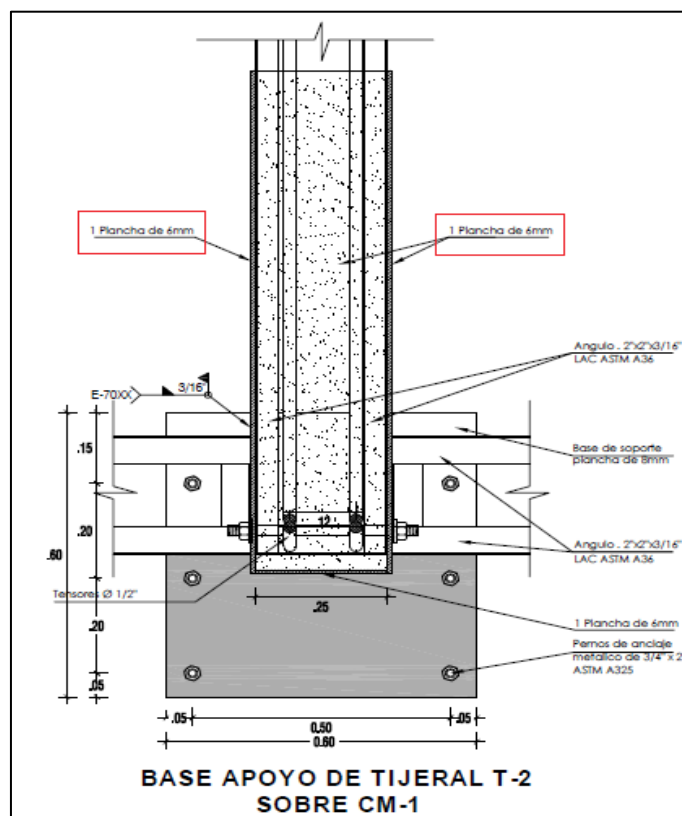


**Imagen 19**  
Viga Principal "Tijeral T-2"



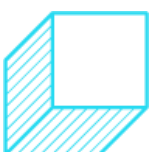
Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

**Imagen 20**  
Sección del Plano E-05<sup>17</sup>



Fuente: (Sistema electrónico de contrataciones del estado, 2020)

<sup>17</sup> En la imagen se indica encerrado en líneas rojas las planchas de 6mm

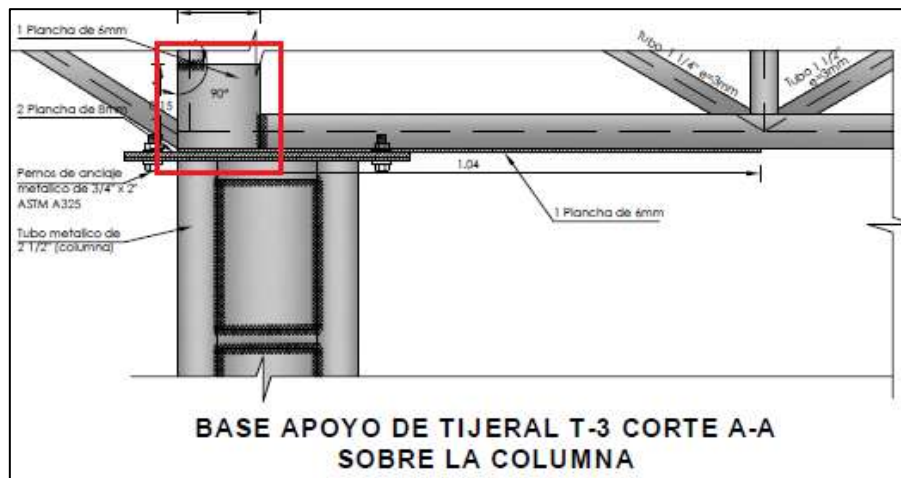




- ✓ Se revisa el plano E-05 de la cobertura metálica de patio de juego de niños, se indica que en las vigas con denominación “Tijeral T-3” deben contar con una cartela de refuerzo (ver imagen 21), en la imagen 22 se muestra que físicamente las cartelas de refuerzo no se encuentran instaladas, en el dossier de calidad entregado por la MPMN no se encuentra identificado ningún cambio de ingeniería respecto a lo indicado.

**Imagen 21**

*Sección del Plano E-05 de la Cobertura del Patio de Juegos*



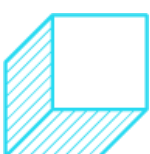
Fuente: (Sistema electrónico de contrataciones del estado, 2020)

**Imagen 22**

*Cobertura Patio de Juegos*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

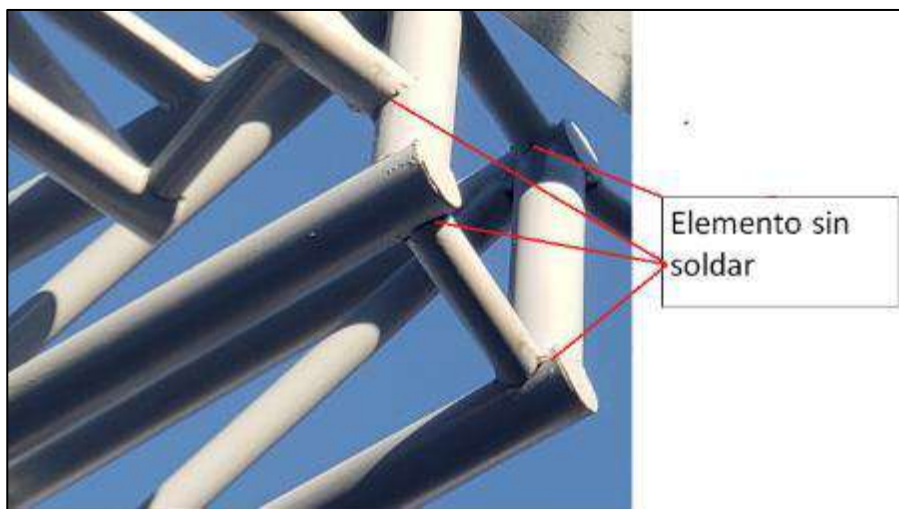




- ✓ Se verifica físicamente la cobertura metálica del patio de juego de niños y se observa que parte de las vigas de la estructura se encuentra sin realizar soldadura (ver imagen 23), esta imagen demostraría una falta de supervisión por parte de los especialistas de la contratista y los profesionales de la entidad.

**Imagen 23**

*Elementos de Vigas sin Soldadura*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

### **2.1.1. Identificación del problema**

Para identificar las causas que generarían la falta de confiabilidad de construcciones soldadas livianas se realiza un análisis de causa raíz a través del diagrama de espina de pescado.

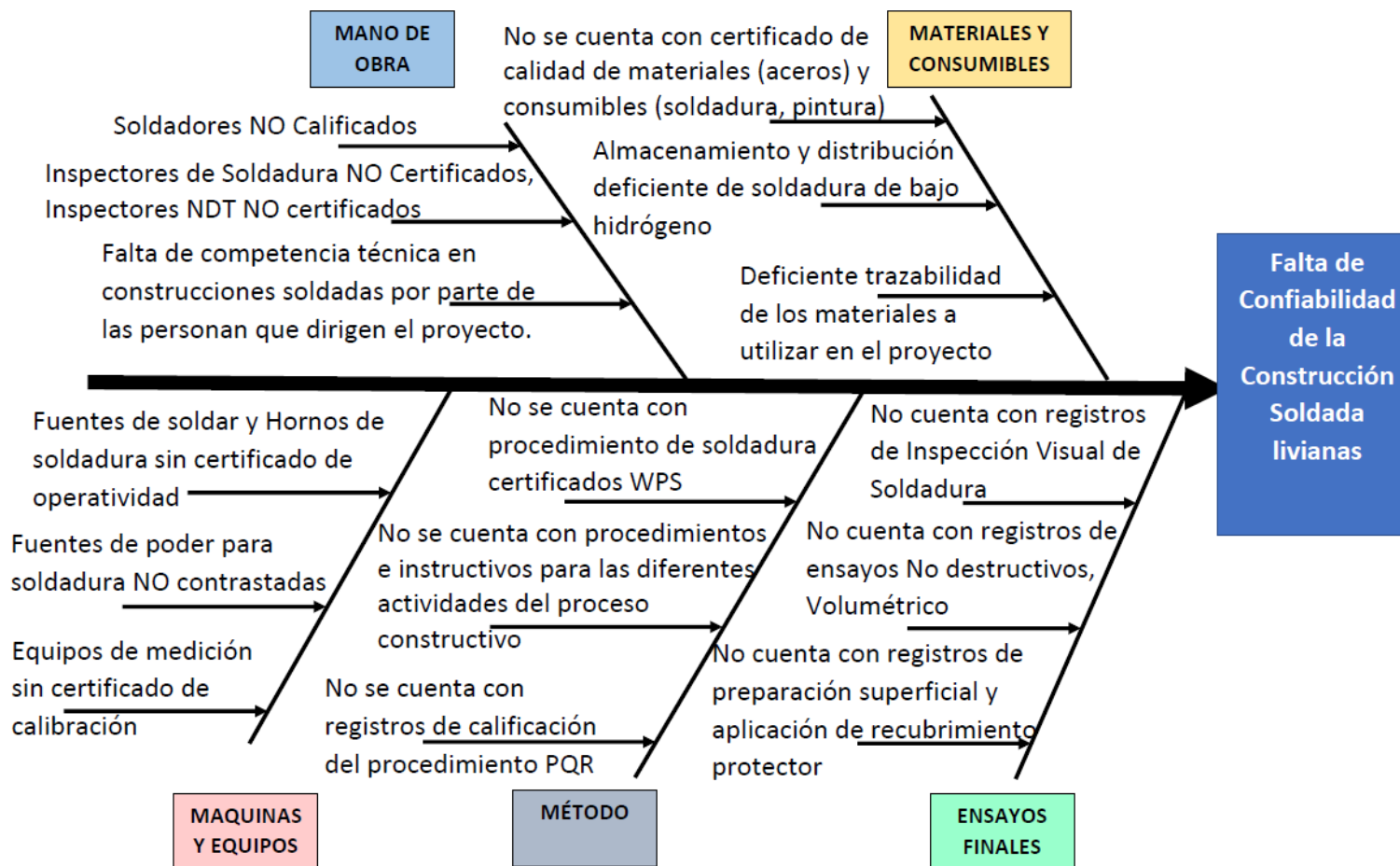






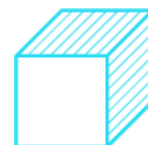
**Gráfico 3**

*Análisis de la Causa – Raíz del Problema*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





Se realiza el ordenamiento e identificación de las posibles causas y su valoración de nivel de criticidad con respecto a la problemática a desarrollar.

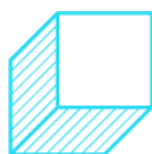
**Tabla 3**

*Valoración de Criticidad de las Causas de la Problemática*

FALTA DE CONFIABILIDAD EN CONSTRUCCIONES SOLDADAS LIVIANAS			
ítem	CAUSAS	Familia de causas	Nivel de criticidad <sup>18</sup>
1	Soldadores NO Calificados	Mano de obra	10
2	Inspectores de Soldadura NO Certificados, Inspectores NDT NO certificados	Mano de obra	10
3	Falta de competencia técnica en construcciones soldadas por parte de las personas que dirigen el proyecto.	Mano de obra	10
4	No se cuenta con procedimiento de soldadura certificados WPS	Método	9
5	No se cuenta con registros de calificación del procedimiento PQR	Método	9
6	No se cuenta con certificado de calidad de materiales (aceros) y consumibles (soldadura, pintura)	Materiales y consumibles	7
7	No se cuenta con procedimientos e instructivos para las diferentes actividades del proceso constructivo	Método	4
8	No cuenta con registros de Inspección Visual de Soldadura	Ensayos finales	4
9	No cuenta con registros de ensayos No destructivos, Volumétrico	Ensayos finales	4
10	Almacenamiento y distribución deficiente de soldadura de bajo hidrógeno	Materiales y consumibles	3
11	Equipos de medición sin certificado de calibración	Maquinaria y equipos	3
12	No cuenta con registros de preparación superficial y aplicación de recubrimiento protector	Ensayos finales	3
13	Deficiente trazabilidad de los materiales a utilizar en el proyecto	Materiales y consumibles	2
14	Fuentes de soldar y Hornos de soldadura sin certificado de operatividad	Maquinaria y equipos	2
15	Fuentes de poder para soldadura NO contrastadas	Maquinaria y equipos	1

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

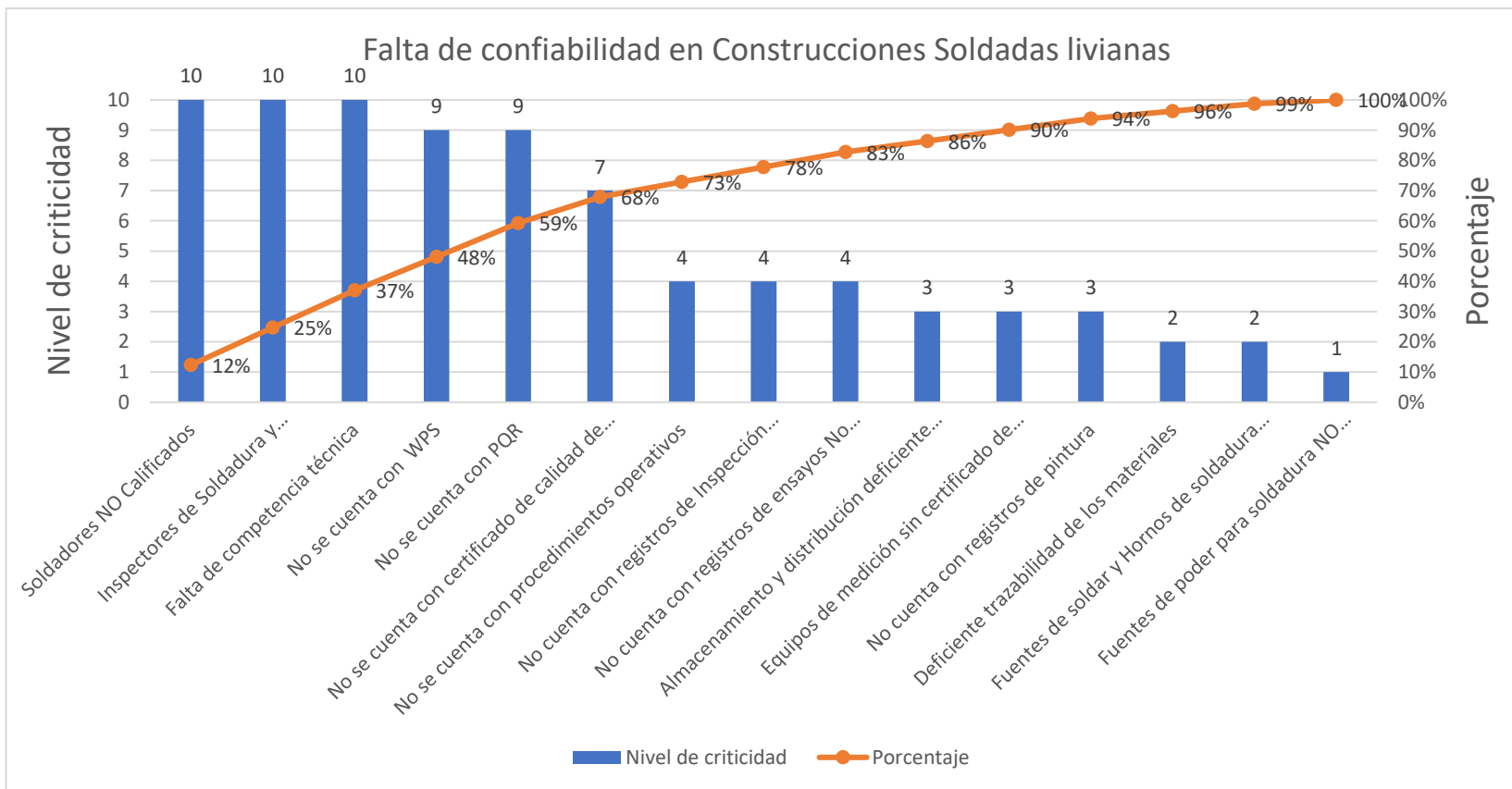
<sup>18</sup> 10 se considera muy alto y 1 muy bajo



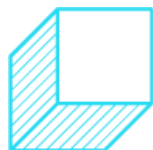


Se desarrolla un diagrama de Pareto para determinar las causas más críticas de la problemática a investigar.

**Gráfico 4**  
Análisis del Diagrama de PARETO



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





Los ítems con causas de mayor criticidad serían:

- ✓ Soldadores NO calificados.
- ✓ Inspectores de Soldadura NO Certificados, Inspectores NDT NO certificados,
- ✓ Falta de competencia técnica en construcciones soldadas por parte de las personas que dirigen el proyecto.
- ✓ No se cuenta con procedimiento de soldadura certificados WPS.
- ✓ No se cuenta con registros de calificación del procedimiento PQR
- ✓ No se cuenta con certificado de calidad de materiales (aceros) y consumibles (soldadura, pintura).

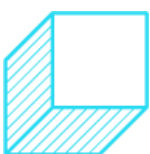
Conclusión del análisis del diagrama de Pareto:

- ✓ Los ítems 1,2,3,4,5 de la tabla N°3, obtienen el 68% de nivel de criticidad con respecto a la falta de confiabilidad en las construcciones soldadas livianas, los cuales se identifican en la familia de causas principales de “mano de obra y método”.
- ✓ Se reflejaría que el nivel mayor de criticidad se encuentra en las familias de causas principales de “mano de obra”, interpretándose que la falta de competencia técnica en el personal, influiría directamente en mayor proporción para obtener una baja confiabilidad en construcciones soldadas livianas en obras públicas de la región Moquegua.

### **2.1.2. Consecuencias del problema**

Las consecuencias de la problemática investigada serían las siguientes:

- ✓ Todos los hallazgos descritos anteriormente, son considerables para poder presumir que existiría una falta de competencia técnica en los profesionales que son parte del proyecto, esto a su





vez traería como consecuencia una alta probabilidad de falla de las construcciones soldadas livianas de obras públicas de la región Moquegua, que al ser sometidos a solicitaciones de cargas<sup>19</sup> que deberían resistir por diseño, pero por causas derivadas de un deficiente conocimiento constructivo de construcciones soldadas, generarían una falta de confiabilidad en las mismas; así como, revelaría una inminente falta de competencia técnica por parte del ingeniero responsable de la contratista, así también, los profesionales por parte de la entidad que son el ingeniero residente de obra y sus 2 inspectores de obra, que tienen la responsabilidad de supervisar y velar por el fiel cumplimiento de nuestro reglamento nacional de edificaciones enfocado a estructuras metálicas (E090), al no aplicar correctamente nuestro RNE<sup>20</sup>, los cuales ponen en riesgos la seguridad y salud pública de los usuarios finales, que vienen hacer la población en general.

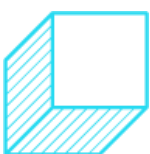
- ✓ Realizar construcciones soldadas con falta de confiabilidad, impactarían directamente en los costos de reparación, reforzamiento o cambio, de las construcciones soldadas, los cuales encarecerían el presupuesto del proyecto; así como, extendería el plazo de ejecución del mismo.
- ✓ En la región Moquegua solo el Gobierno Regional de Moquegua y la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto en los últimos años, vienen ejecutando proyectos de construcciones soldadas por un valor mayor a los 30 millones de soles<sup>21</sup>, una cifra bastante considerable para tener en cuenta y el impacto económico - social, que conlleva el éxito o fracaso de este tipo de proyectos.

---

<sup>19</sup> Cargas contempladas en el análisis estructural de ingeniería

<sup>20</sup> RNE significa Reglamento nacional de Edificaciones

<sup>21</sup> Según avance físico financiero del nivel de ejecución de la subgerencia de obras del 2021 del Gobierno Regional Moquegua, anexo 5





## 2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

¿De qué manera influiría la falta de competencia técnica en la confiabilidad de construcciones soldadas livianas en obras públicas de la región Moquegua?

## 2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de competencia técnica influiría en la confiabilidad de construcciones SOLDADAS LIVIANAS EN OBRAS PÚBLICAS DE LA REGIÓN MOQUEGUA.

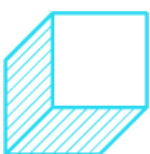
## 2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 2.4.1. Objetivo general

Desarrollar un conjunto de lineamientos que mejoren la competencia técnica con el fin de generar confiabilidad en las construcciones soldadas livianas de obras públicas de la región Moquegua.

### 2.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Aplicar la metodología PHVA, para generar la confiabilidad de construcciones soldadas livianas de obras públicas de la región Moquegua.
- ✓ Desarrollar procedimientos de soldadura (WPS) según requerimientos del proyecto.
- ✓ Realizar la calificación de soldadores según la exigencia del proyecto.
- ✓ Realizar un perfil de los mínimos requerimientos de capacitación y experiencia debe cumplir el inspector de soldadura y el examinador de ensayos no destructivos NDT.
- ✓ Desarrollar los mínimos requerimientos que se deben cumplir para el desarrollo de construcciones soldadas.





## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**





### 3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

Las construcciones soldadas livianas del sector público de la región Moquegua vienen a tener antecedentes importantes o de nivel alto, donde el grado de confiabilidad de su construcción influye directamente en la integridad de la construcción soldada.

Por otra parte, la ejecución de construcciones soldadas mantiene un alto nivel de complejidad para su ejecución, el cual solicita un elevado grado de conocimientos específicos, de técnicas de procesos de soldeo y ciencia de materiales, esto conlleva que es necesario que el personal que participa en esta clase de proyectos mantenga una competencia técnica específica para los mismos, así como lo indica Felipe Vallejo Jiménez (Vallejo, 2007), en su artículo de la revista derecho del estado de página N° 97-120, manifiesta lo siguiente:

Ahora bien: El principal obstáculo para la buena contratación de las obras públicas es el desconocimiento del papel que juegan los distintos actores que intervienen en la concepción y realización de los proyectos, a saber: el dueño de la obra, el diseñador, el constructor y el interventor. Y por eso mismo, todo trabajo que aspire a explicar las leyes que gobiernan la materia debe ofrecer al lector una descripción clara de las tareas que estos profesionales deben cumplir en sus respectivas esferas de competencia y poder así determinar las obligaciones que les incumben en relación con el proyecto específico en que han tomado participación.

La viabilidad del trabajo de investigación en base a la competencia técnica y su influencia en la confiabilidad en construcciones soldadas livianas en obras públicas de la región Moquegua, viene a fundamentarse cuando se ejecutan las construcciones soldadas livianas y existe una falta de competencia técnica en el personal que desarrolla la obra, influyen directamente en el nivel de confiabilidad constructiva de la construcción soldada.







En consecuencia, se ponen en riesgo la seguridad y salud pública de los usuarios finales de la construcción soldada liviana, que vienen hacer el público en general que hará uso de la mencionada infraestructura.

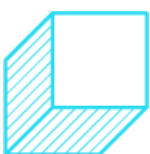
### **3.1.1. Antecedentes de la investigación**

#### **Antecedente internacional**

Como indica (Civi & Iren, 2021), en el artículo denominado “Efecto de la soldadura sobre la fiabilidad de las propiedades mecánicas en los materiales de acero AISI 1020 y AISI 6150”, publicado en la revista metalurgia específicamente en su introducción y conclusiones, describe:

La teoría de la confiabilidad es el enfoque matemático para resolver problemas de confiabilidad a través de medios estadísticos y estocásticos. El campo de la confiabilidad cubre una amplia y diversa gama de ciencias aplicadas (Klaassen y Van Peppen, 1990). La fiabilidad y la seguridad son importantes para las máquinas y los elementos de construcción. La medida estadística de la probabilidad de que un elemento mecánico no falle durante el uso se denomina confiabilidad de ese elemento. En el método de diseño de confiabilidad, es importante hacer una selección juiciosa de materiales, procesos y geometría para lograr un valor de confiabilidad específico (Tahrallı y Dikmen, 2004; Budynas y Nisbett, 2011). Muy pocos estudios han realizado estudios de confiabilidad en estructuras soldadas. Los resultados de estos estudios mostraron que los parámetros de soldadura influyen en la confiabilidad de las propiedades mecánicas de los materiales soldados (Colombo et al., 2019; Ku et.al., 2019).

La fabricación soldada es indispensable como método de fabricación debido a factores de economía y eficiencia. Sin embargo, el hecho de que las propiedades mecánicas de





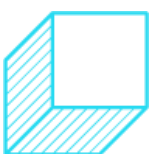
las estructuras obtenidas dependan de muchos parámetros, como el método de soldadura, el material de soldadura, los parámetros de soldadura, es un riesgo muy importante que los diseñadores de construcciones soldadas deben considerar. Este riesgo puede reducirse con análisis de fiabilidad que se realicen, al menos, en piezas críticas sobre construcciones soldadas. Además, el uso de energía podría evaluarse junto con las propiedades mecánicas y el análisis de confiabilidad en la selección de métodos y parámetros de soldadura en estudios futuros.

Como bien refiere el texto citado se busca comprender el nivel confiabilidad que existe en las construcciones soldadas, utilizando diferentes procesos de soldadura, así como, materiales estructurales de acero con diferentes grados de porcentajes de carbono para variar su nivel de soldabilidad. Lograr comprender cuál es el comportamiento mecánico y metalúrgico de los aceros cuando se someten a procesos de unión por soldadura de fusión, es fundamental para determinar el grado de confiabilidad de una construcción soldada.

### **Antecedente nacional**

Como indica (Ceron Ramos, 2019), en su informe de experiencia profesional para obtener el título profesional e Ingeniero Químico, que lleva por título, "Control de calidad de soldaduras industriales mediante ensayos no destructivos (END)", específicamente en su introducción describe:

La realización de una construcción con soldadura de calidad es muy importante, si el trabajo es en equipo conformado por el soldador, inspector y supervisor, puesto que permitirá que haya correcciones oportunas en las etapas de construcción y funcionamiento. Lo más importante es la detección de las discontinuidades en el





cordón de soldadura y las partes del elemento inspeccionado, evitando que existan fallas no detectadas; las mismas que podrían originar consecuencias catastróficas, gastos de materiales y poner en riesgo a lo más valioso que es nuestro capital humano.

Como se indica en el texto citado, la aplicación de ensayos no destructivos en diferentes etapas del proceso de construcciones soldadas, ayudaría a identificar discontinuadas de soldadura y que a la vez podrían convertirse en defectos, poniendo es riesgo la integridad de la construcción soldada y a la vez tener consecuencias considerables en costos para el proyecto, así como para la seguridad de los usuarios finales de la construcción soldada.

### **Antecedente local**

Como indica (Rivera Ventura, 2019), en su tesis de grado para obtener el título profesional e Ingeniero Mecánico Eléctrico, que lleva por título, “Desarrollo de un procedimiento para reducir los defectos en las juntas soldadas en los sistemas de tuberías instaladas en nodo energético sur”, específicamente en sus conclusiones describe:

Establecer procedimientos efectivos de soldadura para reducir los defectos y optimizar la junta soldada en sistemas de tuberías, se planteó como objetivo principal reducirlo y se logró mediante el desarrollo de un procedimiento de reducción de defectos, diseñado desarrollado y detallado para soldadura de tuberías de acero al carbono, que, utilizándolo correctamente, siguiendo ordenadamente paso a paso la secuencia recomendada, se logró, de manera efectiva, reducir los defectos en las juntas soldadas, prueba de ello, está contemplado en la tabla 14, este procedimiento de reducción de defectos, nos ha garantizado la obtención de





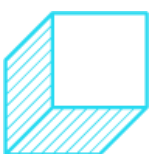
una soldadura de calidad y la optimización en el proceso de soldeo. Además, los reportes mostrados como prueba en la tabla 13, en los ensayos de soldadura son el resultado obtenido de la aplicación de este procedimiento, logrando de esta manera alcanzar los objetivos y reducir los defectos.

Como se indica en el texto citado, seguir un procedimiento de soldadura ya establecido y desarrollado técnicamente según los requerimientos de las normativas nacionales e internacionales, ayudan a reducir los costos de producción, así como, disminuir considerablemente los defectos de soldadura, lo que conlleva a rechazos y reparaciones, de las uniones soldadas.

### **3.1.2. Bases teóricas**

#### **Requerimiento de las normativas nacionales e internacionales para la construcción soldadas livianas.**

Se establece los requerimientos mínimos a cumplir según lo determinado por la normativa aplicable, para este tipo de construcción soldada liviana, el cual es una cobertura metálica de acero, el reglamento nacional de edificaciones E090 estructuras metálicas es aplicable, tanto para su diseño, fabricación y montaje del proyecto, específicamente el capítulo 13, fabricación, montaje y control de calidad, así mismo, el reglamento nacional de edificaciones en el ítem 10.2 Soldaduras (ver imagen 24), hace referencia al uso del código estructural de soldadura – acero AWS D1.1 .





**Imagen 24**

*Numeral 10.2 Soldaduras*

**10.2. SOLDADURAS**

Todo lo especificado en el Structural Welding Code Steel, AWS D1.1-96 de la American Welding Society, es aplicable bajo esta Norma, con excepción del Capítulo 10 – Estructuras Tubulares, que esta fuera de sus alcances, y las siguientes secciones que son aplicables bajo esta Norma en lugar de las del Código AWS que se indican:

Fuente: (Ministerio de Vivienda C. y., 2021)

El reglamento nacional de edificaciones, indica en el numeral 13.5 (ver imagen 25), que los materiales a utilizar y la mano de obra serán sujetos a inspección por inspectores calificados.

**Imagen 25**

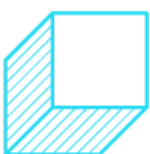
*Numeral 13.5 Control de Calidad*

**13.5. CONTROL DE CALIDAD**

El fabricante deberá proporcionar procedimientos de control de calidad hasta un nivel en que considere necesario para asegurar que todo el trabajo se realice de acuerdo con esta especificación. Además de los procedimientos de control de calidad del fabricante, el material y la mano de obra pueden ser sujetos a inspección en cualquier momento por inspectores calificados que representen al propietario. Si se requiere que tales inspecciones sean realizadas por representantes del propietario, esto deberá estar establecido en los documentos de diseño.

