



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER**

**PATIO PUERTO ILO**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER NELSON MAMANI CHOQUE**

**ASESOR:**

**MGR. JAVIER REMBERTO ZEVALLOS CHÁVEZ**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**ELÉCTRICO**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2023**

## ÍNDICE

|   | <b>pág.</b> |
|---|-------------|
| PÁGINA DE JURADO.....   | i           |
| DEDICATORIA .....   | ii          |
| AGRADECIMIENTO .....  | iii         |
| ÍNDICE .....  | iv          |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | ix          |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | x           |
| RESUMEN.....  | xii         |
| ABSTRACT.....   | xiii        |
| INTRODUCCIÓN .....  | xiv         |
| <b>CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES DEL TEMA .....</b>                       | <b>1</b>    |
| 1.1 Antecedentes .....  | 1           |
| 1.1.1 Razón Social de la Empresa. ....                                    | 1           |
| 1.1.2 Ubicación.....  | 1           |
| 1.1.3 Gerente general.....  | 1           |
| 1.2 Descripción de cómo es y qué tipo de servicio otorga la empresa ..... | 1           |
| 1.3 Contexto socioeconómico .....   | 2           |
| 1.4 Descripción de la experiencia .....                                   | 2           |
| 1.5 Explicación del cargo.....  | 3           |
| 1.6 Propósito del puesto .....  | 3           |

|   |   |          |
|---|---|----------|
| 1.6.1                                   | Objetivo general. ....  | 3        |
| 1.6.2                                   | Objetivos específicos. ....   | 3        |
| 1.7                                     | Proceso objeto del informe .....  | 4        |
| 1.8                                     | Resultados concretos.....   | 4        |
| <b>CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN .....</b> |   | <b>5</b> |
| 2.1                                     | Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño<br>laboral en la situación objeto del informe ..... | 5        |
| 2.1.1                                   | Conceptos generales de soldadura. ....  | 5        |
| 2.1.2                                   | Clasificación de los procesos de soldadura. ....  | 5        |
| 2.1.3                                   | La soldadura eléctrica por arco.....  | 6        |
| 2.1.3.1                                 | Soldadura por arco eléctrico manual con electrodo metálico revestido.....   | 7        |
| 2.1.3.1.1                               | Componentes principales de la soldadura por arco eléctrico. ....  | 8        |
| 2.1.3.1.2                               | Máquinas de soldar por arco eléctrico.....  | 9        |
| 2.1.3.2                                 | Soldadura por arco sumergido.....   | 10       |
| 2.1.3.3                                 | Soldadura por arco eléctrico con alambre tubular.....   | 12       |
| 2.1.3.3.1                               | Características del proceso FCAW.....   | 13       |
| 2.1.3.3.2                               | Equipamiento del proceso FCAW.....  | 13       |
| 2.1.3.3.3                               | Gas de protección para el proceso FCAW.....   | 14       |
| 2.1.3.3.4                               | Metal de aporte para el proceso FCAW (electrodo).....   | 14       |
| 2.1.3.4                                 | Soldadura por arco eléctrico con alambre sólido y gas.....  | 14       |
| 2.1.3.4.1                               | Algunas características del proceso GMAW.....   | 17       |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 2.1.3.4.2 | Equipamiento del proceso GMAW. ....  | 17 |
| 2.1.3.4.3 | Gas protector para el proceso GMAW. ....   | 18 |
| 2.1.3.4.4 | Metal de aporte para el proceso GMAW. ....   | 18 |
| 2.1.3.5   | Soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas. ....  | 19 |
| 2.1.3.5.1 | Algunas características del proceso GTAW. ....   | 21 |
| 2.1.3.5.2 | Equipamiento del proceso GTAW. ....  | 22 |
| 2.1.4     | Métodos de ensayos no destructivos en soldadura. ....  | 23 |
| 2.1.4.1   | Visual (VT). ....  | 23 |
| 2.1.4.2   | Líquido penetrante (PT). ....  | 24 |
| 2.2       | Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrió para resolver la situación profesional objeto del informe ..... | 27 |
|           | <b>CAPÍTULO III APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS</b> .....   | 29 |
| 3.1.      | Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas .....  | 29 |
| 3.1.1     | Datos para el cálculo de cargas del techo. ....  | 30 |
| 3.1.2     | Especificaciones del acero. ....   | 30 |
| 3.1.3     | Especificaciones del electrodo E7018. ....   | 30 |
| 3.1.4     | Selección de cobertura. ....   | 30 |
| 3.1.5     | Cálculo de carga muerta según norma E.020. ....  | 31 |
| 3.1.6     | Cálculo de carga viva según norma E.020. ....  | 31 |
| 3.1.7     | Cálculo de carga de viento según norma E.020. ....   | 32 |
| 3.1.8     | Cálculo de carga de sismo según norma E.030. ....  | 34 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.1.9     | Combinación de cargas según norma E.090.....      | 35 |
| 3.1.10    | Cálculo de cargas internas con SAP2000.....       | 36 |
| 3.1.11    | Cálculo de unión soldada.....                     | 38 |
| 3.1.12    | Cálculo de momento de inercia.....                | 41 |
| 3.1.13    | Cálculo de cordones tipo 1.....                   | 41 |
| 3.1.14    | Cálculo de cordones tipo 2.....                   | 41 |
| 3.1.15    | Cálculo de cordones tipo 3.....                   | 42 |
| 3.1.16    | Cálculo de cordones tipo 4.....                   | 42 |
| 3.2.      | Desarrollo de experiencias.....                   | 42 |
| 3.2.1     | Primera etapa.....                                | 43 |
| 3.2.1.1   | Elaboración de Plan de gestión de calidad.....    | 43 |
| 3.2.1.2   | Elaboración del plan de inspección y ensayos..... | 44 |
| 3.2.1.3   | Elaboración de procedimientos de soldadura.....   | 44 |
| 3.2.1.4   | Elaboración procedimientos de inspección.....     | 44 |
| 3.2.1.3.1 | Recepción e inspección de materiales.....         | 44 |
| 3.2.1.3.2 | Fabricación y montaje.....                        | 45 |
| 3.2.1.3.3 | Soldadura.....                                    | 45 |
| 3.2.1.3.4 | Montaje de cobertura y accesos.....               | 46 |
| 3.2.1.3.5 | Ajuste de pernos.....                             | 46 |
| 3.2.2     | Segunda etapa.....                                | 46 |
| 3.2.2.1   | Registro de recepción de materiales.....          | 47 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2.2.2 Registro de inspección visual de soldadura.....                   | 50        |
| 3.2.2.3 Registro de control dimensional.....                              | 51        |
| 3.2.2.4 Registro de inspección por líquidos penetrantes de soldadura..... | 52        |
| 3.2.2.5 Registro de montaje.....  | 53        |
| 3.2.2.6 Registro de ajuste de pernos.....                                 | 54        |
| 3.2.2.7 Registro de inspección de coberturas.....                         | 56        |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....   | <b>57</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....  | <b>58</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                   | <b>59</b> |
| <b>ANEXOS</b> .....   | <b>61</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Tabla 1</b> <i>Procedimientos aprobados de calidad</i> ..... | 28          |
| <b>Tabla 2</b> <i>Metrado de cargas muertas</i> .....           | 31          |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | pág. |
|---|------|
| <b>Figura 1</b> <i>Clasificación general de procesos de soldadura</i> .....                                   | 6    |
| <b>Figura 2</b> <i>Partes del circuito por arco eléctrico</i> .....   | 8    |
| <b>Figura 3</b> <i>Fusión del electrodo</i> .....   | 9    |
| <b>Figura 4</b> <i>Dirección de avance</i> .....  | 12   |
| <b>Figura 5</b> <i>Soldadura por arco eléctrico con alambre tubular</i> .....                                 | 13   |
| <b>Figura 6</b> <i>Esquema del circuito de soldadura con alambre solido</i> .....                             | 15   |
| <b>Figura 7</b> <i>Representación esquemática de la soldadura con CO2</i> .....                               | 16   |
| <b>Figura 8</b> <i>Equipamiento del proceso MIG/MAG</i> .....   | 19   |
| <b>Figura 9</b> <i>Proceso de soldadura GTAW</i> .....  | 20   |
| <b>Figura 10</b> <i>Pasos del ensayo con liquido penetrante</i> .....   | 25   |
| <b>Figura 11</b> <i>Dirección del viento en la estructura</i> .....   | 33   |
| <b>Figura 12</b> <i>Pórtico crítico del taller techo Tamper</i> .....   | 36   |
| <b>Figura 13</b> <i>Valores máximos de fuerza cortante y momento flector</i> .....                            | 37   |
| <b>Figura 14</b> <i>Diagrama de fuerza cortante</i> .....   | 37   |
| <b>Figura 15</b> <i>Diagrama de momento flector</i> .....   | 38   |
| <b>Figura 16</b> <i>Perfil W12X30 con los cuatro tipos de cordones</i> .....                                  | 40   |
| <b>Figura 17</b> <i>Comprobación de la cortante primaria del cordón tipo 2 en el software inventor</i> .....  | 41   |
| <b>Figura 18</b> <i>Comprobación de la cortante primaria del cordón tipo 4 con el software inventor</i> ..... | 42   |
| <b>Figura 19</b> <i>Protocolo de recepción de materiales</i> .....  | 47   |
| <b>Figura 20</b> <i>Guía de remisión</i> .....  | 48   |



|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 21</b> <i>Certificado de calidad</i> .....                          | 49 |
| <b>Figura 22</b> <i>Protocolo visual de soldadura</i> .....                   | 50 |
| <b>Figura 23</b> <i>Protocolo de control dimensional</i> .....                | 51 |
| <b>Figura 24</b> <i>Protocolo de inspección por liquido penetrantes</i> ..... | 52 |
| <b>Figura 25</b> <i>Protocolo de montaje de estructuras</i> .....             | 53 |
| <b>Figura 26</b> <i>Protocolo de torque de pernos estructurales</i> .....     | 54 |
| <b>Figura 27</b> <i>Diagrama de nodos de las uniones empernadas</i> .....     | 55 |
| <b>Figura 28</b> <i>Protocolo de inspección de coberturas</i> .....           | 56 |

## **RESUMEN**

El informe desarrollado de trabajo de suficiencia profesional hace mención la experiencia laboral desempeñada en la empresa **SERVICIOS GENERALES A&J SRL**, la cual se dedica a brindar servicios de fabricación, diseño y montaje de estructuras metálicas. La experiencia desempeñada fue en el área de control de calidad, desenvolviéndome eficientemente dentro del ambiente laboral de la empresa. La actividad desarrollada fue la de construir un techo para el taller **Tamper-Patio Puerto Ilo**, dentro de las instalaciones de **SOUTHERN COPPER CORPORATION**. El informe describe el aseguramiento de control de calidad que se realiza al proyecto “**FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO**” durante su ejecución.

Palabras clave: calidad, especificaciones técnicas, normas.

## **ABSTRACT**

The report developed on professional sufficiency work mentions the work experience carried out in the company SERVICIOS GENERALES A&J SRL, which is dedicated to providing manufacturing, design and assembly services for metal structures. The experience carried out was in the area of quality control, developing efficiently within the work environment of the company. The activity developed was to build a roof for the Tamper-Patio Puerto Ilo workshop, within the facilities of SOUTHERN COPPER CORPORATION. The report describes the quality control assurance carried out on the project "MANUFACTURE AND ASSEMBLY OF TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO" during its execution.

Keywords: quality, technical specifications, standards.

## **INTRODUCCIÓN**

El informe desarrollado de suficiencia profesional tiene como contenido el aseguramiento y control de calidad de la construcción de techo taller Tamper en la cual se hace seguimiento desde la fabricación hasta la instalación y/o montaje del techo en las instalaciones de SOUTHERN COPPER CORPORATION.

El informe consta de los siguientes capítulos:

Como primer capítulo se hacen mención los aspectos generales del tema a investigar, antecedentes, descripción de la empresa, contexto socioeconómico, propósito del puesto, entre otros.

Como segundo capítulo se enfoca en todos los conocimientos teóricos aprendidos en nuestro centro de estudio, llevados y puestos en práctica durante la experiencia en las empresas donde uno se desarrolla como profesional.

Finalmente, como tercer capítulo se enfoca en el desarrollo de la experiencia, donde se desarrolla todas las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES DEL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

##### **1.1.1 Razón Social de la Empresa.**

Nombre de la empresa: SERVICIOS GENERALES A&J SRL.

RUC: 20532323615

##### **1.1.2 Ubicación.**

Dirección: José Carlos Mariátegui Mz. N Lt. 03

Distrito: Ilo.

Provincia: Ilo.

Departamento: Moquegua.

##### **1.1.3 Gerente general.**

Jorge Damián Paredes Tapara

#### **1.2 Descripción de cómo es y qué tipo de servicio otorga la empresa**

La empresa SERVICIOS GENERALES A&J lidera actividades en cuanto a fabricación, montaje de estructuras metálicas y diseño, también realiza actividades

en el área de construcción civil, actividades de arenado, actividades de pintura y mantenimiento en el sector industrial.

En los últimos años SERVICIOS GENERALES A&J lideran en trabajos de soldadura lo que ha permitido ampliar sus servicios en el sector minero.

En la actualidad los trabajos que realizan cubren en toda la región de Moquegua, siendo capaces de cubrir grandes necesidades de cualquier empresa industrial.

### **1.3 Contexto socioeconómico**

La construcción del proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”, traerá consigo un beneficio importante a los trabajadores de dicho taller, porque ya no estarán expuestos directamente a la radiación producida por el sol, el proyecto trae también beneficios en cuanto a las instalaciones de SOUTHERN COPPER CORPORATION.

### **1.4 Descripción de la experiencia**

Las actividades realizadas fueron como Inspector de control de calidad en el proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”, cuyas actividades de fabricación fueron realizadas en las instalaciones de la empresa AYJ (taller de fabricación) y las actividades de montaje fueron realizadas en las instalaciones de SOUTHERN COPPER CORPORATION (Patio Puerto), desde el 27 de setiembre del 2022 hasta el 31 de enero del 2023, en las cuales mi colaboración fue en las actividades mecánicas haciendo un control y aseguramiento de calidad durante el proceso constructivo del proyecto y logrando así incrementar mis intelectos y experiencia.

## **1.5 Explicación del cargo**

Personal con experiencia y habilidades en ensayos no destructivos para trabajos en ser sector de metal mecánica, con certificaciones vigentes en ensayos no destructivos en VT, PT y MT.

El Inspector de control de calidad es el encargado de hacer el aseguramiento y control de calidad durante la fabricación y montaje del proyecto.

## **1.6 Propósito del puesto**

### **1.6.1 Objetivo general.**

Presentar el dossier de calidad de “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO” según los estándares y especificaciones brindadas por el cliente.

### **1.6.2 Objetivos específicos.**

- Desarrollar el plan de gestión de calidad, plan de puntos de inspección de ensayos, procedimientos de soldadura y procedimientos de inspección de calidad de todas las tareas que forman parte del proceso constructivo del proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”, estas a su vez deberán ser enviadas, revisadas y aprobadas por el cliente.
- Desarrollar protocolos de control de calidad durante el proceso constructivo del proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”.

## **1.7 Proceso objeto del informe**

Realizar el aseguramiento de control de calidad al proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”, de acuerdo a las normas, estándares y especificaciones brindadas por el cliente la cual se basan en normas nacionales e internacionales.

En el presente proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”, el aseguramiento de calidad también se realizará de acuerdo a los procedimientos de calidad elaborados por la contratista y estas a su vez son revisadas y aprobados por el cliente para su respectiva ejecución.

## **1.8 Resultados concretos**

En toda mi experiencia trabajando como Inspector de control de calidad en la empresa SERVICIOS GENERALES A&J, mi participación fue en los talleres de fabricación y en las instalaciones del cliente, realizando los siguientes trabajos y funciones:

- Realizar los ensayos no destructivos a uniones soldadas (inspección visual) en taller de fabricación.
- Responsable en verificar que las dimensiones de las estructuras a fabricar en cuanto a dimensiones cumplan según plano aprobado.
- Responsable en hacer seguimiento al proceso de montaje, verificando que se ensamblen según plano aprobado y haciendo cumplir en su totalidad los controles de calidad durante el proceso constructivo según procedimientos aprobados.



## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1 Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral en la situación objeto del informe**

##### **2.1.1 Conceptos generales de soldadura.**

En términos generales la soldadura es un proceso la cual consta en la unión de piezas metálicas ya sean por fusión o por presión.

En la actualidad existen una gran cantidad de procesos de soldadura a los cuales uno puede acceder, pero va depender mucho del metal base que se quiere soldar y también dependerá mucho de qué tan accesible son los procesos de soldadura, ya que ciertos procesos son muy costosos en cuanto a su adquisición.

##### **2.1.2 Clasificación de los procesos de soldadura.**

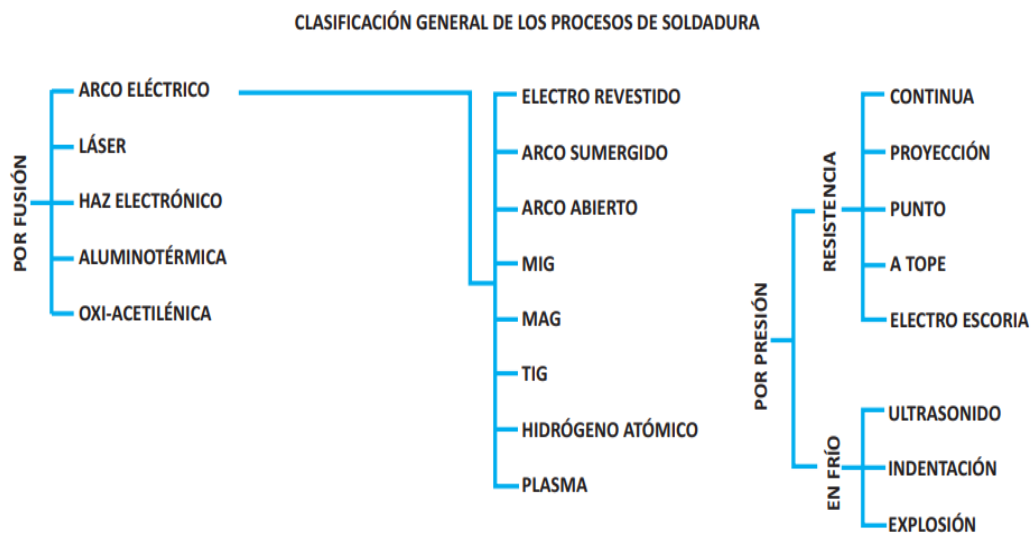
En la actualidad existe una gran cantidad de procesos de soldadura, que conforme pasó el tiempo han sufrido modificaciones en cuanto a su equipamiento y estas a su vez sufrieron modernizaciones para beneficio del personal que realiza la soldadura utilizando cualquiera de estos procesos de soldadura.

Los procesos de soldadura empleados en la actualidad van a depender mucho del tipo de material a soldar, el espesor de los materiales a unir y también depende mucho que tan económico es acceder a estos procesos de soldadura.

Los procesos de soldadura podemos clasificarlos de la siguiente manera:

**Figura 1**

*Clasificación general de procesos de soldadura*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

### **2.1.3 La soldadura eléctrica por arco.**

Según SOLDEXA (2020), es un proceso de soldadura, donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte.

El principio de todos los procedimientos de soldadura por arco eléctrico es la de un corto circuito, donde este corto circuito llega alcanzar una temperatura aproximada de 4000 °C. Lo que se conoce como la transformación de la energía

eléctrica a una energía térmica, logrando así alcanzar la temperatura de fusión de los materiales para de esta manera generar la unión entre materiales metálicos.

La transformación de la energía eléctrica a energía térmica se logra cuando se produce una mínima separación dentro de cualquier parte en un circuito, los electrones comienzan a desplazarse a grandes velocidades a través de la separación, generando chispas eléctricas durante el paso de los electrones, logrando de esta forma un arco eléctrico que es capaz de llegar a la temperatura de fusión de los metales.

Por lo tanto, el arco eléctrico es un flujo constante de electrones a través de un medio gaseoso, generando en su paso luz y calor.

#### ***2.1.3.1 Soldadura por arco eléctrico manual con electrodo metálico revestido.***

Según SOLDEXA (2020), la soldadura por arco eléctrico manual con electrodo revestido o simplemente “soldadura eléctrica”, como lo conocemos en nuestro medio, es un proceso de unión por fusión de piezas metálicas.

Para conseguir la fusión entre dos metales, se enciende el arco por diferentes métodos ya propios del soldador, el arco eléctrico se forma entre la pieza a soldar y la varilla de electrodo, lográndose una zona de fusión donde se empieza a aportar el metal externo por medio de los electrodos consumibles que una vez solidificado, conforma una fusión permanente.

Este proceso de soldadura también conocido como SMAW (Shielded Metal Arc Welding), es el más común y ampliamente usando no solo por su portabilidad, también por ser un proceso económico y fácil en cuanto a su uso.

Este proceso de soldadura se suele emplear normalmente para materiales ferrosos, en algunos casos para aquellos metales en donde la capa superior suele fundir a mayor temperatura que el propio metal a fundir, un ejemplo claro materiales como el galvanizado, donde el óxido de zinc suele fundir a una mayor temperatura que el propio galvanizado, en estos casos que son muy pocas también es necesario emplear la soldadura con una fuente de corriente alterna.

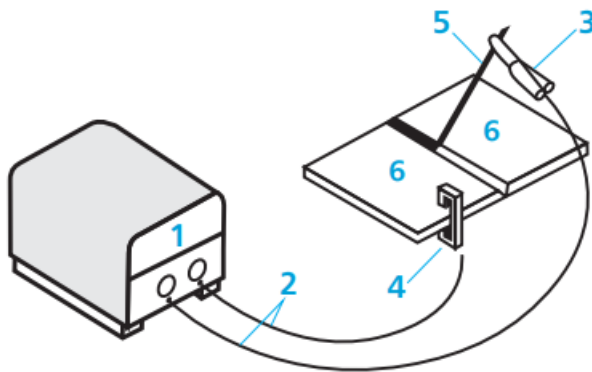
#### 2.1.3.1.1 Componentes principales de la soldadura por arco eléctrico.

El proceso de soldadura con electrodo revestido suele contar con los siguientes componentes:

- Fuente de poder
- Cables de soldadura.
- Cable porta electrodo.
- Cable de tierra.
- Electrodo consumible.
- Metal a soldar.

**Figura 2**

*Partes del circuito por arco eléctrico*

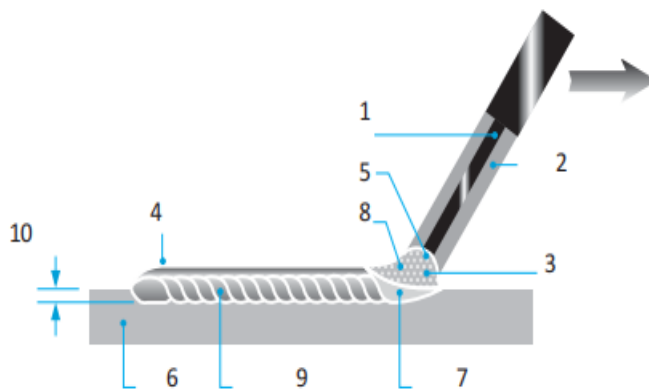


*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

Para poder realizar la soldadura de muy buena calidad es importante contar con todos los componentes en las perfectas condiciones, también emplear el metal de aporte adecuado, la corriente adecuada, una limpieza del metal a trabajar, entre otros. Logando así un baño de fusión limpio y de esta manera conseguir una unión de soldadura aceptable no solo visualmente también aceptable a los ensayos no destructivos que se someten.

**Figura 3**

*Fusión del electrodo*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

#### *2.1.3.1.2 Máquinas de soldar por arco eléctrico.*

Existen una gran cantidad de fabricantes de máquinas de soldadura para este proceso, pero todas comparten el mismo principio y componentes principales ya mencionados anteriormente para realizar la unión de metales.

Estas máquinas deben ser tales que permitan regular la intensidad de corriente, que es muy importante para soldar. La regulación de la corriente dependerá mucho del diámetro del electrodo, espesor del metal a soldar, la posición en que se quiere realizar la unión del metal, etc.

La máquina de soldadura debe de brindar una alimentación de corriente constante, de esta manera sea estable el arco eléctrico.

En cuanto a su armazón externa deben de ser sólidos y muy resistentes ya que las labores de soldadura son realizadas en talleres, campo y están expuestos a una variación de temperaturas de ambiente.

### ***2.1.3.2 Soldadura por arco sumergido.***

Según SOLDEXA (2020), en sus fundamentos físicos es similar a la soldadura de arco eléctrico manual. En su operación, el electrodo es reemplazado por un alambre desnudo que, a medida que se consume, es alimentado mediante un mecanismo automático. El arco es cubierto y protegido por un polvo granular y fusible, conocido como fundente o flujo, el mismo que es un compuesto de silicatos y minerales.

Este proceso de soldadura es uno semiautomático debido a que la mano humana ya no realiza la soldadura, tan solo la mano humana hace la programación de los parámetros necesarios para dar inicio el proceso de soldadura mediante el proceso de arco sumergido.

También conocido como proceso SAW, este proceso emplea un fundente que cae a través de una tolva, el cual cumple la función de proteger al baño de fusión de la atmosfera, cumple la misma función del revestimiento de los electrodos, debido a que en este proceso se emplea un electrodo desnudo alimentado a partir de un rollo, el cual es programado la velocidad de alimentación.

Este proceso normalmente se suele usar para soldadura plana y plana horizontal y a una gran variedad de espesores, el nombre de este proceso se da

debido que no se visualiza el arco, las chispa o gases, puesto que son cubiertas por el fundente.

Algunas características que ciertamente traen ventajas respecto a otros procesos de soldadura son:

- Deposición altamente de metal de aporte.
- Buena penetración(profunda).
- Buen acabado del cordón de soldadura.
- Las soldaduras son buenas a pruebas de rayos x.
- Un fácil desprendimiento de la escoria.
- Soldable a una gran variedad de espesores.

El proceso de arco sumergido se emplea en aceros al carbono, de baja aleación, aceros templados y enfriados por inmersión y en varios tipos de aceros inoxidables.

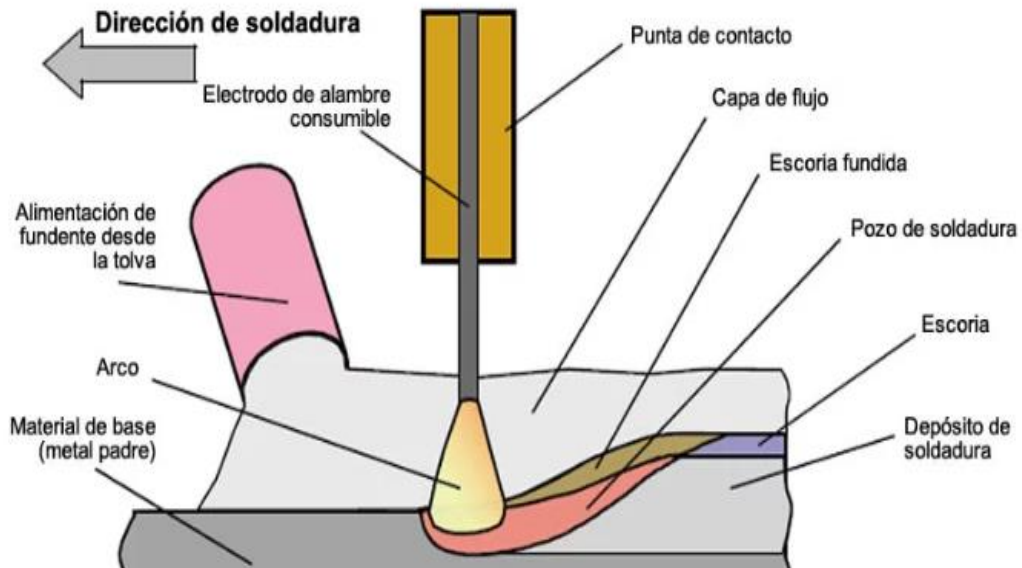
También son aplicables para trabajos de recubrimientos de piezas metálicas. Se suelen soldar a espesores de 1/16 hasta ½ pulg sin preparación de junta y con preparación de junta normalmente se sueldan en espesores ilimitados.

Cuyos componentes principales del proceso SAW son:

- Fuente de poder.
- Componente que controla la alimentación del metal de aporte.
- Cabezal automático para la soldadura.
- Pistola, cables y accesorios para soldadura semiautomática.
- Tolva para la alimentación del fundente.

**Figura 4**

*Dirección de avance*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

### ***2.1.3.3 Soldadura por arco eléctrico con alambre tubular.***

Según SOLDEXA (2020), es un proceso de soldadura, en el que la fusión se logra mediante un arco producido entre un electrodo tubular (alambre consumible) y la pieza. La protección se obtiene de un fundente contenido dentro del alambre tubular. Protección adicional de un gas suministrado externamente no es necesario.

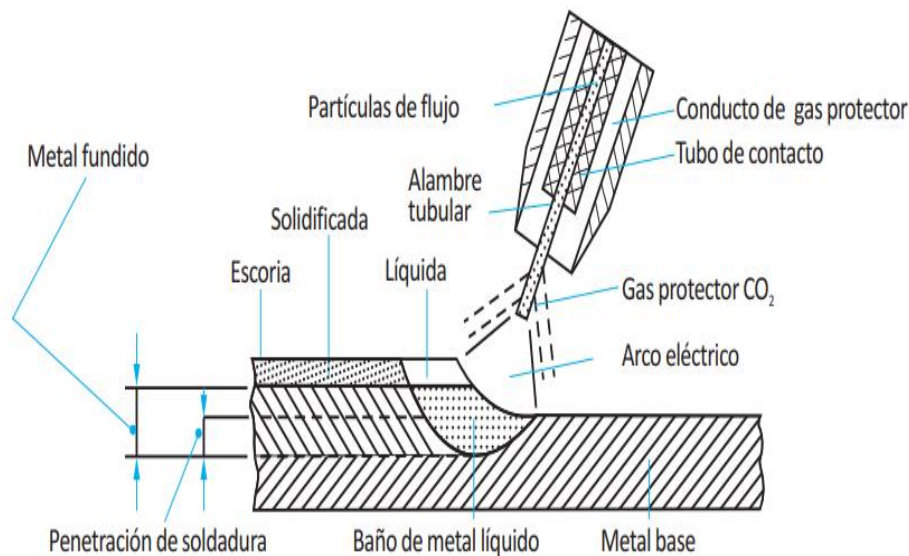
Este proceso es también conocido como FCAW, suele ser un proceso automático y semiautomático, en la actualidad lo más empleado y de una manera amplia es el proceso semiautomático.

La soldadura mediante este proceso se puede realizar en todas las posiciones lo que si se debe de tener en cuenta es que depende mucho del diámetro del metal de aporte.



**Figura 5**

*Soldadura por arco eléctrico con alambre tubular*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

#### *2.1.3.3.1 Características del proceso FCAW.*

Se puede hacer cualquier tipo de junta en función al espesor de plancha

En este proceso las ventajas se dan mediante dos tipos de protección, estas son:

- Mediante la protección externa del gas se consigue uniones soldadas sanas, con penetraciones profundas y excelentes propiedades para un ensayo de radiografía.
- sin la protección externa del gas se consigue una moderada penetración, se puede soldar con presencia de corriente de aire y se consigue buena calidad del metal de aporte depositado.

#### *2.1.3.3.2 Equipamiento del proceso FCAW.*

Los componentes primordiales del proceso FCAW son:

- Fuente de poder.

- Conjunto de componentes para el avance del alambre y los controles.
- La antorcha y las conexiones de cables.
- Metal de aporte(alambre) con fundente en su núcleo.

#### *2.1.3.3.3 Gas de protección para el proceso FCAW.*

Para este proceso puede ser asistido por gas externo como también no puede ser con gas eterno, el gas cumple la función de proteger el baño de fusión de la atmosfera al igual que el revestimiento del electrodo, evitando así que el baño se contamine y presente impurezas en la soldadura.

