



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE SERVICIO

FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE PLATAFORMA CAMBIO

LINNERS MOLINOS CONCENTRADORA C2 – TOQUEPALA

PRESENTADO POR

BACHILLER AARON ANDRE FLORES VILLANUEVA

ASESOR:

M.Sc. FELIX RICARDO PEREZ PUERTAS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

ELÉCTRICO

MOQUEGUA – PERÚ

2024



Universidad José Carlos Mariátegui

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, en calidad de Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, certifica que el trabajo de investigación (___) / Tesis (___) / Trabajo de suficiencia profesional (___) / Trabajo académico (___), titulado **“PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE SERVICIO FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE PLATAFORMA CAMBIO LINNERS MOLINOS CONCENTRADORA C2 – TOQUEPALA”** presentado por el(la) Bachiller **FLORES VILLANUEVA, AARON ANDRE**, para obtener el grado académico (___) o Título profesional (___) o Título de segunda especialidad (___) de: **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**, y asesorado por el(la) **M.Sc. FÉLIX RICARDO PÉREZ PUERTAS**, designado como asesor con RESOLUCIÓN DE DECANATURA N°378-2023-DFAIA-UJCM, fue sometido a revisión de similitud textual con el software TURNITIN, conforme a lo dispuesto en la normativa interna aplicable en la UJCM.

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

Programa académico	Aspirante(s)	Trabajo de suficiencia profesional	Porcentaje de similitud
Ingeniería Mecánica Eléctrica	Flores Villanueva, Aaron Andre	“PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE SERVICIO FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE PLATAFORMA CAMBIO LINNERS MOLINOS CONCENTRADORA C2 – TOQUEPALA”	23 % (28 de junio de 2024)

El porcentaje de similitud del Trabajo de investigación es del **23 %**, que está por debajo del límite **PERMITIDO** por la UJCM, por lo que se considera apto para su publicación en el Repositorio Institucional de la UJCM.

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

Moquegua, 28 de junio de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

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

ÍNDICE

	Pág.
PAGINA DE JURADO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Aspectos Generales de la Empresa.....	2
1.2.1. Razón Social.....	2
1.2.2. Ubicación.....	2
1.3. Contexto Socioeconómico.....	2
1.3.1. Inversión en las Operaciones Mineras.....	3
1.3.2. Inversiones Privadas.....	4
1.4. Descripción de la Experiencia.....	5

1.5. Explicación del Cargo.....	6
1.6. Propósito del Puesto u Objetivo General.....	7
1.7. Procesos Objetivos del Cargo.....	9
1.8. Resultados Concretos.....	10

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Explicación del papel que jugaron la teoría y práctica en el desempeño profesional.....	13
2.1.1 Planner de Mantenimiento.....	13
2.1.2 Planificación	16
2.1.2.1 Plan de Trabajo	17
2.1.2.2 Planificación Económica	18
2.1.2.3 Diagrama Gantt	19
2.1.2.4 Elementos y unidades del servicio.....	20
2.1.3 Medición y valoración de las obras.....	21
2.1.4 Estudio del presupuesto.....	22
2.1.4.1 Costos Directos.....	24
2.1.4.2 Costos Indirectos.....	26
2.2 Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrieron para resolver la situación profesional objeto del informe.....	27
2.2.1 Elaboración de Plan de trabajo, PETS y diagrama Gantt	28

2.2.2 Soldadura SMAW	28
2.2.2.1 Calidad del Proceso SMAW	30
2.2.2.2 Electrodo	32
2.2.2.3 Medidas de Protección Personal	34

CAPÍTULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1 Aportes Utilizando los Conocimientos o Bases Teóricas.....	37
3.1.1 Partes de la plataforma y estructura	37
3.1.1.1 Plataforma de elevación	38
3.1.1.2 Barandas de Seguridad	39
3.1.1.3 Estructura de Soporte de Plataforma	41
3.1.1.4 Procedimiento de Trabajo Seguro (PETS)	43
3.1.2 Diagrama de Gantt	43
3.1.3 Diseño de Estructura, Plataforma y barandas de protección	44
3.1.3.1 Dimensionamiento	44
3.1.3.2 Proceso de Producción	45
3.1.4 Recepción de Materias Primas	46
3.1.5 Marcado y Corte	47
3.1.5.1 Corte con Oxiacetileno	48
3.1.5.2 Corte por Plasma	50