Fuente: (Ministerio de Vivienda C. y., 2021)

El reglamento nacional de edificaciones, solicita en el numeral 13.5.3 (ver imagen 26) ítem “a”, un control concurrente en toda la etapa del proceso de la construcción soldada





**Imagen 26**

*Numeral 13.5.3 Requerimientos Generales*

**13.5.3. Inspección de la Soldadura.**

**Requerimientos Generales**

- **Alcance**

**a) Inspección y Estipulaciones del Contrato.** La inspección y ensayo durante la fabricación serán realizados antes del ensamblaje, durante el ensamblaje, durante la soldadura y después de la soldadura para asegurar que los materiales y la mano de obra cumplan los requisitos de los planos y especificaciones técnicas.

Fuente: (Ministerio de Vivienda C. y., 2021)

El reglamento nacional de edificaciones, solicita en el numeral 13.5.3 (ver imagen 27) ítem “b” las bases para la calificación del inspector de las construcciones soldadas.

**Imagen 27**

*Bases de Calificación del Inspector*

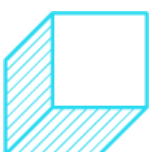
**b) Requerimiento de Calificación del Inspector.**

**Bases para la Calificación.** Los inspectores responsables de la aceptación o rechazo del material y la mano de obra empleada deberán de ser calificados. La base para la calificación del inspector deberá de ser documentada. Si el ingeniero proyectista elige especificar las bases para la calificación del inspector, estas deberán aparecer en los planos o especificaciones técnicas o documentos del contrato.

Las bases de calificación aceptables son las siguientes:

- 1) Inspector de soldadura certificado por el AWS.
- 2) Inspector de soldadura certificado por una institución autorizada para realizar este tipo de certificación.

Fuente: (Ministerio de Vivienda C. y., 2021)





El reglamento nacional de edificaciones (Ministerio de Vivienda C. y., 2021), solicita en el numeral 13.5.3 ítem “c” los requerimientos de inspección de los materiales y las actividades que el inspector de soldadura esta llamado hacer, el cual se cita a continuación:

### **Inspección de materiales**

El inspector deberá de asegurar que se use sólo materiales que cumplan los requisitos de esta Norma.

- Inspección de los Procedimientos de Soldadura (WPS) y de los Equipos:

El inspector deberá revisar todos los procedimientos a ser usados para el trabajo y deberá asegurarse que ellos cumplan los requisitos de esta Norma.

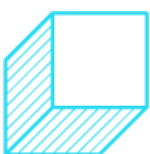
El inspector deberá inspeccionar los equipos de soldadura a usarse en el trabajo para asegurar que cumplan los requisitos de esta Norma.

- Inspección de la Calificación del Soldador

El inspector sólo debe permitir que la soldadura sea realizada por soldadores, operadores de soldadura y soldadores provisionales que sean calificados o deberá de asegurarse que cada uno de ellos haya demostrado previamente tal calificación bajo otra supervisión aceptable.

- Inspección del Trabajo y los Registros

El inspector deberá asegurar que el tamaño, la longitud y ubicación de todas las soldaduras cumplan los requisitos establecidos en los planos y que no se haya añadido soldaduras no especificadas sin aprobación.





El inspector deberá asegurarse que se haya empleado sólo procedimientos que cumplan las provisiones de esta Norma.

El inspector debe asegurarse que los electrodos se usen sólo en la posición y con el tipo de corriente y polaridad para los cuales están clasificados.

El inspector deberá, a intervalos adecuados, observar la preparación de juntas, las prácticas de ensamblaje, las técnicas de soldadura y los rendimientos de cada soldador, para asegurarse que se cumpla los requisitos de esta Norma.

El inspector deberá mantener un registro de calificaciones de todos los soldadores, así como de todas las calificaciones de los procedimientos de soldadura (WPS) u otros ensayos realizados y otras informaciones que se puedan requerir.

El inspector deberá examinar el trabajo para asegurarse que cumpla los requisitos de esta Norma. Otros criterios de aceptación, diferentes de aquellos especificados en la Norma, pueden ser usados cuando sean aprobados por el ingeniero proyectista. El tamaño y el contorno de la soldadura deberán de ser medidos con calibradores adecuados. El examen visual de grietas en soldaduras y en el metal base y otras discontinuidades deberá de ser realizado con luz potente y lunas de aumento u otros dispositivos que pueden ayudar.

El alcance del AWS D1.1 edición 2020 código estructural de soldadura acero (Sociedad americana de soldadura, 2020) se cita a continuación:







Este código contiene los requisitos para fabricar y montar estructuras de acero soldadas. Cuando este código se estipule en los documentos del contrato, se exigirá el cumplimiento de todas las disposiciones del código, excepto aquellas que el Ingeniero (ver 1.4.1) o los documentos del contrato modifiquen o eximan específicamente.

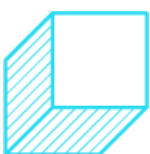
El alcance del AWS D1.3 edición 2018 código estructural de soldadura – planchas delgadas (Sociedad Americana de Soldadura, 2018) se cita a continuación:

Este código contiene los requerimientos para soldadura estructural en planchas delgadas, las planchas delgadas se refieren a las planchas con espesor nominal menor o igual a 5mm.

Cuando es usado en conjunto con el AWS D1.1 debe estar conforme con lo previsto del anexo A del AWS D1.3

### **El TSP y el ciclo PHVA**

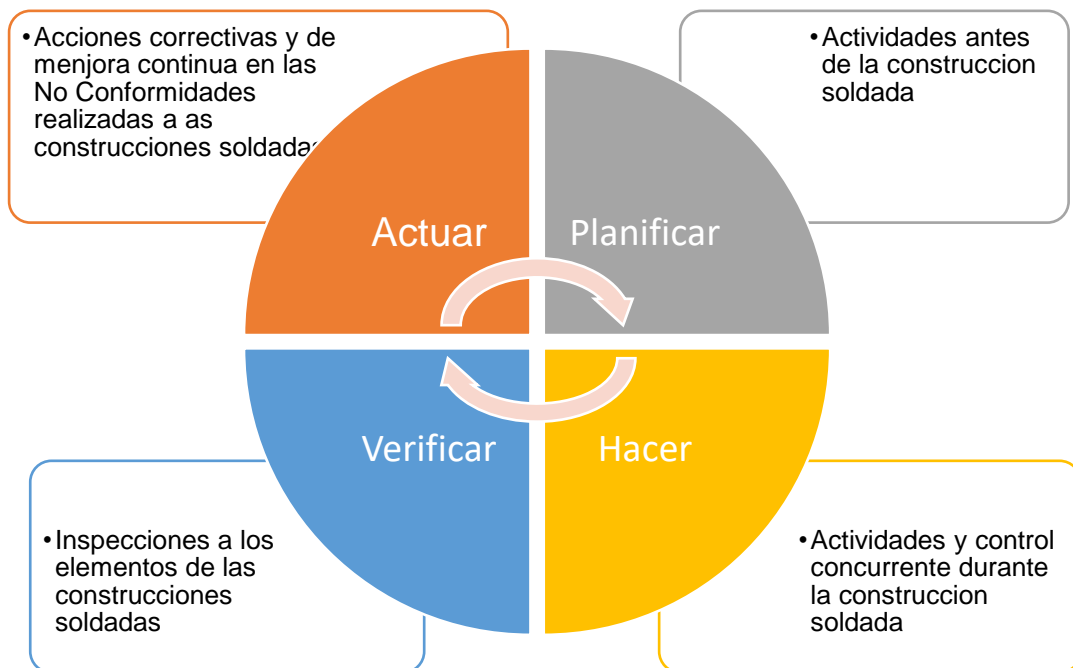
Para el desarrollo del trabajo se suficiencia profesional y el cumplimiento de la normativa nacional e internacional, como herramienta metodológica se utilizará el ciclo PHVA del Dr. W. E. Deming, que se fundamenta del siguiente gráfico N° 5 donde se vienen a configurar los pasos a utilizar para el desarrollo de la investigación y cumplimiento de los mínimos requerimientos para ejecutar construcciones soldadas livianas.





**Gráfico 5**

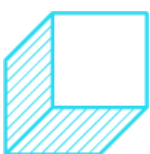
*Ciclo PHVA Construcciones Soldadas Livianas*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

### **A. Del ciclo primero – Planear**

- ✓ Determinar el perfil y competencia técnica que deben tener los profesionales y técnicos que van a ser parte de la ejecución de la construcción soldada.
- ✓ Revisar los tipos de junta que se van a realizar en la construcción soldada, según los planos de diseño, los cuales deben estar firmados y aprobados por el área de Ingeniería, a través de su ingeniero de la especialidad colegiado y habilitado.
- ✓ Revisar y registrar las clases de materiales que se van a utilizar en la construcción soldada.
- ✓ Determinar el o los procesos de soldadura que se van a utilizar en la construcción soldada.

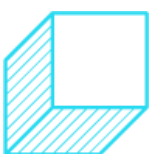




- ✓ Determinar el tipo de fuentes de poder y su capacidad, el cual se utilizará en la construcción soldada.
- ✓ Desarrollar el plan de puntos de inspección y ensayos que se van aplicar a la construcción soldada según los requerimientos del proyecto y normativas nacionales e internacionales que apliquen.
- ✓ Elaborar los procedimientos e instructivos operativos que se van aplicar en la construcción soldada.
- ✓ Realizar la lista de los equipos de medición y ensayo que se van a utilizar en la construcción soldada y solicitar su calibración.

## **B. Del ciclo segundo - Hacer**

- ✓ Desarrollar los procedimientos de soldadura (WPS) y registros de calificación del procedimiento (PQR), que se van aplicar en la construcción soldada.
- ✓ Realizar la calificación de soldadores, según los procedimientos de soldadura (WPS) elaborados, y los requerimientos de la construcción soldada.
- ✓ Realizar la recepción y control de los materiales base (planchas, perfiles, etc.) a utilizar, así como los consumibles (soldadura, discos, electrodos de tungsteno, gases, etc.), los cuales deben ser trazables con las guías de compra y certificados de calidad.
- ✓ Realizar la contrastación de mediciones de los equipos de soldadura (fuentes de poder) y accesorios (alimentadores, flujómetros).
- ✓ Realizar el habilitado y armado de los materiales que van a utilizarse en la construcción soldada y su control concurrente.





- ✓ Realizar la soldadura de la construcción soldada y su control concurrente.

### **C. Del ciclo tercero – Verificar**

- ✓ Verificar si los equipos de medición se encuentran con calibración vigente, según los requerimientos del proyecto.
- ✓ Realizar la inspección y registro del control dimensional de los componentes de la construcción soldada.
- ✓ Realizar el registro e inspección y visual de soldadura de los componentes a la construcción soldada.
- ✓ Realizar los registros y ensayos no destructivos según lo establecido en el plan de puntos de inspección y ensayos.

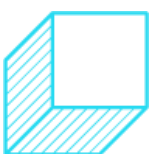
### **D. Del ciclo cuarto – Actuar**

- ✓ Realizar el levantamiento de las observaciones y/o No conformidades que existieran en la construcción soldada.
- ✓ Realizar una evaluación de las no conformidades del proyecto, para luego realizar una retroalimentación al personal con el fin de obtener oportunidades de mejora.

### **3.1.3. Bases Normativas**

Las bases normativas que se hacen referencia para el propósito de esta investigación son las siguientes:

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones E090 Estructuras metálicas, publicado por el ministerio de vivienda y construcción del Perú.
- ✓ AWS D1.1 edición 2020 código estructural de soldadura – Acero, publicado por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS)





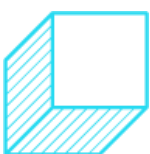
- ✓ UNE-EN ISO 13920 Soldeo, tolerancias generales en construcciones soldadas, dimensiones de longitudes y ángulos, forma y posición, publicado por la asociación española de normalización y certificación AENOR.
- ✓ AWS D1.3 edición 2018 código estructural de soldadura – Láminas de Acero, publicado por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS)
- ✓ AWS A3.0 edición 2020 estándar de términos y definiciones, publicado por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS)
- ✓ AWS A2.4 edición 2020 estándar de símbolos de soldadura, brazing y examinación No destructiva, publicado por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS)
- ✓ ASNT-TC-1A Practica recomendada edición 2020, calificación y certificación de personal de ensayos no destructivos.

### 3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto consiste en desarrollar un conjunto de lineamientos que mejoren la competencia técnica con el fin de generar confiabilidad en las construcciones soldadas livianas de obras públicas de la región Moquegua.

En la región de Moquegua en los últimos 5 años se han realizado varias obras públicas de construcción soldadas livianas, siendo el tipo de Cobertura metálica de acero la más concurrente, con la finalidad delimitar algunas variables que se deben considerar para el desarrollo del TSP se determina lo siguiente:

- ✓ Si se cuenta con Ingeniería del proyecto aprobada.
- ✓ Los materiales base a utilizar son de aceros al carbono de calidad ASTM A36 y ASTM A500.





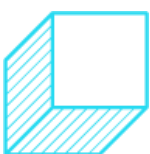
- ✓ Los espesores utilizados se encuentran entre 2mm a 12mm de espesor.

Se ha desarrollado un diagrama de flujo del proceso de construcciones metálicas, ver gráfico 6.

Para el análisis y solución a la problemática se ha utilizado como base la herramienta metodológica el ciclo PHVA del Dr. W. E. Deming, donde se ha identificado los requerimientos a desarrollar, así también, indicar que el objetivo principal es el de mejorar o complementar la competencia técnica de las personas que van hacer partícipe de este tipo de proyectos y elevar la confiabilidad de construcciones soldadas livianas en obras públicas de la región Moquegua.

Se ha elaborado la siguiente tabla 4 con la finalidad de listar los puntos a desarrollar.

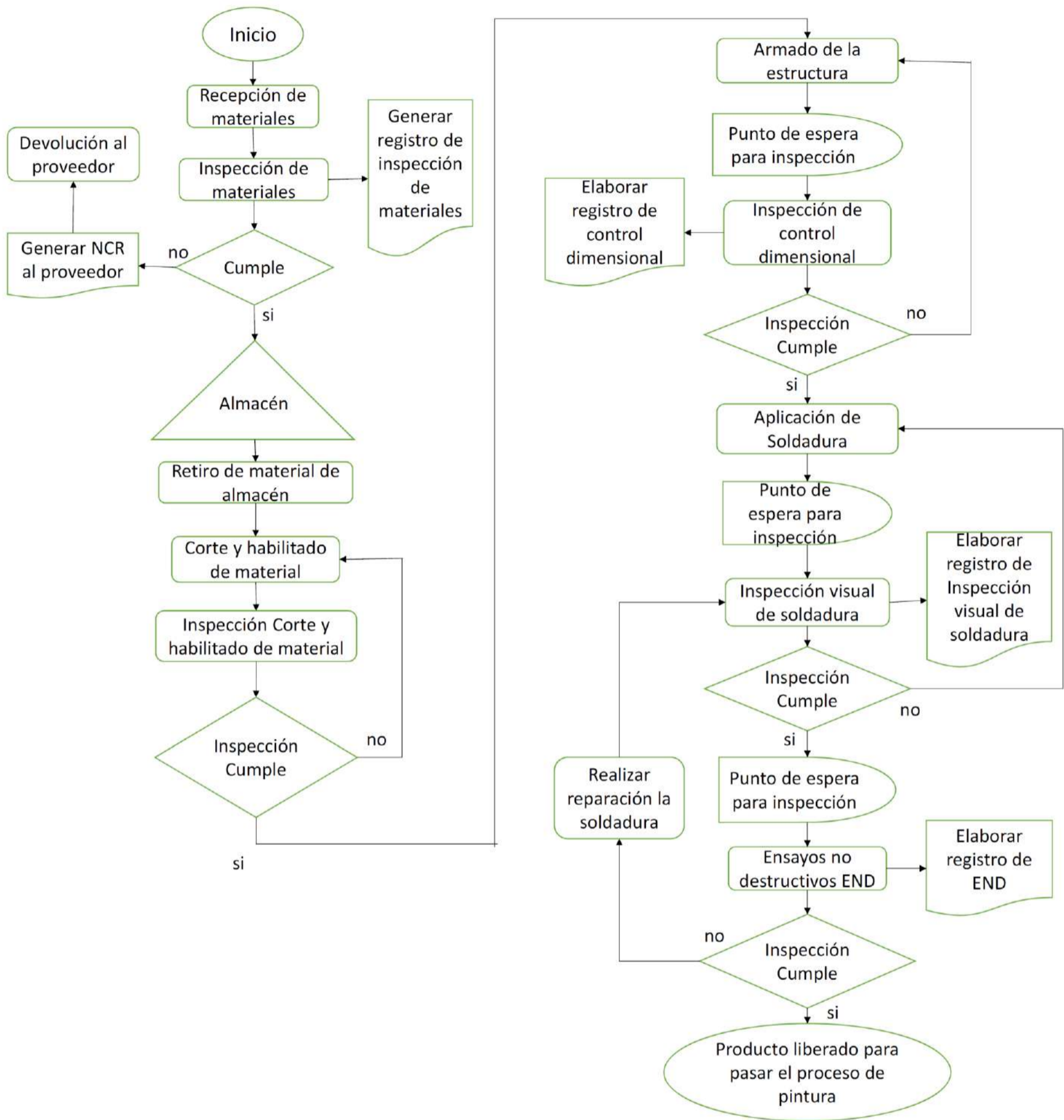
Se ha desarrollado el diagrama de proceso de las actividades listadas en la tabla 4, según su etapa del ciclo PHVA, ver gráfico 7.





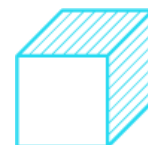
**Gráfico 6**

Diagrama de Proceso de Construcciones Soldadas



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





**Tabla 4**  
*Actividades a Desarrollar*

Ítem	Descripción de actividad	Etapas del ciclo
1	Revisar los tipos de junta que se van a realizar en la construcción soldada, según los planos de diseño, los cuales deben estar firmados y aprobados por el área de Ingeniería, a través de su ingeniero de la especialidad colegiado y habilitado.	Planificar
2	Revisar y registrar las clases de materiales que se van a utilizar en la construcción soldada.	Planificar
3	Determinar el o los procesos de soldadura que se van a utilizar en la construcción soldada.	Planificar
4	Determinar el tipo de fuentes de poder y su capacidad, el cual se utilizará en la construcción soldada.	Planificar
6	Elaborar los procedimientos e instructivos operativos que se van aplicar en la construcción soldada.	Planificar
7	Realizar la lista de los equipos de medición y ensayo que se van a utilizar en la construcción soldada y solicitar su calibración.	Planificar
8	Realizar el plan de puntos e inspección	Planificar
9	Desarrollar los procedimientos de soldadura (WPS) y registros de calificación del procedimiento (PQR), que se van aplicar en la construcción soldada.	Hacer
10	Realizar la calificación de soldadores, según los procedimientos de soldadura (WPS) elaborados, y los requerimientos de la construcción soldada.	Hacer
11	Realizar la recepción y control de los materiales base (planchas, perfiles, etc.) a utilizar, así como los consumibles (soldadura, discos, electrodos de tungsteno, gases, etc.), los cuales deben ser trazables con las guías de compra y certificados de calidad.	Hacer
12	Realizar la contrastación de mediciones de los equipos de soldadura (fuentes de poder) y accesorios (alimentadores, flujómetros).	Hacer
13	Realizar el habilitado y armado de los materiales que van a utilizarse en la construcción soldada y su control concurrente.	Hacer
14	Realizar la soldadura de la construcción soldada y su control concurrente.	Hacer
15	Verificar si los equipos de medición se encuentran con calibración vigente, según los requerimientos del proyecto.	Verificar
16	Realizar la inspección y registro del control dimensional de los componentes de la construcción soldada.	Verificar
17	Realizar el registro e inspección y visual de soldadura de los componentes a la construcción soldada.	Verificar
18	Realizar los registros y ensayos no destructivos según lo establecido en el plan de puntos de inspección y ensayos.	Verificar
19	Realizar el levantamiento de las observaciones y/o No conformidades que existieran en la construcción soldada.	Actuar
20	Realizar una evaluación de las no conformidades del proyecto, para luego realizar una retroalimentación al personal con el fin de obtener oportunidades de mejora.	Actuar

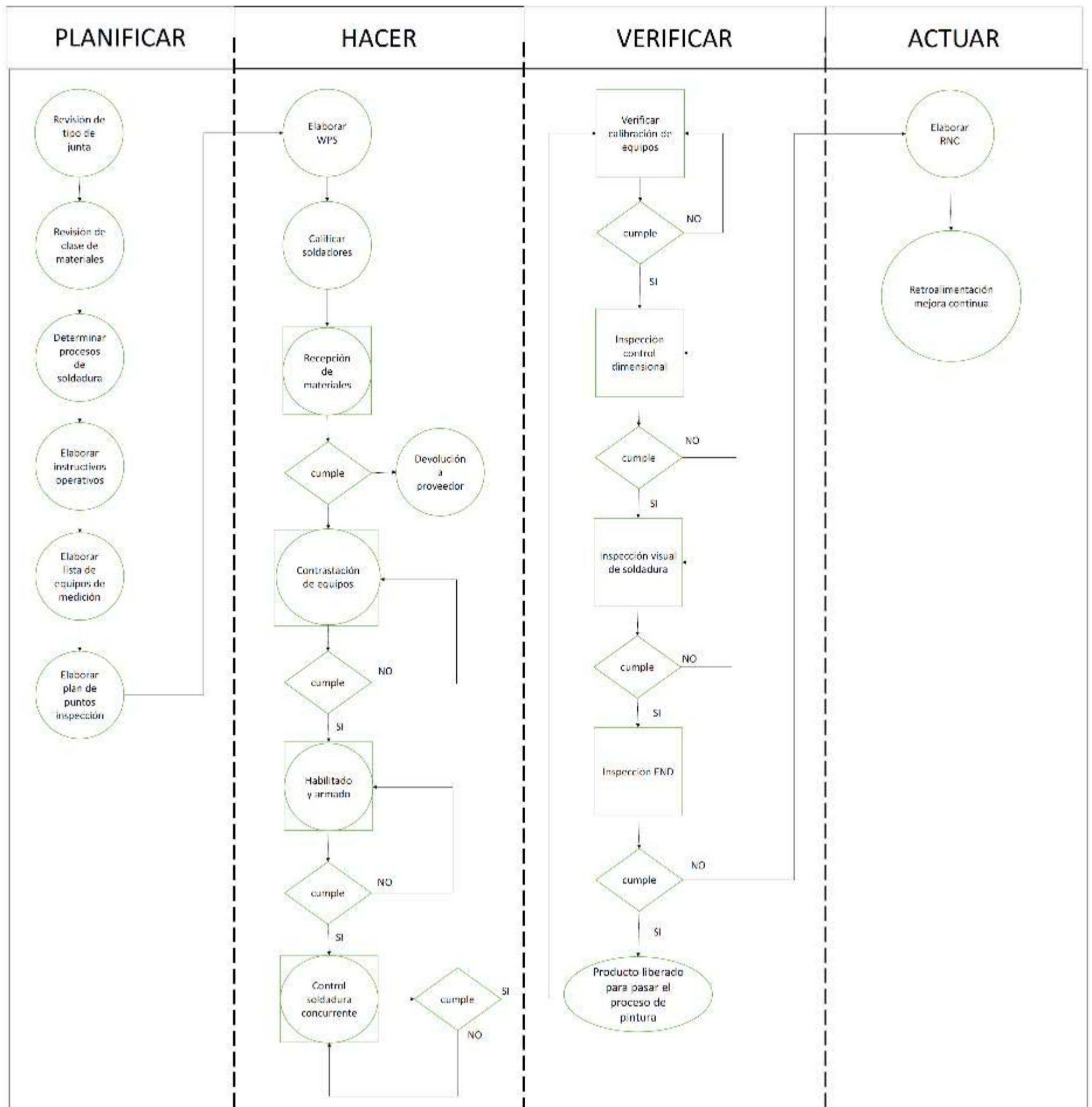
Fuente: (Mandamiento Valdez, 2022)







**Gráfico 7**  
Diagrama de Actividades Según el PHVA



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)



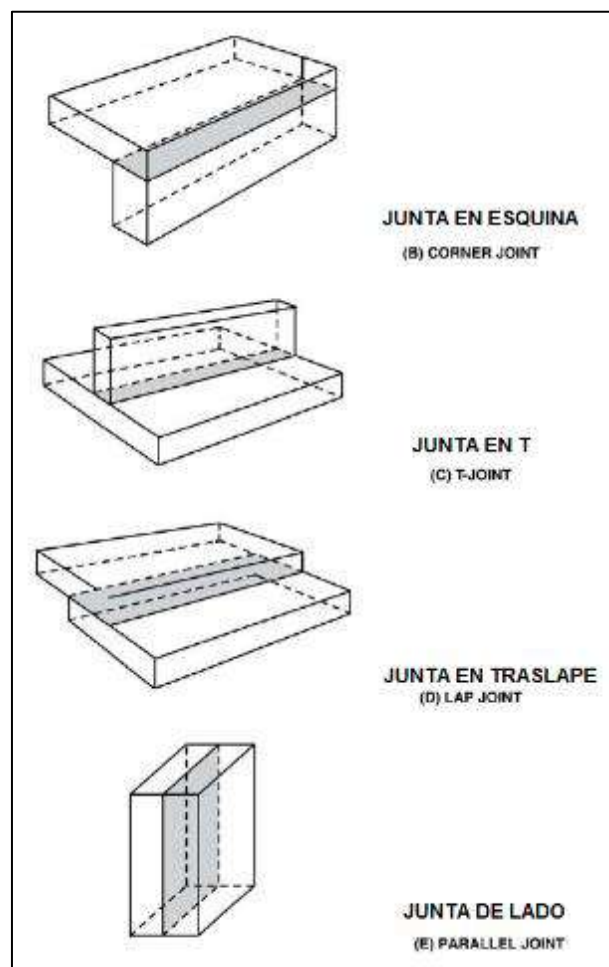


### 3.2.1. Actividades del ciclo Planificar

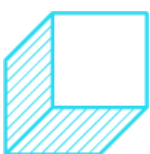
- A. Revisar los tipos de junta que se van a realizar en la construcción soldada, según los planos de diseño, los cuales deben estar firmados y aprobados por el área de Ingeniería, a través de su ingeniero de la especialidad colegiado y habilitado.
- ✓ Realizar un listado de tipos de junta que se van a utilizar según la revisión de los planos, los tipos de junta pueden ser: A tope, en T, traslape, de lado y en esquina. (Ver imagen 28)

**Imagen 28**

*Tipos de Junta Para Soldeo*



Fuente: (Sociedad Americana de Soldadura, 2020)

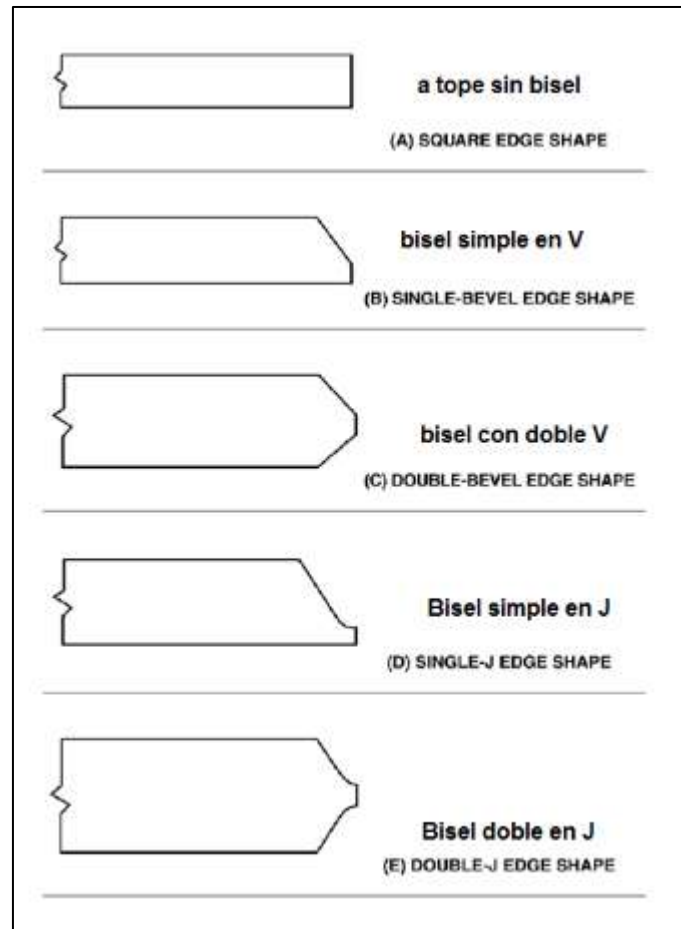




- ✓ Realizar un listado de diseños de junta que se van a utilizar, los diseños de junta pueden ser: como en V, en 1/2V, a filete, en doble V, en J. (ver imagen 29)

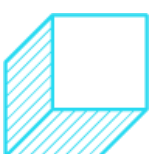
**Imagen 29**

*Tipos de Diseño de Junta Para Soldeo*



Fuente: (Sociedad Americana de Soldadura, 2020)

- ✓ Revisar los planos de fabricación y montaje, los cuales se deben encontrar en última revisión y aprobados para su ejecución, los planos cuando se elaboran para su revisión mantienen códigos alfabéticos (ejemplo Rev. A, B, C, etc.), cuando pasan a estar listos para su ejecución el código de revisión son numéricos (ejemplo Rev. 0,1,2, etc.).