#### *2.1.3.3.4 Metal de aporte para el proceso FCAW (electrodo).*

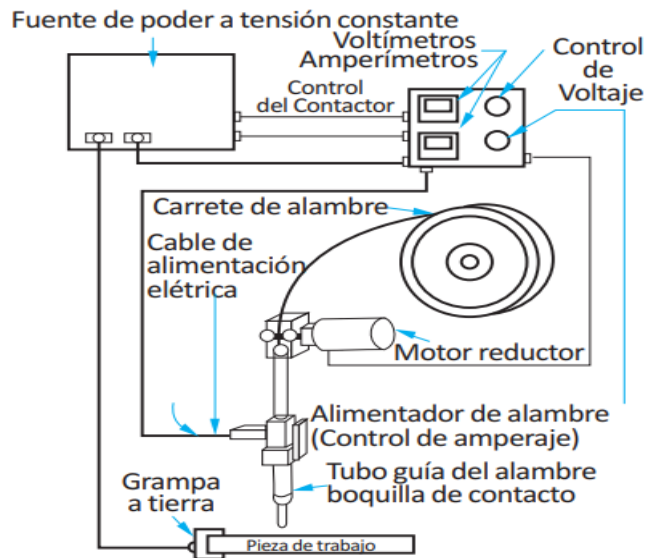
Se selecciona el alambre tubular dependiendo de la aleación, composición y nivel de resistencia del metal base a trabajar. Podemos encontrar en una gran variedad de diámetros y estos soldables en todas las posiciones. El metal de aporte lo encontramos en carretas y bobinas almacenados de una manera especial para de esta forma evitar que sean contaminados por la humedad.

#### ***2.1.3.4 Soldadura por arco eléctrico con alambre sólido y gas.***

Según SOLDEXA (2020), es la soldadura por arco metálico con gas, conocido como proceso MIG/MAG, la fusión es producida por un arco que se establece entre el extremo del alambre aportado continuamente y la pieza a soldar. La protección se obtiene íntegramente de los gases suministrados simultáneamente con el metal de aporte.

**Figura 6**

*Esquema del circuito de soldadura con alambre sólido*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

También conocido como proceso GMAW, es un proceso ampliamente usado en la actualidad en los distintos rubros de la industria metal mecánica, este proceso a su vez se divide en dos tipos muy parecidos en todo el equipamiento con la única diferencia la del gas protector, uno de estos procesos usa un gas inerte, mientras el otro proceso usa un gas activo y estos son:

- MIG: proceso que emplea como protección contra la atmósfera un gas inerte puro, (helio, argón, etc.). Suele usarse muy frecuente en los metales no ferrosos.
- MAG: proceso que emplea como protección un gas activo como el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub> o mezcla de CO<sub>2</sub> + argón como gas de protección de soldadura. Normalmente se emplean en todos los metales ferrosos.

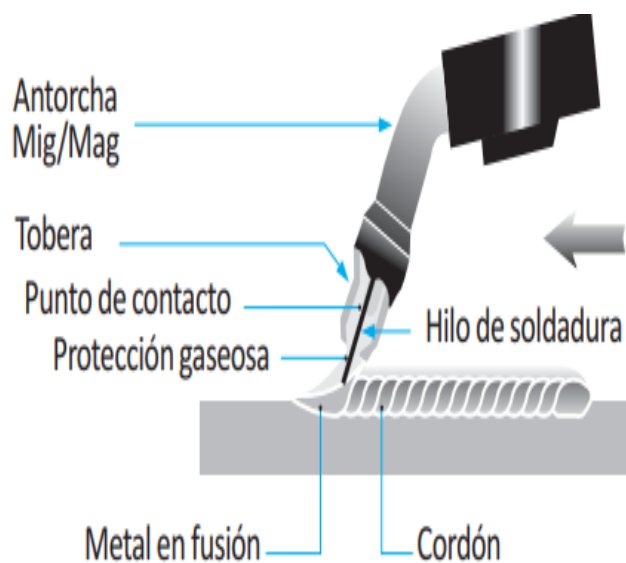
Estos gases ya sean activos o inertes cumplen la función de proteger el baño de fusión de la atmósfera, debido a que si no se protege el baño de fusión ingresarían

las impurezas suspendidas en la atmosfera, no solo protege al baño de fusión también al arco eléctrico y el material que se aporta durante el proceso de soldeo.

Estos procesos suelen ser semiautomático y automático, en la actualidad el proceso más empleado es el semiautomático ya que aún se emplean la mano humana para las tareas de soldeo con estos procesos de soldadura.

**Figura 7**

*Representación esquemática de la soldadura con CO<sub>2</sub>*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

Existen dos tipos de transferencia del metal de aporte durante el proceso de soldadura ya sean en el proceso MIG o MAG, esta transferencia va depender mucho del valor de la corriente, estos son:

- La transferencia globular o por gotas, esto se da cuando la corriente es baja.
- La transferencia por pulverización o spray se da cuando la corriente se aumenta.

#### *2.1.3.4.1 Algunas características del proceso GMAW.*

En el proceso GMAW podemos apreciar las siguientes características:

- Buena calidad de los cordones de soldadura en gran cantidad de materiales y aleaciones usados en la industria metal mecánica.
- Terminado con proceso de soldeo la limpieza es mínima.
- Bastante visible para el soldador tanto el arco como el baño de fusión.
- En cuanto a las posiciones de soldadura facilita el soldeo, también esto depende del diámetro del metal de aporte y de variables del proceso.
- Se puede trabajar normalmente a altas velocidades.
- Es un proceso libre de escorias.
- Normalmente para soldar aceros al carbono y aceros de baja aleación empleamos el CO<sub>2</sub> como gas protector, siendo un gas activo llamaríamos a este proceso MAG.
- Para soldar materiales no ferrosos como el aluminio, cobre, magnesio, etc. Empleamos el argón o helio, siendo un gas inerte y por ende es el proceso MIG.

La selección en cuanto al uso de argón o helio se debe a que el CO<sub>2</sub> es oxidante.

#### *2.1.3.4.2 Equipamiento del proceso GMAW.*

El equipamiento para el proceso GMAW consta de lo siguiente:

- Fuente de poder.
- Sistema de alimentación del metal de aporte(alambre) y controles.
- Antorcha.

- Gas para la protección de la soldadura.
- Metal de aporte.

#### *2.1.3.4.3 Gas protector para el proceso GMAW.*

El gas cumple la función de desplazar el aire, de esta manera protege el arco, el baño de fusión y metal que se aporta en el proceso de soldeo.

Para metales no ferrosos normalmente se emplean gases como el argón, helio o una mezcla de ambos, en cuanto a metales ferrosos se suelen usar CO<sub>2</sub>, argón con mezclas de CO<sub>2</sub> y en algunas ocasiones con helio para aceros inoxidable.

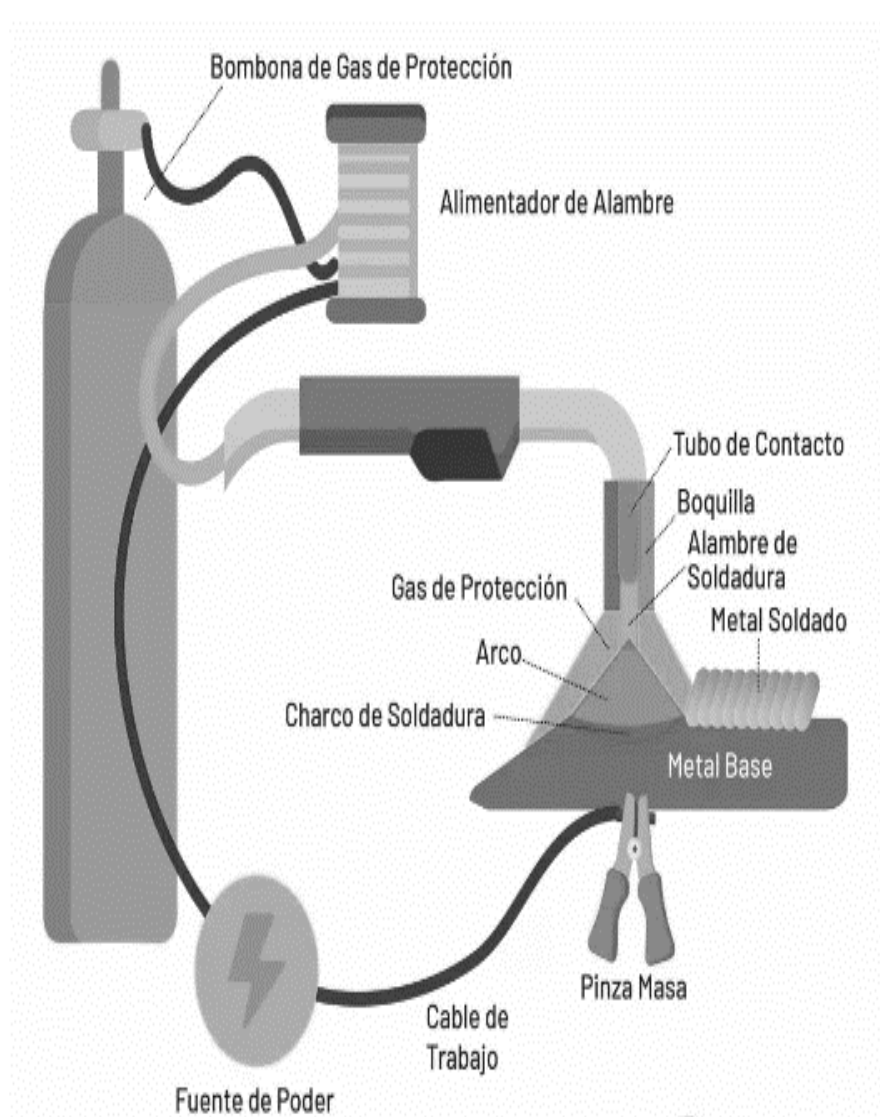
#### *2.1.3.4.4 Metal de aporte para el proceso GMAW.*

El metal de aporte para este proceso debe de tener los componentes de acuerdo al metal base, espesor del metal base y al gas protector.

El metal de aporte podemos encontrar en una gran variedad de diámetros en sus respectivos carretes. Generalmente, podemos encontrar empaquetados en recipientes especiales, de esta forma se protege en el almacenaje.

**Figura 8**

*Equipamiento del proceso MIG/MAG*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).

### ***2.1.3.5 Soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas.***

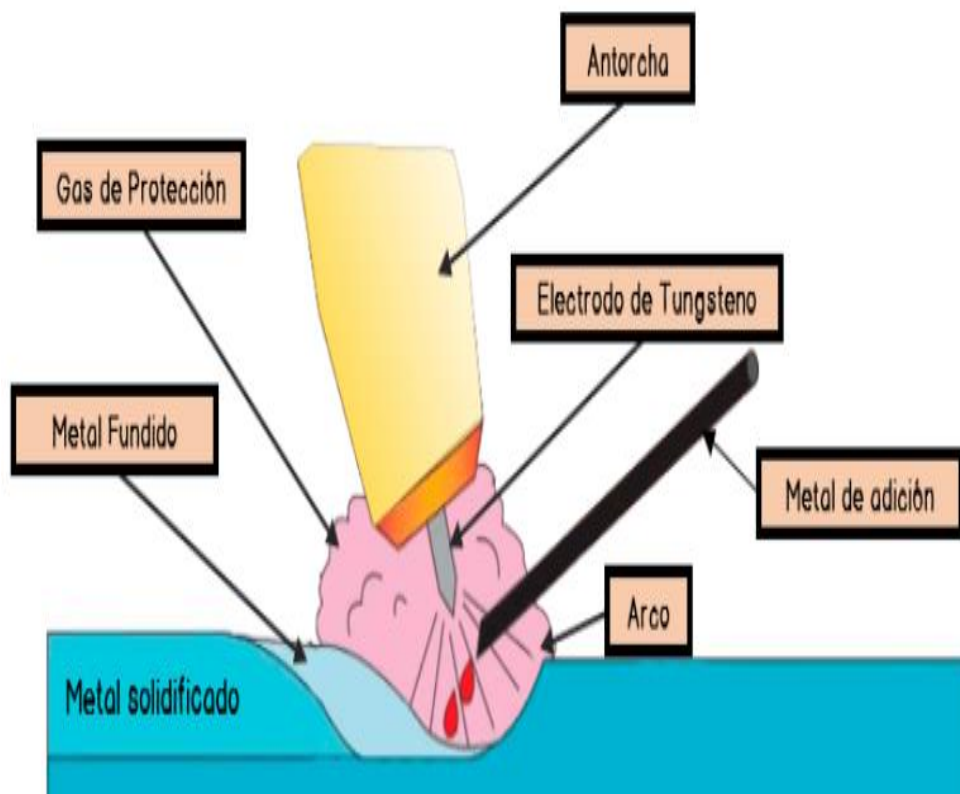
Según SOLDEXA (2020), la soldadura por arco de tungsteno con gas (TIG) es un proceso, en que la fusión es producida por el calor de un arco que se establece entre un electrodo de tungsteno no-consumible y la pieza de trabajo. La protección se obtiene de un gas inerte (argón o helio).

También es conocido como proceso GTAW, proceso que usa un electrodo de tungsteno desnudo como guía para fundir el metal a soldar, el tungsteno no se funde ya que soporta altas temperaturas, generalmente por encima de la temperatura de fusión de los metales a soldar.

Proceso que usa un gas inerte como protección del baño de fusión de las contaminaciones atmosféricas, en cuanto al metal de aporte se introduce externamente una varilla desnuda al baño de fusión, se podría decir que tiene una similitud con el proceso OAW.

**Figura 9**

*Proceso de soldadura GTAW*



*Nota:* Manual de soldadura. Fuente: SOLDEXA (2020).



#### 2.1.3.5.1 Algunas características del proceso GTAW.

Características que más se destacan en el proceso GTAW son:

- Buena calidad de los cordones de soldadura.
- No se requiere de una limpieza posterior al soldeo.
- El baño de fusión y el arco de soldeo son visibles para el soldador.
- Proceso en donde no se producen salpicaduras.
- Proceso para el soldeo en todas las posiciones.
- Proceso que no genera escoria lo cual hace que sea una soldadura limpia.

Este proceso suele emplearse en una gran variedad de espesores y en metales como:

- Aluminio.
- Magnesio.
- acero inoxidable.
- Bronce.
- Plata.
- Cobre.
- níquel y aleaciones.
- hierro fundido.
- aceros dulces.
- aceros aleados.

Actualmente, el proceso GTAW se emplea en una soldadura mixta, debido a que el pase de raíz se suele realizar con este proceso y el relleno y acabado con otro proceso como es el caso del proceso SMAW.

#### 2.1.3.5.2 Equipamiento del proceso GTAW.

Los principales componentes del equipo requerido para el proceso TIG son:

- Fuente de poder: las máquinas para este proceso podemos encontrar con rectificadores de corriente alterna y corriente continua, la selección de las corrientes va depender mucho del metal base a soldar, por ende, se recomienda corriente alterna para la soldadura de metales como aluminio y magnesio, mientras corriente continua para la soldadura de aceros inoxidables, aceros al carbono, hierro fundido, cobre, níquel y plata.
- La antorcha y el electrodo guía de tungsteno: generalmente las antorchas y toberas son de cerámicos que soportan altas temperaturas, el electrodo que es la guía para generar la unión de soldadura suele ser de tungsteno puro y con aleación de torio, la cantidad de aleación va depender mucho del material base que se quiere soldar.
- Metal de aporte: Para este proceso en algunas ocasiones no suelen usarse metal de aporte y esto sucede cuando se sueldan metales muy delgados, mientras en metales con mayor espesor se emplea metal de aporte que la elección de estas dependerá mucho del espesor del metal base.
- Gas protector: El gas protector es inerte como son el argón y helio, en algunos casos se suelen usar la mezcla de ambos, su función principal es la de proteger el arco, el baño de fusión y metal aportado de la atmosfera. El gas inerte más empleado es el argón debido a que es fácil de obtenerlo y debido a que es mucho más pesado que el helio, esto hace que se consiga una mejor protección de la atmosfera durante el soldeo.