3.1.6 Soldadura	50
3.1.7 Posición de Soldeo	51
3.1.8 Preparación Superficial	53
3.1.8.1 Preparación Previa	54
3.1.8.2 Arenado	55
3.1.9 Aplicación de Recubrimiento	57
3.1.9.1 Plan del Pintado	59
3.1.10 Ejecución	60
3.1.10.1 Primera Etapa- Aplicación de la Primera Capa General Con Jet Pox 2 000 A 5,0 Mils.....	60
3.1.10.2 Segunda Etapa- Capa de Refuerzo.....	60
3.1.10.3 Tercera Etapa- Aplicación de la Segunda Capa General con Jet Pox 2 000 a 5,0 Mils.....	61
3.1.10.4 Cuarta Etapa- Aplicación de la Tercera Capa General con Jethane 650 HS a 2,0 Mils	62
3.2 Progreso de la Experiencia.....	63
3.2.1 Apoyo en costos y Evaluación Económica.....	63
3.2.2 Metrado General de Materiales para el servicio mencionado.....	65
3.2.2.1 Metrado de Material para Estructura.....	65
3.2.2.2 Metrado de Material para Plataforma.....	65
3.2.2.3 Metrado de Material para barandas.....	66

3.2.2.4	Metrado de Material para los Segmentos Totales.....	66
3.2.3	Detalle de Cálculo de la Cantidad Necesaria de Material de Aporte.....	67
3.2.3.1	Cálculo de Material de Aporte – Estructura	68
3.2.3.2	Cálculo de Material de Aporte – Barandas.....	68
3.2.3.3	Cálculo de Material de Aporte para la Totalidad de Segmentos.....	68
3.2.4	Gestión del Tiempo del Proyecto.....	69
3.2.5	Consideraciones para la Elaboración del Cronograma de Trabajo.....	70
3.2.5.1	Calendario Laboral	70
3.2.5.2	Suposiciones Previas	70
3.2.5.3	Curva “S” e Histogramas.....	71
3.2.5.4	Definición de la Línea Base del Cronograma.....	71
3.2.5.5	Control del Cronograma y Monitoreo del Avance.....	72
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	75
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
	ANEXO 01.....	79
	ANEXO 02 APOYO EN COSTOS Y PRESUPUESTOS – METRADO.....	81
	ANEXO 03 PLANOS DE FABRICACIÓN.....	83
	ANEXO 04 MEMORIA DE CÁLCULO MEDIANTE SOLIDWORK –	
	FACTOR DE SEGURIDAD.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Inversión privada	05
Tabla 2 Tiempo de vida útil.....	58
Tabla 3 Metrado de materiales para estructura.....	65
Tabla 4 Metrado de materiales para plataforma.....	65
Tabla 5 Metrado de Material para barandas.....	66
Tabla 6 Metrado de Material para los Segmentos Totales.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Geográfica de Concentradora C2 – TOQUEPALA.....	02
Figura 2 Representación Esquemática del Proceso SMAW durante su Ejecución.....	30
Figura 3 Plataforma montada en Campo.....	38
Figura 4 Plataforma Modelado en AutoCAD – SolidWorks.....	39
Figura 5 Barandas modelado en SolidWorks.....	40
Figura 6 Barandas montadas en Campo.....	40
Figura 7 Estructura de Soporte de Plataforma AUTOCAD - SOLIDWORKS.....	42
Figura 8 Estructura de Soporte Montada en Campo.....	42
Figura 9 PETS aprobado del servicio.....	43
Figura 10 Diagrama Gantt del servicio.....	44
Figura 11 Flujo del Proceso de Producción.....	46
Figura 12 Hoja de Datos del Metal de Aporte SOLDEXA 2022.....	51
Figura 13 Tipos de Uniones Soldadas SOLDEXA 2022.....	52
Figura 14 Histograma de Personal Directo Base vs Real.....	71
Figura 15 Comparación de Curva S Base vs Real.....	72

RESUMEN

En este informe se resume mi experiencia laboral en TECSERM SAC, una empresa especializada en brindar una amplia gama de servicios y consultorías en diversos sectores como minería, construcción, transporte, equipos, procesos y métodos. Nuestro enfoque se basa en principios de diseño fundamentales con el objetivo principal de cumplir con los estándares establecidos por la Norma Nacional y garantizar la correcta implementación de los procedimientos de trabajo en proyectos. Nuestra meta es ofrecer servicios rentables a la empresa SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, asegurando al mismo tiempo un trabajo de calidad que cumpla con las normas nacionales y los requisitos específicos de la Compañía Minera SPCC.