**B. Revisar y registrar las clases de materiales que se van a utilizar en la construcción soldada.**

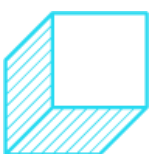
- ✓ Realizar un listado de los materiales base a utilizar en la construcción soldada, tener en cuenta estas consideraciones:
  - Para planchas, perfiles tipo ángulo, perfiles T, barras lisas y platinas, cumplen con el ASTM A36
  - Para tubos redondos, tubos cuadrados y tubos rectangulares cumplen con el ASTM A500 grado A o B.
  - Para pernos estructurales cumplen con el ASTM A307, ASTM A325 Y EL ASTM A490
  - Los pernos de anclaje cumplen con el ASTM F1554 grado 36
- ✓ Realizar un listado de los espesores de materiales base a unir, determinar cuál es el mayor y menor espesor a unir es importante, puesto que con estos valores se determinará que códigos de soldadura se van a utilizar, así como también, nos permitirá desarrollar WPS<sup>22</sup> y calificación de soldadores de acuerdo al proyecto.

La limitación del AWS D1.1 con respecto a espesores, es de 3mm a más, lo cual indica que no tienen alcance para espesores menores a 3mm.

La limitación del AWS D1.3 con respecto a espesores, es hasta 5mm de espesor, lo cual indica que no tienen alcance para espesores mayores a 5mm.

---

<sup>22</sup> WPS significa especificación del procedimiento de soldadura





Cuando se realizan construcciones soldadas livianas es común encontrar juntas de soldadura por un lado espesores menores a 3mm y por otro lado espesores mayores a 5mm, cuando ocurre esta situación se debe utilizar parcialmente ambos códigos AWS D1.1 Y AWS D1.3, los lineamientos a seguir en estos casos los indica en el Anexo A del AWS D1.3.

**C. Determinar el o los procesos de soldadura que se van a utilizar en la construcción soldada.**

- ✓ El código AWS D1.1 nos indica que cuando se utilicen WPS precalificados solo se podrán realizar soldaduras con los procesos SMAW, SAW, FCAW, GMAW (excepto transferencia por corto circuito), si se va a utilizar otros procesos de soldadura se deben realizar WPS calificados por prueba.
- ✓ Determinar el o los procesos o combinación de ellos, es fundamental para continuar con la planificación del proyecto, cada proceso de soldadura mantiene ciertas características que mejoran o disminuyen la productividad y calidad de soldadura, en la figura A1 (ver imagen 30) del AWS A3.0 nos muestra una cartilla maestra de los procesos de unión por soldadura, como se muestra existen una gran variedad de procesos de soldadura, la elección de los mismos requiere un gran conocimiento y especialización en el campo de soldadura.
- ✓ Para las construcciones soldadas livianas es recomendable utilizar para su etapa de fabricación procesos de soldadura semiautomáticos, FCAW y GMAW, y para la etapa de montaje utilizar proceso de soldadura manual como el SMAW.





Imagen 30

Cartilla Maestra de Procesos de Soldadura

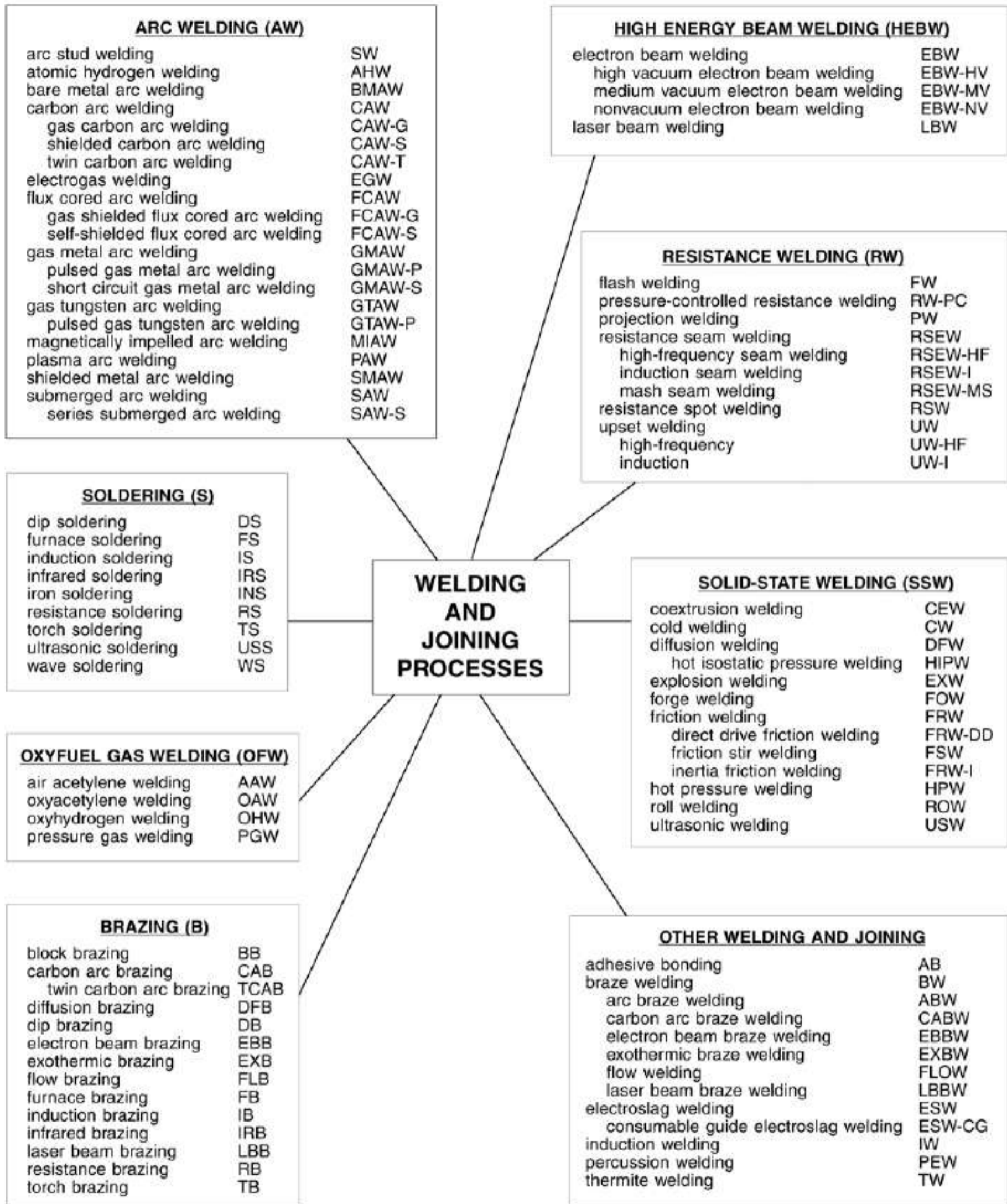


Figure A1—Master Chart of Welding and Joining Processes

Fuente: (Sociedad Americana de Soldadura, 2020)



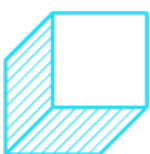


**D.** Determinar la cantidad, el tipo de fuentes de poder y su capacidad, el cual se utilizará en la construcción soldada.

- ✓ Una vez determinado el proceso de soldadura utilizar es necesario establecer el tipo de fuentes de poder a utilizar, iniciando con el tipo de energía de entrada hacia las fuentes de poder, que pueden ser de entrada corriente monofásica 220V o corriente trifásica 380V, el éxito de la soldadura, es garantizar una buena calidad de corriente, la cual debe ser adecuada para cada fuente de poder, el balance de energía en la red eléctrica es de gran importancia, para que las fuentes de poder puedan llegar a entregar energía estable y en consecuencia realizar soldadura de gran rendimiento y calidad.
- ✓ Es necesario conocer en las fuentes de poder su factor de marcha u operación, este dato nos va a permitir relacionar cual será el rendimiento de nuestros equipos, vamos a realizar con un ejemplo con una placa de identificación de una fuente de poder (ver imagen 31), para este caso es una fuente de poder de voltaje constante, donde tiene un factor de operación de 50%, 60% y 100%, también indican una intensidad de 400A, 365A y 280A.

Con estos datos la fuente de poder nos está indicando que al 50% de capacidad se podrá utilizar una corriente máxima de 400A, al 60% una corriente máxima de 365A y al 100% una corriente máxima de 280A.

- ✓ La interpretación de este enunciado es el siguiente, cuando se indica que la fuente de poder está al 50% significa que de cada 10 minutos transcurridos solo 5 minutos puede estar realizando soldadura, a una intensidad de 400A, la misma interpretación es para el caso de 65% y 100%, claro esta que esta fuente de poder del ejemplo que estamos





desarrollando, al utilizar 280A o menos la fuente de poder podría trabajar en todo momento sin parar.

Conocer estos datos son importantes para determinar qué capacidad de producción voy a requerir para el proyecto.

**Imagen 31**

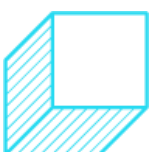
*Tarjeta de Fuente de Poder*

ORIGO™ Mig L405		Ser.No. 331-839-1805			
		IEC/EN 60974-1 IEC/EN 60974-10			
	$U_o = 46V$	50A/16.5V - 400A /34.0V			
		X	50%	60%	100%
		$I_2$	400A	365A	280A
		$U_2$	34.0V	32.0V	28.0V
	$U_i = 230V$	$I_{1max} = 45.0A$	$I_{1ref} = 20.0A$		
	$U_i = 400-415V$	$I_{1max} = 28.0A$	$I_{1ref} = 14.2A$		
	$U_i = 500V$	$I_{1max} = 20.0A$	$I_{1ref} = 14.2A$		
	$U_i = 230V$	$I_{1max} = 45.0A$	$I_{1ref} = 31.9A$		
	$U_i = 400-460V$	$I_{1max} = 22.0A$	$I_{1ref} = 15.8A$		

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

**E.** Desarrollar el plan de puntos de inspección y ensayos que se van aplicar a la construcción soldada según los requerimientos del proyecto y normativas nacionales e internacionales que apliquen.

- ✓ El desarrollo de este documento es de importancia alta, aquí es donde se plasman las actividades del proceso de construcción, se establecen las actividades de control para cada actividad del proceso de construcción, se indica claramente el criterio de aceptación, que personal de inspección es necesario que se encuentre presente en la actividad, que formatos de control se deben generar y cuál será la frecuencia del control establecido.







- ✓ En la figura 32 se muestra un ejemplo de cómo realizar este plan de puntos de inspección, así mismo cabe indicar, que los criterios de aceptación y la frecuencia deben establecerse de acuerdo a la siguiente prelación de documentos:
  - Lo que solicite el área de Ingeniería del proyecto o cliente.
  - Procedimientos o instructivos establecidos por el cliente.
  - Códigos o Reglamentos Nacionales
  - Códigos o normas internacionales.
  - Especificaciones en general.
  
- ✓ Las actividades del proceso deben establecerse según el conocimiento y experiencia en la construcción soldada, las actividades de control deben ser específicas, se debe determinar el tipo de actividad según leyenda, el alcance de la inspección donde se indica si la presencia de los inspectores es obligatoria u opcional, se debe indicar el criterio de aceptabilidad, el formato de registro que se deben utilizar y la determinar la frecuencia de la inspección.

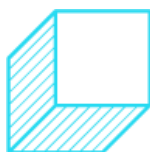




**Imagen 32**  
Plan de Puntos de Inspección

		PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN					SMV-PPI-001		
		CONTROL DE CALIDAD					Revisión:	1	
		FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS					Fecha:	10/11/2020	
Proyecto:				Ubicación: MOQUEGUA		PPI N°: SMV-PPI-MOQ-001			
Código de Proyecto:				Cliente:		Fecha: 18/02/2022	Página: 1 de 1		
Disciplina: CIV <input type="checkbox"/> MEC <input type="checkbox"/> EST <input checked="" type="checkbox"/> PIP <input type="checkbox"/> ELE <input type="checkbox"/> INS <input type="checkbox"/> SAN <input type="checkbox"/>						División: EDF <input type="checkbox"/> ELC <input checked="" type="checkbox"/> CIV <input type="checkbox"/>			
N°	Actividades del Proceso de Construcción	RAC	Actividades de Control	Alcance			Criterio de aceptación. Referencias/Normas	Formato de Inspección	Muestra / Frecuencia
				Tipo	JGL	Cliente			
1.1	1. Recepción y Almacenamiento de Materiales	A	Revisión de Documentos Técnicos y Certificados de Calidad.	I	HP	N/A	De acuerdo a EE.TT. del Proyecto y Planos aprobados para construcción	SMV-RAM-01	Cada vez que llegan las Materiales
1.2		A	Revisión de Materiales.	I	HP	WP			
1.3		P C	Correspondencia del suministro con Planos y EE.TT.	I	HP	WP			
1.4		A	Condiciones atmosféricas: (humedad y temperatura).	I	HP	N/A	Acero: A la interperie sobre tacos de madera, de acuerdo a EE.TT. Pintura: Dentro de ambiente con techo y ventilación natural, de acuerdo a Hoja Técnica del Producto. Soldadura: Según instructivo de control de consumibles de soldadura JGL-CA-IN-003		Según requerimiento
2.1	2. Habilitado y Armado	P	Trazo, Corte y Armado	I	HP	WP	Control dimensional con tolerancias según la tabla 1 del ISO 13920 clase B:	SMV-CD-01	En proceso al 100%
3.1	3. WPS, Especificación del Procedimiento de Soldadura	P, C	Verificar el material base. Determinar el proceso de soldadura a usar. Escoger el electrodo o material de aporte a usar.	I	HP	WP	AWS D1.1 2020 Capítulo 5 WPS PRECALIFICADOS / Capítulo 6 CALIFICACIÓN DE WPS	SMV-WPS-QC-01	100%
4.1	4. PQR, Calificación del Procedimiento de Soldadura	P, C	Preparar la (s) probetas de acuerdo al WPS. Soldar siguiendo el WPS correspondiente.	I	HP	WP	AWS D1.1 2020 Capítulo 6 CALIFICACIÓN DE WPS	SMV-PQR-QC-01	100%
4.2		P, C	Realizar los Ensayos correspondientes de acuerdo al código de calificación del procedimiento	P	HP	WP		Documento externo	100%
5.1	5. WPQ, Calificación del Soldador	P, C	Preparar la (s) probetas de acuerdo al WPS. Realizar los Ensayos de la probeta de RT o doblez de acuerdo al código de calificación	I, P	HP	WP	AWS D1.1 2020 Capítulo 6 CALIFICACIÓN DE SOLDADOR	SMV-WPQ-QC-01	100%
6.1	6. Soldadura	C	Inspección visual de Soldadura	I	HP	WP	Según JGL-CA-IV-01 Procedimiento de Inspección Visual de soldadura / AWS D1.1 Capítulo 6 Inspección	SMV-IV-QC-01	En proceso al 100%
7.1	7. Ensayos No Destructivos	C	Verificación de uniones soldadas por ensayos No Destructivos:	P	HP	WP	Según el capítulo 8 de INSPECCIÓN del código AWS D1.1 2020	Formato de empresa externa de END	* Juntas de penetración completa = 100% Ultrasonido o Gammagrafia * Juntas a penetración parcial 50% de Líquidos penetrantes. * Juntas a filete 10% de líquidos penetrantes.
RAC - Responsable de Actividad de Construcción		Tipo de Actividad de Control			Alcance de la Inspección				
A	Almacén del Proyecto	I	Inspección Visual & Mecánica	HP	Aprobación con presencia obligatoria				
P	Producción	P	Prueba (sobre el entregable en campo)	WP	Aprobación con presencia opcional				
C	Aseguramiento y Control de Calidad	E	Ensayo (sobre especimen @ Laboratorio)	IP	Punto de Control Interno				

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





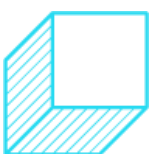
**F.** Elaborar los procedimientos e instructivos operativos que se van aplicar en la construcción soldada.

- ✓ Realizar los procedimientos e instructivos operativos para las actividades de la construcción soldada, los cuales deben plasmar las actividades que se desarrollan en el proyecto de construcción, los cuales deben darse a conocer al personal involucrado en cada tarea específica, para este tipo de proyectos se recomienda implementar como mínimo los siguiente instructivos operativos de trabajo:

- Instructivo de soldadura en elementos estructurales.
- Procedimiento de inspección visual de soldadura.
- Uso de galgas para la inspección visual de soldadura.
- Procedimiento de calificación de Soldadores.
- Procedimiento del ensayo de Doblado.
- Procedimiento de elaboración y calificación de procedimientos de Soldadura.
- Instructivos de control de consumibles de soldadura.
- Procedimiento de ensayos No destructivos.

**G.** Realizar la lista de los equipos de medición y ensayo que se van a utilizar en la construcción soldada y solicitar su calibración.

- ✓ Según lo establecido el plan de puntos de inspección y con relación de las actividades de control se debe implementar equipos de medición y su calibración de los mismos, para





las actividades de construcciones soldadas livianas, los mínimos equipos son los siguientes:

- Flexómetro de 8 metros
- Flexómetro de 50 metros
- Galga de soldadura Bridge cam.
- Galga de soldadura Fillet Weld 7 piezas
- Galga de soldadura V-WAC
- Calibrador o vernier
- Micrómetro de exteriores e interiores
- Anemómetro
- Luxómetro
- Medidor de temperatura de superficie laser
- Medidor de temperatura ambiente
- Espejos de inspección de soldadura
- Amperímetro y voltímetro de corriente continua

### **3.2.2. Actividades del ciclo Hacer**

- A.** Desarrollar los procedimientos de soldadura (WPS) y registros de calificación del procedimiento (PQR) si se requiere, que se van aplicar en la construcción soldada.

Para desarrollar esta parte primero debemos comprender que significa WPS y PQR, el cual se explica a continuación:

- ✓ WPS es la abreviatura de Welding Procedure Specification, que traducido al español significa “Especificación del





Procedimiento de Soldadura”, que es básicamente el documento escrito donde nos indica de forma completa de cómo realizar una exitosa unión soldada (variables como material base, material de aporte, posición, diseño de junta, temperaturas de pre y post calentamiento, progresión, técnica, etc.), este WPS puede ser precalificado o calificado por ensayos, esto va a depender de la forma de realizar el WPS y el tipo de Código o Norma a utilizar. Los Inspectores de Soldadura deben revisar los WPS, estos mismos deben garantizar su completa aplicación a través de su difusión y control hacia las personas que lo aplican, que son directamente los Soldadores Calificados.

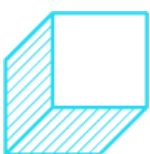
- ✓ PQR es la abreviatura de Procedure Qualification Record, que traducido al español significa “Registro de Calificación del Procedimiento”, para indicar que significa este documento, primero vamos a indicar que solo se utiliza cuando se realizan WPS que son calificados por ensayos, entonces iniciamos con lo que significa, como su nombre lo dice es un registro de calificación, es la etapa previa antes de desarrollar el procedimiento final WPS, aquí es donde proponemos las diferentes variables que se utilizan en la soldadura (material base, material de aporte, posición, diseño de junta, temperaturas de pre y post calentamiento, progresión, técnica, etc.), todas estas propuestas salen del conocimiento y experiencia de o las personas que están elaborando el PQR, una vez que se tiene una exitosa soldadura visual es que se extraen probetas para que sean ensayadas en un laboratorio, el tipo y cantidad de ensayos lo define el código o norma que están utilizando, después de obtener un resultado satisfactorio de estos ensayos, es que se procede a plasmar en un documento escrito estas variables utilizadas que inicialmente eran propuestas, ahora





ya se vuelven las variables de soldadura calificadas que dicho de otro manera es el Registro de Calificación del Procedimiento PQR las cuales han generado una unión de soldadura exitosa. Entonces es que con este PQR se puede proseguir a elaborar uno o varios WPS según nuestro requerimiento.

- ✓ Como en la etapa de planificación ya se determinó que procesos de soldadura se va a utilizar, que tipo de material base es el indicado que espesores de material base van a intervenir, y que posiciones de soldadura se van requerir, se puede proceder a realizar la elaboración de WPS.
- ✓ Los WPS se deben desarrollar con dos fines importantes, el primero para poder realizar la calificación de soldadores, el segundo poder realizar soldadura en producción,
- ✓ Para construcciones soldadas livianas por los tipos de uniones y diseños de junta que intervienen, los WPS precalificados son la mejor opción, en los anexos se colocarán los WPS a utilizar en el proyecto.
- ✓ Los WPS según el AWS B5.1 Especificación para la calificación de inspectores de soldadura de la sociedad americana de soldadura en su tabla 1 de capacidades de inspección de soldadura según el nivel de calificación, indica que la persona responsable de elaborar procedimientos de soldadura en el inspector senior de soldadura SWI, con esto se garantiza que la persona que elabora estos documentos tiene la competencia técnica y la experiencia en la actividad.





**Tabla 5**

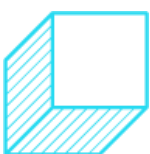
*Nivel de Capacidad de Inspectores*

<b>Table 1 Welding Inspection Capabilities Based on Qualification Level</b>			
<b>Procedure Qualification</b>	<b>AWI</b>	<b>WI</b>	<b>SWI</b>
(1) verify welding equipment appropriateness	X	X	X
(2) verify edge preparation compliance	X	X	X
(3) verify joint geometry compliance	X	X	X
(4) witness procedure qualification		X	X
(5) verify welding procedure qualification compliance		X	X
(6) review welding procedures for compliance with code and contract requirements		X	X
(7) write welding procedures			X

Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2013)

- ✓ Los procedimientos de soldadura WPS son la parte fundamental para lograr uniones soldadas exitosas, se podría indicar que es el corazón de una construcción soldada son los WPS, conocer cómo se desarrollan los WPS precalificados según el AWS D1.1, viene hacer una herramienta fundamental para el desarrollo de esta clase de proyectos, a continuación, se va a dar a conocer un ejemplo práctico de cómo se desarrolla un WPS precalificado según el AWS D1.1 edición 2020:

Sólo con fines para el ejemplo que se va a desarrollar, se va a indicar los siguientes requerimientos para la elaboración del WPS en la tabla 6.





**Tabla 6**  
*Requerimientos Para WPS Precalificado*

Proceso de soldadura:	SMAW
Material Base:	ASTM A36
Espesor de material:	1" (25mm)
Posición requerida:	Vertical 3G
Diseño de junta:	A tope con Backing (metálico)

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

**Desarrollamos:**

Las imágenes 33, 35, 40, 43, 44, 46, 48, son partes de un WPS precalificado, el cual se va desarrollar paso a paso posterior a cada imagen.

**Imagen 33**  
*WPS Parte 1*

 <b>ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b> (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)			
<b>NOMBRE DE EMPRESA</b> SERGIO E MANDAMIENTO VALDEZ		<b>SMV-WPS-001</b> WPS N°	<b>0</b> REV. N°
<b>AUTORIZADO POR:</b> SERGIO E MANDAMIENTO VALDEZ		<b>NINGUNO (PRECALIFICADO)</b> SOPORTE PQR(s):	<b>18/02/2022</b> FECHA
<b>FECHA:</b> 18/02/2022		<b>NO</b> REPORTE CVN:	<b>NO</b> REPORTE CVN:
METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Aceros al carbono	---	1 y 2
Soldado a	Aceros al carbono	---	1 y 2
Material de respaldo	Aceros al carbono	---	1
Otro: -----			
ESPESOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT	
CJP Soldadura de canal	3mm a 25mm	---	
CJP Soldadura de canal c/CVN	---	---	
PJP Soldadura de canal	---	---	
Soldadura de Filete	---	---	
Diametro	---	---	

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

Nombre de la compañía: Es el nombre de la empresa constructora o contratista que va a realizar el trabajo, recuerden que es responsabilidad de la empresa desarrollar sus propios WPS.







**Autorizado por:** Es el nombre de la persona que realiza y autoriza el uso del WPS, esta persona tiene un vínculo laboral con la empresa contratista en el tiempo que está desarrollando el WPS.

**Fecha:** Es la fecha inicial en que se aprueba el WPS para su uso.

**WPS N°:** Es donde se coloca el número del WPS, este mismo puede ser numérico o alfanumérico, también puede ser un número que conlleve trazabilidad con el sistema de gestión de la empresa contratista, este Número no debe repetirse en ningún otro WPS.

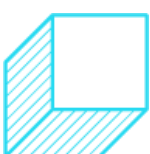
**Revisión:** Aquí se indica la revisión en que se encuentra el WPS, inicialmente se utiliza letras (A, B, C, etc.) luego de su revisión final y aprobación pasa a ser una revisión 0 (números) y según se requiera se va elaborando nuevas revisiones (1,2,3 etc.).

**Soporte PQR:** Aquí se coloca el número de PQR que se ha utilizado para calificar el WPS a través de ensayos mecánicos, en nuestro caso como es un WPS pre-calificado no se requiere indicar el número de PQR.

**Reporte de CVN:** Aquí se coloca el número del reporte del ensayo de Tenacidad con entalla o resistencia al impacto utilizando una máquina de péndulo Charpy, esto siempre y cuando sea requerido por los documentos de contrato y el ensayo debe seguir los requerimientos de la sección 6 del código AWS D1.1, para nuestro caso en un WPS pre-calificado no es aplicable.

**Fecha de revisión:** Es la fecha que se realiza la nueva revisión del WPS para su revisión o aprobación.

**Metal Base:** en la imagen 33 se ha colocado como material base “aceros al carbono” y que pertenecen al grupo 1 y 2, la premisa del ejemplo indica que se requiere soldar un material A36 de 1” de espesor, entonces debemos ir a la tabla 5.3 (tabla 7) del AWS D1.1 y verificamos que este material pertenece al grupo 2 por ser mayor o igual de 3/4” de espesor.





**Tabla 7**  
*Materiales Base Precalificados*

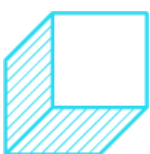
<b>Table 5.3 (Continued)</b>				
<b>Approved Base Metals for Prequalified WPSs (see 5.1)</b>				
G R O U P	Steel Specification Requirements		Minimum Yield Point/Strength	
	Steel Specification		ksi	MPa
<b>II</b>	ASTM A36	All thicknesses	36	250
	ASTM A131	Grades AH32, DH32, EH32	46	315
		Grades AH36, DH36, EH36	51	355
	ASTM A501	Grade B	50	345
	ASTM A516	Grade 65	35	240
		Grade 70	38	260
	ASTM A529	Grade 50	50	345
		Grade 55	55	380
	ASTM A537 Class 1	≤ 2 ½ in [≤ 65 mm]	50	345
		> 2 ½ [65 mm] ≤ 4 in [100 mm]	45	310
	ASTM A572	Grade 42	42	290
		Grade 50	50	345
		Grade 55	55	380
	ASTM A588 <sup>b</sup>	≤ 4 in [100 mm]	50	345
		> 4 in [100 mm] ≤ 5 in [125 mm]	46	315
		> 5 in [125 mm] ≤ 8 in [200 mm]	42	290
		All Shapes	50	345
	ASTM A595	Grade A	55	380
		Grades B and C	60	410
	ASTM A606 <sup>b</sup>	Cold-rolled Grade 45	45	310
		Hot-rolled Grade 50 (AR)	50	340
		Hot-rolled Grade 50 (A or N)	45	310
ASTM A618	Grades B, II wall ≤ ¼ in [19 mm]	50	345	
	Grades B, II wall > ¼ in ≤ 1-1/2 in [> 19 mm ≤ 38 mm]	46	315	

Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)

Como ven en la tabla 7 el material base si existe y también indica que es válido para todos los espesores y pertenece al grupo II, este material no tiene tipo ni grado.

Con este WPS precalificado se puede soldar los aceros al carbono que pertenece al grupo II, el ASTM A36 se encuentra incluido en el mismo.

Espesor de material Base: El espesor que estamos indicando para este WPS – precalificado (como ejemplo) es para una junta a tope con espesor de 3mm a 25mm, considerando que en la consigna nos solicita soldar una plancha de 25mm, la plancha ingresaría al rango indicado en





el WPS de ejemplo, si se tuviera la necesidad de soldar un espesor mayor, lo que se tiene que hacer es una nueva revisión del WPS.

Ahora ¿en qué lugar del código nos indica que espesor máximo o mínimo estoy autorizado a utilizar?

La respuesta viene adjunta después de haber elegido el tipo de diseño de junta que se va a utilizar, según las figuras propuestas 5.1 y 5.2 del AWS D1.1

Como ven en la siguiente imagen 34, la designación de junta elegido es el B-U2a y la restricción con respecto al espesor de metal base, indica que se puede usar ilimitadamente, al no tener un tope con respecto al espesor, en el WPS de ejemplo se colocó un rango de 3 a 25mm, también se pudo colocar un rango de 3 a ilimitado, la designación de la junta nos permite hacer esto, cuando estemos en la variable de detalle de junta ahí vamos a complementar el uso de estas figuras.

**Imagen 34**

*Sección del Diseño de Junta B-U2a*

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)	
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
SMAW	B-U2a	U	—
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U	—
SAW	B-L2a-S	50 max.	—
SAW	B-U2-S	U	—

Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)





**Imagen 35**  
WPS Parte 2

DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	Bisel simple en V (B-U2a)
Angulo de Bisel ( $\alpha$ )	45°
Abertura de Raiz (R)	6 mm
Dimensión de cara de raiz (f)	NA
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA

DETALLES DE JUNTA (SKETCH)	

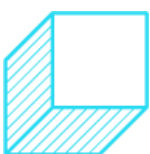
Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

Detalles de Junta: En la imagen 36 se indica el tipo de bisel; así también, se recomienda colocar la designación del código de junta que se ha elegido, según las figuras 5.1, 5.2 y 5.3 del AWS D1.1 edición 2020; esto con el fin de facilitar la ubicación de las juntas y poder realizar alguna revisión a las mismas.

Como se indicó anteriormente en la parte de “espesor de material base” la junta que se eligió como ejemplo para el desarrollo de este WPS precalificado, es la junta con designación B-U2a (según la consigna indicada en el ejemplo debemos utilizar el proceso SMAW).