#### **2.1.4 Métodos de ensayos no destructivos en soldadura.**

Según American Welding Society (2009), el termino ensayo no destructivo (NDT) es un término general para identificar todos los métodos que permiten la evaluación de las soldaduras y las áreas adyacentes sin destruir su utilidad. Los métodos más comunes de NDT son:

- Visual.
- Líquidos penetrantes.
- Partículas magnéticas.
- Radiográfico.
- Ultrasonido.

A continuación, se hará mención a dos de estos métodos ya que estos fueron empleados durante el proceso de ejecución del proyecto.

##### **2.1.4.1 *Visual (VT).***

Según American Welding Society (2009), en la mayoría de las soldaduras, la integridad se comprueba principalmente mediante el examen visual. Incluso en los conjuntos soldados con juntas cuyo examen se ha especificado mediante métodos de ensayo no destructivo, los exámenes visuales siguen siendo una parte importante del control de calidad practico. Por lo tanto, el examen visual se encuentra primero en el orden de importancia. Muchos códigos y otras normas requieren que las soldaduras se acepten mediante examen visual antes de realizar cualquier otro ensayo no destructivo. El examen visual, es el método más ampliamente usado de los métodos de ensayo no destructivo, es simple de realizar rápido y a menudo no

requiere equipo especial, solo buena vista y algunas herramientas relativamente simples y económicas.

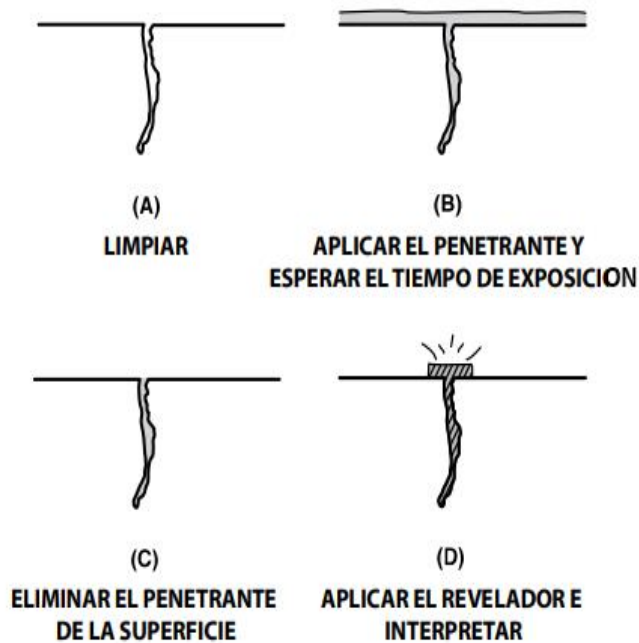
A veces, se necesita ciertas herramientas para algunos aspectos del examen visual de soldadura. Se utilizan distintas escalas de medición y medidores para comprobar las dimensiones de las soldaduras. Existen muchos tipos distintos de medidor de soldadura de filete que se utilizan en todo el mundo para determinar su tamaño. Otros medidores se pueden utilizar para comprobar la abertura de la raíz, el refuerzo y el ángulo de bisel de las soldaduras. Se utilizan dispositivos de medición para comprobar las aberturas de raíz, las dimensiones de las holguras de los materiales de respaldo y la alineación y acoplamiento de las piezas. Los indicadores de temperatura comprueban el precalentamiento entre pasadas. En las áreas con accesibilidad limitada se utilizan baroscopios, videoscopios, linternas y espejos.

#### ***2.1.4.2 Líquido penetrante (PT).***

Según American Welding Society (2009), el ensayo con PT es un método de fácil uso para encontrar y localizar discontinuidades, si estas se encuentran limpias y estén despejados a la superficie. Para este método se utiliza un tinte líquido capaz de penetrar a las discontinuidades que se aplica al espacio a examinar limpiada adecuadamente y que ingresa por acción capilar. Una vez considerado el tiempo de permanencia adecuada, se elimina el exceso de tinte cuidadosamente de la superficie examinada y posterior a esta se realiza un correcto secado. A continuación, se emplea un revelador que cumple la función de secante y extrae el líquido penetrante de la discontinuidad. El líquido, extraído de una discontinuidad en la superficie examinada, nos indica que existe una discontinuidad.

**Figura 10**

*Pasos del ensayo con liquido penetrante*



*Nota:* Guía para END de soldaduras. Fuente: American Welding Society (2020).

El método con líquido penetrante tiene dos clasificaciones básicas, ambas mediante un principio similar. Uno utiliza un tinte visible y el otro tinte fluorescente, que solamente puede verse si se lo expone a luz ultravioleta. El tinte penetrante visible es, normalmente, de color rojo para que contraste contra el fondo del revelador blanco. Usualmente la luz blanca es idónea para visualizar las indicaciones.

Existen también líquidos penetrantes fluorescentes que muestran una indicación amarillo verdosa contra el fondo oscuro cuando se inspecciona en áreas oscuras con una fuente de luz negra (ultravioleta). Este método con líquido penetrante fluorescente suele ser más sensible que el que utiliza tinte visible. El líquido penetrante brilla con luz ultravioleta; así, el técnico puede ver fácilmente

las indicaciones. Para ajustar la sensibilidad, los fabricantes agregan partículas fluorescentes y abrillantadores a los líquidos penetrantes muy tenaces que resisten exhaustivas limpiezas.

Existen tres tipos distintos de líquido penetrante que se utilizan tanto en el método visible como el fluorescente; se clasifican por la forma mediante la cual se los retira de la superficie a examinar. Estos son:

- Lavable con solvente.
- Lavable con agua.
- Postemulsificable.

Los líquidos penetrantes lavables con solvente se formulan para poder quitarlos mediante una técnica de limpieza manual con solvente.

Estos son muy portátiles y se utilizan frecuentemente.

Los líquidos penetrantes lavables con agua contienen emulsificadores que convierten en solubles al agua a los penetrantes con base de aceite. Este método precisa una fuente de agua. Una forma de desechar el enjuague y algún método para secar la pieza.

Los líquidos penetrantes postemulsificables no son solubles al agua. Se formulan para utilizarlos con un emulsificador separado. El uso de este emulsificador permite usar agua limpia para lavar el sobrante de líquido penetrante emulsificado de la superficie de la pieza que se está examinando. Estos líquidos penetrantes se utilizan cuando se desea detectar discontinuidades muy pequeñas o anchas y de poca profundidad.

El ensayo con líquido penetrante se utiliza ampliamente en materiales ferromagnéticos y no magnéticos, pero principalmente materiales no magnéticos como magnesio, aluminio y acero inoxidable austenítico en los que no se puede utilizar el método con partículas magnéticas. También es útil para ubicar grietas u otras discontinuidades que puedan ocasionar fugas en contenedores y conductos.

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

Primeramente, para la elaboración del plan de gestión de calidad, plan de inspección y ensayos, procedimientos de soldadura y procedimientos de inspección se recurrió a las especificaciones técnicas brindadas por el cliente, donde nos hacen mención las normas nacionales e internacionales a considerar durante la elaboración de procedimientos de calidad, de todas las normas nacionales e internacionales en mención se optó por las siguientes normas para su respectiva elaboración:

- ASTM A6 (American Society for Testing and Materials).
- ASTM A36 (Specification for Structural Steel and Seamless).
- AWS D1.1 (Structural Welding Code – Steel).
- AISC (American Institute of Steel Construction).

Para hacer seguimiento de control de calidad al proceso constructivo se recurrió a los procedimientos mencionados anteriormente, las cuales se encuentran aprobados por el cliente.

**Tabla 1***Procedimientos aprobados de calidad*

| <b>Nombre de procedimiento</b>                                    | <b>Código de procedimiento</b> |
|---|--------------------------------|
| Plan de Gestión de Calidad  | A&J-1850077-PLN19-001          |
| Plan de Inspección y Ensayos                                      | A&J-1850077-PIE19-002          |
| Procedimiento de Recepción de Materiales y Equipos                | A&J-1850077-PRO19-001          |
| Procedimiento de Inspección por Control Dimensional               | A&J-1850077-PRO19-010          |
| Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura                   | A&J-1850077-PRO19-011          |
| Procedimiento de Inspección por Líquidos Penetrantes de Soldadura | A&J-1850077-PRO19-012          |
| Procedimiento de Fabricación y Montaje de Estructuras Metálicas   | A&J-1850077-PRO19-013          |
| Procedimiento para Ajuste y Torque de Pernos Estructurales        | A&J-1850077-PRO19-015          |
| Procedimiento de Instalación de Coberturas                        | A&J-1850077-PRO19-016          |



## **CAPÍTULO III**

### **APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS**

#### **3.1. Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas**

Para poder hacer un correcto aseguramiento de control de calidad durante la fabricación y montaje del proyecto debemos de respetar los procedimientos de calidad y también saber interpretar los criterios de aceptación y/o tolerancias para cada actividad.

Los procedimientos de inspección de calidad son elaborados por los supervisores de calidad, mientras que los procedimientos de soldadura son elaborados por un personal altamente capacitado, autorizado y certificado para dicha tarea, generalmente lo realiza un CWI (Certified Welding Inspector), en dicho procedimiento encontramos una serie de parámetros que se debe de respetar al momento de realizar las uniones a soldar, uno de los parámetros es la elección del metal de aporte adecuado, las cuales deberán ser capaces de soportar las cargas a los cuales son sometidas las estructuras, mi aporte es la de demostrar que el electrodo seleccionado por el CWI es el adecuado.

Para poder demostrar que el metal de aporte es el adecuado primeramente tenemos que realizar el cálculo de cargas a los cuales estarán sometidas las estructuras del Taller Techo Tamper.

### **3.1.1 Datos para el cálculo de cargas del techo.**

- Altura total: 7.712 m
- Longitud: 21.7 m
- Ancho: 9 m
- Angulo de pendiente:  $9.46^\circ$
- Distancia entre pórticos: 3 de 5.675 m y uno de 4.675 m
- Numero de pórticos: 5

### **3.1.2 Especificaciones del acero.**

Acero estructural ASTM A36.

- Peso específico del acero: 7850 Kg/ m<sup>3</sup>
- Esfuerzo de fluencia,  $F_y$ : 2530 Kg/cm<sup>2</sup>
- Esfuerzo de ruptura,  $F_u$ : 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

### **3.1.3 Especificaciones del electrodo E7018.**

- $F_y$ : 390MPa
- $F_u$ : 480MPa

### **3.1.4 Selección de cobertura.**

Se usará cobertura UPVC DR de 6 crestas.

- Área de techo: 197.991 m<sup>2</sup>
- Peso específico: 3.71 Kg/m<sup>2</sup>

- Peso total de la cobertura =  $197.991 \text{ m}^2 \times 3.71 \text{ Kg/m}^2 = 734.547 \text{ Kg}$

### 3.1.5 Cálculo de carga muerta según norma E.020.

Para realizar el cálculo de la carga muerta, se realizará el metrado de cargas.

**Tabla 2**

*Metrado de cargas muertas*

| Perfil        | Peso                  |            | Longitud total<br>(m) | Carga (Kg) |
|---------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|               | Específico<br>(Kg/m3) | Área (m2)  |                       |            |
| Z8            | 7850                  | 0.0010795  | 173.6                 | 1471.099   |
| U8            | 7850                  | 0.0010795  | 61.4                  | 520.308    |
| Barra lisa 1" | 7850                  | 0.00050671 | 112                   | 181.460    |
| W12X30        | 7850                  | 0.0056709  | 45.62                 | 2030.846   |
| W6X20         | 7850                  | 0.0037871  | 65.1                  | 1932.223   |

Carga total de la estructura = 6135.936 Kg

Por lo tanto, carga total muerta es  $734.547 \text{ Kg} + 6135.936 \text{ Kg} = 6870.483 \text{ Kg}$

### 3.1.6 Cálculo de carga viva según norma E.020.

E.020 en el artículo 7 estipula, para techos de coberturas livianas, cualquiera sea su pendiente corresponde 30 Kg/m<sup>2</sup>.

Reducción de carga viva, según E.020 en el artículo 10.

$$L_r = L_o [0.25 + 4.6/\sqrt{A_i}] \dots \dots \dots \text{ [Ecuación 1]}$$

Donde:

Lr = Intensidad de la carga reducida (en Kg)

Lo = Intensidad de la carga viva sin reducir (en Kg)

Ai = Área del elemento estructural (en m2), que se calcula mediante:

$$A_i = K * A_t \dots\dots\dots [Ecuación 2]$$

K = Factor de carga viva (ver tabla 3 de la E.020)

At = Área tributaria del elemento (en m2)

$$L_r = 30 * [0.25 + 4.6 / \sqrt{2} * 197.9908] = 14.435 \text{ Kg/m}^2$$

Por lo tanto, Lr no aplica debido a que  $14.435 < 0.5 * 30$

Carga viva en techo = 30 Kg/m2

### 3.1.7 Cálculo de carga de viento según norma E.020.

Según el artículo 12 de la E.020, para alturas hasta 10m la velocidad mínima a considerar es de 75 Km/h, de acuerdo a la zona se considera una velocidad de 75Km/h.

$$V_h = V * (h/10)^{0.22} \dots\dots\dots [Ecuación 3]$$

Donde:

Vh = Velocidad de diseño (en Km/h)

V = Velocidad de diseño hasta 10 m (en Km/h)

H = Altura sobre el terreno (en m)

$$V_h = 75 * (7.712/10)^{0.22} = 70 \text{ Km/h}$$

Para el cálculo exterior de la carga empleamos la siguiente expresión:

$$P_h = 0.005 \cdot C \cdot V_h^2 \dots \dots \dots \text{ [Ecuación 4]}$$

Donde:

$P_h$  = presión o succión del viento (en Kg/m<sup>2</sup>)

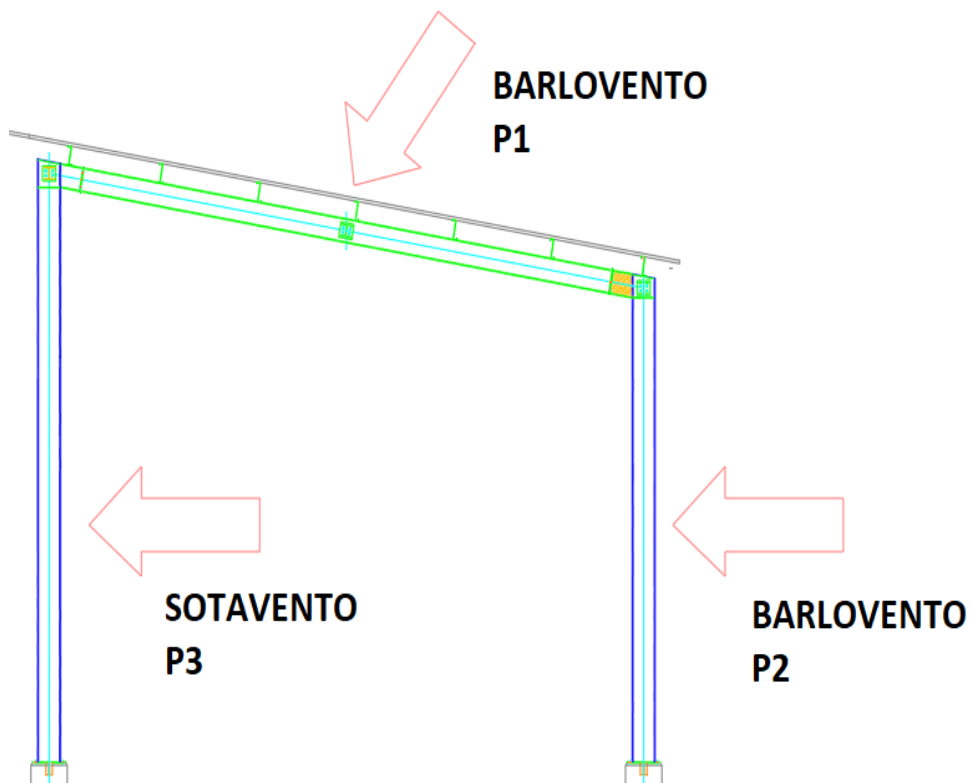
$C$  = Factor adimensional indicado en la tabla 4

$V_h$  = Velocidad de diseño (en Km/h)

A continuación, se observa 3 casos de presión de viento.