Palabras clave: diseño, fabricación, proceso, mina, estándar.

ABSTRACT

This report presents the professional experience conducted at TECSERM SAC, an organization specializing in offering diverse services and consultations in the domains of mining, construction, transportation, equipment, processes, and methodologies, guided by fundamental principles of design. The undertaken work aligns with the National Standard for developing work procedures and ensuring their proper implementation on-site, ultimately enabling the provision of beneficial services to SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION upon project completion. Notably, the work adheres to high-quality standards set by both national regulations and the SPCC Mining Company.

Key terms: design, production, procedure, mining, guideline.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de suficiencia profesional, se aborda la revisión y complementación de una propuesta de metodología para el diseño, fabricación y montaje de un conjunto de recursos necesarios para los molinos en la concentradora C2 de la mina Toquepala, ubicado en el distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre en la región de Tacna, perteneciente a Southern Perú Copper Corporation.

El informe está estructurado en cuatro capítulos principales, que se detallan a continuación:

- El primer capítulo aborda los objetivos de la investigación, brinda información sobre la empresa, su historia y el contexto socioeconómico en el que se desarrolla.
- El segundo capítulo se centra en el conocimiento teórico de los procesos mecánicos utilizados en la fabricación de metales, incluyendo la regulación de dichos procesos y su evaluación.
- El tercer capítulo describe en detalle la metodología empleada, donde se presentan los pasos necesarios para el desarrollo del proyecto. También se definen las funciones y se verifica el modo de falla y los resultados obtenidos, culminando con la estrategia de mantenimiento.

Por último, en el cuarto capítulo se exponen las conclusiones derivadas del trabajo realizado en el ámbito de la suficiencia profesional.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes

La fabricación de estructuras metálicas para servicios de gran envergadura enfrenta desafíos significativos debido a la complejidad y la precisión requerida en la unión de componentes. La soldadura y el empernado son procesos críticos que requieren atención especial para garantizar la integridad estructural y funcional de cada elemento fabricado. La ingeniería y procesos de calidad disponibles han identificado varios problemas comunes relacionados con estas técnicas de unión, que incluyen desalineamiento debido a la imprecisión en la preparación de las piezas, grietas generadas por tensiones residuales durante la soldadura, falta de fusión debido a condiciones inadecuadas de soldeo, socavación causada por contaminantes en las superficies de unión, y porosidad ocasionada por la entrada de gases durante la solidificación del metal fundido.

Estos problemas pueden tener un impacto significativo en la calidad y la seguridad de las estructuras metálicas, así como en los costos y los plazos de entrega de los proyectos. Por lo tanto, es crucial desarrollar estrategias efectivas para prevenir y controlar estas deficiencias desde las primeras etapas de fabricación.

1.2. Aspectos Generales de la Empresa

1.2.1. Razón Social.

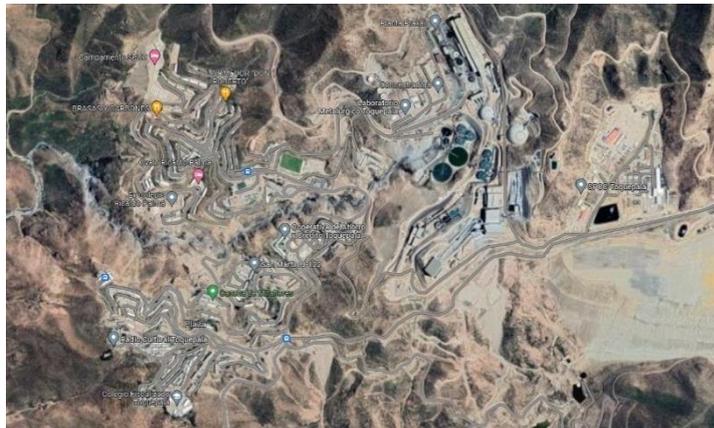
- Nombre de la Empresa: TECSERM S.A.C.
- R.U.C.: 20533242406

1.2.2. Ubicación.

Las instalaciones se encuentran en el yacimiento minero de Toquepala, situado en la Región de Tacna, específicamente en la provincia de Jorge Basadre, en el distrito de Ilabaya, a una altitud de 3600 metros sobre el nivel del mar. Estas instalaciones corresponden a la Concentradora 2 de Toquepala.