Esta designación corresponde a la figura 5.2 “Precalificados Detalles de junta a tope con penetración completa” del AWS D1.1 en esta figura nos da la posibilidad de escoger entre varios procesos de soldadura (SMAW, GMAW no cortocircuito, FCAW, SAW), entonces, siguiendo la consigna y el ejemplo para el desarrollo de WPS precalificados se va a elegir el proceso SMAW, ahora para el proceso SMAW tenemos tres opciones para elegir, las cuales para determinar la elección de las mismas va hacer determinante el diseño de junta y la posición de soldadura que deseamos utilizar.

Entonces el WPS precalificado se desea utilizar tanto para soldaduras de producción y calificar soldadores; así también, este WPS

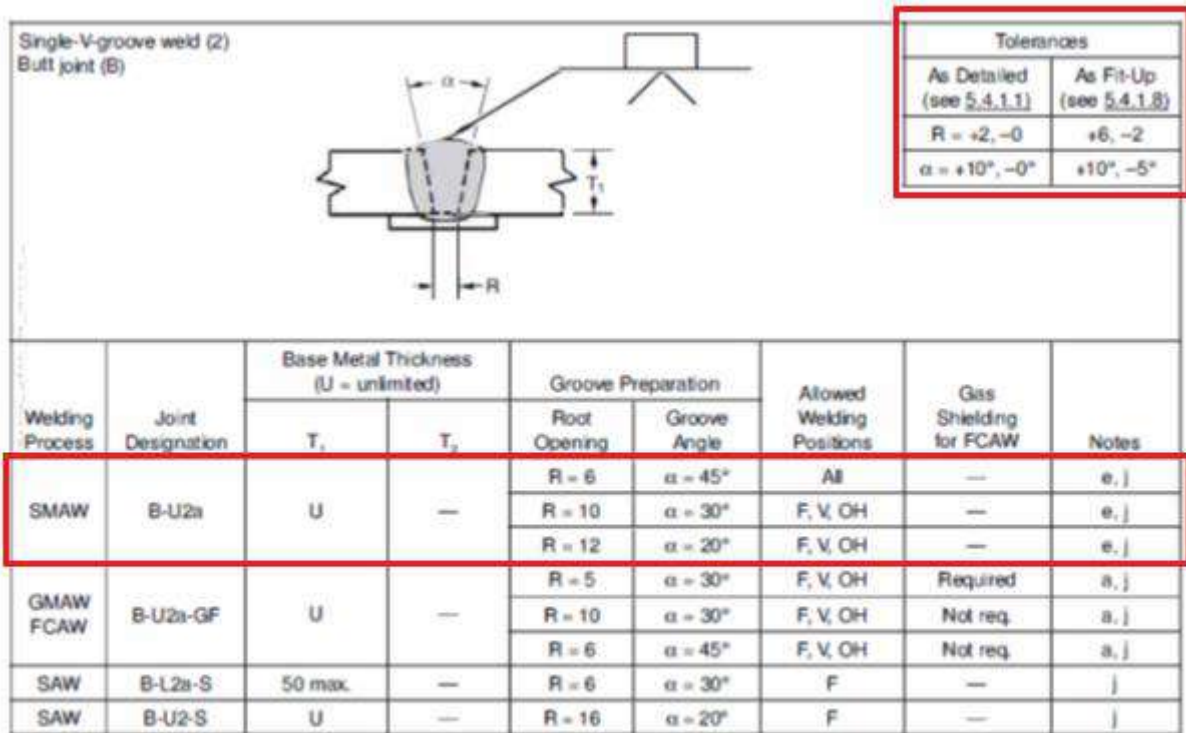




precalificado debe utilizarse en toda posición, la primera opción cumple con estos requerimientos y tiene como características tener una abertura de raíz de 6mm, un ángulo de bisel de 45° y es posible utilizarlo en toda posición.

**Imagen 36**

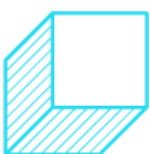
*Junta a Tope Precalificada*



**Figure 5.1 (Continued)—Prequalified CJP Groove Welded Joint Details (See 5.4.1) (Dimensions in Millimeters)**

Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)

En la última columna de la derecha de la imagen 36 se encuentra la columna nota, las cuales para la fila escogida con el proceso SMAW nos corresponde revisar las notas “e, j”, es necesario revisarlas para saber qué tipo de restricciones podríamos tener, es necesario leer las notas puesto que podemos obviar información importante sobre el diseño de la junta, estas notas se encuentran al inicio de las Figuras 3.2 y 3.3. del código AWS D1.1.

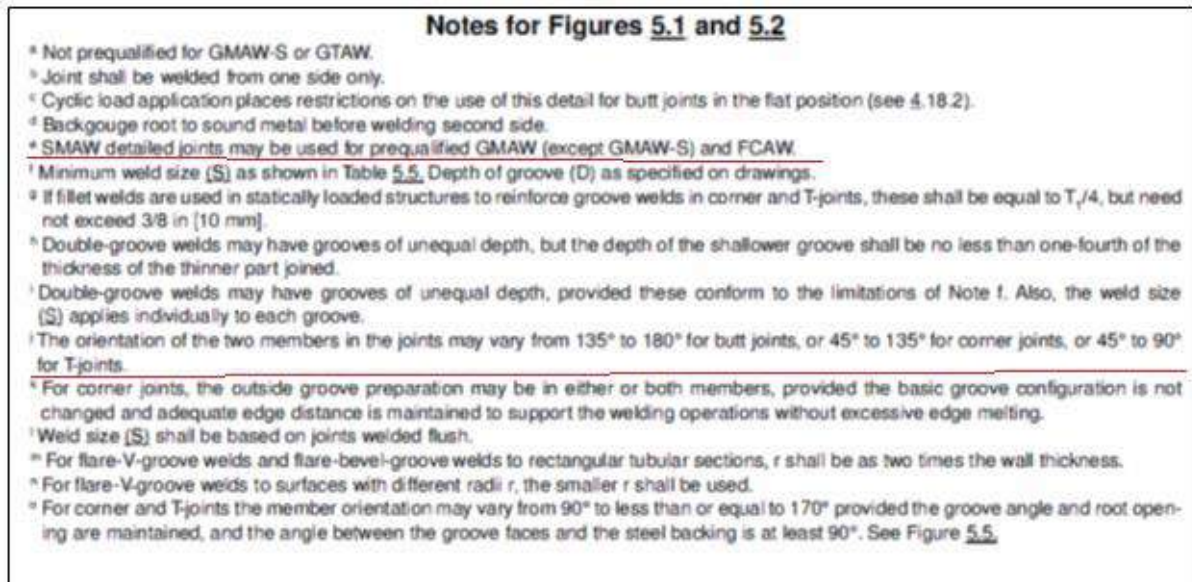




Vamos a ver que dice las notas e, j (ver imagen 37)

**Imagen 37**

Notas de la Figura 5.1 y 5.2



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

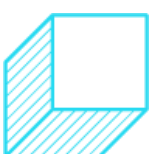
Nota “e”: Los detalles de junta del proceso SMAW pueden ser usados para WPS precalificados en proceso GMAW (excepto corto circuito) y FCAW.

Vamos a dar un ejemplo sobre esto: se utiliza una abertura de raíz de 12mm con ángulo de 20° para proceso FCAW, para el código de junta B-U2a-GF (ver imagen 35) no aplica estas medidas, pero a raíz de esta nota si puede aplicarse.

Nota “j”: La orientación de los dos miembros a unirse pueden variar de 135° a 180° en juntas a tope, de 45° a 135° en Juntas de esquina y de 45° a 90° en juntas en T.

Aquí nos brinda valores de restricción, con respecto al ángulo de los miembros a unirse según el tipo de unión a Tope, en esquina y en T.

Desarrollamos las tolerancias que nos entrega la imagen 38





**Imagen 38**

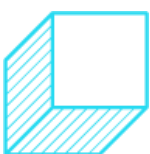
*Tolerancias As detailed, As fit-up*

Tolerances	
As Detailed (see 3.13.1)	As Fit-Up (see 3.13.1)
R = +2, -0	+6, -2
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

A continuación, se explica el significado “As Detailed” (como se detalló) y “As Fit-Up” (como se construyó).

Primero tenemos que saber que estos términos están indicados en varias figuras de los diferentes códigos de la AWS, pero se toma como ejemplo las figuras 5.1 y 5.2 mostradas del Capítulo 5 del código estructural de soldadura - Acero AWS D1.1, estas figuras son los diseños de juntas que se utilizan para elaborar procedimientos precalificados, es aquí donde está indicado las dimensiones que deben contar el diseño de junta (abertura de la raíz, talón de raíz, Angulo del bisel, etc.), al momento de elaborar un WPS- precalificado.





**Imagen 39**  
*Junta a Tope en V*

Single-V-groove weld (2)  
Butt joint (B)

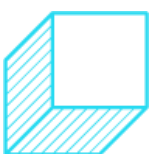
Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening Root Face Groove Angle	Tolerances				
					As Detailed (see 5.4.1.1)	As Fit-Up (see 5.4.1.8)			
SMAW	B-U2	U	—	R = 0 to 1/8 f = 0 to 1/8 α = 60°	+1/16, -0 +1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -1/8 Not limited +10°, -5°	All	—	d, e, j
GMAW FCAW	B-U2-GF	U	—	R = 0 to 1/8 f = 0 to 1/8 α = 60°	+1/16, -0 +1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -1/8 Not limited +10°, -5°	All	Not required	e, d, j
SAW	B-L2c-S	Over 1/2 to 1	—	R = 0 f = 1/4 max. α = 60°	R = ±0 f = +0, -f α = +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 +10°, -5°	F	—	d, j
		Over 1 to 1-1/2	—	R = 0 f = 1/2 max. α = 60°					
		Over 1-1/2 to 2	—	R = 0 f = 5/8 max. α = 60°					

**Figure 5.1 (Continued)—Prequalified CJP Groove Welded Joint Details (See 5.4.1)**  
(Dimensions in Inches)

Fuente: (Mandamiento Valdez, 2022)

Antes de continuar con la aplicación de estas tolerancias, se indica algo importante que tiene relación con este tema, “las dimensiones en el diseño de junta son variables esenciales, eso quiere decir cualquier cambio que exceda la tolerancia va a requerir un nuevo WPS”, entonces para no llenarlos de WPS, se debe realizar uno que cumpla con las características de nuestro trabajo y sobre todo que no excede las tolerancias que el código nos indica. (tolerancias de diseño y construcción de la junta).

Definamos los términos, “As Detailed” significa como se detalló o como se diseñó en el momento de la elaboración del WPS, las tolerancias que se indican ahí es para el diseño de la junta, vamos hacer un ejemplo con







la imagen 39; nos indica que la abertura de raíz puede ser de 0 a  $1/8$ " y en la columna de "As detailed" nos indica que puede ser  $+1/16$ " y  $-0$ , entonces nuestra tolerancia en el diseño de la junta para la abertura de raíz será  $+3/16$ " y 0, lo que hemos hecho es sumar las tolerancias de la columna As Detailed a los valores dados inicialmente.

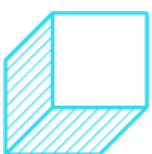
Definamos As Fit-Up, esto significa "como se construyó", aquí nos va a dar algunas tolerancias adicionales a las del diseño (As Detailed), como se construyó significa en realidad como se hizo el trabajo en campo, para seguir con el mismo ejemplo, nos vamos a posicionar en la columna "As Fit-Up" nos indica  $+1/16$ " y  $-1/8$ ", sabemos que son las tolerancias máximas que podemos realizar en campo, si estamos fuera de esto lo más probable es que se tenga que rectificar el diseño de junta en campo. Seguimos, la abertura de raíz máxima que se puede soldar para este diseño de junta será  $1/4$ " y la luz mínima es 0 por obvias razones no puede ser menor que cero, como observación importante es que las tolerancias As Fit-Up se aplican al diseño plasmado inicialmente en el WPS precalificado.

Para el ejemplo, el valor de la abertura de junta que he tomado es de  $+3/16$ , yo en el WPS precalificado he puesto este valor, por lo que constructivamente en campo no me podré exceder del valor máximo de  $1/4$ ", que es nada más y nada menos que la suma de  $+3/16$  y  $+1/16$ (tolerancia indicada en la columna As Fit-Up de la imagen 38).

Entonces este ejemplo se aplica para todas las demás dimensiones.

Como ven, el código nos da tolerancias para poder fabricar o construir un elemento soldado, lo único que tenemos que hacer es aplicarlo correctamente, estas tolerancias son bastante razonables considerando el error humano y/o máquinas que puede existir en la construcción.

Entonces cuando tienen un diseño de junta y por razones constructivas se salieron de las tolerancias del diseño de la junta y están usando WPS





precalificados, hay que revisar las figuras del código y ver si realmente se encuentran dentro o fuera de las tolerancias permitidas.

Como pueden ver tenemos tolerancias para el diseño; así como, para la construcción, lo único que debemos tener en cuenta es saber en qué situación utilizarlos.

Tratamiento Térmico post soldadura (PWHT): Con respecto al tratamiento térmico post soldadura, esta variable se encuentra dentro de las variables esenciales para WPS precalificados, esto quiere decir que si se modifica este valor se debe realizar un nuevo WPS.

El código también nos indica que este valor históricamente ha estado basado largamente en la experiencia de fabricación de aceros al carbono – manganeso.

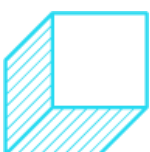
En general la temperatura PWHT va a depender mucho de la composición química, la resistencia y los requerimientos de tenacidad a la entalla.

Detalles de Junta (SKETCH): Se recomienda colocar el detalle de junta que aparecen en las figuras 5.1, 5.2 y 5.3 del capítulo 5 del código AWS D1.1.

**Imagen 40**  
*WPS Parte 3*

<b>PROCEDIMIENTO</b>					
Cordones de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS	TODOS	
Pases de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS	TODOS	
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual	manual	manual	manual	
Posición	TODOS	TODOS	TODOS	PLANO Y HORIZONTAL	
Progresión	Ascendente	Ascendente	Ascendente	-----	
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1	A5.1	A5.1	A5.1	
Clasificación AWS	E7018	E7018	E7018	E7018	
Diametro de electrodo	2.4 mm	3.2 mm	4 mm	5 mm	
Clasificación de Electrodo / Fundente	-----	-----	-----	-----	
Fabricante	-----	-----	-----	-----	
Suplemento de metal de aporte	-----	-----	-----	-----	

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





Seguimos desarrollando el WPS precalificado, según la imagen 40.

### **Procedimiento:**

Cordones de soldadura: Hace referencia a los cordones que van a hacer depositados en la unión. En nuestro caso se ha colocado “TODOS”, es por lo siguiente, sabemos que el diámetro del electrodo es una variable esencial en lo que se refiere WPS precalificados, entonces si yo cambio de diámetro de electrodo, debería generar una nueva revisión del WPS precalificado, entonces lo que se ha realizado en este WPS es colocar 4 diámetros de electrodos y así poder tener mayor rango de uso del WPS con respecto a los diámetros de los electrodos. Cabe recordar que cuando uno desarrolla un WPS no lo está haciendo específicamente para una junta con características específicas, sino para todo el rango de uniones que se puedan soldar, (espesor de material, posición, etc.)

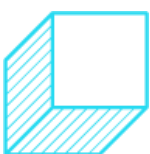
Pases de soldadura: Al parecer se podría pensar que hace referencia al mismo punto anterior, bueno es muy similar, pero no debemos olvidar que existe una clara y marcada diferencia entre cordón y pase de soldadura.

### **Vamos a indicar la diferencia de estos términos:**

Para desarrollar las diferencias vamos a ir al AWS A3.0 Estándar de Términos y definiciones de Soldadura, los cuales definen como:

Cordón (Weld bead): Una soldadura resultante de una sola pasada y puede ser de dos tipos Cordón oscilante y cordón recto. Fuente: (Sociedad Americana de Soldadura, 2020)

Pase de soldadura (Weld pass): Una progresión simple a lo largo de la junta de soldadura, el resultado de un pase de soldadura puede salir de un cordón de soldadura o una camada de soldadura. Fuente: (Sociedad Americana de Soldadura, 2020).





Camada de soldadura (Layer): Un estrato de un metal de soldadura que puede estar compuesto de uno o más cordones de soldadura. (Sociedad Americana de Soldadura, 2020)

Según los términos indicados, vamos a realizar los siguientes enunciados:

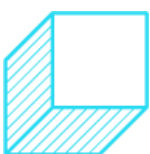
“Un pase de soldadura puede estar compuesto de un cordón o una camada de soldadura”

Ejemplo: en una junta de soldadura donde el espesor del material es 6mm, el pase de presentación está compuesto de 1 cordón de soldadura, en un espesor de plancha de 25mm de espesor, el pase de presentación estará compuesto por más de un cordón de soldadura (una camada)”

“Un cordón de soldadura puede también ser considerado una camada de soldadura o un pase de soldadura”

Ejemplo: cuando se realiza una soldadura en una tubería de 6” de diámetro y espesor “STD”, desde el pase de raíz hasta el pase de presentación se realiza con un cordón de soldadura por pase o camadas, eso quiere decir que cada cordón aplicado es también considerado un pase o camada de soldadura.

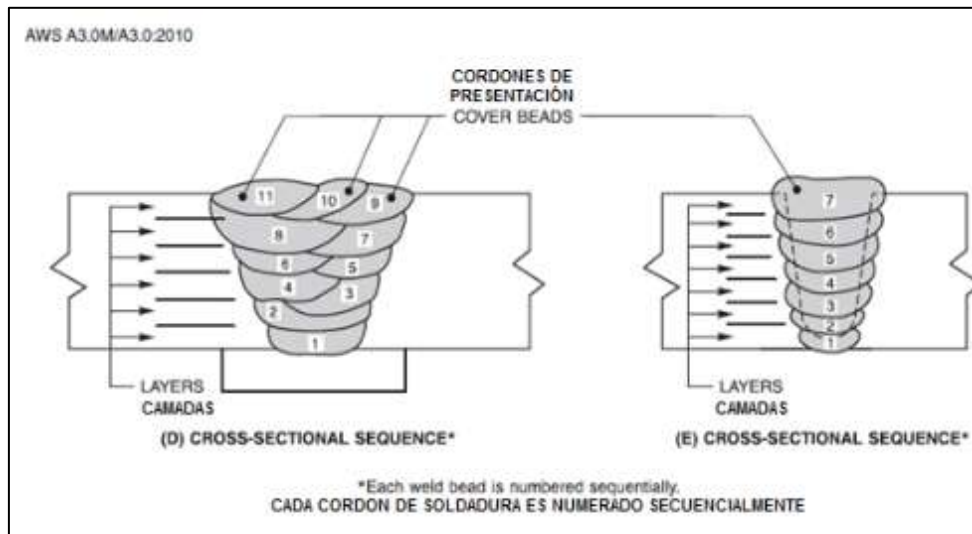
En la siguiente imagen 41 de la AWS A3.0 nos ilustra gráficamente con respecto al tema.





**Imagen 41**

*Cordón, Pase y Pamada*



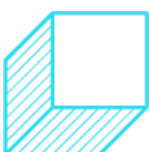
Fuente: (Sociedad Americana de Soldadura, 2020)

Proceso de Soldadura: Para el ejemplo el proceso elegido es el SMAW para todos los pases.

Se debe tener en cuenta que las únicas combinaciones de procesos que el código nos permite, es cuando se utilizan WPS precalificados y calificados por ensayo, la cual se pueden usar sin realizar alguna calificación de la combinación; así también, se debe tener en cuenta de las limitaciones de las variables esenciales de cada proceso.

Tipo: Al ser proceso SMAW el tipo es Manual, es importante identificar el tipo de técnica a usar.

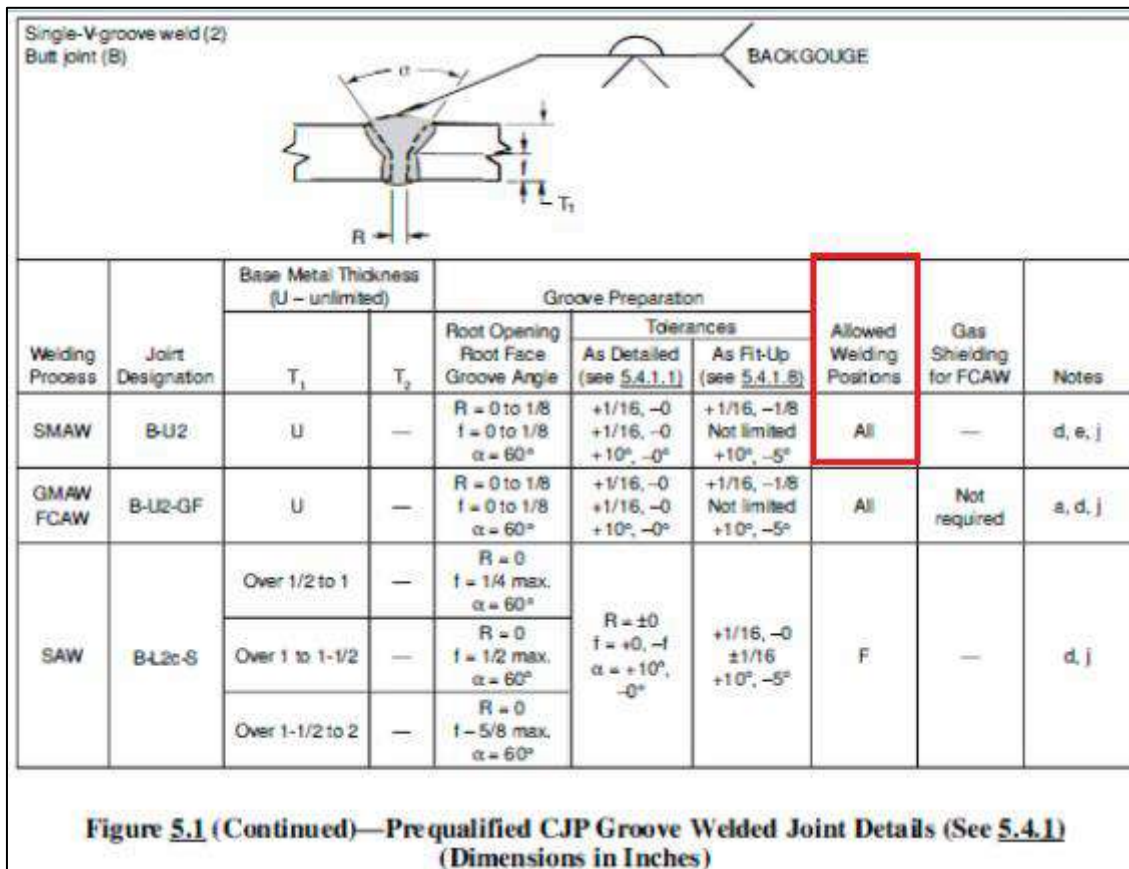
Posición: En la premisa del ejemplo se indicó que se requiere soldar en posición 3G, nosotros amparándonos en las limitaciones de la designación de la junta B-U2a (ver imagen 42), donde se indica que para el proceso SMAW aplica todas las posiciones, entonces el WPS lo vamos a realizar para que tenga un mayor alcance.





**Imagen 42**

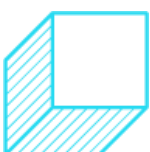
*Diseño de Junta Precalificada*



Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)

Progresión: La progresión se encuentra en vertical ascendente este es un requerimiento para que el WPS sea precalificado, existe dos excepciones en que se pueden utilizar la progresión en forma descendente, según lo indicado en el capítulo 5 WPS precalificados de AWS D1.1 2020 (Sociedad americana de soldadura, 2020)

“Sólo cuando se use para reparar socavaciones y el precalentamiento se encuentre conforme a la tabla 5.8 pero no menor a 20°C”, la segunda es “cuando se suelde estructuras tubulares, ellos pueden utilizar la progresión ascendente o descendente siempre que el soldador este calificado para la misma progresión.”





Metal de aporte (Especificación): Aquí se indica la especificación del metal de aporte, en nuestro caso es el AWS A5.1 que es la especificación para electrodos de acero al carbono para proceso de arco con electrodos revestidos, esta casilla es netamente informativa.

Clasificación AWS: Para nuestro ejemplo se ha utilizado el E7018, un electrodo con revestimiento básico o de bajo hidrogeno, ahora ¿por qué utilizamos este electrodo?, recuerden que para el ejemplo vamos a unir materiales ASTM A36 de 1" de espesor, tenemos que fijarnos en la tabla 3.2 del AWS D1.1, donde se identifica al material base en el grupo 2.

El material base ASTM A36 de 1" pertenece al grupo 2, entonces nos ubicarnos en la columna del Proceso SMAW, según tabla 5.4 (ver tabla 8) del AWS D1.1 para este material podemos utilizar los electrodos AWS A5.1 o A5.5, por razones económicas vamos a utilizar el de la columna A5.1, ahí tenemos cuatro opciones para escoger (E7015, E7016, E7018 y E7028).

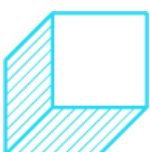
**Tabla 8**

*Selección de Material de Aporte*

Base Metal Group	AWS Electrode Specification	SMAW		SAW	
		A5.1, Carbon Steel	A5.5, Low-Alloy Steel	A5.17, Carbon Steel	A5.23, Low-Alloy Steel
I	AWS Electrode Classification	E60XX E70XX	E70XX-X	F6XX-EXXX F6XX-ECXXX F7XX-EXXX F7XX-ECXXX	F7XX-EXXX-XX F7XX-ECXXX-XX
II	AWS Electrode Classification	E7015 E7016 E7018 E7028	E7015-X E7016-X E7018-X	F7XX-EXXX F7XX-ECXXX	F7XX-EXXX-XX F7XX-ECXXX-XX
III	AWS Electrode Classification	N/A	E8015-X E8016-X E8018-X	N/A	F8XX-EXXX-XX F8XX-ECXXX-XX
IV	AWS Electrode Classification	N/A	E9015-X E9016-X E9018-X E9018M	N/A	F9XX-EXXX-XX F9XX-ECXXX-XX

(Continued)

Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)





Diámetro de electrodo: Como se indica anteriormente, se ha considerado 4 distintos diámetros que se puedan usar en los diferentes pases de la unión a soldar, ahora vamos a ver en qué parte el código nos permite realizar esto, nos vamos a ubicar en la tabla 5.1 del código AWS D1.1. (Ver tabla 9).

**Tabla 9**

*Requerimientos de WPS Precalificados*

Variable	Position	Weld Type	SMAW	SAW <sup>b</sup>			GMAW/FCAW <sup>c</sup>
				Single	Parallel	Multiple	
Maximum Electrode Diameter	Flat	Fillet <sup>d</sup>	5/16 in [8.0 mm]	1/4 in [6.4 mm]			1/8 in [3.2 mm]
		Groove <sup>d</sup>	1/4 in [6.4 mm]				
		Root pass	3/16 in [4.8 mm]				
	Horizontal	Fillet	1/4 in [6.4 mm]	1/4 in [6.4 mm]			1/8 in [3.2 mm]
		Groove	3/16 in [4.8 mm]	Requires WPS Qualification Test			
	Vertical	All	3/16 in [4.8 mm] <sup>f</sup>				3/32 in [2.4 mm]
Overhead	All	3/16 in [4.8 mm] <sup>f</sup>				5/64 in [2.0 mm]	

Fuente: (Mandamiento Valdez, 2022)

Como se observa tenemos una restricción con respecto al diámetro máximo de los electrodos y estos mismos van a tener dependencia según la posición y el tipo de junta, en el recuadro en rojo (ver tabla 9) están los tamaños máximos de los diámetros que podemos utilizar en WPS precalificados, ahora en nuestro ejemplo propuesto colocamos los siguientes diámetros de electrodo 2.4mm, 3.2mm, 4mm, 5 mm, como ven ningún diámetro sobrepasa esta restricción, inclusive para las posiciones vertical y sobre cabeza indica 4.8mm pero tenemos ver nota “b” de las notas de la tabla 5.1 del código AWS D1.1, el cual nos indica que para electrodos de bajo hidrogeno (E7018) el máximo es 4mm, es por eso que en nuestro ejemplo para el diámetro de electrodo de 5mm solo se considera la posición plana y horizontal.

Clasificación del electrodo/fundente: Este ítem aplica cuando utilizamos el proceso SAW soldadura por arco sumergido, ejemplo: F7A0-EM12K, para la elección del fundente y el electrodo, se utiliza la misma tabla que







se usó anteriormente (ver tabla 8), considerando en que grupo se encuentra en metal base.

Fabricante: Es opcional colocar el fabricante, no es una variable esencial para WPS precalificados.

**Imagen 43**  
WPS Parte 4

<b>Temperatura de pre-calentamiento</b>	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$ $38 < T \leq 65; T^{\circ} = 65^{\circ}C$ $T > 65; T^{\circ} = 110^{\circ}C$
<b>Temperatura de Interfase</b>	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$ $38 < T \leq 65; T^{\circ} = 65^{\circ}C$ $T > 65; T^{\circ} = 110^{\circ}C$

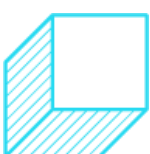
Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

Se continúa desarrollando el WPS ver imagen 43.

Temperaturas de precalentamiento: Estas temperaturas como lo indican la Tabla 5.8 del AWS D1.1, son requerimientos mínimos, ahora para elegir las correctamente tenemos que tener en cuenta dos variables, la primera es ubicar que materiales base son los que se van a unir y la segunda es cuál o cuáles de los procesos se van a utilizar y qué clase de material de aporte se va a usar.

**Vamos a seguir con nuestro ejemplo propuesto:**

Se eligió el proceso SMAW con electrodos de bajo Hidrogeno, según el espesor del material nos corresponde la temperatura de precalentamiento mínima de la última columna del lado derecha de la tabla 5.8 del AWS D1.1 (ver tabla 10), el WPS precalificado se ha generado una tabla con los mismos valores de la tabla 5.8 del AWS D1.1, es una forma simple de abarcar varios espesores.