**Figura 11**

*Dirección del viento en la estructura*



Para cada caso se considera la constante “C” según lo indicado en la tabla 4.

$$C_1 = 0.8$$

$$C_2 = 0.3$$

$$C3 = -0.6$$

$$Ph1 = 0.005 * 0.8 * 70^2 = 19.6 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ph2 = 0.005 * 0.3 * 70^2 = 7.35 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ph3 = 0.005 * -0.6 * 70^2 = -14.7 \text{ Kg/m}^2$$

### 3.1.8 Cálculo de carga de sismo según norma E.030.

$$\text{Peso de la carga viva} = 30 * 197.991 = 5939.73 \text{ Kg}$$

$$V = [(Z * U * C * S) / R] * P \dots\dots\dots [\text{Ecuación 5}]$$

Donde:

Z = Factor de zona (adimensional)

U = Factor de uso (adimensional)

C = Factor de amplificación sísmica (adimensional)

S = Factor de suelo (adimensional)

R = Coeficiente básico de reducción (adimensional)

P = Peso sísmico (en Kg)

A continuación, realizamos los cálculos respectivos:

$$Z = 0.45 \text{ (origen Figura N}^\circ 1, \text{ Tabla N}^\circ 1)$$

$$U = 1 \text{ (origen Tabla N}^\circ 5)$$

$$S = 1.05 \text{ (origen Tabla N}^\circ 3), \text{ considerando suelo intermedio "S2"}$$

$$T < T_p \text{ entonces } C = 2.5$$



$P_u$  = Carga ultima (en Kg)

$D$  = Carga muerta (en Kg)

$L$  = Carga viva (en Kg)

$W$  = Carga de viento (en Kg)

$E$  = Carga de sismo (en Kg)

Reemplazamos en las ecuaciones.

$$P_u = 1.4 * 6870.483 = 9618.676 \text{ Kg}$$

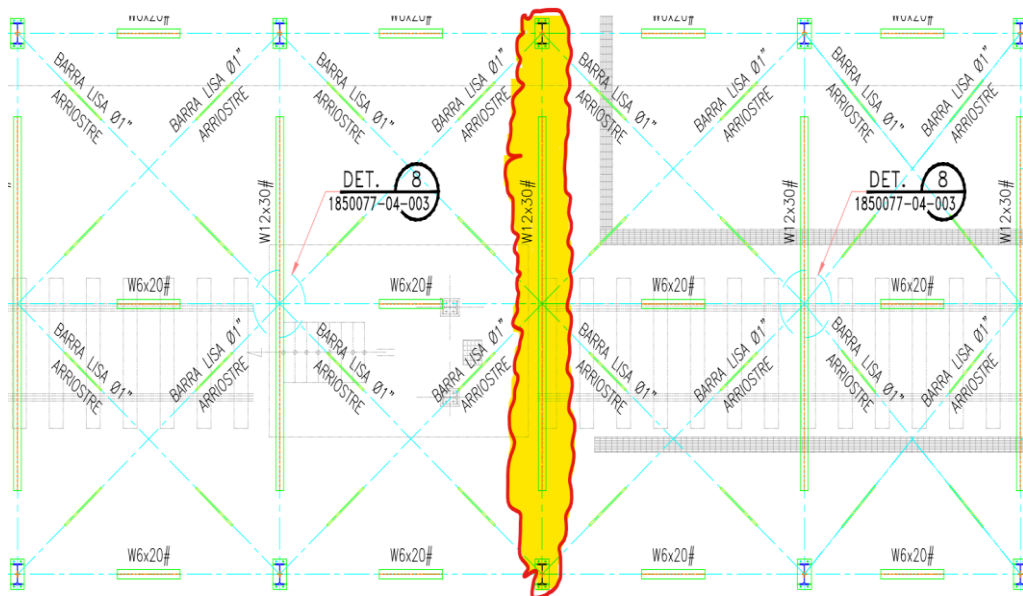
$$P_u = 1.2 * 6870.483 + 1.6 * 5939.73 = 17748.147 \text{ Kg}$$

### 3.1.10 Cálculo de cargas internas con SAP2000.

Se realizará el cálculo en el pórtico más crítico según la siguiente imagen:

**Figura 12**

*Pórtico crítico del taller techo Tamper*

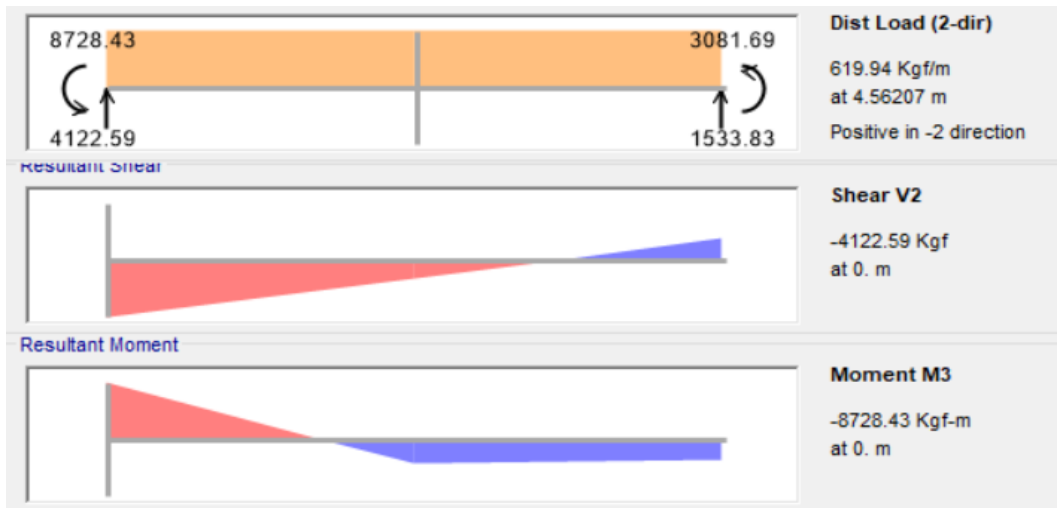




Los cálculos del pórtico se realizaron con apoyo del software SAP2000, del cual se tomó los datos máximos de fuerza cortante y momento flector para el respectivo cálculo de la unión soldada más crítica:

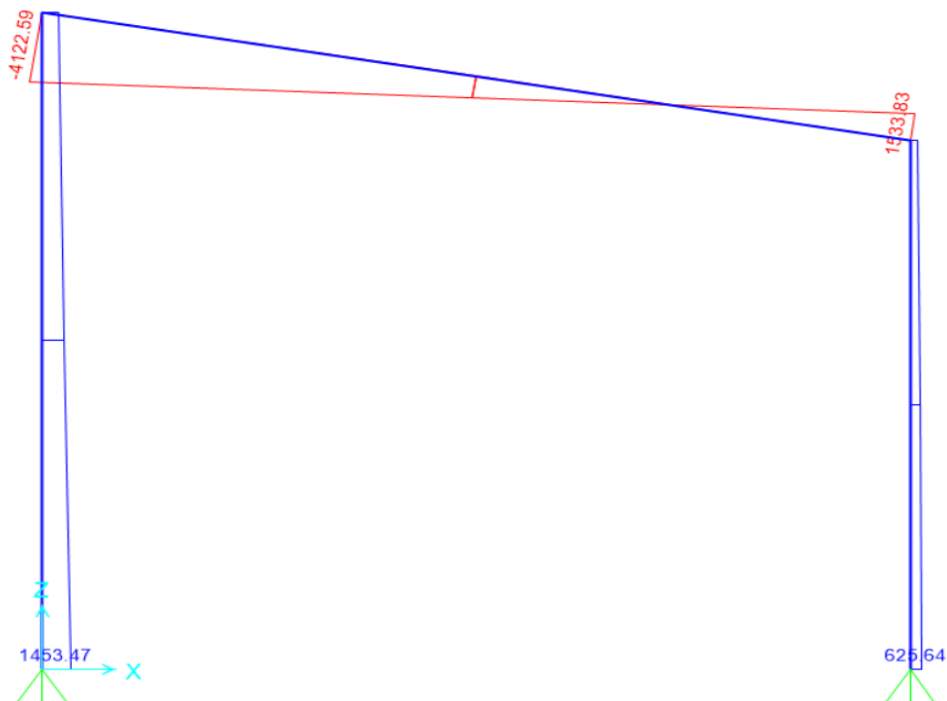
**Figura 13**

*Valores máximos de fuerza cortante y momento flector*



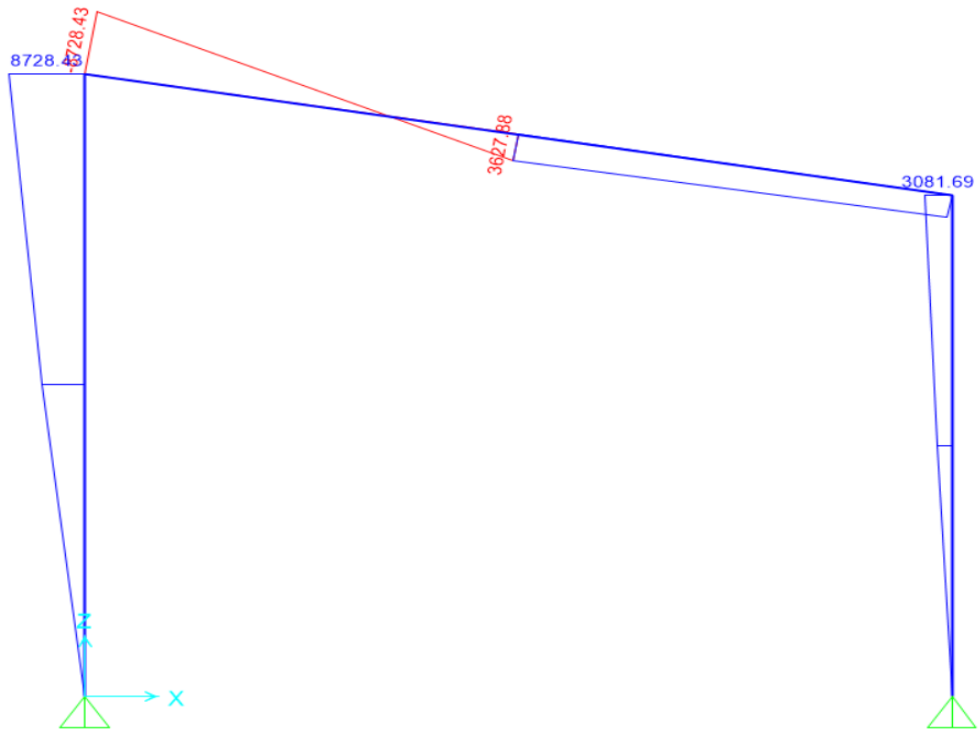
**Figura 14**

*Diagrama de fuerza cortante*



**Figura 15**

*Diagrama de momento flector*



**3.1.11 Cálculo de unión soldada.**

Para comprobar que el electrodo elegido es el adecuado se realiza el cálculo de la unión más crítica con los valores máximos de fuerza cortante y momento flector ya obtenidos, para lo cual usaremos las siguientes ecuaciones:

$$t = [ (t')^2 + (t'')^2 ]^{1/2} \dots\dots\dots [Ecuación 9]$$

Donde:

t = Cortante resultante (en MPa)

t' = Cortante primario (en MPa)

t'' = Cortante secundario (en MPa)

$$t' = V/A \dots\dots\dots [Ecuación 10]$$

Donde:

$t' =$  Cortante primario (en MPa)

$V =$  Fuerza cortante (en N)

$A =$  Área transversal del cordón de soldadura (en mm<sup>2</sup>)

$t'' = M * c / I$  ..... [Ecuación 11]

Donde:

$t'' =$  Cortante secundario (en MPa)

$M =$  Momento flector (en Nmm)

$c =$  Distancia del centro de gravedad hasta el punto más lejano (en mm)

$I =$  Momento de inercia (en mm<sup>4</sup>)

$I = (b * h^3) / 12 + b * h * y^2$  ..... [Ecuación 12]

Donde:

$b =$  Base (en mm)

$h =$  Altura (en mm)

$y =$  Distancia desde el centro de gravedad hasta el centro del cordón a calcular (en mm)

$n = 0.6 * S_y / t$  ..... [Ecuación 13]

Donde:

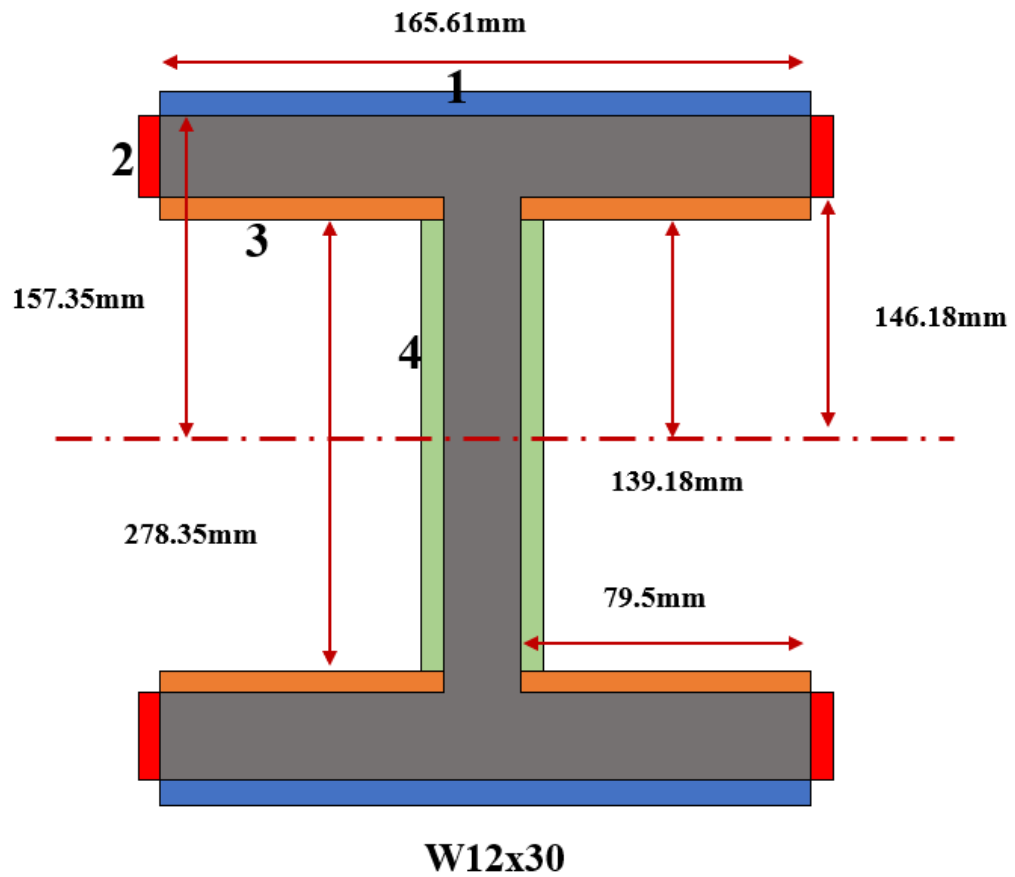
$n =$  Factor de seguridad (adimensional)

$0.6 \cdot S_y$  = Esfuerzo permisible del código AISC para metal de aporte, tabla 9.4 del libro Shigley (en MPa)

$t$  = Cortante resultante (en MPa)

**Figura 16**

*Perfil W12X30 con los cuatro tipos de cordones*



*Nota:* 1 = Cordones de tipo 1; 2 = Cordones de tipo 2; 3 = Cordones de tipo 3; 4 = Cordones de tipo 4.