Figura 1

Ubicación Geográfica de Concentradora C2 – TOQ



Nota: Google Maps www.google.com.pe/maps/place/Ilo. Fuente: Google (2022)

1.3. Contexto Socioeconómico

1.3.1. Inversión en las Operaciones Mineras

De acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas (2022), en el primer trimestre de 2022, el sector minero demostró un sólido desempeño en sus principales indicadores. Un dato relevante es que las inversiones mineras alcanzaron los US\$ 1,029 millones, lo cual representa un incremento del 9.2% en comparación con el mismo período del año anterior, donde se registraron US\$ 943 millones.

Según las cifras oficiales procesadas por la Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera del Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2022), el crecimiento interanual acumulado se manifestó en cinco categorías. Estos son los porcentajes de crecimiento registrados en cada rubro: Desarrollo y Preparación (+46,8%), Infraestructura (+24,6%), Exploración (+15,9%), Equipamiento Minero (+8,0%), y Planta Beneficio (+1,8%). Estos datos reflejan el crecimiento experimentado en estos sectores durante el período analizado.

En relación a la inversión ejecutada a nivel regional en el primer trimestre de 2022, la región de Moquegua se mantuvo en la primera posición al captar un monto significativo de US\$ 345 millones, lo cual representa el 33,5% del total. Este resultado se debe principalmente al desarrollo de los proyectos mineros "Quellaveco" y "San Gabriel". Es importante destacar que la construcción del proyecto "San Gabriel" comenzó en marzo de 2022. (MINEM, 2022)

En cuanto a la segunda mayor participación, esta corresponde a la región de Áncash con una inversión de US\$ 76 millones, lo que representa el 7,4% del total.

En esta región destaca la Compañía Minera Antamina S.A. por su notable inversión en la operación minera actual. (MINEM, 2022)

En tercer lugar, se encuentra la región de Ica con una inversión de US\$ 74 millones, lo que equivale al 7,2% de la participación total. En esta región destaca el proyecto minero "Ampliación Shouxin" como una importante contribución a la inversión regional. Cabe mencionar que, en el periodo de enero a marzo de 2022, las tres regiones mencionadas representaron en conjunto el 48,1% de la inversión ejecutada. (MINEM, 2022)

1.3.2. Inversiones Privadas.

La mejora en las expectativas de inversión minera también ha llevado al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a revisar al alza el crecimiento de la inversión privada para este año. La proyección ha sido ajustada de un 3,5% (en el Marco Macroeconómico Multianual) a un 4,5%, lo que representa la tasa más alta desde el año 2013. Este cambio refleja la confianza renovada en el sector minero y su impacto positivo en la economía nacional.

El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) señaló que este aumento también se debe al crecimiento dinámico de la inversión en infraestructura de transporte e irrigación. Estas inversiones en proyectos de infraestructura contribuyen al desarrollo económico y social del país, generando un impacto positivo en diversos sectores y fomentando un entorno propicio para la inversión privada.

En cuanto a la inversión pública, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) ha establecido la meta de un crecimiento del 17,5% para este año. Esto implica un impulso significativo en la inversión en proyectos y programas de carácter público, con el objetivo de promover el desarrollo económico, social y de infraestructura en el país. Mantener esta meta refleja el compromiso del gobierno en fortalecer la inversión pública como motor de crecimiento y desarrollo sostenible. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023)

Tabla 1

Inversión privada

INVERSION PRIVADA						
(Variación porcentual real respecto al mismo periodo del año anterior)						
	2021				2022	
	I Trim.	II Trim.	III Trim	IV Trim	Año	I Trim
Inversión Privada total	38,7	163,00	22,5	2,5	37,4	0,8
Inversión no minera	45,6	194,8	19,8	-0,2	39,4	0,3
Inversión Minera	-9,4	35,9	47,6	22,0	23,1	5,7