Adicionalmente se recomienda utilizar las guías alternativas de métodos para determinar el precalentamiento según el anexo “b” del código aws D1.1, específicamente la técnica del método del hidrogeno.

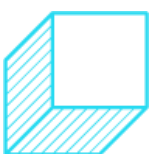
**Tabla 10**  
*Mínima Temperatura Inter y Precalentamiento*

Table 5.8 Prequalified Minimum Preheat and Interpass Temperature (see 5.7)										
C A T E G O R Y	Steel Specification	Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature					
			in	mm	°F	°C				
B	ASTM A36	SMAW with low-hydrogen electrodes, SAW, GMAW, FCAW								
	ASTM A53 Grade B									
	ASTM A106 Grade B									
	ASTM A131 Grades A, B, D, E AH 32, 36 DH 32, 36 EH 32, 36									
	ASTM A139 Grade B						1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	32*	0*
	ASTM A381 Grade Y35									
	ASTM A500 Grades A, B, C									
	ASTM A501 Grades A, B									
	ASTM A516 Grades 55, 60, 65, 70									
	ASTM A524 Grades I, II									
	ASTM A529 Grades 50, 55									
	ASTM A537 Classes 1, 2									
	ASTM A572 Grades 42, 50, 55									
	ASTM A573 Grades 58, 65									
	ASTM A588									
	ASTM A595 Grades A, B, C									
	ASTM A606									
ASTM A618 Grades Ib, II, III										
ASTM A633 Grades A, C, D										
ASTM A709 Grades 36, 50, 50S, 50W, HPS50W										

(Continued)

Fuente; (Socieda americana de soldadura, 2020)

Temperatura de Interpase: se utiliza el mismo método de la elección de la temperatura de precalentamiento, ahora cabe indicar que cuando se tienen dos materiales con diferente espesor se utiliza la temperatura del material con el espesor mayor esto también aplica para el precalentamiento.





**Imagen 44**  
WPS Parte 5

Características Electricas	-----	-----	-----	-----
<b>Tipo de corriente / Polaridad</b>	<b>DCEP</b>	<b>DCEP</b>	<b>DCEP</b>	<b>DCEP</b>
<b>Amperios</b>	<b>70 - 95</b>	<b>100 - 140</b>	<b>140 -190</b>	<b>180 -250</b>
<b>Voltios</b>	<b>20 - 30</b>	<b>20 - 30</b>	<b>20 - 30</b>	<b>20 - 30</b>
<b>Velocidad de salida de alambre</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Velocidad de avance</b>	<b>4 a 8 cm/min</b>	<b>4 a 8 cm/min</b>	<b>4 a 12 cm/min</b>	<b>4 a 15 cm/min</b>
<b>Máximo aporte de calor</b>	-----	-----	-----	-----

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

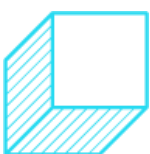
Se continúa desarrollando el WPS, ver imagen 44.

#### Características eléctricas

Tipo de corriente y polaridad: Se indica que este ítem para el proceso SMAW es una variable esencial y un cambio de corriente y polaridad, se debe realizar una nueva revisión del procedimiento, este dato nos lo entrega la hoja técnica del proveedor de soldadura (ver tabla 11).

Amperios: La cantidad de Amperios que se va utilizar, este dato también nos debe entregar la hoja técnica del proveedor de soldadura, cabe indicar que la tabla 5.1 (ver tabla 11) nos indica el valor máximo a utilizar en el WPS.

Voltios: Para el proceso SMAW no es una variable esencial, por lo que se recomienda colocar el voltaje aproximado de trabajo (20V a 30V aproximadamente), para proceso con fuente de Voltaje Constante para los procesos (FCAW, GMAW, SAW), se debe colocar el valor recomendado por el fabricante y solo cuando se exceda en un incremento o disminución del 15%, se vuelve variable esencial (ver imagen 45).





**Tabla 11**  
*Requerimientos de WPS Precalificados*

Table 5.1 Prequalified WPS Requirements <sup>a</sup> (see 5.2)								
Variable	Position	Weld Type	SMAW	SAW <sup>b</sup>			GMAW/ FCAW <sup>c</sup>	
				Single	Parallel	Multiple		
Maximum Electrode Diameter	Flat	Fillet <sup>d</sup>	5/16 in [8.0 mm]	1/4 in [6.4 mm]			1/8 in [3.2 mm]	
		Groove <sup>d</sup>	1/4 in [6.4 mm]					
		Root pass	3/16 in [4.8 mm]					
	Horizontal	Fillet	1/4 in [6.4 mm]	Requires WPS Qualification Test			1/8 in [3.2 mm]	
		Groove	3/16 in [4.8 mm]					
	Vertical	All	3/16 in [4.8 mm] <sup>e</sup>				3/32 in [2.4 mm]	
Overhead	All	3/16 in [4.8 mm] <sup>e</sup>					5/64 in [2.0 mm]	
Maximum Current	All	Fillet	Within the range of operation recommended by the filler metal manufacturer	1000A	1200A	Unlimited	Within the range of operation recommended by the filler metal manufacturer	
		Groove weld root pass with opening		600A	700A			
		Groove weld root pass without opening			900A			
		Groove weld fill passes			1200A			
		Groove weld cap pass		Unlimited				

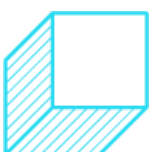
Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)

**Imagen 45**  
*Rango de Voltaje*

Process Parameters				
9) A change in amperage		> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease
10) A change in type of current (ac or dc) or polarity	X	X	X	X
11) A change in the mode of transfer			X	
12) A change in voltage		> 15% increase or decrease	> 15% increase or decrease	> 15% increase or decrease
13) A change in wire feed speed (if not amperage controlled)		> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease
14) A change in travel speed		> 25% increase or decrease	> 25% increase or decrease	> 25% increase or decrease

Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)

Velocidad de salida de alambre: Para el desarrollo de este ejemplo no aplica por ser un proceso en SMAW, para proceso con fuente de Voltaje Constante para los procesos (FCAW, GMAW, SAW), se debe colocar el





valor recomendado por el fabricante y solo cuando se exceda en un incremento o disminución del 10%, se vuelve variable esencial.

Velocidad de Avance: Para el desarrollo de este ejemplo por ser un proceso SMAW no es una variable esencial, por lo que se recomienda colocar la velocidad de avance aproximado según experiencias anteriores, para proceso con fuente de Voltaje Constante para los procesos (FCAW, GMAW, SAW), se debe colocar el valor recomendado por el fabricante o experiencia propia y solo cuando se exceda en un incremento o disminución del 25%, se vuelve variable esencial.

Máximo aporte de calor: En los WPS precalificados no se considera el máximo aporte de calor como variable esencial, pero se indica que para proceso con fuente de voltaje constante (FCAW, GMAW y SAW) el amperaje, el voltaje y la velocidad de avance si es una variable esencial y la relación de estos parámetros tiene influencia directa con el aporte de calor, pero para WPS precalificados no es necesario indicar el aporte de calor con alguna unidad de medida, puesto que su mención y algún cambio en el mismo no obliga a realizar un nueva revisión del WPS precalificado.

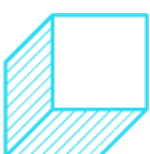
**Imagen 46**

WPS parte 6

Técnica	-----	-----	-----	-----
<b>Cordon Oscilación y/o estrecho</b>	<b>oscilación/ estrecho</b>	<b>oscilación/ estrecho</b>	<b>oscilación/ estrecho</b>	<b>oscilación/ estrecho</b>
<b>Pase simple o múltiple (por lado)</b>	<b>múltiple</b>	<b>múltiple</b>	<b>múltiple</b>	<b>múltiple</b>
<b>Número de electrodos</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Espacio longitudinal de arcos</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Espacio lateral de arcos</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Ángulo de electrodo paralelos</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Ángulo de electro (mecan, autom.)</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Normal para dirección de viaje</b>	-----	-----	-----	-----

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

Se continúa desarrollando el WPS, ver imagen 46.

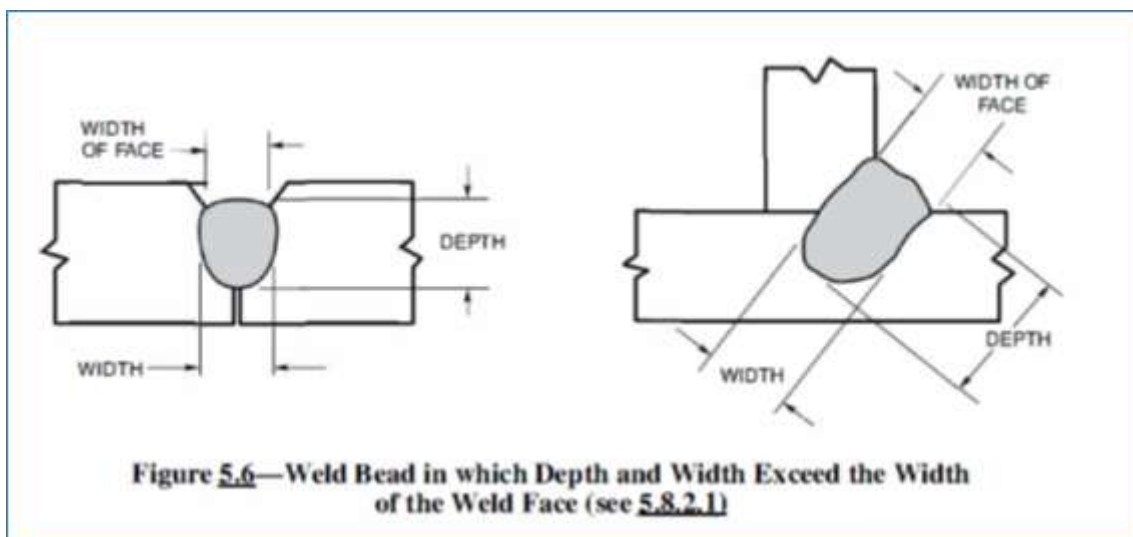




Cordón Oscilación y/o estrecho: Pasar de un cordón oscilado a uno estrecho o viceversa no es una restricción que requiera una nueva revisión del WPS precalificado, pero si debemos tener en cuenta de no exceder en el ancho y profundidad del cordón de soldadura; ejemplo: si tenemos un ancho en la cara del cordón de 10mm, nuestro ancho máximo en la sección de penetración no debe ser más de 10mm y la profundidad del cordón no debe ser más de 10mm, (ver imagen 47)

**Imagen 47**

*Ancho y Penetración de Junta*



Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)

Pase simple o múltiple: Cambiar de pase simple a múltiple o viceversa, No es una variable esencial por lo que no se requiere una nueva revisión del WPS,

Solo como informativo el capítulo 6 del AWS D1.1 lo considera una variable esencial suplementaria cuando es utilizado para acero revenidos y templados y cuando se cambia de pase múltiple por un lado a pase simple, por un lado.

Número de electrodos: El número de electrodos no es una variable esencial para el proceso SMAW (según ejemplo), por eso no se debe considerar en el WPS, para el proceso SAW si es requerido indicar el





número de electrodos y es una variable esencial por lo que el cambio en la cantidad requiere una nueva revisión del WPS.

Espacio Longitudinal de arcos: Solo se aplica para proceso SAW y se convierte de variable esencial cuando el espacio longitudinal es > a 10% o 3mm cual fuese mayor.

Espacio Lateral de arcos: Solo se aplica para proceso SAW y se convierte de variable esencial cuando espacio lateral es > a 10% o 3mm cual fuese mayor.

Angulo de electrodos paralelos: Solo se aplica para proceso SAW y se convierte de variable esencial cuando el ángulo se incrementa o disminuye en más de 10%.

**Imagen 48**

WPS Parte 7

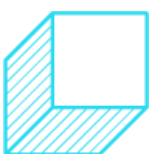
<b>Oscilación (mecanizado / automático)</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Longitud transversal</b>	-----	-----	-----	-----
<b>velocidad transversal</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Tiempo de espera</b>	-----	-----	-----	-----
<b>Martillado</b>	<b>no</b>	<b>no</b>	<b>no</b>	<b>no</b>
<b>Limpieza entre pases</b>	<b>si (método mecánico)</b>	<b>si (método mecánico)</b>	<b>si (método mecánico)</b>	<b>si (método mecánico)</b>
<b>Otro</b>	-----	-----	-----	-----

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

Se continúa desarrollando el WPS, ver imagen 48

Oscilación: Este ítem aplica para procesos, mecanizado y automatizados, en los procesos GMAW, FCAW y SAW, la única restricción es que la profundidad de penetración no puede ser mayor al ancho del cordón:

- ✓ Longitud transversal: Se refiere al ancho del cordón, estos parámetros están direccionados a técnicas mecanizadas y automáticas.





- ✓ **Velocidad Transversal:** Se refiere a la velocidad de oscilación, estos parámetros están direccionados a técnicas mecanizadas y automáticas.

**Tiempo de espera:** Es el tiempo de espera que la oscilación se detiene, puede ser a los bordes del cordón como en el medio, estos parámetros están direccionados a técnicas mecanizadas y automáticas.

**Martillado:** Es la utilización de la técnica de martillado, solo si es requerido. Está prohibido hacerlo en el pase de raíz y en el pase final.

**Limpieza entre pases:** Es obligatoria la limpieza entre pases y se debe colocar el método a utilizar.

En la imagen 49 muestra el modelo de WPS precalificado que hemos desarrollado como ejemplo en este trabajo de suficiencia profesional y el cual tiene las siguientes características:

WPS precalificado para proceso SMAW, en plancha de aceros al carbono, para soldar espesor de plancha 3mm a 25mm, utilizando un backing (respaldo) de acero, con electrodos revestidos E-7018 y con designación de junta B-U2a.

Este WPS pre calificado puedes usarse en soldaduras de producción, pero es usado con mayor frecuencia en la calificación de soldadores.

Cabe indicar que para aplicar la sección 5 WPS precalificados de la AWS D1.1, también debemos tomar como referencia el capítulo 1 requerimientos generales y el capítulo 7 Fabricación.

Adicionalmente se ha desarrollado WPS precalificados, que se pueden utilizar y aplicar en la fabricación y montaje de construcciones soldadas livianas, ver imágenes 50, 51, 52, 53, 54, 55.

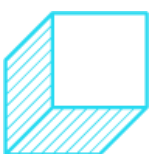






Imagen 49  
WPS N° SMV-WPS-001

<b>ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)</b>		SMV-WPS-001	0	18/02/2022
NOMBRE DE EMPRESA		WPS N°	REV. N°	FECHA
SERGIO E MANDAMIENTO VALDEZ		NINGUNO (PRECALIFICADO)	NO	
AUTORIZADO POR:	18/02/2022 FECHA:	SOPORTE PQR(s):	REPORTE CVN:	

METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Aceros al carbono	---	1 y 2
Soldado a	Aceros al carbono	---	1 y 2
Material de respaldo	Aceros al carbono	---	1
Otro: -----			

ESPESOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT
CJP Soldadura de canal	3mm a 25mm	---
CJP Soldadura de canal c/CVN	---	---
PJP Soldadura de canal	---	---
Soldadura de Filete	---	---
Diametro	---	---

DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	Bisel simple en V (B-U2a)
Angulo de Bisel ( $\alpha$ )	45°
Abertura de Raiz (R)	6 mm
Dimensión de cara de raiz (f)	NA
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA

**DETALLES DE JUNTA (SKETCH)**


PROCEDIMIENTO					
Cordones de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS	TODOS	
Pases de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS	TODOS	
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual	manual	manual	manual	
Posición	TODOS	TODOS	TODOS	PLANO Y HORIZONTAL	
Progresión	Ascendente	Ascendente	Ascendente	-----	
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1	A5.1	A5.1	A5.1	
Clasificación AWS	E7018	E7018	E7018	E7018	
Diametro de electrodo	2.4 mm	3.2 mm	4 mm	5 mm	
Clasificación de Electrodo / Fundente	-----	-----	-----	-----	
Fabricante	-----	-----	-----	-----	
Suplemento de metal de aporte	-----	-----	-----	-----	
Temperatura de pre-calentamiento	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$ $38 < T \leq 65; T^{\circ} = 65^{\circ}C$ $T > 65; T^{\circ} = 110^{\circ}C$				
Temperatura de Interfase	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$ $38 < T \leq 65; T^{\circ} = 65^{\circ}C$ $T > 65; T^{\circ} = 110^{\circ}C$				
Características Electricas	-----	-----	-----	-----	-----
Tipo de corriente / Polaridad	DCEP	DCEP	DCEP	DCEP	
Amperios	70 - 95	100 - 140	140 - 190	180 - 250	
Voltios	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	
Velocidad de salida de alambre	-----	-----	-----	-----	
Velocidad de avance	4 a 8 cm/min	4 a 8 cm/min	4 a 12 cm/min	4 a 15 cm/min	
Máximo aporte de calor	-----	-----	-----	-----	-----
Técnica	-----	-----	-----	-----	-----
Cordon Oscilación y/o estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho	
Pase simple o múltiple (por lado)	múltiple	múltiple	múltiple	múltiple	
Número de electrodos	-----	-----	-----	-----	
Espacio longitudinal de arcos	-----	-----	-----	-----	
Espacio lateral de arcos	-----	-----	-----	-----	
Angulo de electrodo paralelos	-----	-----	-----	-----	
Angulo de electro (mecan, autom.)	-----	-----	-----	-----	
Normal para dirección de viaje	-----	-----	-----	-----	
Oscilación (mecanizado / automático)	-----	-----	-----	-----	
Longitud transversal	-----	-----	-----	-----	
velocidad transversal	-----	-----	-----	-----	
Tiempo de espera	-----	-----	-----	-----	
Martillado	no	no	no	no	
Limpieza entre pases	si (método mecánico)	si (método mecánico)	si (método mecánico)	si (método mecánico)	
Otro	-----	-----	-----	-----	

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





Imagen 50  
WPS Para Junta en T



### ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)

<b>NOMBRE DE EMPRESA</b>		<b>SMV-WPS-002</b>	<b>0</b>	<b>18/02/2022</b>
		<b>WPS N°</b>	<b>REV. N°</b>	<b>FECHA</b>
<b>SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ</b>		<b>NINGUNO (PRECALIFICADO)</b>	<b>NO</b>	
<b>AUTORIZADO POR:</b>		<b>SOPORTE PQR(s):</b>	<b>REPORTE CVN:</b>	
<b>18/02/2022</b>				
<b>FECHA:</b>				

METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Acero al carbono	---	1
Soldado a	Acero al carbono	---	1
Material de respaldo	---	---	---
Otro: ----			

ESPESOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT
CJP Soldadura de canal	----	----
CJP Soldadura de canal c/CVN	----	----
PJP Soldadura de canal	----	----
Soldadura de Filete	3mm a 20mm	----
Diametro	----	----


DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	Soldadura de Filete, Junta en T O ESQUINA TC-F12-a
Angulo de Bisel (α)	NA
Abertura de Raiz (R)	0 - 2mm
Dimensión de cara de raiz (f)	NA
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA


  

**DETALLES DE JUNTA (SKETCH)**



PROCEDIMIENTO						
Cordones de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS			
Pases de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS			
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW			
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual	manual	manual			
Posición	TODOS	TODOS	TODOS			
Progresión	Ascendente	Ascendente	Ascendente			
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1	A5.1	A5.1			
Clasificación AWS	E7018	E7018	E7018			
Diametro de electrodo	2.4 mm	3.2 mm	4 mm			
Fabricante	----	----	----			
Gas de protección (composición)	----	----	----			
Flujo de Gas (CFH)	----	----	----			
Tamaño de tobera	----	----	----			
Temperatura de pre-calentamiento	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$					
Temperatura de Interpase	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$					
Características Electricas	----	----	----			
Tipo de corriente / Polaridad	DCEP	DCEP	DCEP			
Modo de transferencia	----	----	----			
Tipo de fuente de poder	corriente constante	corriente constante	corriente constante			
Amperios	70 - 130	100 - 140	140 - 190			
Voltios	20 - 30	20 - 30	20 - 30			
Velocidad de salida de alambre (cm/min)	----	----	----			
Velocidad de avance	4 a 8 cm/min	4 a 8 cm/min	4 a 12 cm/min			
Máximo aporte de calor	----	----	----			
Técnica	----	----	----			
Cordon Oscilación y/o estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho			
Pase simple o múltiple (por lado)	múltiple	múltiple	múltiple			
Número de electrodos	----	----	----			
Espacio longitudinal de arcos	----	----	----			
Espacio lateral de arcos	----	----	----			
Angulo de electrodo paralelos	----	----	----			
Angulo de electro (mecan, autom.)	----	----	----			
Normal para dirección de viaje	----	----	----			
Oscilación (mecanizado / automático)	----	----	----			
Longitud transversal	----	----	----			
velocidad transversal	----	----	----			
Tiempo de espera	----	----	----			
Martillado	no	no	no			
Limpieza entre pases (esmaltado y/o escobillado)	si	si	si			




**Sergio E Mandamiento**  
SCWI 19120028  
QC1 EXP. 12/1/2022

Este WPS cumple con los requerimientos del código AWS D1.1 edición 2020





Imagen 51  
Junta en T Unión Tubular



### ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)

<b>NOMBRE DE EMPRESA</b>		<b>SMV-WPS-003</b>	<b>0</b>	<b>18/02/2022</b>
<b>SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ</b>		<b>WPS N°</b>	<b>REV. N°</b>	<b>FECHA</b>
<b>AUTORIZADO POR:</b>		<b>NINGUNO (PRECALIFICADO)</b>	<b>NO</b>	
<b>FECHA: 18/02/2022</b>		<b>SOPORTE PQR(s):</b>	<b>REPORTE CVN:</b>	

METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Acero al carbono	---	1
Soldado a	Acero al carbono	---	1
Material de respaldo	---	---	---
Otro: ---			

ESPESOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT
CJP Soldadura de canal	---	---
CJP Soldadura de canal c/CVN	---	---
PJP Soldadura de canal	---	---
Soldadura de Filete	3mm a 20mm	---
Diametro	---	---

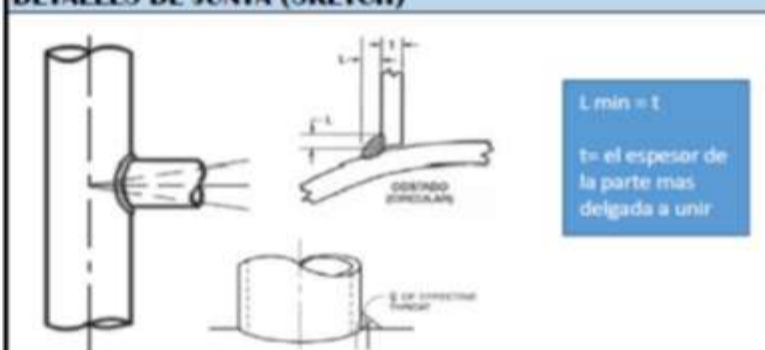
DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	Conexión en T, Soldadura de Filete
Angulo de Bisel (α)	NA
Abertura de Raiz (R)	0 - 4mm
Dimensión de cara de raiz (f)	NA
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA


  

**DETALLES DE JUNTA (SKETCH)**



PROCEDIMIENTO	
Cordones de soldadura	TODOS
Pases de soldadura	TODOS
Proceso	SMAW
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual
Posición	TODOS
Progresión	Ascendente
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1
Clasificación AWS	E7018
Diametro de electrodo	2.4 mm
Fabricante	---
Gas de protección (composición)	---
Flujo de Gas (CFH)	---
Tamaño de tobera	---
Temperatura de pre-calentamiento	3 ≤ T ≤ 20; T° = 0 °C (*) 20 < T ≤ 38; T° = 10 °C
Temperatura de Interpase	3 ≤ T ≤ 20; T° = 0 °C (*) 20 < T ≤ 38; T° = 10 °C
Características Electricas	---
Tipo de corriente / Polaridad	DCEP
Modo de transferencia	---
Tipo de fuente de poder	corriente constante
Amperios	70 - 130
Voltios	20 - 30
Velocidad de salida de alambre (cm/min)	---
Velocidad de avance	4 a 8 cm/min
Máximo aporte de calor	---
Técnica	---
Cordon Oscilación y/o estrecho	oscilación/estrecho
Pase simple o múltiple (por lado)	múltiple
Número de electrodos	---
Espacio longitudinal de arcos	---
Espacio lateral de arcos	---
Angulo de electrodo paralelos	---
Angulo de electro (mecn, autom.)	---
Normal para dirección de viaje	---
Oscilación (mecanizado / automático)	---
Longitud transversal	---
velocidad transversal	---
Tiempo de espera	---
Martillado	no
Limpieza entre pases (esmaltado y/o escobillado)	si



**Sergio E. Mandamiento**  
SCWI 19120028  
QC1 EXP. 12/1/2022

Este WPS cumple con los requerimientos del código AWS D1.1 edición 2020

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





Imagen 52  
Conexión en K Tubular

**ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**(WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)**

**Sergio Mandamiento**

**SMV-WPS-004**  
WPS N°

**0**  
REV. N°

**15/02/2022**  
FECHA

---

**NOMBRE DE EMPRESA**  
SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ

**AUTORIZADO POR:**

**15/02/2022**  
FECHA:

**NINGUNO (PRECALIFICADO)**  
SOPORTE PQR(s):

**NO**  
REPORTE CVN:

---

METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Acero al carbono	---	1
Soldado a	Acero al carbono	---	1
Material de respaldo	---	---	---
Otro: -----			

ESPESOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT
CJP Soldadura de canal	---	---
CJP Soldadura de canal c/CVN	---	---
PJP Soldadura de canal	---	---
Soldadura de Filete	3mm a 20mm	---
Diametro	---	---

---

DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	Conexión en K, Soldadura de Filete
Angulo de Bisel (α)	NA
Abertura de Raiz (R)	0 - 4mm
Dimensión de cara de raíz (f)	NA
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA

---

PROCEDIMIENTO			
Cordones de soldadura	TODOS	TODOS	
Pases de soldadura	TODOS	TODOS	
Proceso	SMAW	SMAW	
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual	manual	
Posición	TODOS	TODOS	
Progresión	Ascendente	Ascendente	
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1	A5.1	
Clasificación AWS	E7018	E7018	
Diametro de electrodo	2.4 mm	3.2 mm	
Fabricante	-----	-----	
Gas de protección (composición)	-----	-----	
Flujo de Gas (CFH)	-----	-----	
Tamaño de tobera	-----	-----	
Temperatura de pre-calentamiento	3 ≤ T ≤ 20; T° = 0 °C (*) 20 < T ≤ 38; T° = 10 °C		
Temperatura de Interpase	3 ≤ T ≤ 20; T° = 0 °C (*) 20 < T ≤ 38; T° = 10 °C		
Características Electricas	-----	-----	-----
Tipo de corriente / Polaridad	DCEP	DCEP	
Modo de transferencia	-----	-----	
Tipo de fuente de poder	corriente constante	corriente constante	
Amperios	70 - 130	100 - 140	
Voltios	20 - 30	20 - 30	
Velocidad de salida de alambre (cm/min)	-----	-----	
Velocidad de avance	4 a 8 cm/min	4 a 8 cm/min	
Máximo aporte de calor	-----	-----	
Técnica	-----	-----	
Cordon Oscilación y/o estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho	
Pase simple o múltiple (por lado)	múltiple	múltiple	
Número de electrodos	-----	-----	
Espacio longitudinal de arcos	-----	-----	
Espacio lateral de arcos	-----	-----	
Angulo de electrodo paralelos	-----	-----	
Angulo de electro (mecn, autom.)	-----	-----	
Normal para dirección de viaje	-----	-----	
Oscilación (mecanizado / automatico)	-----	-----	
Longitud transversal	-----	-----	
velocidad transversal	-----	-----	
Tiempo de espera	-----	-----	
Martillado	no	no	
Limpieza entre pases (esmaltado y/o escobillado)	si	si	

**DETALLES DE JUNTA (SKETCH)**

tw min = t  
Φ = min 30°  
Z = 6mm  
tw = 1.5t min

t = el espesor de la parte mas delgada a unir.

L min = t

t = el espesor de la parte mas delgada a unir.

L min = t

t = el espesor de la parte mas delgada a unir.