### 3.1.12 Cálculo de momento de inercia.

$$I = 4[(7*11.176^3) /12 + 7*11.176*151.768^2] + 4[(79.5*7^3) /12 + 79.5*7*142.68^2] + 2[(165.61*7^3) /12 + 165.61*7*160.85^2] + 2[(7*278.35^3) /12] = 137693139.101\text{mm}^4$$

### 3.1.13 Cálculo de cordones tipo 1.

$$t'' = 8728.43*9.8*1000*160.85 /137693139.101 = 99.924\text{MPa}$$

$$t' = 0\text{MPa}$$

$$t = 99.924\text{MPa}$$

$$n = 0.60*390/99.924 = 2.34$$

### 3.1.14 Cálculo de cordones tipo 2.

$$t' = 4122.59*9.8/4*7*11.176 = 129.108\text{MPa}$$

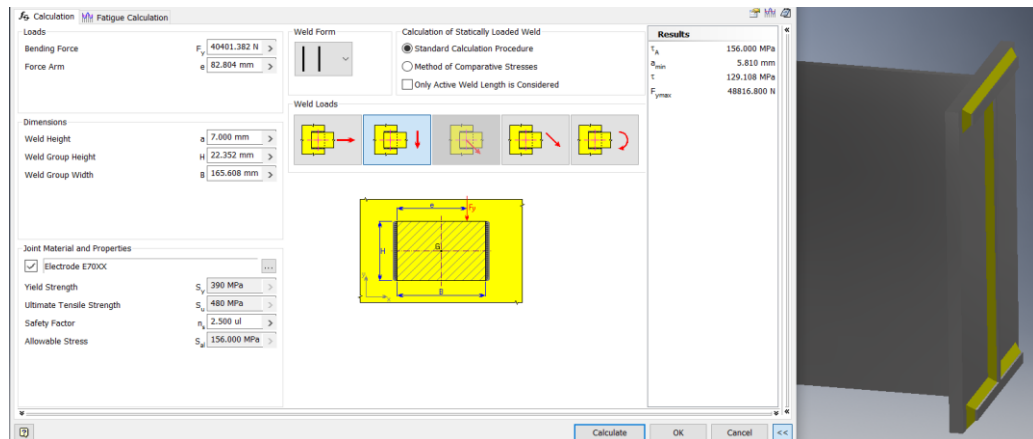
$$t'' = 99.924*160.85 /151.768 = 94.282\text{MPa}$$

$$t = [(129.108)^2 + (94.282)^2]^{1/2} = 159.868\text{MPa}$$

$$n = 0.60*390/159.868 = 1.5$$

## Figura 17

Comprobación de la cortante primaria del cordón tipo 2 en el software inventor



### 3.1.15 Cálculo de cordones tipo 3.

$$t'' = 99.924 * 160.85 / 142.68 = 88.636 \text{ MPa}$$

$$t' = 0 \text{ MPa}$$

$$t = 88.636 \text{ MPa}$$

$$n = 0.60 * 390 / 86.636 = 2.64$$

### 3.1.16 Cálculo de cordones tipo 4.

$$t' = 4122.59 * 9.8 / 2 * 7 * 139.18 = 20.734 \text{ MPa}$$

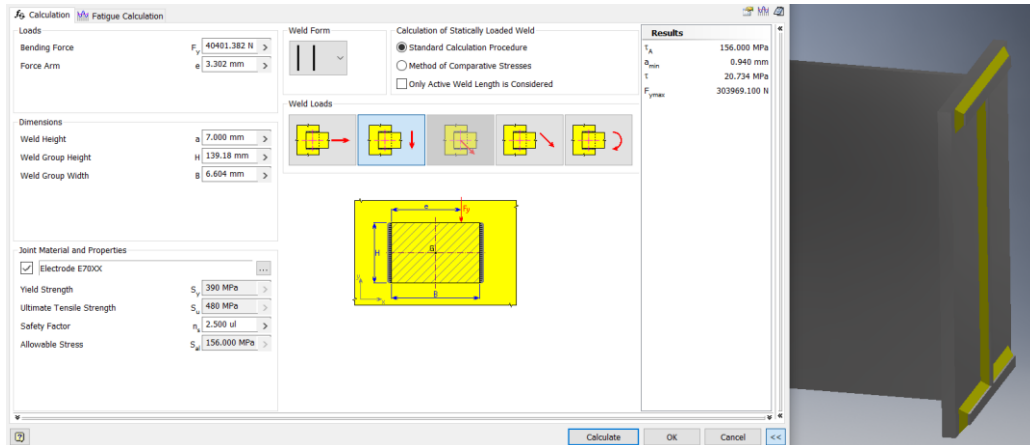
$$t'' = 99.924 * 160.85 / 139.18 = 86.462 \text{ MPa}$$

$$t = [(20.734)^2 + (86.462)^2]^{1/2} = 88.913 \text{ MPa}$$

$$n = 0.60 * 390 / 88913 = 2.63$$

## Figura 18

Comprobación de la cortante primaria del cordón tipo 4 con el software inventor



## 3.2. Desarrollo de experiencias

Durante la ejecución del proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”, las actividades que se realizaron

constan de 2 etapas, como primera etapa empezando desde la elaboración de procedimientos de calidad, estas a su vez enviados y aprobados por el cliente, las cuales son:

- Plan de gestión de calidad (ver anexo A).
- Plan de inspección y ensayos (ver anexo B).
- Procedimientos de inspección (ver anexo del C al I).

Una vez aprobadas por el cliente los procedimientos de calidad, se procede a la segunda etapa, la cual consta en la ejecución del proyecto, en las cuales se realizan la fabricación de los elementos estructurales según planos aprobados y seguida de la fabricación se realiza el montaje de estas estructuras metálicas según planos aprobados, durante el proceso de fabricación y montaje se realiza el aseguramiento de control de calidad a todas las actividades en base a los procedimientos aprobados por el cliente en el cual se detalla las medidas de control de calidad a tomar en cuenta por el Inspector de calidad para cada actividad.

Cuyo aseguramiento de control de calidad es reflejado mediante los protocolos de calidad elaborados en campo por el Inspector de calidad para cada actividad.

Finalmente, se podría considerar como una tercera etapa lo cual comprende a la elaboración del dossier de calidad para que esta sea presentada al cliente.

### **3.2.1 Primera etapa.**

#### ***3.2.1.1 Elaboración de Plan de gestión de calidad.***

Es el documento en el cual va detallado todas las actividades y procesos fundamentales inherentes al proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO

TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”, también incluyen todos los procedimientos, metodologías y controles de tal manera que puedan desarrollarse adecuadamente en la construcción del proyecto de acuerdo a un sistema de aseguramiento y control de calidad basado en normas nacionales, internacionales como también las especificaciones técnicas bridadas por el cliente.

#### ***3.2.1.2 Elaboración del plan de inspección y ensayos.***

Documento que establece los criterios de aceptación o rechazo, las normas y especificaciones aplicables, la frecuencia de ensayos, el tipo de inspección, el responsable, así como el registro de los resultados para cada una de las actividades críticas de los procesos constructivos.

#### ***3.2.1.3 Elaboración de procedimientos de soldadura***

procedimientos de soldadura en la cual detalla todos los parámetros a considerar al momento de realizar una junta de unión de soldadura metálica, la elaboración del WPS está a cargo de un personal altamente capacitado y certificado, generalmente la persona capacitado es el CWI (Certified Welding Inspector), se realizó en referencia a la norma AWS D1.1 2020.

#### ***3.2.1.4 Elaboración procedimientos de inspección.***

Son documentos específicos referidos a una actividad, y estos son:

##### ***3.2.1.3.1 Recepción e inspección de materiales.***

Procedimiento en donde se especifica los criterios de aceptación de acuerdo a las especificaciones técnicas y normas, cuyas normas tomadas como referencia para las actividades de recepción de materiales son:



- ASTM A6.
- ASTM A36.
- ASTM 325.
- ASTM F436.
- ASTM A194-2H.

#### 3.2.1.3.2 *Fabricación y montaje.*

- Procedimiento de inspección por control dimensional: procedimiento en la cual se define las acciones para el control dimensional, que permite realizar de forma correcta y garantiza un buen aseguramiento de control de calidad. Los parámetros a controlar se basan en los planos de fabricación aprobados, el código AISC.
- Procedimiento de montaje de estructuras: procedimiento en donde se detalla las acciones de aseguramiento de control de calidad durante el montaje de las estructuras metálicas, cuyo aseguramiento se realiza de acuerdo a las especificaciones técnicas, planos, código AISC.

#### 3.2.1.3.3 *Soldadura.*

Para esta actividad se realizó procedimientos de ensayos no destructivos y estos son:

- Procedimiento de inspección visual de soldadura: procedimiento donde se establece un método de ejecución en una sucesión de pasos definidos en la inspección visual de soldadura en fabricación de estructuras en base a la norma AWS.

- Procedimiento de inspección por líquidos penetrantes de soldadura: procedimiento donde se establece el método que se empleara para la inspección de las uniones soldadas, cuyas acciones brindan un buen aseguramiento de control de calidad, en referencia a la norma AWS.

#### *3.2.1.3.4 Montaje de cobertura y accesos.*

Procedimiento donde se establece los lineamientos para la ejecución de trabajos de montaje de coberturas, de tal manera que se cumplan con los requerimientos de calidad.

#### *3.2.1.3.5 Ajuste de pernos.*

Procedimiento donde se establece la secuencia de actividades aplicables al apriete de uniones atornilladas en las uniones estructurales galvanizados y acero negro de acuerdo a las especificaciones técnicas y cuyos valores de torque son en referencia al fabricante.

### **3.2.2 Segunda etapa.**

Esta etapa comprende la elaboración de los registros de aseguramiento de control de calidad, elaborados por el Inspector de calidad durante el proceso de ejecución del proyecto “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO”.

Los protocolos de calidad son elaborados de acuerdo a los procedimientos aprobados.

A continuación, se detalla todos los protocolos elaborados durante la ejecución del proyecto, donde se muestra un ejemplo de la elaboración de estos protocolos, estos son:

### 3.2.2.1 Registro de recepción de materiales.

Figura 19

Protocolo de recepción de materiales



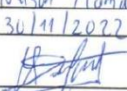
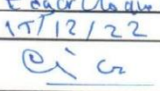
|    |   | <b>SERVICIOS GENERALES A&amp;J S.C.R.L.</b><br>ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD<br><b>REGISTRO DE RECEPCIÓN E INSPECCIÓN DE MATERIALES</b> |   | Código Registro:<br><b>A&amp;J-2850077-REG19-001</b> |   |              |
|---|---|---|---|--|---|--------------|
|   |   |   |   | Nº de Registro:                                      | <b>DJM-004</b>  |              |
|   |   |   |   | Revisión:  | <b>0</b>  |              |
|   |   |   |   | Página <b>1</b> de <b>5</b>                          |   |              |
| <b>1. INFORMACIÓN GENERAL:</b>  |   |   |   |  |   |              |
| CLIENTE:  | SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION  |   |   |  |   |              |
| PROYECTO:   | CONSTRUCCION DE Techo TALLER TAMPER-PATIO PUERTO ILO                                |   |   |  |   |              |
| LUGAR:  | PATIO PUERTO ILO  |   |   |  |   |              |
| DESCRIPCION:  | Recepción de pernos, tuercas y arandelas  |   |   |  |   |              |
| FECHA:  | 30/11/2022  |   |   |  |   |              |
| ITEM  | DESCRIPCION   | CANTIDAD  | PROVEEDOR   | FABRICANTE   | Nº LOTE O COLADA  | VERIFICACION |
| 1   | Perno hex. 3/4" x 2 1/2" UNC ASTM A325  | 400 UNO   | MODEPSA   | MODEPSA  | 337520  | C            |
| 2   | Tuerca hex. Pes. 3/4" UNC ASTM A-194 2H   | 400 UNO   | MODEPSA   | MODEPSA  | 335405  | C            |
| 3   | Arandela Plana Pes. 3/4" ASTM F436  | 400 UNO   | MODEPSA   | MODEPSA  | 1844081   | C            |
| LEYENDA<br><input type="checkbox"/> C = CONFORME <input type="checkbox"/> NC = NO CONFORME  |   |   |   |  |   |              |
| <b>2. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:</b>  |   |   |   |  |   |              |
| * Se adjunta guía de recepción N° 002-0274017<br>* Se adjunta certificado de calidad del perno N° 111570-1721<br>* Se adjunta certificado de calidad de la tuerca N° 111571-1721<br>* Se adjunta certificado de calidad de la arandela N° 111572-1721 |   |   |   |  |   |              |
| <b>3. CONTROL DE APROBACIONES</b>   |   |   |   |  |   |              |
| CONSTRUCCIÓN A&J SCRL   |   | CALIDAD A&J SCRL  |   | SUPERVISOR SOUTHERN PERU                             |   |              |
| Nombre:   | <b>Percy Rojas Castro</b>   | Nombre:   | <b>Nelson Mamani Choque</b>   | Nombre:  | <b>Edgar Claudio Huayta</b>   |              |
| Fecha:  | <b>30/11/2022</b>   | Fecha:  | <b>30/11/2022</b>   | Fecha:   | <b>15/12/22</b>   |              |
| Firma:  |  | Firma:  |  | Firma:   |  |              |

Figura 20

Guía de remisión

**MODEPSA**  
Fabricación y comercialización de juguetes

**MODEPSA S.A.C.**  
CALLE DELTA N° 185 URB. PARQUE INTERN. INDUST. Y COM.  
PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO  
CENTRAL: 203-8000 TELF: 464-6332  
FAX: 451-4648  
E-mail: ventas@modepsa.com.pe

SEMORES:  
SERVICIOS GENERALES A & J S.C.R. - TRASLADO ENTRE ESTABLECIMIENTOS  
MZ N LT 3 PHV J.C. MARIATEGUI HOQUEGUA - ILO  
R.U.C.: 20532323615  
FECHA TRASLADO:  
SUC:  
P. PARTIDA: CA DELTA 185 CALLAO  
N. AUT.MTC: 1510207CNG  
REF: HOQUEGUA - ILO ATE: JORGE PAREDES CHURACUTIPA - DNI: 70194512

**MOTIVO DE TRASLADO**

- 1.- VENTA
- 2.- COMPRA
- 3.- TRASLADO DE BIENES PARA TRANSFORMACION
- 4.- RECOJO DE BIENES
- 5.- CONSIGNACION
- 6.- DEVOLUCION
- 7.- TRASLADO ENTRE ESTABLECIMIENTOS DE LA MISMA EMPRESA
- 8.- TRASLADO POR EMISOR
- 9.- OTROS (ESPEC.)

ITINERANTE DE COMP. DE PAGO

**R.U.C. N° 20100247497**

**GUIA DE REMISION REMITENTE**

**N° 002 -0274017**

Nº 002 0000274017

| V      | FECHA   | CLIENTE | PEDIDO     |
|--------|---------|---------|------------|
| AGO 18 | 11/2022 | NVV     | 2200009948 |

| CANTIDAD UM | CODIGO           | DESCRIPCION                            | COD CLIE      |
|-------------|------------------|--|---------------|
| 400.00      | UM 7850P1902500X | PER. NEJ. 3/4 x 2 1/2 UNC ASTH 6325    | 7850P1902500X |
| 400.00      | UM T850P1900000X | TUERCA NEJ. PES. 3/4 UNC ASTH A-194 2H | T850P1900000X |
| 400.00      | UM AL50P1900000X | ANILLO PLANO PES. 3/4 ASTH F436        | AL50P1900000X |

N° DE REGISTRO: R.I.M. 004

FECHA: 30/11/2022

N° PAGINA: 2 DE 5

AREQUIPA EXPRESO MARVISUR E.I.R.L.