Nota: BCRP (2022)

1.4. Descripción de la Experiencia

Durante mi trabajo como Planner desde el 4 de enero de 2021 hasta la fecha, he estado involucrado en todas las actividades relacionadas con las disciplinas de parte y mecánica. Esta posición me ha dado la oportunidad de ampliar mis conocimientos y aplicar lo aprendido en mi formación académica. Mi participación activa en todas estas actividades ha enriquecido mi experiencia laboral de manera integral.

1.5. Explicación del Cargo

El personal con experiencia en planificación, gestión de costos y presupuestos de proyectos, así como en servicios de metal mecánica, mantenimiento, paradas de planta y montaje de equipos, asumirá el rol de Planner. Su principal responsabilidad será ofrecer apoyo en la coordinación de la ejecución de las actividades. Además, tendrá la tarea de coordinar con el operador de contrato en base a las siguientes funciones detalladas:

- Elaborar y mantener actualizado el cronograma de actividades del proyecto.
- Realizar seguimiento y control del avance del proyecto, identificando posibles desviaciones y proponiendo acciones correctivas.
- Participar en la elaboración y control de los presupuestos del proyecto, asegurando la optimización de los recursos.
- Coordinar y programar las paradas de planta y el montaje de equipos de manera eficiente, minimizando el tiempo de inactividad.
- Realizar el seguimiento y control de los costos del proyecto, asegurando el cumplimiento de los presupuestos establecidos.
- Participar en la coordinación con proveedores y subcontratistas para garantizar la disponibilidad oportuna de los recursos necesarios.

- Generar informes y reportes de seguimiento del proyecto, presentando los avances, desviaciones y recomendaciones correspondientes.
- Colaborar estrechamente con el equipo de trabajo, asegurando una comunicación efectiva y una correcta ejecución de las actividades planificadas.
- Estas funciones serán desempeñadas por el Planner, quien jugará un papel fundamental en la coordinación y ejecución exitosa de las actividades del proyecto.

1.6. Objetivo General

Organizar y ejecutar el servicio sobre Fabricación e Instalación de plataforma para el cambio de linners molinos concentradora C2 – TOQUEPALA.

Fui responsable de llevar a cabo las siguientes actividades y responsabilidades, como objetivos específicos:

- Elaborar el plan de trabajo, PETS (Plan de Ejecución de Trabajo y Seguridad), cronogramas de trabajo y procedimientos de trabajo.
- Brindar apoyo en la gestión de presupuesto y en la elaboración de memorias de cálculo.
- Asegurarse de que todo el personal bajo su responsabilidad conozca, entienda y cumpla con los procedimientos establecidos.

- Comunicar los procedimientos y asegurarse de que estén accesibles en la zona de trabajo, garantizando que los empleados estén al tanto de los riesgos relacionados con sus actividades
- Asegurarse de que el personal a su cargo esté capacitado en trabajos de alto riesgo y conozca el Plan de Respuesta a Emergencias.
- Dar instrucciones y asegurarse de que todos los trabajadores cumplan con los estándares, los Procedimientos Estándar de Trabajo Seguro (PETS) y el IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos) de Línea Base, y que utilicen correctamente el Equipo de Protección Personal necesario.
- Ser responsable de la propia seguridad y de la seguridad del grupo a su cargo.
- Trabajar en coordinación con el operador de contrato o encargado de área para recibir los detalles del servicio a ser ejecutado.
- Capacitar al personal sobre los riesgos y peligros del trabajo, así como sobre las medidas de control para prevenir accidentes.
- Planificar, organizar y dirigir el equipo de trabajo, asegurándose de contar con los recursos necesarios en el servicio y participando en la ejecución de los procedimientos establecidos.
- Realizar coordinaciones con el operador del contrato relacionado con el servicio.

- Evitar actividades y situaciones por debajo del estándar durante la realización del trabajo
- Supervisión continua durante la ejecución del trabajo.

Estas actividades y responsabilidades serán desempeñadas por el Planner para garantizar un entorno de trabajo seguro y eficiente.