COBETADO (CIRCULAR)

PUNTA DE LA SOLDADURA

PARA QUE > 90° EL BORDE SE TIENE QUE CORTAR PARA FACILITAR EL ESPESOR DE LA GARANTIA

Sergio E. Mandamiento  
SCWI-19120028  
QC1 EXP. 12/1/2022

---


Este WPS cumple con los requerimientos del código AWS D1.1 edición 2020

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





Imagen 53  
Conexión Y Tubular



### ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)

<b>NOMBRE DE EMPRESA</b>		<b>SMV-WPS-005</b>	<b>0</b>	<b>18/02/2022</b>
<b>SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ</b>		<b>WPS N°</b>	<b>REV. N°</b>	<b>FECHA</b>
<b>AUTORIZADO POR:</b>		<b>NINGUNO (PRECALIFICADO)</b>	<b>NO</b>	
<b>FECHA: 18/02/2022</b>		<b>SOPORTE PQR(s):</b>	<b>REPORTE CVN:</b>	

METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Acero al carbono	---	1
Soldado a	Acero al carbono	---	1
Material de respaldo	---	---	---
Otro: ---			

ESPESOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT
CJP Soldadura de canal	---	---
CJP Soldadura de canal c/CVN	---	---
PJP Soldadura de canal	---	---
Soldadura de Filete	3mm a 20mm	---
Diametro	---	---

DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	Conexión en Y, Soldadura de Filete
Angulo de Bisel (α)	NA
Abertura de Raíz (R)	0 - 4mm
Dimensión de cara de raíz (f)	NA
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA

PROCEDIMIENTO			
Cordones de soldadura	TODOS	TODOS	
Pases de soldadura	TODOS	TODOS	
Proceso	SMAW	SMAW	
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual	manual	
Posición	TODOS	TODOS	
Progresión	Ascendente	Ascendente	
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1	A5.1	
Clasificación AWS	E7018	E7018	
Diametro de electrodo	2.4 mm	3.2 mm	
Fabricante	---	---	
Gas de protección (composición)	---	---	
Flujo de Gas (CFH)	---	---	
Tamaño de tobera	---	---	

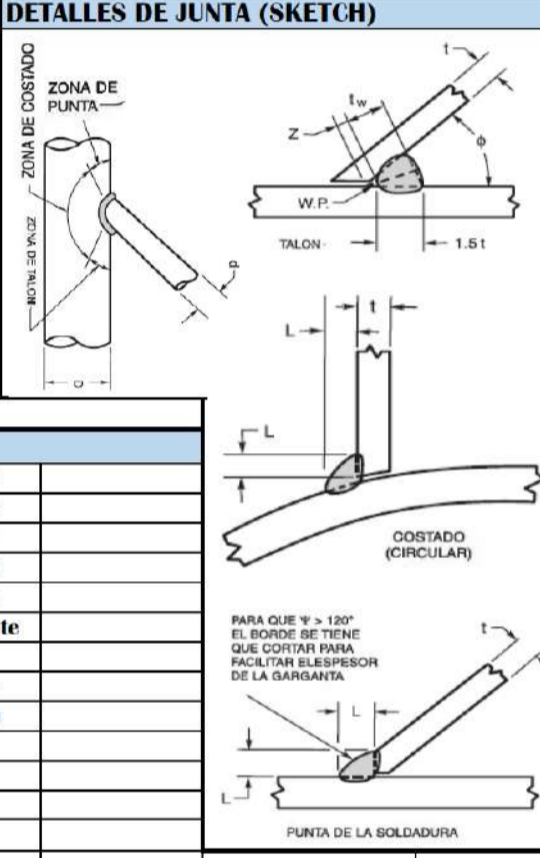
  

Temperatura de pre-calentamiento	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$				
Temperatura de Interfase	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$				
Características Electricas	---	---	---	---	---
Tipo de corriente / Polaridad	DCEP	DCEP			
Modo de transferencia	---	---			
Tipo de fuente de poder	corriente constante	corriente constante			
Amperios	70 - 130	100 - 140			
Voltios	20 - 30	20 - 30			
Velocidad de salida de alambre (cm/min)	---	---			
Velocidad de avance	4 a 8 cm/min	4 a 8 cm/min			
Máximo aporte de calor	---	---			
Técnica	---	---			
Cordon Oscilación y/o estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho			
Pase simple o múltiple (por lado)	múltiple	múltiple			
Número de electrodos	---	---			
Espacio longitudinal de arcos	---	---			
Espacio lateral de arcos	---	---			
Angulo de electrodo paralelos	---	---			
Angulo de electro (mecan, autom.)	---	---			
Normal para dirección de viaje	---	---			
Oscilación (mecanizado / automático)	---	---			
Longitud transversal	---	---			
velocidad transversal	---	---			
Tiempo de espera	---	---			
Martillado	no	no			
Limpieza entre pases (esmerilado y/o escobillado)	si	si			

Este WPS cumple con los requerimientos del código AWS D1.1 edición 2020



$t_w \min = t$   
 $\Phi = \min 30^{\circ}$   
 $Z = 6mm$   
 $t_w = 1.5t \min$


$t =$  el espesor de la parte mas delgada a unir.

$L \min = t$

$t =$  el espesor de la parte mas delgada a unir.

$L \min = t$

$t =$  el espesor de la parte mas delgada a unir.



**Sergio E Mandamiento**  
SCVI 18120028  
QC1 EXP. 12/1/2022

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)



Imagen 54  
JPP Junta a Tope

<b>ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b> <b>(WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)</b>			
<b>NOMBRE DE EMPRESA</b> SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ <b>AUTORIZADO POR:</b>		<b>SMV-WPS-006</b> <b>WPS N°</b> NINGUNO (PRECALIFICADO) <b>SOPORTE PQR(s):</b>	<b>0</b> <b>REV. N°</b> NO <b>REPORTE CVN:</b>
<b>18/02/2022</b> <b>FECHA:</b>		<b>18/02/2022</b> <b>FECHA</b>	

METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Acero al carbono	---	1
Soldado a	Acero al carbono	---	1
Material de respaldo	---	---	---
Otro: -----			

ESPELOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT
CJP Soldadura de canal	---	---
CJP Soldadura de canal c/CVN	---	---
PJP Soldadura de canal	3mm a 20mm	---
Soldadura de Filete	---	---
Diametro	---	---

DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	JPP, Junta a Tope, Junta en V ensanchada, B-P11
Angulo de Bisel (α)	NA
Abertura de Raiz (R)	0 mm
Dimensión de cara de raiz (f)	5mm
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA

DETALLES DE JUNTA (SKETCH)	
$R = 0$ $f = 3/16 \text{ min.}$ $r = \frac{3T_1}{2} \text{ min.}$	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; display: inline-block;"> <math>E = 5/8r \text{ min}</math> </div>

PROCEDIMIENTO						
Cordones de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS			
Pases de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS			
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW			
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual	manual	manual			
Posición	TODOS	TODOS	TODOS			
Progresión	Ascendente	Ascendente	Ascendente			
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1	A5.1	A5.1			
Clasificación AWS	E7018	E7018	E7018			
Diametro de electrodo	2.4 mm	3.2 mm	4 mm			
Fabricante	-----	-----	-----			
Gas de protección (composición)	-----	-----	-----			
Flujo de Gas (CFH)	-----	-----	-----			
Tamaño de tobera	-----	-----	-----			
Temperatura de pre-calentamiento	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (+)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$			<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                         Sergio E Mandamiento                          SCWI 19120028                          QC1 EXP. 12/1/2022                     </div>		
Temperatura de Interpase	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (+)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$					
Características Electricas	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Tipo de corriente / Polaridad	DCEP	DCEP	DCEP			
Modo de transferencia	-----	-----	-----			
Tipo de fuente de poder	corriente constante	corriente constante	corriente constante			
Amperios	70 - 130	100 - 140	140 - 190			
Voltios	20 - 30	20 - 30	20 - 30			
Velocidad de salidad de alambre (cm/min)	-----	-----	-----			
Velocidad de avance	4 a 8 cm/min	4 a 8 cm/min	4 a 12 cm/min			
Máximo aporte de calor	-----	-----	-----			
Técnica	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cordon Oscilación y/o estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho			
Pase simple o múltiple (por lado)	múltiple	múltiple	múltiple			
Número de electrodos	-----	-----	-----			
Espacio longitudinal de arcos	-----	-----	-----			
Espacio lateral de arcos	-----	-----	-----			
Angulo de electrodo paralelos	-----	-----	-----			
Angulo de electro (mecan, autom.)	-----	-----	-----			
Normal para dirección de viaje	-----	-----	-----			
Oscilación (mecanizado / automático)	-----	-----	-----			
Longitud transversal	-----	-----	-----			
velocidad transversal	-----	-----	-----			
Tiempo de espera	-----	-----	-----			
Martillado	no	no	no			
Limpieza entre pases (esmerilado y/o escobillado)	si	si	si			


Este WPS cumple con los requerimientos del código AWS D1.1 edición 2020

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





Imagen 55  
Junta en Traslape



### ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)

<b>NOMBRE DE EMPRESA</b>	GRM-WPS-008	0	18/02/2022
	WPS N°	REV. N°	FECHA
SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ	NINGUNO (PRECALIFICADO)	NO	
AUTORIZADO POR:	SOORTE PQR(s):	REPORTE CVN:	
	18/02/2022		FECHA:

METAL BASE	ESPECIFICACIÓN	TIPO O GRADO	GRUPO AWS N°
Material Base	Acero al carbono	---	1
Soldado a	Acero al carbono	---	1
Material de respaldo	---	---	---
Otro: ---			

ESPELOR DE METAL BASE	COMO SOLDADO	CON PWHT
CJP Soldadura de canal	---	---
CJP Soldadura de canal c/CVN	---	---
PJP Soldadura de canal	---	---
Soldadura de Filete	3mm a 50mm	---
Diametro	---	---

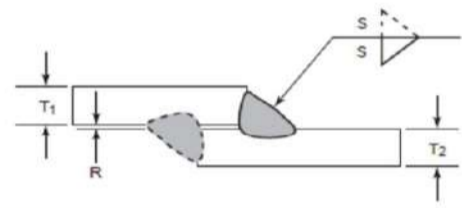
DETALLES DE JUNTA	
Tipo de Bisel	Soldadura de Filete, Junta en traslape L-F12
Angulo de Bisel (α)	NA
Abertura de Raiz (R)	0 - 2mm
Dimensión de cara de raiz (f)	NA
Repelado	NA
Metodo	NA

TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA	
Temperatura	NA
Tiempo de Temperatura	NA
Otro	NA


**DETALLES DE JUNTA (SKETCH)**



S=TAMAÑO DE LA SOLDADURA DE FILETE DEBE SER EL INDICADO EN

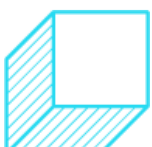
PROCEDIMIENTO						
Cordones de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS			
Pases de soldadura	TODOS	TODOS	TODOS			
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW			
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)	manual	manual	manual			
Posición	TODOS	TODOS	TODOS			
Progresión	Ascendente	Ascendente	Ascendente			
Metal de Aporte (Espec.)	A5.1	A5.1	A5.1			
Clasificación AWS	E7018	E7018	E7018			
Diametro de electrodo	2.4 mm	3.2 mm	4 mm			
Fabricante	---	---	---			
Gas de protección (composición)	---	---	---			
Flujo de Gas (CFH)	---	---	---			
Tamaño de tobera	---	---	---			
Temperatura de pre-calentamiento	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$					
Temperatura de Interpase	$3 \leq T \leq 20; T^{\circ} = 0^{\circ}C (*)$ $20 < T \leq 38; T^{\circ} = 10^{\circ}C$					
Características Electricas	---	---	---			
Tipo de corriente / Polaridad	DCEP	DCEP	DCEP			
Modo de transferencia	---	---	---			
Tipo de fuente de poder	corriente constante	corriente constante	corriente constante			
Amperios	70 - 130	100 - 140	140 - 190			
Voltios	20 - 30	20 - 30	20 - 30			
Velocidad de salida de alambre (cm/min)	---	---	---			
Velocidad de avance	4 a 8 cm/min	4 a 8 cm/min	4 a 12 cm/min			
Máximo aporte de calor	---	---	---			
Técnica	---	---	---			
Cordon Oscilación y/o estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho	oscilación/estrecho			
Pase simple o múltiple (por lado)	múltiple	múltiple	múltiple			
Número de electrodos	---	---	---			
Espacio longitudinal de arcos	---	---	---			
Espacio lateral de arcos	---	---	---			
Angulo de electrodo paralelos	---	---	---			
Angulo de electro (mecan, autom.)	---	---	---			
Normal para dirección de viaje	---	---	---			
Oscilación (mecanizado / automático)	---	---	---			
Longitud transversal	---	---	---			
velocidad transveral	---	---	---			
Tiempo de espera	---	---	---			
Martillado	no	no	no			
Limpieza entre pases (esmerilado y/o escobillado)	si	si	si			



Sergio E Mandamiento  
SCWI 19120028  
QC1 EXP. 12/1/2022

Este WPS cumple con los requerimientos del código AWS D1.1 edición 2020

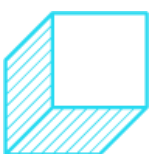
Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





**B.** Realizar la calificación de soldadores, según los procedimientos de soldadura (WPS) elaborados, y los requerimientos de la construcción soldada.

- ✓ Una vez que se desarrollan los WPS, es posible realizar la calificación de los soldadores, los mismos se deben calificar y certificar con el fin de garantizar que las uniones soldadas sean realizadas por personal altamente calificado lo que conllevara a tener una alta probabilidad que las uniones soldadas se encuentren sin defectos. (ver imagen 56 y 57)
- ✓ Cada soldador que ha aprobado su prueba de calificación, se le debe identificar con un numero alfanumérico, el cual será llamada la estampa del soldador.
- ✓ Cuando se realiza la calificación de soldadores los criterios de calificación deben estar enfocados a obtener el mayor alcance posible en dicha calificación, por ejemplo, si el proyecto requiere que el soldador se realice soldaduras de planchas en las posiciones de soldadura: plano, horizontal, vertical y sobre cabeza, según lo indicado en la tabla 6.10 del código AWS D1.1 (ver tabla 12), para cubrir dichas necesidades del proyecto en lo que corresponde a posiciones de soldar, el soldador debe calificarse en la posición 3G y 4G.
- ✓ Si se determina que en el proyecto el espesor máximo que se va a unir con soldadura a tope es 19mm, se debe determinar cuál es el espesor de plancha ideal que el soldador debe realizar la prueba de calificación, según la tabla 6.11 del AWS D1.1 (ver tabla 13), el soldador deberá calificar en una plancha de 10mm y su rango de calificación respecto al espesor será como mínimo 3mm y como máximo







20mm, lo cual cubriría el rango de espesores solicitados en el proyecto.

- ✓ En la imagen 58 se muestra un registro de calificación de soldador, comúnmente llamado en el Perú “Homologación de soldador”
- ✓ En la imagen 59 se muestra un registro de ensayo mecánico de tipo de dobléz guiado, que se realiza para complementar la calificación del soldador.

***Imagen 56***

*Calificación del Soldador*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

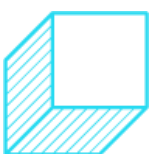




**Imagen 57**  
*Cabinas Para Prueba de Soldador*



Fuente Propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





**Tabla 12**  
Calificación de Soldador - Posición

**Tabla 6.10**  
Calificación del soldador y operario de soldadura—Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa (ver 6.16.1)<sup>a</sup>

Ensayo de calificación		Soldadura de placa de producción calificada				Soldadura de tubos de producción calificada					Soldadura de tubo rectangular de producción calificada					
Tipo de soldadura	Posiciones del ensayo <sup>c</sup>	Ranura		Filete <sup>d</sup>	Junta a tope <sup>b</sup>		Conexiones en T, Y, K		Filete <sup>d</sup>	Junta a tope		Conexiones en T, Y, K		Filete <sup>d</sup>		
		CJP	PJP		CJP	PJP	CJP	PJP <sup>b,e</sup>		CJP <sup>f</sup>	PJP	CJP	PJP <sup>e</sup>			
P L A C A	Ranura <sup>g</sup>	1G	F	F	F, H	F	F		F	F, H	F	F		F	F, H	
		2G	F, H	F, H	F, H	F, H	F, H		F, H	F, H	F, H	F, H		F, H	F, H	
		3G	F, H, V	F, H, V	F, H, V	F, H, V	F, H, V		F, H, V	F, H, V	F, H, V	F, H, V		F, H, V	F, H, V	
		4G	F, OH	F, OH	F, H, OH	F, OH	F, OH		F, OH	F, H, OH	F, OH	F, OH		F, OH	F, H, OH	
		3G + 4G	Todo	Todo	Todo	Todo	Todo		Todo	Todo	Todo	Todo		Todo	Todo	
	Filete	1 F			F					F					F	
		2 F			F, H					F, H					F, H	
		3 F			F, H, V					F, H, V					F, H, V	
		4 F			F, H, OH					F, H, OH					F, H, OH	
		3F + 4F			Todo					Todo					Todo	
	Tapón	Califica la soldadura de tapón y en ranura solo para las posiciones de ensayo														

Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)





**Tabla 13**

Calificación de Soldador - Espesor Calificado

**Tabla 6.11 (continuación)**  
**Calificación del soldador y operario de soldadura—Cantidad y tipo de probetas y rango de espesor y diámetro calificados (dimensiones en milímetros) (ver 6.16.2.1)**

(1) Ensayo en placa							
Soldaduras de tapón o en ranura de producción		Cantidad de probetas <sup>a</sup>				Dimensiones calificadas	
Tipo de soldadura de ensayo (Figuras aplicables)	Espesor nominal de la placa de ensayo, T, mm	Doblado de cara <sup>b</sup> (Fig. 6.8)	Doblado de raíz <sup>b</sup> (Fig. 6.8)	Doblado lateral <sup>b</sup> (Fig. 6.9)	Macroataque	Espesor nominal de placa, conducto o tubo calificado, mm	
						Mín.	Máx.
Groove (Fig. 6.20 o 6.21)	10	1	1	(Nota al pie c)	—	3	20 máx. <sup>d</sup>
Ranura (Fig. 6.16, 6.17, o 6.19)	10 < T < 25	—	—	2	—	3	2T máx. <sup>d</sup>
Ranura (Fig. 6.16, 6.17, o 6.19)	25 o más	—	—	2	—	3	Sin límite <sup>d</sup>
Tapón (Fig. 6.26)	10	—	—	—	2	3	Ilimitado




Fuente: (Sociedad americana de soldadura, 2020)





**Imagen 58**

Registro de Calificación de Soldador

	<p><b>REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADOR</b> De acuerdo al Código AWS D1.1/D1.1M 2020</p>	<p>WPQ No. SMV-OTA-001-1</p> <p>HOJA: 1 de 1</p> <p>EMISIÓN: 18/02/2022</p> <p>REVISIÓN: 0</p>			
<b>REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADOR (WPQ)</b>					
Nombre del Soldador: <b>OMAR TICONA APAZA</b> No. Estampa: W-02 DNI: 43853484					
Identificación de WPS seguido por el soldador: SMV-WPS-001		Evaluado en: <input checked="" type="checkbox"/> Cupón <input type="checkbox"/> Soldadura Producción			
Especificación de metal base: <b>ASTM A-36</b>		Espesor: 8 mm			
<b>Variables de Soldadura</b>	<b>Valor Usado en la Calificación</b>	<b>Rango Calificado</b>			
Proceso de soldadura	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>			
Tipo usado (manual, semiautomático)	<b>Manual</b>	<b>Manual</b>			
Respaldo: metal ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Soldadura ( )	<b>Con Respaldo</b>	<b>Con Respaldo</b>			
(X) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>8mm</b>	<b>3mm a 16mm</b> <i>Todos los espesores en PJP y Filete en plancha o tubo mayor a 24" de diámetro.</i>			
Metal Base(especificación) G-No:	<b>G-No. 1</b> <b>ASTM A-36</b>	-----			
Especificación metal aporte	<b>A5.1</b>	-----			
Clasificación metal aporte:	<b>E 7018</b>	-----			
Metal de aporte F-No.:	<b>F No.4</b>	<b>F No. 1-2-3-4</b>			
Posición calificada:	<b>3G</b>	<b>Plano, Horizontal y Vertical</b>			
Progresión vertical (ascendente/descendente):	<b>Ascendente</b>	<b>Ascendente</b>			
Gas inerte de respaldo:	-----	-----			
Modelo de transferencia (GMAW):	-----	-----			
Tipo de Corriente y polaridad (GTAW)	-----	-----			
<small>Obs. R= Raíz, C= Pase caliente, Re= Relleno, A= Acabado, C.Q= Composición Química</small>					
<b>RESULTADOS</b>					
Resultado de Inspección Visual: <b>ACEPTABLE</b>					
Resultados de Prueba de Doble: <b>ACEPTABLE INFORME N°: SMV-ED-OTA-001</b>					
( ) Lado	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Cara y Raíz Transversal	( ) Cara y Raíz Longitudinal			
( ) Tubería, Resistencia a la corrosión	( ) Plancha, resistencia a la corrosión				
( ) Tubería, Prueba de ataque químico	( ) Plancha, Prueba de ataque químico				
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
DC-3G-OTA-1	<b>ACEPTABLE</b>	---	---	---	---
DR-3G-OTA-1	<b>ACEPTABLE</b>	---	---	---	---
Resultado de examen radiográfico alternativo: -----					
Soldadura de filete: ---		Prueba de Fractura: ---		Longitud y porcentaje de defectos: ---	
Macro ataque: ---		Tamaño de filete: ---		Concavidad/Convexidad: ---	
Otras Pruebas: ---					
Película radiográfica evaluadas por: -----			Compañía: -----		
Inspección visual evaluada por: <b>SCWI SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ</b>			Compañía: -----		
Soldadura supervisada por: <b>SCWI SERGIO MANDAMIENTO VALDEZ</b>					
Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código AWS D1.1/D1.1M 2020.					
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">                 NÚMERO DE REFERENCIA: GRM-OTA-001-1-21             </div>			 <b>Sergio E Mandamiento</b> SCWI 19120028 QC1 EXP. 12/1/2022		
FECHA:	<b>18/02/2022</b>	APROBACIÓN POR: _____			
La autenticidad de este documento se debe verificar en la pagina web indicando el número de referencia o el código QR <a href="http://www.sergiomandamiento.com/verificacion-de-soldadores">www.sergiomandamiento.com/verificacion-de-soldadores</a>					

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)







**C.** Realizar la recepción y control de los materiales base (planchas, perfiles, etc.) a utilizar, así como los consumibles (soldadura, discos, electrodos de tungsteno, gases, etc.), los cuales deben ser trazables con las guías de compra y certificados de calidad, conlleva a tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Los materiales base deben ser recibidos y verificados con los certificados de calidad en campo (ver imagen 60).
- ✓ Los materiales base y consumibles deben contar con su guía de remisión y certificados de calidad, los cuales deberán encontrarse firmados por el proveedor. En la imagen 61 se muestra un registro de control.
- ✓ En las guías de remisión debe indicar el número de certificado de calidad de los materiales o colada del material.
- ✓ Las dimensiones y espesores de las planchas deben cumplir los requerimientos del ASTM A6
- ✓ Los consumibles de soldadura, gases, tungstenos, deben contar con sus certificados de calidad y firmado por el proveedor.
- ✓ Si se cuenta con todo lo indicado anteriormente, no será necesario realizar ensayos mecánicos ni químicos en el material.
- ✓ Específicamente el almacenamiento de electrodos revestidos de tipo básico, deben mantenerse en un lugar seco, sobre parihuelas de madera, el cual evite el contacto con el piso, los electrodos que se retiren de su envase herméticamente sellado deben almacenarse en un horno de mantenimiento a una temperatura entre 100 a 140° C.





- ✓ De no contar con la información antes indicada los materiales deben ser rechazados.

**Imagen 60**

*Recepción de Materiales*




Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)







**Imagen 61**  
Control de Certificado de Materiales

		REGISTRO				SMV-RAM-001			
		GESTIÓN DE CALIDAD				Nro Registro: 001			
		LISTA DE CONTROL DE CERTIFICADO DE MATERIALES				Fecha Registro: 18-12-2022			
						Página : 1 de 1			
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		FABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS POLIDEPORTIVO SMV							
<b>CLIENTE: SMV</b>		<b>UBICACIÓN: MOQUEGUA</b>							
ITEM	MATERIAL / PRODUCTO	MARCA	DISCIPLINA	NRO CERTIFICADO DE CALIDAD	FECHA DE CERTIFICADO	FECHA DE CADUCIDAD	STATUS EXPIRACIÓN	GUIA DE REMISIÓN - Nro	OBSERVACIONES
1	ANGULO ASTM A 36 1 1/5"X 1 1/5" X3/32" X 6M	ACEROS AREQUIPA	ESTRUCTURAS	G-0FE02-0137963-5171089750-90005-1_1	02/10/2019	---	----	001-002674	HEAT: 331789
2	ANGULO ASTM A 36 2X2X3/16" X 6M	ACEROS AREQUIPA	ESTRUCTURAS	G-0FE02-0137980-5171089876-90005-1_1	03/10/2019	---	----	001-002674	HEAT: 358756
3	JGO EPOXICO ( GRIS CLARO RAL-7035 3/4GL, CATALIZ 1/4GL, DISOLVENTE 3.5L)	ANYPSA	ESTRUCTURAS	001-2365	18/09/2020	---	----	003-00654	NA
4	JGO EPOXICO ( BASE GRIS 3/4GL, CATALIZ 1/4GL, DISOLVENTE 3.5L)	ANYPSA	ESTRUCTURAS	001-2366	15/09/2020	---	----	003-00654	NA
5	PLANCHA ASTM A36 X 8MM	LAIWU STEEL YINSHAN SECTION CO., LTD	ESTRUCTURAS	LGHZ5683-1	11/03/2019	---	----	001-07653	HEAT: 193-01021
6	PLANCHA ASTM A36 X 6MM	LAIWU STEEL YINSHAN SECTION CO., LTD	ESTRUCTURAS	LGHZ5683-1	11/03/2019	---	----	001-07653	HEAT: 194-01253
7	SOLDADURA E7018 DIAMETRO 3.25MM	SOLDEXA	ESTRUCTURAS	S/N	11/02/2020	---	----	005-6753	LOTE: 11-02-2020E10084-91
8	SOLDADURA E7018 DIAMETRO 2.5MM	SOLDEXA	ESTRUCTURAS	S/N	18/02/2020	---	----	005-6753	LOTE: 16-02-2020E10109-61
9	SOLDADURA E6010 DIAMETRO 3.25MM	SOLDEXA	ESTRUCTURAS	S/N	19/02/2020	---	----	005-6753	LOTE: 18-02-2020E40286-41
10	ANGULO ASTM A 36 2"X 2" X1/8" X 6M	ACEROS AREQUIPA	ESTRUCTURAS	G-0FE34-0199939-5171301273-90005-2_2	05/01/2021	---	----	005-00876	HEAT: 343117
11	PLANCHA ASTM A36 X 6MM	HBIS COMPANY LIMITED TANGSHAN BRANCH	ESTRUCTURAS	Z5-201907020848	30/06/2019	---	----	005-00876	HEAT: 9305679C30
12	PLANCHA ASTM A36 X 8MM	HBIS COMPANY LIMITED TANGSHAN BRANCH	ESTRUCTURAS	Z1-201701221175	22/01/2017	---	----	005-00876	HEAT: 7200587A20
13	Tubería ASTM A 500 GRADO A DE 1.5" X 1.5" X 3MM	ACEROS AREQUIPA	ESTRUCTURAS	G-0FE34-0012031-5171161347-90051-1_1	29/02/2020	---	----	005-00876	HEAT: 05467
14	Tubería ASTM A 500 GRADO A DE 2" X 2" X 3MM	ACEROS AREQUIPA	ESTRUCTURAS	E-0FE02-0145037-5171116598-90064-1_1	29/04/2020	---	----	005-00876	HEAT: 05679
15	Tubería ASTM A 500 GRADO A DE 3" X 3" X 3MM	ACEROS AREQUIPA	ESTRUCTURAS	E-0FE02-0145037-5171116598-90064-1_1	29/04/2020	---	----	005-00876	HEAT: 05432
16	ANGULO ASTM A 36 2"X 2" X1/8" X 6M	ACEROS AREQUIPA	ESTRUCTURAS	G-0FE02-0229573-5171402684-90005-1_1	05/01/2021	---	----	005-00876	HEAT: 349461
18	SPOTCHECK DEVELOPER SKD-S2	MAGNAFLUX	ESTRUCTURAS	19F10K	06/18/2019	---	----	002-0453	NA
19	SPOTCHECK LIMPIADOR SKC-S-S2	MAGNAFLUX	ESTRUCTURAS	19J01K	09/05/2019	---	----	002-0453	NA
20	SPOTCHECK PENETRANT SKL-SP2	MAGNAFLUX	ESTRUCTURAS	20J06K	09/17/2020	---	----	002-0453	NA

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





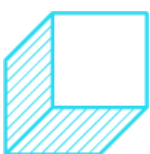
- D. Realizar la contrastación de mediciones de los equipos de soldadura (fuentes de poder) y accesorios (alimentadores, flujómetros), como sigue:
- ✓ Todas las fuentes de poder se deben contar con su certificado de operatividad por parte del área de mantenimiento, así mismo, se debe realizar una contrastación de los valores que emiten los equipos con respecto a amperímetros y voltímetros calibrados, los resultados obtenidos se deben registrar y no deben contar con una variación mayor al 5%. (ver imagen 62 y 63)
  - ✓ Los alimentadores de alambre se deben realizar una contrastación a la velocidad de alambre, esta debe ser realizada controlando el tiempo y la cantidad de distancia que salió el alambre, con esto valores se puede obtener la relación de la velocidad del equipo.

**Imagen 62**

*Fuente de Poder y Alimentador*




Fuente propia. (Mandamiento Valdez, 2022)



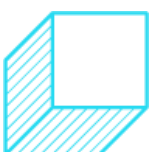


**Imagen 63**

*Contratación de Fuentes de Poder*

	<b>CONTRASTACIÓN DE FUENTES DE PODER</b>		<b>SMV-CMS-01</b>
			FECHA: 18-02-2022
			HOJA: 01
<b>Cliente: SMV</b>		<b>PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS POLIDEPORTIVO SMV</b>	
<b>MAQUINA N°: SMV-MS-01</b>	<b>MARCA: MILLER</b>	<b>MODELO: XMT 350</b>	
<b>PLAZO DE VALIDEZ DE CALIBRACION: 3 MESES</b>			
<b>PINZA AMPERIMETRICA: TRUE RMS MARCA: FLUKE MODELO: 376 SERIE: 20970345</b>			
PUNTO	AMPERAJE		PORCENTAJE DE DESVIO
	MAQUINA	REAL	
1	70	72	2.86 %
2	140	139	-0.71 %
3	190	191	0.53 %
4	240	245	2.08 %
5	290	298	2.76 %
6	350	357	2.00 %
PUNTO	VOLTAJE		PORCENTAJE DE DESVIO
	MAQUINA	REAL	
1	--	26	--
2	--	22	--
3	--	26	--
4	--	24	--
5	--	28	--
6	--	27	--
7	--	24	--
8	--	26	--
<b>Observaciones: N° DE CERTIFICADO DE LA PINZA AMPERIMETRICA: LEI-01612-2021</b>			
<b>Inspector de Soldadura:</b>		<b>Supervisor de Contratista</b>	
Nombre y Firma		Nombre y Firma	

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





**E.** Realizar el habilitado y armado de los materiales que van a utilizarse en la construcción soldada y su control concurrente, como sigue:

- ✓ Cuando se realicen las actividades de habilitado y armado, se deben realizar los controles concurrentes a los componentes de la construcción soldada.
- ✓ Estos controles deben ser registrados por cada componente que se instalara en la construcción soldada.
- ✓ Los registros deben ir acompañados con planos de referencia, para verificar la ubicación de la pieza y sus valores de medición teórica.