Jr. Hipólito Unzué 671 - La Victoria

RUC: 20498189637

PLACA: V30.885

| UNIDAD DE TRANSPORTE Y CONDUCTOR |       |          | TOTAL BULTOS | PESO TOTAL | TOTAL NETO |
|----------------------------------|-------|----------|--------------|------------|------------|
| TRANSPORTISTA                    | MARCA | PLACA N° |              |            |            |
|                                  |       |          | 0            | 121        | 0.00       |

| R.U.C.      | DOMICILIO                         | EMPRESA DE TRANSPORTES             |
|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 20498189637 | JR HIPOLITO UNZUE 671 LA VICTORIA | AREQUIPA EXPRESO MARVISUR E.I.R.L. |
|             |                                   | R.U.C.: 20498189637                |

**DESTINATARIO**

Figura 21

Certificado de calidad

**CERTIFICADO DE CALIDAD**  
**N° 111670- M21**

EMPRESA: SERVICIOS GENERALES A & J SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
 DIRECCION: MZA. N LOTE. 03 A.H. JOSE CARLOS MARIATEGUI (A 1 CUADRA DE LA POSTA DE MARIATEGUI) MOQUEGUA - ILO - ILO

No. DE ORDEN DE COMPRA: REF-2200009948  
 No. DE ORDEN DE PRODUCCION: 210180939  
 DESCRIPCION: **PERNO HEX. PES. ASTM F3125 Grado A325 Tipo 1**  
 ACABADO: NEGRO  
 TIPO DE MATERIAL: SAE 1045  
 TORQUE RECOMENDADO: 270 LIB X PIE


MEDIDA: 3/4"-10 x 2 1/2"  
 No. DE LOTE: OP549711  
 CANTIDAD DE LOTE: 400 Pzas  
 No. COLADA: 337520  
 FECHA DE EMISION: 25/11/2022

| INSPECCION DEL ITEM             | UNID. | METODO DE PRUEBA                  | NORMA  |       | RESULTADOS |      | REALIZADO POR | APROB. |
|---------------------------------|-------|-----------------------------------|--------|-------|------------|------|---------------|--------|
| VISUAL                          |       | ASTM F788 / F788M -20             |        |       | OK         |      | ELI GONZALES  | OK     |
| ALTURA CABEZA                   | (MM)  | ASME B18.2.6 - 19                 | 12.27  | 11.56 | 12.1       | 12   | ELI GONZALES  | OK     |
| LONGITUD                        | (MM)  | ASME B18.2.6 - 19                 | 63.5   | 58.67 | 63.5       | 63   | ELI GONZALES  | OK     |
| ENTRE CARAS                     | (MM)  | ASME B18.2.6 - 19                 | 31.75  | 30.78 | 30.8       |      | ELI GONZALES  | OK     |
| LONGITUD ROSCA                  | (MM)  | ASME B18.2.6 - 19                 | 41.40  | 35.05 | 36         | 35.5 | ELI GONZALES  | OK     |
| ACEPTABILIDAD DE LA ROSCA       | (MM)  | ASME B1.1 UNC 2A - 19             | GO     | 17.35 | OK         |      | ELI GONZALES  | OK     |
|                                 |       |                                   | NOGO   | 17.20 | OK         |      | ELI GONZALES  | OK     |
| RESISTENCIA A LA TRACCION (Min) | (PSI) | ASTM F3125 Grado A325 Tipo 1-19e2 | 120000 |       | 148625     |      | ELI GONZALES  | OK     |
| CARGA DE PRUEBA (Min.)          | (Lbs) | ASTM F3125 Grado A325 Tipo 1-19e2 | 28400  |       | 30000      |      | ELI GONZALES  | OK     |
| DUREZA                          | (HRC) | ASTM F3125 Grado A325 Tipo 1-19e2 | 34     | 25    | 31         |      | ELI GONZALES  | OK     |

METODOS DE PRUEBA  
 1.- RESISTENCIA A LA TRACCION SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M  
 2.- DUREZAS SEGÚN NORMA ASTM F606/F606M

OBSERVACIONES:  
 1.- El presente informe no deberá ser reproducido ni copiado sin autorización legal de nuestro laboratorio  
 2.- Esta Certificación deriva sólo y únicamente de la muestra ensayada  
 3.- Las muestras están preparadas conforme a Normas y Manual de FASTENER STANDARDS  
 4.- El producto deberá mantenerse con película de aceite para su óptimo funcionamiento  
 5.- El producto lleva estampado la marca: "A325" y "M"  
 6.- Producto Tratado térmicamente (Temple y revenido)




DIRECTOR DE LABORATORIO: Ing. Mario Bonilla Andrade



**MODEPSA S.A.C.**  
 Ing. CAP. Mario Bonilla Andrade  
 Jefe de Ingeniería Técnica

**MODEPSA**  
 Fuerza Eléctrica de Servicio





Calle Delta 185 Urb. Puna, Internacional de la Industria y Comercio  
 Callao - Lima - Perú  
 Central: (511) 203-8000  
 Email: modepsa@modepsa.com.pe  
 Web: www.modepsa.com

### 3.2.2.2 Registro de inspección visual de soldadura.

Figura 22





Protocolo visual de soldadura

|  |   | SERVICIOS GENERALES A&J S.C.R.L.      |   | Código de Registro           |   |              |         |          |           |
|---|---|---------------------------------------|---|------------------------------|---|--------------|---------|----------|-----------|
|   |   | ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD |   | Número de Registro           | JVT-001   |              |         |          |           |
| REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA  |   | Revisión:                             |   | 0                            |   |              |         |          |           |
|   |   | Página:                               |   | 1 de 6                       |   |              |         |          |           |
| <b>1. INFORMACION GENERAL:</b>  |   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| CLIENTE:  | SOUTHERN COPPER CORPORATION   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| PROYECTO:   | CONSTRUCCION DE TECHO TALLER TAMPER-PATIO PUERTO                                    |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| LUGAR:  | TALLER DE FABRICACION AYJ   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| PLANO DE REFERENCIA:  | A&J-1850077-04D-100, A&J-1850077-04D-101, A&J-1850077-04-001, A&J-1850077-04-003    |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| FECHA:  | 05/11/2022  |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| TIPO DE ELEMENTO:   | COLUMNA METALICO  |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| <b>2. DATOS ESPECIFICOS:</b>  |   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| PROCEDIMIENTO   |   | ESTANDAR DE REFERENCIA                |   | CRITERIO DE ACEPTACION       |   |              |         |          |           |
| A&J-1850077-PRO18-011   |   | AWS D1.1 Edic. 2020                   |   | TABLA 8.1                    |   |              |         |          |           |
| <b>3. DATOS DE LA INSPECCION</b>  |   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| ITEM  | FECHA   | CODIGO DE ELEMENTO                    | CODIGO DE JUNTA   | TIPO DE JUNTA                | CODIGO DE SOLDADOR  | WPS          | DEFECTO | ACCIONES | RESULTADO |
| 1   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-01  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 2   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-02  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 3   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-03  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 4   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-04  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 5   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-05  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 6   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-06  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 7   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-07  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 8   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-08  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 9   | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-09  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 10  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-10  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 11  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-11  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 12  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-12  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 13  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-13  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 14  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-14  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 15  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-15  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 16  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-16  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 17  | 05/11/22  | COLUM-A1                              | J-17  | T                            | S-03  | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| <b>4. LEYENDA</b>   |   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| TIPO DE JUNTA   |   |                                       | RESULTADO   |                              |   |              |         |          |           |
| TOPE  | TO  | ACEPTADO                              | A   |                              |   |              |         |          |           |
| ESQUINA   | E   | REPARADO                              | R   |                              |   |              |         |          |           |
| ENT   | T   | RECHAZADO                             | X   |                              |   |              |         |          |           |
| BORDE   | BO  |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| TRASLAPE  | TR  |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| <b>5. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS</b>   |   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| <b>6. CONTROL DE APROBACIONES</b>   |   |                                       |   |                              |   |              |         |          |           |
| CONSTRUCCION<br>A&J SCRL  |   | CALIDAD<br>A&J SCRL                   |   | SUPERVISIÓN<br>SOUTHERN PERU |   |              |         |          |           |
| Nombre:   | Percy F. Rojas  | Nombre:                               | Nelson Mamoni Choque  | Nombre:                      | E. Choque   |              |         |          |           |
| Fecha:  | 05/11/2022  | Fecha:                                | 05/11/2022  | Fecha:                       | 15/12/22  |              |         |          |           |
| Firma:  |  | Firma:                                |  | Firma:                       |  |              |         |          |           |

### 3.2.2.3 Registro de control dimensional.

Figura 23




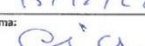
Protocolo de control dimensional

|   |  | SERVICIOS GENERALES A&J S.C.R.L  |       | Código de Registro          |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
|--|--|--|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
|  |  | ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD  |       | A&J-1850077-REG-19-010      |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL  |  | N° de Registro   |       | CDE-032                     |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
|  |  | Revisión:  |       | 0                           |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
|  |  | Página   |       | 1 de 2                      |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| <b>1. INFORMACION GENERAL:</b>   |  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| CLIENTE:   | SOUTHERN COPPER CORPORATION  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| PROYECTO:  | CONSTRUCCION DE TECHO TALLER TAMPER-PATIO PUERTO ILO                                       |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| LUGAR:   | TALLER DE FABRICACION AYJ  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| PLANO DE REFERENCIA:   | AYJ-1850077-04D-103  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| FECHA:   | 07/11/2022   |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| TIPO DE ELEMENTO:  | VIG B3-4   |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| <b>2. ESPECIFICACIONES:</b>  |  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| PROCEDIMIENTO  |  | ESTANDAR DE REFERENCIA   |       | CRITERIO DE ACEPTACION      |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| A&J-1850077-PRO19-010  |  | AWS D1.1 Edic. 2020  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| <b>3. INSPECCION DIMENSIONAL:</b>  |  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| ITEM   | CODIGO DE PARTE  | MEDIDAS  | A(mm) | B(mm)                       | C(mm) | D(mm) | E(mm) | F(mm) | G(mm) | H(mm) | I(mm) | J(mm) | RESULTADO DEL CONTROL |
| 1  | VIG 1  | NOMINAL  | 5655  | 104                         | 67    | 103   | 67    |       |       |       |       |       | C                     |
|  |  | REAL   | 5646  | 104                         | 66    | 102   | 68    |       |       |       |       |       |                       |
|  |  | DESVIACION   | -9    | 0                           | -1    | -1    | +1    |       |       |       |       |       |                       |
| 2  | CAR1   | NOMINAL  | 103   | 101                         | 53    | 74    | 67    | 50    |       |       |       |       | C                     |
|  |  | REAL   | 104   | 102                         | 54    | 73    | 68    | 51    |       |       |       |       |                       |
|  |  | DESVIACION   | +1    | +1                          | +1    | -1    | +1    | +1    |       |       |       |       |                       |
| 3  | CAR2   | NOMINAL  | 70    | 74                          |       |       |       |       |       |       |       |       | C                     |
|  |  | REAL   | 71    | 75                          |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
|  |  | DESVIACION   | +1    | +1                          |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| 4  | L1   | NOMINAL  | 70    | 76                          | 35    | 35    | 40    | 30    | 25    |       |       |       | C                     |
|  |  | REAL   | 69    | 77                          | 36    | 34    | 47    | 31    | 26    |       |       |       |                       |
|  |  | DESVIACION   | -1    | +1                          | +1    | -1    | +7    | +1    | +1    |       |       |       |                       |
| <b>LEYENDA</b><br><div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C = CONFORME</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NC = NO CONFORME</div> </div> |  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| <b>4. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS</b>  |  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
|  |  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| <b>5. CONTROL DE APROBACIONES</b>  |  |  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| CONSTRUCCION<br>A&J SCRL   |  | CALIDAD<br>A&J SCRL  |       | SUPERVISOR<br>SOUTHERN PERU |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| Nombre: Percy Rojas CP   | Nombre: Nelson Mamani Choque   | Nombre: F. Choque Lora y R   |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| Fecha: 07/11/2022  | Fecha: 07/11/2022  | Fecha: 15/12/22  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |
| Firma:    | Firma:  | Firma:  |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |

### 3.2.2.4 Registro de inspección por líquidos penetrantes de soldadura.

Figura 24

Protocolo de inspección por liquido penetrantes



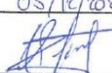
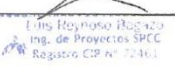
|  |   | SERVICIOS GENERALES A&J S.C.R.L.      |   |               |                    |              |         |          |           |
|---|---|---------------------------------------|---|---------------|--------------------|--------------|---------|----------|-----------|
|   |   | ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD |   |               |                    |              |         |          |           |
|   |   | Código de Registro                    | A&J-1850077-REG19-020   |               |                    |              |         |          |           |
|   |   | Número de Registro                    | IPT-007   |               |                    |              |         |          |           |
|   |   | Revisión:                             | 0   |               |                    |              |         |          |           |
|   |   | Página:                               | 2 de 6  |               |                    |              |         |          |           |
| <b>REGISTRO DE INSPECCIÓN POR LIQUIDOS PENETRANTES DE SOLDADURA</b>               |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| <b>1. INFORMACION GENERAL:</b>  |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| CLIENTE:  | SOUTHERN COPPER CORPORATION   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| PROYECTO:   | CONSTRUCCION DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO                                    |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| LUGAR:  | TALLER DE FABRICACION AYJ   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| PLANO DE REFERENCIA:  | A&J-1850077-04D-100, A&J-1850077-04D-102, A&J-1850077-04-001, A&J-1850077-04-002    |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| FECHA:  | 07/11/2022  |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| TIPO DE ELEMENTO:   | COLUMNA METALICO  |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| <b>2. DATOS ESPECIFICOS:</b>  |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| PROCEDIMIENTO   | ESTANDAR DE REFERENCIA  | CRITERIO DE ACEPTACION                |   |               |                    |              |         |          |           |
| A&J-1850077-PRO19-012   | AWS D1.1 Edic. 2020   | TABLA 3.1                             |   |               |                    |              |         |          |           |
| <b>3. DATOS DE LOS TINTES PENETRANTES</b>   |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| DATOS   | MARCA   | APLICACIÓN                            | TIPO  |               |                    |              |         |          |           |
| LIMPIEZA DE SUPERFICIE:   | MAGNAFLUX   | SPRAY                                 | SOLVENTE  |               |                    |              |         |          |           |
| APLICACION DE PENETRANTE:   | MAGNAFLUX   | SPRAY                                 | VISIBLE - REMOVIBLE CON SOLVENTE  |               |                    |              |         |          |           |
| APLICACIÓN DEL REVELADOR:   | MAGNAFLUX   | SPRAY                                 | HUMEDO - NO ACUOSO  |               |                    |              |         |          |           |
| <b>3. DATOS DE LA INSPECCION</b>  |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| ITEM  | FECHA   | CODIGO DE ELEMENTO                    | CODIGO DE JUNTA   | TIPO DE JUNTA | CODIGO DE SOLDADOR | WPS          | DEFECTO | ACCIONES | RESULTADO |
| 18  | 07/11/22  | COLUM-B2                              | J-18  | T             | S-01               | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 19  | 07/11/22  | COLUM-B2                              | J-19  | T             | S-01               | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 20  | 07/11/22  | COLUM-B2                              | J-20  | T             | S-01               | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| 21  | 07/11/22  | COLUM-B2                              | J-21  | T             | S-01               | AYJ-WPS-0011 | ---     | ---      | A         |
| /   |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| <b>4. LEYENDA</b>   |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| TIPO DE JUNTA   |   | RESULTADO                             |   |               |                    |              |         |          |           |
| TOPE  | TO  | ACEPTADO                              | A   |               |                    |              |         |          |           |
| ESQUINA   | E   | REPARADO                              | R   |               |                    |              |         |          |           |
| EN T  | T   | RECHAZADO                             | X   |               |                    |              |         |          |           |
| BORDE   | BO  |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| TRASLAPE  | TR  |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| <b>5. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS</b>   |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| <br>  |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| <b>6. CONTROL DE APROBACIONES</b>   |   |                                       |   |               |                    |              |         |          |           |
| CONSTRUCCION<br>A&J SCRL  |   | CALIDAD<br>A&J SCRL                   | SUPERVISIÓN<br>SOUTHERN PERU  |               |                    |              |         |          |           |
| Nombre:   | Percy F. Rojas CP   | Nombre:                               | Wilson Mamani Choque  |               |                    |              |         |          |           |
| Fecha:  | 07/11/2022  | Fecha:                                | 15/12/22  |               |                    |              |         |          |           |
| Firma:  |  | Firma:                                |    |               |                    |              |         |          |           |
|   |   | Firma:                                |  |               |                    |              |         |          |           |