1.7. Procesos Objetivos del Cargo

El Planner será encargado de realizar reparaciones o fabricaciones estructurales conforme a las normas y códigos siguientes:

- Normas AISC (American Institute of Steel Construction): Estas normas establecen los requisitos para el diseño, fabricación y construcción de estructuras de acero. El Planner deberá seguir las especificaciones y directrices establecidas por las normas AISC en la reparación o fabricación estructural.
- Manual "LRDF" (Load and Resistance Factor Design): Este manual proporciona directrices para el diseño de estructuras de acero utilizando el método de diseño por factores de carga y resistencia. El Planner deberá utilizar el manual "LRDF" en su última edición como referencia para garantizar el diseño adecuado de las estructuras. (FerreCepsa, 2015)
- Código AWS D1.1 (American Welding Society): Este código establece los requisitos para la soldadura de estructuras de acero. El

Planner deberá seguir las especificaciones y procedimientos de soldadura establecidos en el código AWS D1.1 en su última edición.

Además, el Planner deberá tomar medidas en campo del molino de bolas 1 y 2 para asegurarse de que las reparaciones o fabricaciones estructurales se realicen de acuerdo a las necesidades y condiciones específicas de los molinos.

Siguiendo estas normas y códigos, el Planner podrá realizar las reparaciones o fabricaciones estructurales de manera segura, cumpliendo con los estándares de calidad y garantizando la integridad de las estructuras.

1.8. Resultados Concretos

En el transcurso de mi tiempo como asistente de planner en la empresa TECSERM, he tenido la oportunidad de participar en diversos proyectos dentro de los sectores de hidrocarburos, minería e industria. A continuación, enumero algunos de los trabajos y funciones que he desempeñado: encargado de asegurar la adherencia a los calendarios de trabajo, supervisar los avances y llevar a cabo el control de costos.

- Revisión de documentos previos a la ejecución del servicio o proyecto, como PT, PETS, Diagrama Gantt, etc.
- Elaboración de cronogramas de trabajo: He sido responsable de crear y actualizar los cronogramas de trabajo de los proyectos, estableciendo las fechas de inicio y finalización de las actividades, y coordinando los plazos con el equipo de trabajo.

- Gestión de recursos: Me he encargado de identificar los recursos necesarios para llevar a cabo las tareas del proyecto, como materiales, equipos y personal. También he realizado el seguimiento de su disponibilidad y asignación adecuada.
- Coordinación interdepartamental: He trabajado en estrecha colaboración con otros departamentos y equipos, como ingeniería, operaciones y mantenimiento, para garantizar la correcta ejecución de las actividades y la coordinación de los recursos necesarios.
- Seguimiento del avance del proyecto: He realizado un monitoreo constante del avance de las actividades del proyecto, identificando posibles desviaciones y proponiendo acciones correctivas para garantizar el cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos.
- Análisis de costos y presupuestos: He colaborado en la gestión de costos y presupuestos de los proyectos, realizando seguimiento de los gastos y analizando posibles variaciones para asegurar un uso eficiente de los recursos.
- Elaboración de informes y reportes: He preparado informes periódicos sobre el avance del proyecto, los costos incurridos, los problemas identificados y las soluciones propuestas. Estos informes han sido utilizados para la toma de decisiones por parte de la gerencia y otros miembros del equipo.
- Participación en reuniones y coordinaciones: He asistido a reuniones de seguimiento, coordinación y planificación con el equipo de proyecto, clientes y

proveedores para asegurar una comunicación efectiva y la resolución de problemas.

- Estas son solo algunas de las funciones que he desempeñado como asistente de planner en mi experiencia laboral en la empresa. Cada proyecto ha presentado desafíos únicos y me ha brindado la oportunidad de desarrollar mis habilidades en planificación, coordinación y gestión de proyectos en los sectores mencionados.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Explicación del papel que jugaron la teoría y práctica en el desempeño profesional

2.1.1 Planner de Mantenimiento.

Para Fractal (2023), el rol del Planeador de Mantenimiento es crucial para garantizar la preparación y ejecución exitosa de los trabajos de mantenimiento.