**F.** Realizar la soldadura de la construcción soldada y su control concurrente, como sigue:

- ✓ El componente liberado por control dimensional puede realizarse la aplicación de soldadura.
- ✓ Solo soldadores calificados por el proyecto pueden realizar soldaduras.
- ✓ Se debe verificar que se sigan los procedimientos de soldadura WPS, aprobados para el proyecto.
- ✓ Se debe verificar que las variables eléctricas indicadas en el procedimiento WPS, coincidan con los realizado.
- ✓ No se debe realizar soldaduras en proceso con protección gaseosa por encima de 8Km/h.
- ✓ Si se utiliza electrodo revesitos de bajo hidrogeno (básicos), se debe verificar que todos los soldadores mantengan la soldadora en hornos portátiles, los cuales deben ser inspeccionados y verificar la temperatura de





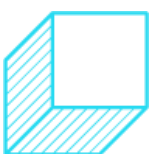
almacenamiento, la cual se debe encontrar entre 100 a 120°C.

- ✓ Se debe verificar que los soldadores solo realicen soldaduras en el rango calificado, tanto en posición, proceso, y espesor de material base.

### **3.2.3. Actividades del ciclo Verificar**

**A.** Verificar si los equipos de medición se encuentran con calibración vigente, según los requerimientos del proyecto:

- ✓ Los equipos de medición deben contar con certificado de calibración vigente se recomienda que los laboratorios se encuentran acreditados por INACAL, si no lo estuvieran se debe solicitar el certificado de calibración de los patrones que han sido utilizados en la calibración.
- ✓ La vigencia de los equipos de medición lo debe determinar el cliente o el área de ingeniería, como buenas prácticas constructivas se recomienda que la vigencia sea de un año o menos.
- ✓ Se debe realizar un registro donde se lleve el control de todos los instrumentos de medición que se utilicen en el proyecto.
- ✓ En la imagen 64 se muestra un modelo de listado de certificados de calibración de equipos.







- B.** Realizar la inspección y registro del control dimensional de los componentes de la construcción soldada.
- ✓ El control dimensional de los componentes debe ser considerado un punto de espera, el cual su aceptación o rechazo debe determinar si se continua o corrige el proceso constructivo (imagen 65).
  - ✓ Los criterios de aceptación deben ser los establecidos en el plan de puntos de inspección.
  - ✓ Después de realizar la inspección y se obtenga un resultado aceptable, el proceso constructivo puede seguir, con eso el componente queda liberado para aplicar soldaduras.
  - ✓ En la imagen 66 se muestra un modelo de registro de control dimensional.

***Imagen 65***

*Medidas y Control Dimensional*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

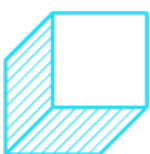

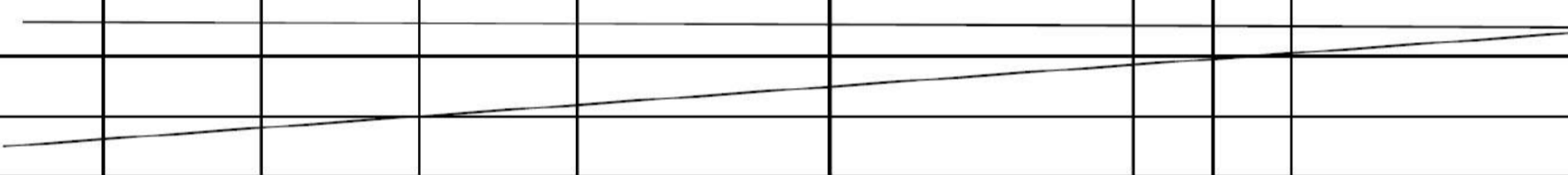
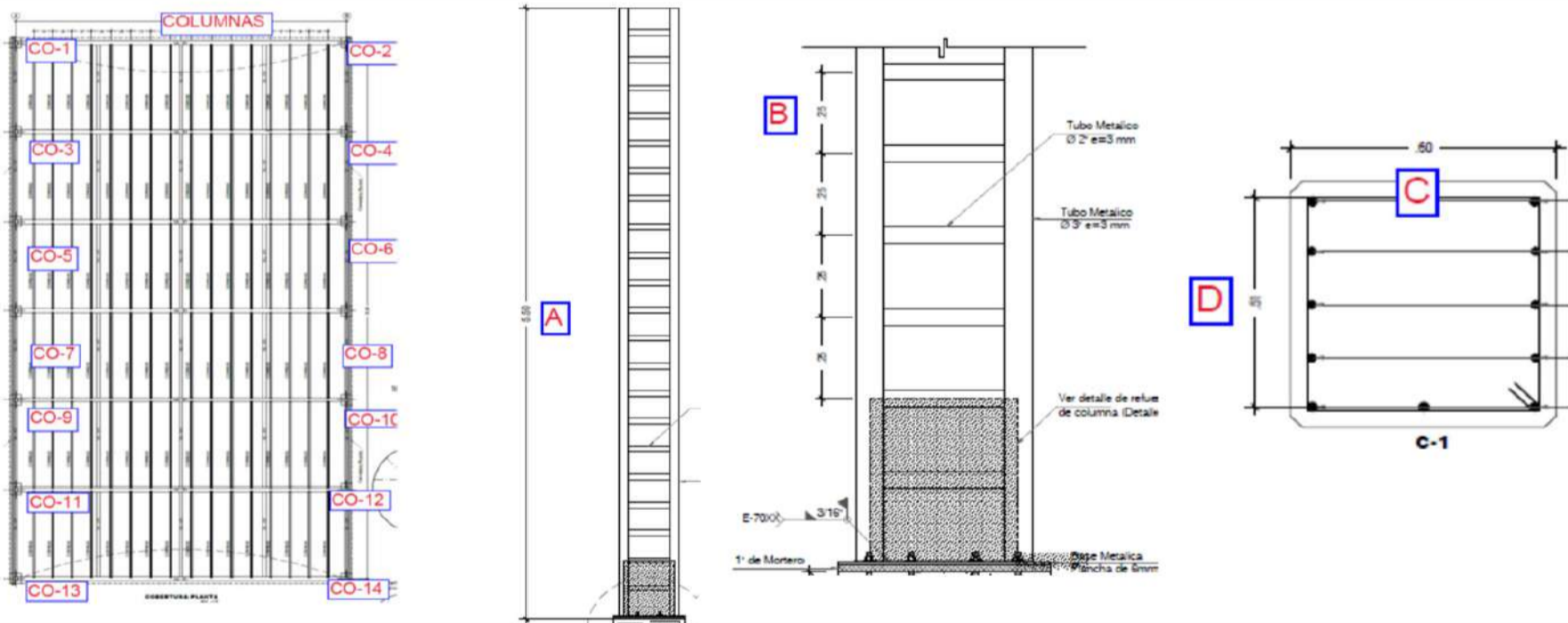




Imagen 66  
Registro de Control Dimensional

	<b>REGISTRO</b>					<b>SMV-CD-001</b>			
	CONTROL DE CALIDAD					Revisión: 0			
	<b>CONTROL DIMENSIONAL</b>					Fecha: 18/02/2022			
					Página: 1 de 1				
<b>PROYECTO: FABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS POLIDEPORTIVO SMV</b>							<b>Nº REGISTRO: 001</b>		
<b>CLIENTE: SMV</b>							<b>FECHA: 18/02/2022</b>		
<b>UBICACIÓN: MOQUEGUA</b>					<b>TAG Nº: CO-10</b>				
<b>DESCRIPCIÓN: COLUMNAS</b>					<b>PLANO REF.: C-QL-07 E-01 / E-02</b>				
<b>1. MAPA DE COTAS</b>									
Nº Cota	Long. Diseño (mm)	Long. Real (mm)	Variación (mm)	Instrumento utilizado	Nº Certificado de Instrumento utilizado	Resultado		Comentario	
						C	NC		
A	5500	5502	2	FLEXÓMETRO	ML-017-2021	✓		COLUMNA CO-10	
B	250	250	0	FLEXÓMETRO	ML-017-2021	✓		COLUMNA CO-10	
C	600	601	1	FLEXÓMETRO	ML-017-2021	✓		COLUMNA CO-10	
D	510	510	0	FLEXÓMETRO	ML-017-2021	✓		COLUMNA CO-10	
									
Observación:		Tolerancia Aceptable según tabla 1 del ISO 13920 clase B							
<b>ESQUEMA:</b>									
									
<b>CONSTRUCCIÓN :</b>					<b>CALIDAD QC:</b>				
Firma:					Firma:				
Nombre:					Nombre:				
Cargo:					Cargo:				
Fecha:					Fecha:				

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

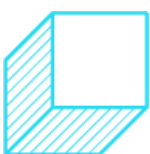






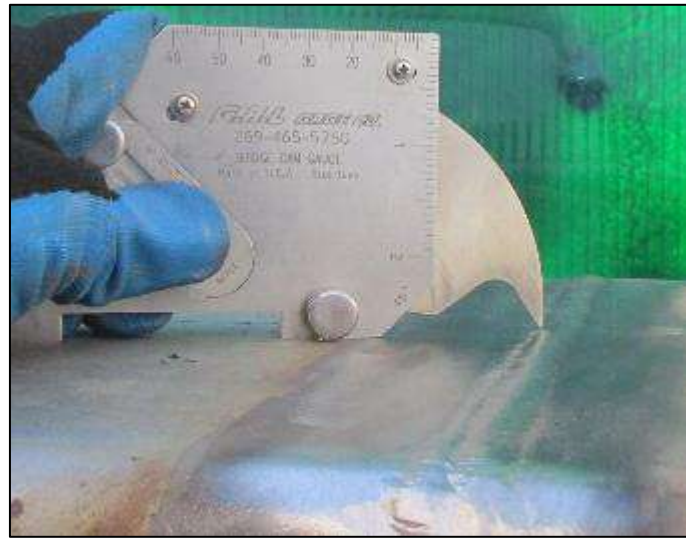
**C.** Realizar el registro e inspección y visual de soldadura de los componentes a la construcción soldada.

- ✓ Una vez terminada la soldadura del componente, se debe realizar la limpieza mecánica, el cual consiste en retirar todas las escorias, salpicaduras, para obtener cordones limpios y se pueda realizar la inspección visual de soldadura de cordón terminado (ver imagen 67).
- ✓ Un inspector de soldadura AWS debe realizar esta actividad según el requerimiento del reglamento nacional de edificaciones.
- ✓ El criterio de aceptación y rechazo debe ser lo indicado en el plan de puntos de inspección.
- ✓ Para realizar la inspección visual de soldadura se debe seguir el procedimiento establecido para esta actividad, dentro de lo más resaltante se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - La mínima cantidad de luz natural o asistida debe ser 500lux en el área a inspeccionar.
  - Debe haber acceso libre a todas las juntas soldadas.
- ✓ En la imagen 68 se muestra un modelo de registro de inspección visual de soldadura.





**Imagen 67**  
*Inspección Visual de Voldadura*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

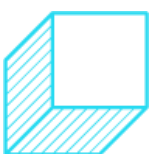




Imagen 68

Registro de Inspección Visual de Soldadura

	<b>REGISTRO</b>				<b>SMV-IV.QC-01</b>					
	CONTROL DE CALIDAD				Revisión: 0					
	<b>INSPECCIÓN VISUAL DE LA SOLDADURA</b>				Fecha: 18/02/22					
				Página: 1 de 1						
<b>PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS POLIDEPORTIVO SMV</b>						<b>N° CORRELATIVO: 001</b>				
<b>CLIENTE: SMV</b>						<b>FECHA: 18/02/2022</b>				
<b>UBICACIÓN: MOQUEGUA</b>			<b>ÁREA: ---</b>		<b>TAG: CO-5</b>					
<b>SISTEMA / TEST PACK: ----</b>			<b>PLANO REF.: C-QL-07 E-01</b>							
<b>DESCRIPCIÓN: COLUMNAS</b>				<b>ESTANDAR DE ACEPTACIÓN: RNE E090 / AWS D1.1</b>						
<b>DATOS DE LA INSPECCIÓN</b>										
Junta	Long. (mm)	Esp. (mm)	WPS	Estampa del Soldador	Discontinuidades				Observaciones	
					Tipo	Ubicación	Longitud	Aceptado		
								Si	No	
J-01	120	3	SMV-WPS-003	W-02	-	-	-	OK		J-02 poro circular aislado J-04 socavación con profundidad de 1.1mm
J-02	120	3	SMV-WPS-003	W-02	P	196mm	Ø 3.2mm		R	
J-03	120	3	SMV-WPS-003	W-02	-	-	-	OK		
J-04	120	3	SMV-WPS-003	W-02	U	330mm	35mm	OK		
<b>Esquema:</b>										
<p><b>Legenda:</b> Ck: Fisura P: Porosidad IF: Fusión incompleta U: Socavación ER: Refuerzo excesivo SI: Inclusión de escoria IP: Falta de penetración IC: Concavidad interna UF: Falta de llenado O: Solape US: Bajo tamaño Ct: Cráter</p>										

<b>OBSERVACIONES:</b>	
<p>J-02 el poro aislado debe ser removido completamente, y volver a soldarse con el mismo WPS inicialmente, despues de reparar la soldadura debe realizarse nuevamente la inspección visual de soldadura</p>	
<b>CONSTRUCCIÓN:</b>	<b>INSPECTOR DE SOLDADURA:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)



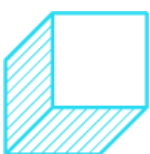


**D.** Realizar los registros y ensayos no destructivos según lo establecido en el plan de puntos de inspección y ensayos.

- ✓ Los ensayos no destructivos el tipo y la frecuencia deben ser los indicados en el plan de puntos de inspección.
- ✓ Cuando se realiza los PPI, se debe solicitar al área de ingeniería que nos identifique las juntas más críticas de la estructura o de mayor sollicitación de carga, con el fin de direccionar el tipo y frecuencia a esas uniones.
- ✓ Los ensayos END superficiales y su superficiales que son Líquidos penetrantes y partículas magnéticas, son recomendables para identificar fisuras en la superficie. (ver imagen 69)
- ✓ Los ensayos END volumétricos que son Gammagrafía y Ultrasonido industrial, son recomendados para encontrar discontinuidades en el interior de la junta, se muestra un modelo de registro de ultrasonido industrial en la imagen 70.
- ✓ Los examinadores de ensayos no destructivos deben estar certificados según la práctica escrita SNT-TC-1A de la ASNT<sup>23</sup>, los cuales deben cumplir con la práctica escrita de su empleador.

---

<sup>23</sup> ASNT significa Sociedad americana de ensayos no destructivos





**Imagen 69**  
*Ensayo de Líquidos Penetrantes*



Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





**Imagen 70**  
Registro de END

	<b>REGISTRO DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL</b>	INF N° : 01-PAUT-SMV-21
		FECHA : 22/11/2021
		HOJA : 01/01

**CLIENTE** : SMV WELDING SOLUTION EIRL

**PROYECTO** : INSTALACIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO, CONTROL, COMUNICACIÓN E HÍDRICO PARA EL SISTEMA DE MITIGACIÓN DE POLVO DEL DOMO - CONCENTRADORA CUAJONE

**LUGAR** : TALLER SMV WELDING SOLUTIONS EIRL- MOQUEGUA

**ESTRUCTURA** : LINEA DE 6" SCH 40

**ESPECIFICACIÓN DE ENSAYO**

MATERIAL		EQUIPO		TRANSDUCTOR		BLOQUES		
ACERO	ESPESOR:	7.11 mm.	MARCA:	SIUI	MARCA:	SIUI	CALIBRACIÓN:	MAB
	MATERIAL:	ASTM-A53	MODELO:	SyncScan 2	MODELO:	5.0L16-0.5-9	REFERENCIA: (SEGÚN CÓDIGO ASME SEC. V)	4"sch40
TUBO	GRADO:	B	NÚMERO DE SERIE:	M13311210201R	FRECUENCIA:	5.0Mhz	ULTRASONIDO ARREGLO DE FASES	
	DIÁMETRO:	6 PULG	PRESENTACIÓN (CRS):	A-SCAN // S-SCAN	ÁNGULO:	40°-70°	TÉCNICA DE APLICACIÓN:	PULSO ECO
CLASE	SCHEDULE:	40	HAZ DE INSPECCIÓN:	ANGULAR	N° DE CRISTALES:	16	FORMA DE BARRIDO:	PARALELO
ESTADO SUPERFICIAL:	ACEPTABLE	TIPO DE ONDA:	TRANSVERSAL	ZAPATA:	8N55S-1	ACOPLANTE:	ULTRAGEL II	

CÓDIGO DE CALIFICACIÓN: ASME B31.3-2018

CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO: NDTECH-P-UT-004

ESTRUCTURA	ESTAMPA	JUNTA	LONGITUD INSPECCIONADA (mm.)	PROFUNDIDAD DE INSPECCIÓN (mm.)	FECHA	ÁNGULO DE INSPECCIÓN	UBICACIÓN DE DISCONTINUIDAD (mm.)	LONGITUD DE LA DISCONTINUIDAD (mm.)	TIPO DE CLASE	PROFUNDIDAD DESDE LA SUPERFICIE (mm.)	OBSERVACIONES	RESULTADO	
												ACEPTADO	OBSERVADO
LINEA DE 6" SCH 40	W-020	J-18	550	5.5	22/11/2021	40° a 70°	-	-	-	-	-	✓	-
		J-19	550	5.5	01/03	40° a 70°	-	-	-	-	-	✓	-

**ESQUEMA DE INSPECCIÓN**



ABREVIATURAS DE DISCONTINUIDADES Y/O DEFECTOS DE SOLDADURA SEGÚN SU CLASE:

C: CRACK (FISURA)	IP: INCOMPLETE PENETRATION (Penetración Incompleta)	
IF: INCOMPLETE FUSION (Fusión Incompleta)	IERL: INDICATIONS THAT EXCEED THE REFERENCE LEVEL (indicaciones que exceden el nivel de referencia)	
<b>INSPECTOR</b>	<b>SUPERVISIÓN</b>	<b>CLIENTE</b>
Nombre : Ing. Juan Luis Surco Alzamora	Nombre :	Nombre :
Nivel : II-ASNT-SNT-TC-1A-VT-PT-MT-UT		
Firma :	Firma :	Firma :
Ing. Juan L. Surco Alzamora NIVEL II ASNT-SNT-TC-1A-VT-PT-MT-UT REGISTRO N°: NDTECH 4460		
Fecha : 22/11/2021	Fecha:	Fecha:

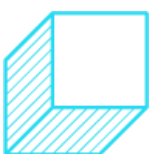
Fuente: (SMV WS EIRL, 2022)





### 3.2.4. Actividades del ciclo Actuar

- A.** Realizar el levantamiento de las observaciones y/o No conformidades que existieran en la construcción soldada.
- ✓ Si después de los ensayos de inspección existiera elementos con resultado rechazado, se debe evaluar y determinar si es posible reparar o en todo caso cambiar el componente soldado.
  - ✓ Identificar al soldador que realizó las soldaduras, para iniciar la investigación de las posibles causas que originó el rechazo.
  - ✓ Si se evalúa que el rechazo es causa de la habilidad del soldador, se debe programar un nuevo ensayo de calificación del soldador, si el soldador rechazara la prueba de calificación, se debe retirar del proyecto.
  - ✓ En la imagen 71 se muestra un modelo de registro de NO conformidad.
- B.** Realizar una evaluación de las no conformidades del proyecto, para luego realizar una retroalimentación al personal con el fin de obtener oportunidades de mejora.
- ✓ Es importante registrar y analizar las no conformidades del proyecto, con el fin de retroalimentar al personal con las causas y consecuencias del problema, en la figura 72 se muestra un análisis de causa raíz, utilizando la técnica de los 5 por qué.
  - ✓ Las oportunidades de mejora se basan en reconocer nuestros errores y no volverlos a repetir.





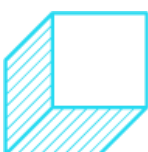
**Imagen 71**  
**Reporte de No Conformidad**



SMV-RNC-001  
18-02-22  
Página 1 de 1  
Rev. 0

REPORTE DE NO CONFORMIDAD (NCR)			RNC-001
Descripción del Tag : COBERTURA METÁLICA		No. de Tag : 001-VRT	
Nº O.C.: OS-2776	Clasificación de Inspección		Sistema Transferido:----
Contrato/Contratista: SMV	Contratista <input checked="" type="checkbox"/>	Cliente <input type="checkbox"/>	Sub – Sistema: ----
	Otros <input type="checkbox"/>		Área: Estructuras
Iniciado por: Sergio Mandamiento	Fecha: 18-02-2021	Etiqueta de Material Defectuoso Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	No. de NCR NCR-CC3-172-10-003
Área/Ubicación: Moquegua	No. de Unidad/Equipo: N.A.	Disciplina/Responsabilidad: Mecánica	
No./Rev. de Plano M1-CL-001 REV 0	Especificación/Rev. AWS D1.1 edición 2020	No. De Auditoría (Si aplica) N.A.	
DESCRIPCIÓN DE NO CONFORMIDAD			
Durante la inspección realizada a la cobertura metálica, 001-VRT, se ha encontrado soldadores No calificados realizando soldadura en el proyecto.			
CAUSA RAIZ		CÓDIGO(S) DE CAUSA(S)	
Se adjunta la metodología 5 porque para la identificación de las causa			
DISPOSICIÓN <input type="checkbox"/> Usar como está <input type="checkbox"/> Reparar <input checked="" type="checkbox"/> Rechazar <input type="checkbox"/> Otros			
Se deberá rechazar todos los elementos donde los soldadores no calificados hayan realizados soldaduras, el contratista deberá proveer nuevo elementos de la estructura.			
DISPOSICIÓN POR _____ Gerente de Calidad		Fecha _____	
DISPOSICIÓN COMPLETADA POR _____ Contratista		Fecha _____	
		Requiere Aprobación de Ing. de Diseño <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	
		Ingeniero de Diseño _____ Fecha _____	
ACCION VERIFICADA Y CIERRE DE NO CONFORMIDAD			
METODO DE VERIFICACION <input checked="" type="checkbox"/> REVISION DE DOC <input checked="" type="checkbox"/> INSPECCIÓN <input type="checkbox"/> OTROS			
INSPECTOR DE CALIDAD		FECHA	
DISPOSICIÓN VERIFICADA Y CIERRE RECOMENDADO DEL NCR			
GERENTE DE CALIDAD DE PROYECTO		FECHA	


Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)







**Imagen 72**  
*Metodología de los 5 Porqué*

		<b>METODOLOGÍA DE LOS 5 PORQUÉ</b>		
<b>Persona que Genera No Conformidad</b>				
<b>Área/Departamento</b>		<b>Auditor / Persona que Reporta</b>		
Calidad		Nombre: Sergio Mandamiento		
		Puesto: Inspector de Calidad		
Durante la inspección realizada a la cobertura metálica, 001-VRT, se ha encontrado soldadores No calificados realizando soldadura en el proyecto.				
<b>Análisis de la Causa Raíz</b>				
1°.- ¿Porqué soldadores no calificados realizaban soldaduras?  Siguieron ordenes de su inmediato superior, Capataz de soldadura	2°.- ¿Porqué el capataz de soldadura indico que suelden sin ser calificados?  El capataz de soldadura se encontraba presionado por el avance de los trabajos y falta de personal y tomo la decision de hacer soldar	3°.- ¿Porqué no se gestiona a tiempo el ingreso de personal calificado en soldadura?  Por desconocimiento con respecto al tiempo de proceso de calificacion de soldadores	4°.- ¿Por qué no se conocia el tiempo de proceso de aprobación de calificación de soldadores?  Falta de coordinación entre áreas de construcción, calidad y contratos.	5°.-  
<b>Causa Raíz</b>		Por desconocimiento con respecto al tiempo de proceso de aprobación de calificación de soldadores. Falta de coordinación entre áreas de construcción, calidad y contratos. Falta de experiencia y conocimiento del capataz de soldadura para cumplir con los requerimientos de las normas de construccion		
<b>Resultados del Análisis:</b>				
Gestionar y aprobar el ingreso de soldadores calificados al proyecto con anticipacion con respecto al inicio de actividades de soldaduras				
Realizar una capacitación especifica a la línea de mando con respecto a los requerimientos de la norma de construcción para la calificación de soldadores .				

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





### 3.2.5. Perfil del Inspector de Soldadura

#### **Formación Académica:**

Deberá cumplir con lo menos 1 de las profesiones indicadas abajo.

#### **Profesional Técnico:**

- ✓ Profesional técnico en Mecánica de Producción Industrial.
- ✓ Profesional técnico en Mecánico de Construcciones Metálicas.
- ✓ Profesional técnico en Mecatrónica de Fabricación Metalmecánica.
- ✓ Profesional técnico en Soldador Universal.
- ✓ Profesional técnico en Procesos Tecnológicos de Soldadura.
- ✓ Profesional técnico en Mecánica Automotriz.
- ✓ Profesional técnico en Procesos de Producción Industrial.
- ✓ Profesional técnico en Técnicas en Ingeniería Mecánica de Mantenimiento.
- ✓ Profesional técnico en Mecatrónica de Fabricación Metalmecánica.

#### **Profesional Universitario:**

- ✓ Ingeniería Mecánica
- ✓ Ingeniería Metalúrgica
- ✓ Ingeniería Materiales
- ✓ Ingeniería Civil
- ✓ Ingeniería Industrial





### **Capacitación:**

Deberá cumplir con lo menos 1 de las especializaciones indicadas abajo, en entidades educativas acreditadas por el ministerio de educación, las cuales deberán ser de 250 horas como mínimo.

- ✓ Especialización en inspección de soldadura.
- ✓ Especialización en supervisor de soldadura.
- ✓ Especialización en ingeniería de soldadura.

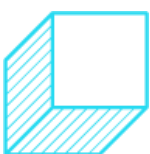
### **Experiencia:**

Deberá cumplir con lo menos 1 de los ítems indicados abajo, el cual contará por lo menos 3 años de experiencia en:

- ✓ Inspección de soldadura.
- ✓ Supervisión de soldadura.
- ✓ Control de calidad en soldadura
- ✓ Ingeniería de soldadura.
- ✓ Calificación de procedimientos de soldadura
- ✓ Calificación de soldadores.
- ✓ Diseño de estructuras metálicas.
- ✓ Ingeniero residente de obras electromecánicas.
- ✓ Inspector de obras electromecánicas.

### **Certificación:**

La certificación es el reconocimiento que entregan las diferentes organizaciones reconocidas a nivel nacional o internacional, las cuales





han evaluado el conocimiento y la experiencia del personal que certifican y son:

- ✓ Inspector de soldadura certificado por la Sociedad American de Soldadura AWS – CWI
- ✓ Inspector senior de soldadura certificado por la Sociedad American de Soldadura AWS – SCWI
- ✓ Inspector de construcciones soldadas nivel 2 por la asociación española de soldadura CESOL – España.
- ✓ Inspector de construcciones soldadas nivel 3 por la asociación española de soldadura CESOL – España.

### **3.2.6. Perfil del examinador de ensayos no destructivos NDT**

Para los examinadores de ensayos no destructivos NDT, deben tener relación laboral con la empresa de ensayos no destructivos esta empresa mantendrá la denominación de “empleador”, este empleador utilizará la práctica recomendada SNT-TC-1A de la ASNT para elaborar el documento llamado la “práctica escrita” el cual pertenece al empleador, el mismo documento se utilizará para certificar a sus examinadores de ensayos No destructivos en niveles 1 y 2. La práctica escrita del empleador, debe ser elaborada y firmada por ASNT NDT NIVEL 3, la certificación de los examinadores en NDT deben ser membretados por su empleador y firmados por el gerente del empleador y ASNT NDT NIVEL que representa al empleador.

#### **Formación Académica:**

Deberá cumplir con lo menos 1 de las profesiones indicadas abajo.

#### **Profesional Técnico:**

- ✓ Profesional técnico en Mecánica de Producción Industrial.





- ✓ Profesional técnico en Mecánico de Construcciones Metálicas.
- ✓ Profesional técnico en Mecatrónica de Fabricación Metalmecánica
- ✓ Profesional técnico en Soldador Universal.
- ✓ Profesional técnico en Procesos Tecnológicos de Soldadura.
- ✓ Profesional técnico en Mecánica Automotriz.
- ✓ Profesional técnico en Procesos de Producción Industrial
- ✓ Profesional técnico en Técnicas en Ingeniería Mecánica de Mantenimiento
- ✓ Profesional técnico en Mecatrónica de Fabricación Metalmecánica

**Profesional Universitario:**

- ✓ Ingeniería Mecánica
- ✓ Ingeniería Metalúrgica
- ✓ Ingeniería Materiales
- ✓ Ingeniería Civil
- ✓ Ingeniería Industrial





**Capacitación y experiencia:**

**Tabla 14**

*Horas de Capacitación y Experiencia en NDT*

Método NDT	Nivel	Técnica	Horas de entrenamiento	Mínimo de horas en el método/técnica
<b>Ensayo Visual</b>	I	Directa	10	100
	II		20	200
<b>Líquidos Penetrantes</b>	I	Visible / Removible con solvente	10	100
	II		20	200
<b>Partículas Magnéticas</b>	I	fluorescente	12	100
	II		20	200
<b>Ultrasonido Industrial</b>	I	convencional	50	220
	II		50	350
	II	TOFD	50	350
	II	Phased Array	90	350
<b>Radiografía Industrial</b>	I	Radiografía	50	220
	II		50	350

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)



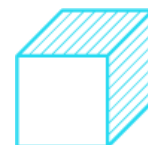


### **3.2.7. Mínimos requerimientos a cumplir**

Los mínimos requerimientos a cumplir en las construcciones soldadas livianas se describen en la tabla 15, la cual es desarrollada bajo cumpliendo los mínimo requerimientos, que mantengan un nivel de alto confiabilidad de las construcciones soldadas, la cual en consecuencia una baja probabilidad de falla de la misma.