### 3.2.2.5 Registro de montaje.

Figura 25

Protocolo de montaje de estructuras

|   |   |                     |   |   |  |
|---|---|---------------------|---|---|--|
|  | <b>SERVICIOS GENERALES A&amp;J S.C.R.L.</b>   |                     | Código de Registro  |   |  |
|   | ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD   |                     | A&J-1850077-REG-14-017  |   |  |
|   | <b>REGISTRO DE MONTAJE</b>  |                     | N° de Registro:   | RDM-003   |  |
|   |   | Revisión:           | 0   |   |  |
|   |   | Página              | 1 de 2  |   |  |
| <b>1. INFORMACION GENERAL:</b>  |   |                     |   |   |  |
| CLIENTE:  | SOUTHERN COPPER CORPORATION   |                     |   |   |  |
| PROYECTO:   | CONSTRUCCION DE TECHO TALLER TAMPER-PATIO PUERTO                                    |                     |   |   |  |
| LUGAR:  | PATIO PUERTO  |                     |   |   |  |
| PLANO DE REFERENCIA:  | A&J-1850077-04-002  |                     |   |   |  |
| FECHA:  | 05/12/2022  |                     |   |   |  |
| DESCRIPCION:  | Montaje de estructuras metálicas - armos  |                     |   |   |  |
| <b>2. INSPECCION DEL MONTAJE</b>  |   |                     |   |   |  |
| ACTIVIDAD A INSPECCIONAR  | CONFORME  |                     | OBSERVACIONES   |   |  |
|   | SI  | NO                  |   |   |  |
| VERIFICACION DE PRE ENSAMBLE  | ✓   | /                   | 7   |   |  |
| UBICACIÓN   | ✓   |                     |   |   |  |
| ALINEAMIENTO FINAL  | ✓   |                     |   |   |  |
| SOLDADURA EN OBRA   | -   |                     |   |   |  |
| INSTRUMENTACION   | -   |                     |   |   |  |
| INSTALACION DE PERNOS   | ✓   |                     |   | φ 3/4" ASTM A325  |  |
| AISLAMIENTO   | -   |                     |   | -   |  |
| PINTURA DE PROTECCION   | ✓   |                     |   | Segun procedimiento   |  |
| LUBRICACION   | -   |                     |   | 7   |  |
| CONEXIONADO ELECTRICO   | -   |                     |   | -   |  |
| <b>3. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS</b>   |   |                     |   |   |  |
| * Se realizo el montaje de las armos  |   |                     |   |   |  |
| ARS1, ARS2, ARS3, ARS4, ARS5, ARS6, ARS7, ARS8, ARS9, ARS10                       |   |                     |   |   |  |
| ARS11, ARS12, ARS13 y ARS14   |   |                     |   |   |  |
|   |   |                     |   |   |  |
| <b>4. CONTROL DE APROBACIONES</b>   |   |                     |   |   |  |
| CONSTRUCCIÓN<br>A&J SCRL  |   | CALIDAD<br>A&J SCRL |   | SUPERVISIÓN<br>SOUTHERN PERU  |  |
| Nombre:   | Percy Rojas Q   | Nombre:             | Nelson Mamani Choque  | Nombre:   |  |
| Fecha:  | 05/12/2022  | Fecha:              | 05/12/2022  | Fecha:  |  |
| Firma:  |  | Firma:              |  | Firma:  |  |
|   |   |                     |   |  |  |

### 3.2.2.6 Registro de ajuste de pernos.

Figura 26

Protocolo de torque de pernos estructurales

|  |   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
|--|---|------------------------------------|---|------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------|
|  | SERVICIOS GENERALES A&J S.C.R.L.                              |                                    | Codigo Registro: A 23-1850077-04D-102-024 |                        |  |  |                                  |                      |
|  | ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD                         |                                    | N° de Registro: PAT-024                   |                        |  |  |                                  |                      |
|  | REGISTRO DE APLICACIÓN DE AJUSTE Y TORQUEO ESTRUCTURAL        |                                    | Revision: 0<br>Pagina 1 de 10             |                        |  |  |                                  |                      |
| <b>1. INFORMACION GENERAL:</b>                     |   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| CLIENTE:   | SOUTHERN COPPER CORPORATION                                   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| PROYECTO:  | CONSTRUCCION DE TECHO TALLER TAMPER-PATIO PUERTO              |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| LUGAR:   | PATIO PUERTO  |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| PLANO DE REFERENCIA:                               | AYJ-1850077-04D-101, AYJ-1850077-04D-102, AYJ-1850077-04D-103 |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| FECHA:   | 19/01/2023  |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| DESCRIPCION:                                       | Torqueo de pernos   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| <b>2. DATOS DE TORQUIMETRO Y ACCESORIOS</b>        |   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| MARCA:   | TQPTW   | RANGO:                             | 100 - 600 LB.F.T                          |                        |  |  |                                  |                      |
| MODELO:  | AAIAG2460   | N° SERIE:                          | 19078565                                  |                        |  |  |                                  |                      |
| CERTIFICADO DE CALIBRACION:                        | F2579-4388A-2022-1  |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| <b>3. METODO DE AJUSTE</b>                         |   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| LLAVE CALIBRADA                                    | <input checked="" type="checkbox"/>                           | TENSION CONTROLADA                 | <input type="checkbox"/>                  |                        |  |  |                                  |                      |
| GIRO DE TUERCA                                     | <input type="checkbox"/>                                      | INDICADOR DE TENSION DIRECTA - DTI | <input type="checkbox"/>                  |                        |  |  |                                  |                      |
| APRIETE AJUSTADO                                   | <input type="checkbox"/>                                      | OTROS                              | <input type="checkbox"/>                  |                        |  |  |                                  |                      |
| <b>Item</b>  | <b>ID Junta</b>   | <b>Grado</b>                       | <b>Diámetro perno (pulg)</b>              | <b>Cantidad pernos</b> | <b>Tension Especificada ( Lb-fts )</b> | <b>Tension Especificada ( Lb-fts )</b>                                 | <b>Resultado de verificación</b> | <b>Observaciones</b> |
| 1  | N-01  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 2  | N-02  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 3  | N-03  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 8                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 4  | N-04  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 5  | N-05  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 6  | N-06  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 8                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 7  | N-07  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 8                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 8  | N-08  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 9  | N-09  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 10   | N-10  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 11   | N-11  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 12   | N-12  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 13   | N-13  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 14   | N-14  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 15   | N-15  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 16   | N-16  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 17   | N-17  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 4                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| 18   | N-18  | A325                               | 3/4"x2 1/2"                               | 8                      | 365                                    | 365  | ACEPTADO                         |                      |
| <b>4. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS</b>            |   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| * Se adjunta certificado de calibración del equipo |   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| <b>6. CONTROL DE APROBACIONES</b>                  |   |                                    |   |                        |  |  |                                  |                      |
| CONSTRUCCION A&J S.C.R.L.                          |   |                                    | CALIDAD A&J S.C.R.L.                      |                        |  | SUPERVISIÓN SOUTHERN PERU  |                                  |                      |
| Nombre:  | Percy Rojas CP  |                                    | Nombre:                                   | Nelson Mamani Choque   |  | Nombre:  |                                  |                      |
| Fecha:   | 19/01/2023  |                                    | Fecha:                                    | 19/01/2023             |  | Fecha:   |                                  |                      |
| Firma:   |   |                                    | Firma:                                    |                        |  | Firma:   |                                  |                      |
|  |   |                                    |   |                        |  | Ing. Reynaldo Amador<br>Ing. de Proyectos SPCC<br>Registo CIP N° 72461 |                                  |                      |

**Figura 27**

*Diagrama de nodos de las uniones emperradas*

Nº DE REGISTRO: DAQT-001  
 FECHA: 19/01/2023  
 Nº PÁGINA: 4 DE 18

**DIAGRAMA DE JOINT-CONSTRUCCION DE TECHO TALLER TAMPER**

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-01         | COLUM-A1   | ARS3                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>4</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-02         | COLUM-A2   | ARS1                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>4</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-03         | COLUM-A3   | ARS4                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| N-03         | COLUM-A3   | ARS5                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>8</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-04         | COLUM-A4   | ARS8                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>4</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-05         | COLUM-A5   | ARS6                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>4</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-06         | ARS1       | ARS2                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| N-06         | ARS1       | ARS3                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>8</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-07         | ARS6       | ARS7                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| N-07         | ARS6       | ARS8                 | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>8</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-08         | ARS1       | VIG A1-2             | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>4</b> |            |


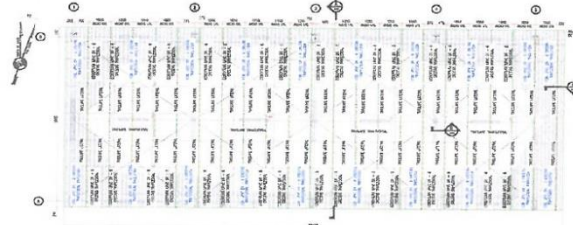


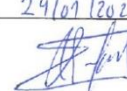
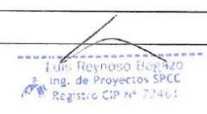
| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-09         | ARS2       | VIG A1-2             | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>4</b> |            |

| Joint        | Piece Mark | Connected Piece Mark | Bolt Standard | Size          | QTY      | Comentario |
|--------------|------------|----------------------|---------------|---------------|----------|------------|
| N-10         | ARS4       | VIG A2-3             | A325          | M3/4" x2 1/2" | 4        |            |
| <b>TOTAL</b> |            |                      |               |               | <b>4</b> |            |

### 3.2.2.7 Registro de inspección de coberturas.

Figura 28

Protocolo de inspección de coberturas

|  |   |                 |   |   |
|--|---|-----------------|---|---|
|   | SERVICIOS GENERALES A&J S.C.R.L.  |                 | Código de Registro<br>A&J-1850077-REG14-023   |   |
|  | ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD   |                 | Nº de Registro:   | RTCC-001  |
|  | REGISTRO INSPECCIÓN DE COBERTURAS - CERRAMIENTOS                                    |                 | Revisión:   | 0   |
| Página 1 de 2  |   |                 |   |   |
| <b>1. INFORMACION GENERAL:</b>   |   |                 |   |   |
| CLIENTE:   | SOUTHERN COPPER CORPORATION   |                 |   |   |
| PROYECTO:  | CONSTRUCCION DE TECHO TALLER TAMPER-PATIO PUERTO ILO                                |                 |   |   |
| LUGAR:   | PATIO PUERTO  |                 |   |   |
| PLANO DE REFERENCIA:   | A&J-1850077-04-004  |                 |   |   |
| FECHA:   | 24/01/2023  |                 |   |   |
| DESCRIPCION:   | Instalación de cobertura UPVC - Techo   |                 |   |   |
| <b>2. ESQUEMA</b>  |   |                 |   |   |
|  <p>PLANO - DISTRIBUCION DE COBERTURA UPVC DE DE A CERRAR TECHO</p> |   |                 |   |   |
| <b>3. LISTA DE VERIFICACION</b>  |   |                 |   |   |
| DESCRIPCION  |   | RISULTADO       | OBSERVACIONES   |   |
| EL MATERIAL DE COBERTURA NO ESTA DAÑADO, CUMPLE ESTANDARDS/ESPECIFICACIONES Y CON REQUERIMIENTOS VISUALES PARA REALIZAR SU INSTALACION                 |   | C               |  |   |
| EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE ESTA TERMINADA  |   | C               |   |   |
| CORRECTO ALINEAMIENTO EN DISTRIBUCION DE ESTRUCTURA DE SOPORTE   |   | C               |   |   |
| DISTRIBUCION DE PANELES CORRECTA SEGUN PLANO, PERFECTAMENTE UNIDOS SIN ABERTURAS   |   | C               |   |   |
| CORRECTA COLOCACION, DISTRIBUCION Y SELLADO DE AUTOPERFORANTES   |   | C               |   |   |
| LA ABERTURA ENTRE ESTRUCTURA Y COBERTURA ES LA ADECUADA  |   | C               |   |   |
| LAS PUNTAS DE LA UNIONES EMPERNADAS DE COBERTURAS ESTAN ESMERILADAS O CUBIERTAS PARA PERMITIR ENGANCHE O DAÑOS FISICOS                                 |   | NA              |   |   |
| LIMPIEZA DE LAS SUPERFICIES EXPUESTAS  |   | C               |   |   |
| RETOQUES DE PINTURA  |   | C               |   |   |
| RESULTADO: C = CONFORME NC = NO CONFORME NA = NO APLICA  |   |                 |   |   |
| <b>4. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:</b>   |   |                 |   |   |
| * Las coberturas UPVC se sujetó con autoperforantes de $\phi 1/4"$ según plano adjunto.  |   |                 |   |   |
| <b>5. CONTROL DE APROBACIONES</b>  |   |                 |   |   |
| CONSTRUCCIÓN A&J SCL   |   | CALIDAD A&J SCL |   | SUPERVISOR SOUTHERN PERU  |
| Nombre:  | Percy Rojas C   | Nombre:         | Nelson Mamani Choque  | Nombre:   |
| Fecha:   | 24/01/2023  | Fecha:          | 24/01/2023  | Fecha:  |
| Firma:   |  | Firma:          |    | Firma:  |
|  |   |                 |   |  |

## CONCLUSIONES

- Primera.** Se logró presentar con éxito el dossier de calidad del proyecto que lleva por título “FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TECHO TALLER TAMPER PATIO PUERTO ILO” al cliente, elaborado por el personal de control de calidad según los lineamientos y especificaciones facilitados por SOUTHERN COPPER CORPORATION.
- Segunda.** Se logró realizar con éxito los planes y procedimientos de control de calidad, las cuales fueron enviadas, revisadas y aprobadas con firma por el cliente SOUTHERN COPPER CORPORATION.
- Tercera.** Se logró la elaboración en campo de los registros y/o protocolos de aseguramiento de control de calidad de acuerdo a los procedimientos aprobados por el cliente SOUTHERN COPPER CORPORATION.

## RECOMENDACIONES

**Primera.** Cumplir y seguir las indicaciones establecidas en los procedimientos de control de calidad.

**Segunda.** Seguir una mejora continua en el área de control de calidad, para de esta forma seguir con la implementación ya sea en gestión, equipos y/o instrumentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISC 303. (2016). *Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges*.

Recuperado de <https://www.studocu.com/row/document/yildiz-teknik-universitesi/civil-engineering/aisc-303-16-code-of-standart-practice-for-steel-buildings-and-bridges/20007804>

AISC 360. (2016). *Especificación para construcción de acero*. Recuperado de

[https://issuu.com/pedroantoniojimenezsanchez/docs/aisc\\_360-16\\_0\\_esp\\_ol](https://issuu.com/pedroantoniojimenezsanchez/docs/aisc_360-16_0_esp_ol)

American Welding Society. (2009). *Guía para END de soldaduras*. Recuperado de

<https://es.scribd.com/document/482403426/AWS-B1-10M-B1-10-2009-Guia-Para-END-de-Soldaduras#>

ASTM A6. (2021). *Estandar especificación de requisitos para barras laminadas*

*de acero estructural*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/346557261/Astm-a6-Espanol>

AWS A5.18. (2021). *Specification for carbon steel electrodes*. Recuperado de

<https://dl.gasplus.ir/standard-ha/Standard-AWS/AWS%20A5.18%202021.pdf>

AWS D1.1. (2020). *Código de soldadura estructural - acero*. Recuperado de

<https://studylib.net/doc/25852144/aws-esp%C3%B1ol-2020-d1.-1>

Budynas, R. G. (2016). *Diseño en ingeniería mecánica de shigley*. Recuperado de

<http://www1.frm.utn.edu.ar/electromecanica/materias%20pagina%20nuevas/elementoMaquina/material/libroCabecera.pdf>

SENCICO. (2020). *Norma E.020 cargas*. Recuperado de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/ingenieria/norma-e020-cargas-2022/36828966>

SENCICO. (2020). *Norma E.090 estructuras metálicas* . Recuperado de Reglamento nacional de edificaciones: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-continental/mecanica-de-suelos/norma-e090-estructuras-metalicas/34877151>

SENCICO. (2020). *Norma Peruana E.030 diseño sismorresistente*. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIO\\_S\\_A\\_LA\\_NORMA\\_PERUANA\\_E.030\\_DISE%C3%91O\\_SISMORRESISTENTE.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIO_S_A_LA_NORMA_PERUANA_E.030_DISE%C3%91O_SISMORRESISTENTE.pdf)

SOLDEXA. (2020). *manual de soldadura*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/RonPincu/manual-soldadura-soldexa-15139801>