Las construcciones soldadas livianas se deben ejecutar bajo el estricto cumplimiento de las normas nacionales e internacionales, es preciso indicar que los requerimientos de estas normas son las mínimas a cumplir, esto no restringe a las empresas constructoras mantener estándares constructivos de mayor nivel, por lo que la tabla 15 no es limitante a requerimientos adicionales.





**Tabla 15**  
*Mínimos Requerimientos a Cumplir.*

Ítem	Descripción de actividad	Evidencia
1	Elaboración Plan de puntos de inspección	PPI
2	Elaboración Instructivos operativos de trabajo	Instructivos
3	Revisión y lista de planos aprobados para el proyecto	Registro
4	Revisión de Inspectores certificados y END	Registro
5	Elaboración de procedimientos de soldadura WPS	WPS
6	Elaboración del registro del procedimiento PQR (si requiere)	PQR
7	Calificación de soldadores	WPQ
8	Ensayos de doblez	Registro
9	Inspección y recepción de materiales	Registro
10	Realizar lista de materiales con certificados de calidad	Registro
11	Realizar lista de calibración de equipos de medición	Registro
12	Inspección de habilitado y control dimensional	Registro
13	Inspección visual de soldadura	Registro
14	Inspección con ensayos no destructivos PT, MT, UT, RT (según se requiera)	Registro
15	Elaboración de registro de No conformidad, incluye su análisis de causa raíz (si se requiere)	Registro

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)







### 4.3. COSTOS DEL PROYECTO

Se proyecta los costos para la implementación del proyecto:

**Tabla 16**

*Resumen del Presupuesto Total*

1	RECURSOS HUMANOS	116000
2	EQUIPOS	4175
3	MATERIALES	9175
4	SERVICIOS	14930
TOTAL		<b>144280</b>

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

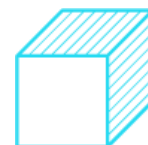
**Tabla 17**

*Presupuesto Para Recursos Humanos y Equipos*

<b>1</b>	<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<b>CANT</b>	<b>MESES</b>	<b>PU</b>	<b>36000</b>
	Inspector de soldadura CWI	1	10	10000	100000
	Inspector asistente de soldadura	1	8	2000	16000
<b>2</b>	<b>EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>	<b>CANT</b>	<b>U/M</b>	<b>PU</b>	<b>4175</b>
	Flexómetro de 8 metros.	1	unidad	55	55
	Flexómetro de 50 metros.	1	unidad	120	120
	Galga de soldadura Bridge cam	1	unidad	550	550
	Galga de soldadura Fillet Weld 7 piezas.	1	unidad	450	450
	Galga de soldadura V-WAC	1	unidad	450	450
	Calibrador o vernier.	1	unidad	150	150
	Micrómetro de exteriores e interiores	1	unidad	150	150
	Anemómetro	1	unidad	250	250
	Luxómetro	1	unidad	250	250
	Medidor de temperatura de superficie laser	1	unidad	550	550
	Medidor de temperatura ambiente	1	unidad	350	350
	Espejos de inspección de soldadura	1	unidad	100	100
	Amperímetro y voltímetro de corriente continua.	1	unidad	750	750

Fuente propia: (Mandamiento, 2018)





**Tabla 18**  
*Presupuesto Para Materiales y Servicios*

3	MATERIALES	CANT	U/M	PU	7175
	Planchas de 1/2" 1200 X 2400	1	und	2000	2000
	Planchas de 3/8" 1200 X 2400	1	und	1550	1550
	Papelería y útiles de escritorio	1	global	3000	3000
	Soldadura	25	Kg	25	625
4	SERVICIOS	CANT	U/M	PU	14930
	Calibración flexómetro de 8 metros.	1	und	200	200
	Calibración flexómetro de 50 metros.	1	und	220	220
	Calibración galga de soldadura Bridge cam	1	und	350	350
	Calibración galga de soldadura Fillet Weld 7 piezas.	1	und	400	400
	Calibración galga de soldadura V-WAC	1	und	250	250
	Calibración de calibrador o vernier.	1	und	350	350
	Calibración de Micrómetro	1	und	350	350
	Calibración Anemómetro	1	und	350	350
	Calibración Luxómetro	1	und	400	400
	Calibración Medidor de temperatura de superficie laser	1	und	380	380
	Calibración Medidor de temperatura ambiente	1	und	380	380
	calibración amperímetro y voltímetro de corriente continua.	1	und	550	550
	Servicio de END de líquidos penetrantes	5	días	650	3250
	Servicio de END de ultrasonido industrial	5	días	1500	7500

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)





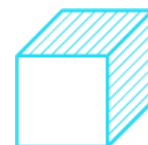
**4.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO**

**Tabla 19**  
Cronograma de Actividades del Proyecto

ETAPAS		MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ETAPA PRIMERA PLANIFICAR													
ETAPA SEGUNDA HACER													
ETAPA TERCERA VERIFICAR													
ETAPA CUARTA ACTUAR													
RECURSOS HUMANOS	Inspector CWI-AWS	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000		
	Asistente de inspector		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000			
EQUIPOS	Flexómetro de 8 metros, Flexómetro de 50 metros.			175									
	Galga de soldadura Bridge cam, Fillet Weld 7 piezas, V-WAC			1450									
	Calibrador, Micrómetro, Anemómetro, Luxómetro, Med. Temp. Superficie			1350									
	Med. Temp. Ambiente, espejos, amepímetro			1200									
MATERIALES	Planchas de 1/2" 1200 X 2400, Planchas de 3/8" 1200 X 2400				3550								
	Papelería y útiles de escritorio	500	500	500	500	500	500	500	500	500			
	Soldadura				625								
SERVICIOS	Calibración Flexómetro de 8 metros, Flexómetro de 50 metros.			420									
	Calibración Galga de soldadura Bridge cam, Fillet Weld 7 piezas, V-WAC			1000									
	Calibración calibrador, Micrómetro, Anemómetro, Luxómetro, Med. Temp. Superficie			1830									
	Calibración Med. Temp. Ambiente, espejos, amepímetro			930									
	Servicio de END de líquidos penetrantes							3250					
	Servicio de END de ultrasonido industrial								7500				
		10500	12500	20855	16675	12500	12500	15750	20000	12500	10500		
		PLANIFICAR			HACER				VERIFICAR			ACTUAR	
PRESUPUESTO TOTAL ESTIMADO		144280 SOLES											
TIEMPO TOTAL ESTIMADO		10 MESES											

Fuente propia. (Mandamiento Valdez, 2022)





#### 4.5. CONCLUSIONES

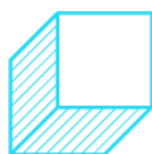
- ✓ La ejecución de proyectos donde intervienen construcciones soldadas livianas, requiere una alta competencia técnica por parte del personal profesional y técnico que participan en el mismo, las personas que se encargan de dirigir este tipo de proyectos, requieren un conocimiento amplio y sólido en procesos de soldadura, ciencia de materiales e inspección de soldadura.
- ✓ Existe normativas nacionales como la E090 estructuras metálicas del RNE24, que solicitan un determinado número de requisitos para este tipo de construcciones soldadas, si no se cuenta con la competencia técnica especializada en el tema, es imposible que puedan llegar a cumplir los requerimientos de la norma.
- ✓ El grado de confiabilidad de las construcciones soldadas livianas de obras públicas de la región Moquegua, está directamente influenciado en el nivel de competencia técnica de los profesionales y técnicos que participan en el proyecto.

**Tabla 20**  
*Probabilidad de Falla*

CRITERIOS		CONSECUENCIA
Nivel de competencia técnica	Grado de confiabilidad de la construcción soldada	Probabilidad de falla de la construcción soldada
alto	alto	bajo
medio	medio	alto
bajo	bajo	alto

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)

<sup>24</sup> RNE significa reglamento nacional de edificaciones



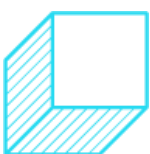


- ✓ Según la E 090 del RNE, indica las bases de calificación para el inspector de soldadura, el cual debe ser inspector certificado AWS o certificado por una entidad nacional que realice este tipo de actividad, en el Perú no existe una entidad peruana reconocida por el estado peruano que certifique inspectores de soldadura, lo que existe son centros de formación, así mismo indicar, que existe entidades como la Asociación española de soldadura CESOL que certifican inspectores de soldadura de construcciones soldadas.
- ✓ Mantener un inspector AWS<sup>25</sup> o un inspector CESOL<sup>26</sup> en un proyecto de construcciones soldadas genera una gran confianza y tranquilidad, puesto que estos profesionales garantizan una alta competencia técnica comprobada (certificada) y experiencia en el rubro de la soldadura, actualmente en el Perú existen más de 300 inspectores AWS, los cuales vienen participando activamente en la construcciones soldadas que se realizan en el Perú de diferentes sectores como energía, gas, petróleo, minería, infraestructura.
- ✓ El documento de gestión más relevante en un proyecto de construcciones soldadas es el plan de puntos de inspección (PPI), el cual se desarrollará en la etapa de planificación y estará presente durante todo el proceso constructivo del proyecto, el éxito o fracaso de una construcción soldada, dependerá del buen desarrollo del PPI y su aplicación íntegra.
- ✓ No se debe realizar ninguna soldadura en el proyecto sin antes haber desarrollado y certificado los procedimientos de soldadura WPS, ningún elemento soldado puede tener garantía de uso, si no se realizó con WPS aprobado y certificados. Todos los elementos que se realizaron sin WPS aprobados, deben ser rechazados.

---

<sup>25</sup> Inspectores de soldadura AWS-CWI, es la certificación internacional de soldadura más reconocida a nivel mundial en el campo de la soldadura, la cual para su certificación requiere evaluaciones de las más rigurosas en el rubro y demostración de experiencia profesional.

<sup>26</sup> CESOL significa asociación española de soldadura.



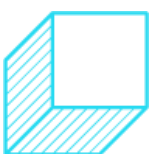


- ✓ Ningún soldador debe realizar soldaduras de producción si antes haber sido calificado y certificado por el inspector AWS del proyecto, la calificación es una etapa previa a las soldaduras de producción, si existiera soldaduras realizadas por un soldador no calificado, todos los componentes soldados bajo esas características deben ser rechazados.
- ✓ Los ensayos No destructivos deben realizarse por personal certificado según la práctica recomendada SNT-TC-1A de la ASNT<sup>27</sup>, los cuales deben ser certificado según la “Practica escrita”<sup>28</sup> del empleador de la empresa contratista de ensayos NO destructivos, así como para su examinación de las juntas soldadas deben contar con un procedimiento específico de la técnica a utilizar, la cual debe ser elaborado y firmado por un nivel ASNT NDT nivel 3.
- ✓ En la región Moquegua se han y vienen realizado la ejecución de construcciones soldadas, en la descripción de la realidad problemática de este proyecto se ha puesto en evidencia un ejemplo claro de una construcción soldada realizada en el año 2021, y en concordancia con lo desarrollado en este trabajo de suficiencia profesional, así como lo determinado por las exigencias nacionales (RNE) e internacionales (AWS D1.1) de construcciones soldadas, dichas construcciones NO CUMPLEN con los mínimos requerimientos solicitados por el RNE y el AWS D1.1, debe existir gran preocupación por parte de los usuarios finales de dicha infraestructura, debido a que se pone en riesgo la seguridad y salud pública de los mismos. Según mi evaluación de la construcción soldada, la misma no conto con profesionales con alta competencia técnica en el rubro, por lo que mantendrá un bajo grado de confiabilidad de la construcción soldada y en consecuencia una alta probabilidad de falla.

---

<sup>27</sup> ASNT significa sociedad americana de ensayos No destructivos.

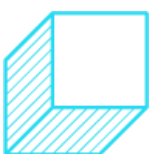
<sup>28</sup> Documento del empleador que contienen los requisitos de entrenamiento y experiencia para certificarse como examinador de ensayos No destructivos, nivel 1,2 o 3.





#### 4.6. RECOMENDACIONES

- ✓ Las construcciones soldadas livianas, mantienen un alto nivel de complejidad técnica para su desarrollo constructivo, se recomienda mantener profesionales con alta competencia técnica desde su etapa de planificación y mantenerlos hasta el cierre del proyecto.
- ✓ Es necesario realizar un sinceramiento y actualización del presupuesto del proyecto, el cual corresponde a los costos de control e inspección de soldadura y ensayos no destructivos, con el fin de no limitar la presencia de los mismos por falta de presupuesto y poner en riesgo la determinación del nivel de confiabilidad de la construcción soldada.
- ✓ Se recomienda que, en el desarrollo de los WPS sean partícipes el área de calidad y producción, puesto que un WPS debe ser una herramienta que ayude a realizar soldadura de alta calidad, pero con un alto nivel de productividad.
- ✓ Se recomienda realizar la calificación de soldadores en forma oportuna y siguiendo los WPS aprobados para el proyecto, el proceso de calificar soldadores no es una actividad que se debe tomar a la ligera, parte del éxito o el fracaso en una construcción soldada, es determinada del nivel de calidad y producción que mantienen los soldadores del proyecto.
- ✓ Se recomienda evaluar cuidadosamente la elección del proceso o procesos de soldadura a utilizar en el proyecto, puesto que para la etapa de fabricación se puede utilizar procesos de alto ratio de deposición (GMAW, FCAW, SAW), pero en el montaje pueden estar limitados a condiciones atmosférica (viento por encima de 8Km/h) severas lo cual limiten su aplicación, y lo más recomendable será procesos manuales (SMAW).





## **CAPÍTULO IV**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**







Andina. (4 de diciembre de 2015). *www.andina.pe*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-dos-personas-fallecen-por-caida-lluvia-y-granizada-la-libertad-587975.aspx>

Asociación latinoamericana del acero. (30 de 12 de 2021). *alacero*. Obtenido de *alacero*:  
[https://www.alacero.org/sites/default/files/publicacion/america\\_latina\\_en\\_cifras\\_2021\\_es-en\\_capa2\\_0.pdf](https://www.alacero.org/sites/default/files/publicacion/america_latina_en_cifras_2021_es-en_capa2_0.pdf)

AWS. (2022). Búsqueda de inspectores AWS. *Certificación SCWI*. Obtenido de <https://cloudweb2.aws.org/Certifications/Search/>

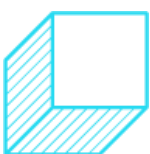
Ceron Ramos, B. S. (2019). *Repositorio de la universidad nacional de San Cristobal de Huamanga*. Obtenido de CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURAS INDUSTRIALES MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END):  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3420>

Civi, C., & Iren, E. (2021). Efecto de la soldadura sobre la fiabilidad de las propiedades mecánicas en los materiales de acero AISI 1020 y AISI 6150. *Revista de metalurgia*, 57. Obtenido de <https://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/1503>

LA ROTATIVA. (29 de septiembre de 2020). *www.larotativa.pe*. Obtenido de *www.larotativa.pe*: <https://www.larotativa.pe/33-viviendas-fueron-afectadas-por-granizada-en-bambamarca/>

Mandamiento Valdez, S. E. (2022). TSP para obtener Título de Ingeniero Industrial. *Confiabilidad en construcciones soldadas livianas y probabilidades de falla en obras públicas de la región Moquegua*. Moquegua: Electrónico digital.

Mandamiento, S. E. (3 de 02 de 2018). *Soldadura para todos*. Obtenido de ¿Qué Significa WPS, PQR Y WPQR?: <https://sergiomandamiento.com/que-significa-wps-pqr-y-wpqr/>





Ministerio de Vivienda, C. (4 de noviembre de 2021). Obtenido de 01 G.010  
CONSIDERACIONES BASICAS:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2364029/01%20G.010%20CONSIDERACIONES%20BASICAS.pdf>

Ministerio de Vivienda, C. y. (4 de noviembre de 2021). *E.090 Estructuras metálicas*.  
Obtenido de E.090 Estructuras metálicas:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366673/58%20E.090%20ESTRUCTURAS%20METALICAS.pdf>

Municipalidad Provincial Mariscal Nieto. (2021). Dossier de calidad. Moquegua, Perú.

NTN24.COM. (01 de 2022). *NTN24.COM*. Obtenido de NTN24.COM:  
<https://www.ntn24.com/america-latina/ecuador/al-menos-tres-fallecidos-tras-desplome-de-una-construccion-en-ecuador-390743>

Rivera Ventura, J. L. (2019). *Repositorio de la Universidad Jose Carlos Mariategui - Moquegua*. Obtenido de Desarrollo de un procedimiento para reducir los defectos en las juntas soldadas en los sistemas de tuberías instaladas en nodo energético sur: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/763>

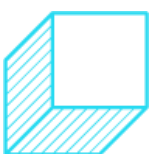
Sistema electrónico de contrataciones del estado. (24 de 11 de 2020). *SEACE Adjudicación simplificada N°011-2020-MPMN*. Obtenido de SEACE Adjudicación simplificada N°011-2020-MPMN:  
<https://prodapp2.seace.gob.pe/seacebus-uiwd-pub/fichaSeleccion/fichaSeleccion.xhtml?ptoRetorno=LOCAL>

SMV WS EIRL. (2022). SMV WELDING SOLUTIONS E.I.R.L. Moquegua, Perú.

Sociedad americana de soldadura. (2020). AWS D1.1 Código de Soldadura estructural - Acero. EEUU.

Sociedad americana de soldadura. (2013). AWS B5.1 Especificación para la calificación de inspectores de soldadura. EEUU.

Sociedad Americana de Soldadura. (2018). AWS D1.3 código estructural de soldadura – planchas delgadas .





Sociedad Americana de Soldadura. (2020). Estandar de términos y definiciones de soldadura AWS A3.0. EEUU.

Vallejo, F. (2007). Responsabilidad profesional en la construcción de obras. *Revista Derecho del Estado*, 97–120. Obtenido de <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/derest/article/view/706>





**CAPÍTULO V**  
**GLOSARIO DE TÉRMINOS**





**RNE:** Reglamento Nacional de Edificaciones

**AWS:** Sociedad americana de soldadura.

**ASNT:** Sociedad americana de ensayos no destructivos

**SMAW:** Proceso de soldadura por arco con electrodos revestidos.

**FCAW:** Proceso de soldadura por arco con alambre tubular.

**GMAW:** Proceso de soldadura por arco con metal gas

**SAW:** Proceso de soldadura por arco sumergido.

**SOLDADURA:** Una coalescencia localizada de metales o no metales producida por el calentamiento de materiales a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión o por la aplicación de presión sola y con o sin el uso de material de aporte.

**POSICIÓN DE SOLDADURA:** Es la posición en la que se realiza las soldaduras en producción y están determinadas por posición plana, horizontal, vertical y sobre cabeza.

**POSICION DE PRUEBA DE SOLDADOR:** Es la posición en la que el soldador realiza sus pruebas de calificación, son determinadas para plancha y tubería, para plancha 1G, 2G,3G,4G y para tubería 1G, 2G, 5G Y 6G.

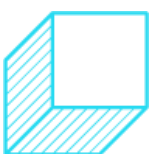
**WPS:** Especificación de procedimiento de soldadura.

**WPQ:** Registro de calificación de soldador.

**PQR:** Registro de calificación de procedimiento de soldadura.

**END:** Ensayos No destructivos, los cuales se realizan sin afectar la integridad de la estructura.

**SCWI:** Inspector senior de soldadura certificado por la sociedad americana de soldadura, el mayor nivel de certificación de inspectores de soldadura otorgado por la sociedad americana de soldadura.





**CWI:** Inspector de soldadura certificado por la sociedad americana.

**CAWI:** Inspector de soldadura certificado asociado por la sociedad americana de soldadura, tiene el nivel de asistente y solo puede realizar la actividad de inspección en un rango visible y audible del CWI o SCWI.

**ICS:** Inspector de Construcciones Soldadas Certificado por la Asociación Española de Soldadura.

**DEFECTO:** Es una discontinuidad que excede el límite admisible de un código, es una discontinuidad rechazable que requiere reparación o recambio.

**DISCONTINUIDAD:** Cualquier interrupción de la estructura típica del material; no necesariamente un defecto.

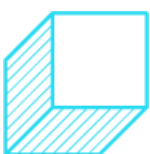
**METAL DE APORTE:** El metal o la aleación agregada para hacer una junta de soldadura, brazing o soldering.

**JPP:** Junta de penetración parcial.

**JPC:** Junta de penetración completa.

**VARIABLE ESENCIAL:** Variable de un WPS, si se modifica es necesario realizar una nueva revisión del WPS.

**VARIABLE NO ESENCIAL:** Variable de un WPS, si se modifica no es necesario realizar una nueva revisión del WPS.





## **CAPÍTULO VI**


### **ANEXOS**





**Anexo A**

*Formato de Plan de Puntos de Inspección*

		<b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>					SMV-PP1-001		
		CONTROL DE CALIDAD					Revisión: 1		
		<b>FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>					Fecha:		
Proyecto:				Ubicación:		PP1 N°: SMV-PP1-MOQ-001			
Código de Proyecto:				Cliente:		Fecha:			
División: <input type="checkbox"/> CIV <input type="checkbox"/> MEC <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> FIP <input type="checkbox"/> ELE <input type="checkbox"/> INC <input type="checkbox"/> SAN						Página: 1 de 1 División: <input type="checkbox"/> EDP <input type="checkbox"/> ELC <input type="checkbox"/> CIV			
N°	Actividades del Proceso de Construcción	IAC	Actividades de Control	Alcance			Criterio de aceptación, Referencias/Normas	Formato de Inspección	Muestra / Frecuencia
				Tipo	Ext	Cantidad			
RAC - Responsable de Actividad de Construcción		Tipo de Actividad de Control				Alcance de la Inspección			
A	Almacén del Proyecto	I	Inspección Visual & Medición			PP	Aprobación con presencia obligatoria		
P	Producción	F	Prueba (sobre el entregable en campo)			WP	Aprobación con presencia opcional		
C	Aseguramiento y Control de Calidad	E	Ensayo (sobre espécimen @ Laboratorio)			IP	Punto de Control Interno		

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)











**Anexo D**  
**Formato de WPS**


<b>ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b> <b>(WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)</b>					
NOMBRE DEL PROPIETARIO		WPS N°	REV. N°	FECHA	
AUTORIZADO POR:		FECHA:	SOPORTE PQR(s):	REPORTE CVN:	
<b>METAL BASE</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>TIPO O GRADO</b>	<b>GRUPO AWS N°</b>	<b>ESPESOR DE METAL BASE</b>	
Material Base				<b>COMO SOLDADO</b>	
Soldado a				<b>CON PWHT</b>	
Material de respaldo				CJP Soldadura de canal	
Otro:				CJP Soldadura de canal c/CVN	
				PJP Soldadura de canal	
				Soldadura de Filete	
				Diametro	
<b>DETALLES DE JUNTA</b>				<b>DETALLES DE JUNTA (SKETCH)</b>	
Tipo de Bisel				<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	
Angulo de Bisel ( $\alpha$ )					
Abertura de Raiz (R)					
Dimensión de cara de raiz (f)					
Repelado					
Metodo					
<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST - SOLDADURA</b>					
Temperatura					
Tiempo de Temperatura					
Otro					
<b>PROCEDIMIENTO</b>					
Cordones de soldadura					
Pases de soldadura					
Proceso					
Tipo (mecanizado, semiautomático, etc)					
Posición					
Progresión					
Metal de Aporte (Espec.)					
Clasificación AWS					
Diametro de electrodo					
Fabricante					
Gas de protección (composición)					
Flujo de Gas (CFH)					
Tamaño de tobera					
Temperatura de pre-calentamiento					
Temperatura de Interpase					
Características Electricas					
Tipo de corriente / Polaridad					
Modo de transferencia					
Tipo de fuente de poder					
Amperios					
Voltios					
Velocidad de salida de alambre (cm/min)					
Velocidad de avance					
Máximo aporte de calor					
Técnica					
Cordon Oscilación y/o estrecho					
Pase simple o múltiple (por lado)					
Número de electrodos					
Espacio longitudinal de arcos					
Espacio lateral de arcos					
Angulo de electrodo paralelos					
Angulo de electro (megan, autom.)					
Normal para dirección de viaje					
Oscilación (mecanizado / automático)					
Longitud transversal					
velocidad transversal					
Tiempo de espera					
Martillado					
Limpieza entre pases (esmerilado y/o escobillado)					
Este WPS cumple con los requerimientos del código AWS D1.1 edición 2020					





**Anexo E**

Formato de Registros de Calificación de Soldador

	<p><b>REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADOR</b> De acuerdo al Código AWS D1.1/D1.1M 2020</p>	<p>WPQ No.: _____</p> <p>HOJA: _____ de _____</p> <p>EMISIÓN: _____</p> <p>REVISIÓN: _____</p>			
<b>REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADOR (WPQ)</b>					
Nombre del Soldador: _____	No. Estampa: _____	DNI: _____			
Identificación de WPS seguido por el soldador: _____	Evaluado en: <input type="checkbox"/> Cupón <input type="checkbox"/> Soldadura Producción				
Especificación de metal base: _____	Espesor: _____				
<b>Variables de Soldadura</b>	<b>Valor Usado en la Calificación</b>	<b>Rango Calificado</b>			
Proceso de soldadura					
Tipo usado (manual, semiautomático)					
Respaldo: metal ( ) Soldadura ( )					
(X) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):					
Metal Base(especificación) G-No:					
Especificación metal aporte					
Clasificación metal aporte:					
Metal de aporte F-No.:					
Posición caificada:					
Progresión vertical (ascendente/descendente):					
Gas inerte de respaldo:					
Modelo de transferencia (GMAW):					
Tipo de Corriente y polaridad (GTAW)					
<small>Obs. R= Raíz, C= Pase caliente, Re= Relleno, A= Acabado, C.Q= Composición Química</small>					
<b>RESULTADOS</b>					
Resultado de Inspección Visual:					
Resultados de Prueba de Doble:					
( ) Lado	( ) Cara y Raíz Transversal	( ) Cara y Raíz Longitudinal			
( ) Tubería, Resistencia a la corrosión	( ) Plancha, resistencia a la corrosión				
( ) Tubería, Prueba de ataque químico	( ) Plancha, Prueba de ataque químico				
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
Resultado de examen radiográfico alternativo:					
Soldadura de filete: ---		Prueba de Fractura: ---		Longitud y porcentaje de defectos: ---	
Macro ataque: _____		Tamaño de filete: ---		Concavidad/Convexidad: ---	
Otras Pruebas:					
Película radiográfica evaluadas por: _____			Compañía: _____		
Inspección visual evaluada por: _____			Compañía: _____		
Soldadura supervisada por: _____					
Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código AWS D1.1/D1.1M 2020.					
FECHA: _____			APROBACIÓN POR: _____		


Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)







**Anexo G**  
Formato de Control Dimensional

 <b>Sergio Mandamiento</b> SM	<b>REGISTRO</b>					<b>SMV-CD-01</b>		
	CONTROL DE CALIDAD					Revisión:	0	
	<b>CONTROL DIMENSIONAL</b>					Fecha:	18/02/2022	
						Página:	de 2	
<b>PROYECTO:</b>						<b>Nº REGISTRO:</b>		
<b>CLIENTE:</b>						<b>FECHA:</b>		
<b>UBICACIÓN:</b>				<b>TAG Nº:</b>				
<b>DESCRIPCIÓN:</b>				<b>PLANO REF.:</b>				
<b>1. MAPA DE COTAS</b>								
Nº Cota	Long. Diseño (mm)	Long. Real (mm)	Variación (mm)	Instrumento utilizado	Nº Certificado de Instrumento utilizado	Resultado		Comentario
						C	NC	
Observación:								
ESQUEMA:								
<b>CONSTRUCCIÓN :</b>				<b>CALIDAD QC:</b>				
Firma:				Firma:				
Nombre:				Nombre:				
Cargo:				Cargo:				
Fecha:				Fecha:				

Fuente propia: (Mandamiento Valdez, 2022)







**Anexo I**  
Certificación AWS - SCWI



Fuente: (AWS, 2022)







**Anexo J**

*Criterios de Aceptación de la Inspección Visual*

<b>Tabla 8.1</b> <b>Criterios de aceptación de la inspección visual (ver 8.9)</b>										
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 deberá llenar todos los cráteres para proporcionar el tamaño de soldadura especificado, excepto en los extremos de soldaduras en filete intermitentes fuera de su longitud efectiva.	X	X								
<b>(4) Perfiles de soldadura</b> Los perfiles de soldadura deberán cumplir con 7.23.	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="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">L, tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]</td> <td style="text-align: center;">U, disminución admisible de L, pulg. [mm]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 3/16 [5]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/16 [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/4 [6]</td> <td style="text-align: center;">≤ 3/32 [2.5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 5/16 [8]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/8 [3]</td> </tr> </table> En todos los casos, la parte de la soldadura con tamaño menor del 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, tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	U, disminución admisible de L, pulg. [mm]	≤ 3/16 [5]	≤ 1/16 [2]	1/4 [6]	≤ 3/32 [2.5]	≥ 5/16 [8]	≤ 1/8 [3]	X	X
L, tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	U, disminución admisible de L, pulg. [mm]									
≤ 3/16 [5]	≤ 1/16 [2]									
1/4 [6]	≤ 3/32 [2.5]									
≥ 5/16 [8]	≤ 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 es transversal al esfuerzo de tracción en cualquier condición de carga. La socavación no deberá ser superior a 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad en ningún caso.	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									
Nota: Una "X" indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un área sombreada indica no aplicabilidad.										

Fuente: (AWS, 2022)