A continuación, se detallan las responsabilidades y funciones asociadas a este rol:

- **Preparación de trabajos:** El Planeador de Mantenimiento se encarga de asegurar que todos los trabajos mayores próximos a realizarse estén debidamente preparados. Esto implica definir y documentar los alcances de los trabajos, así como los planes, herramientas y recursos necesarios para llevarlos a cabo. También se encarga de identificar y documentar las actividades recurrentes como Planes de Mantenimiento, así como los planes no-recurrentes que requieran un uso prolongado de recursos y equipos de soporte

- Soporte en la planificación de proyectos: El Planeador de Mantenimiento brinda soporte en el proceso de planificación y formulación de proyectos, así como en la elaboración de estimados de costos de capital. Participa en la elaboración de cronogramas maestros del proyecto, curvas de avance, planes de adquisiciones y contrataciones.
- Aplicación de procedimientos y gestión de proyectos: Es responsabilidad del Planeador de Mantenimiento asegurar la aplicación de los procedimientos y manuales de gestión a los proyectos a su cargo. Esto implica implementar y liderar auditorías al proceso de gestión de proyectos de ingeniería y construcción, garantizando el cumplimiento de los estándares y normativas establecidas.
- Control y seguimiento de proyectos: El Planeador de Mantenimiento tiene la responsabilidad de controlar los avances y costos de los proyectos, manteniendo los cronogramas y reportes oficiales actualizados. Interactúa con el equipo del proyecto, contratistas y proveedores para asegurar la correcta ejecución de los proyectos. Además, evalúa los impactos de los cambios en las líneas base de alcance, costo y tiempo, y analiza las contingencias declaradas para los proyectos a su cargo.
- Cierre y capitalización de proyectos: En coordinación con los Administradores de Proyectos, Ingenieros de Costos, Contabilidad y Finanzas, el Planeador de Mantenimiento se encarga de cerrar y capitalizar los proyectos a su cargo. Esto implica la revisión final de los entregables, la evaluación de los resultados obtenidos y la correcta

finalización de los aspectos financieros y contables relacionados con los proyectos.

- Planificación de actividades en paradas de planta: El Planeador de Mantenimiento planifica las actividades de los proyectos que se ejecutarán durante las paradas de planta. Coordina los recursos y apoyos necesarios con las diferentes áreas de operaciones y mantenimiento, asegurando una correcta ejecución de las tareas planificadas.

En resumen, el Planeador de Mantenimiento desempeña un papel fundamental en la preparación, planificación, control y cierre de proyectos de mantenimiento. Su labor contribuye a garantizar la eficiencia, calidad y seguridad en la ejecución de los trabajos, así como la optimización de los recursos y el cumplimiento de los objetivos establecidos.

2.1.2 Planificación.

La planificación, también conocida como planeación o planeamiento, se refiere a la serie de actividades y elecciones diseñadas con el propósito de alcanzar un objetivo particular dentro de un período de tiempo establecido, utilizando los recursos disponibles.

Consiste en desarrollar un plan o una agenda de trabajo que establece las acciones a realizar en un orden específico y dentro de un marco de tiempo determinado, con el fin de alcanzar un objetivo específico.

La planificación debe ser medible en términos de progreso. Para lograrlo, se estructura en un orden secuencial compuesto por una serie de etapas consecutivas, como:

- Reconocer la situación problemática, la necesidad presente o futura, o el objetivo que se pretende lograr.
- Generar diferentes opciones o propuestas para alcanzar el objetivo dentro de un plazo establecido.
- Implementar las soluciones o propuestas en un orden predefinido, cumpliendo con metas parciales que se priorizan según la necesidad o las posibilidades actuales.

Los planes están compuestos por los siguientes elementos básicos:

- Metas: Las metas son aspiraciones a lograr que se materializan en objetivos concretos.

- **Objetivos:** Los objetivos son descripciones concretas, cuantificables y evaluables de las metas que se desea alcanzar. Estos se establecen dentro de un marco de tiempo y espacio específico, lo que implica que deben lograrse en un período determinado y en una ubicación específica
- **Estrategias:** Las estrategias comprenden la descripción de los métodos que se utilizarán para lograr los objetivos establecidos.
- **Cuadro de actividades:** El cuadro de actividades establece una relación entre los objetivos y las estrategias. En este esquema se detalla qué estrategias se utilizarán específicamente para cada objetivo (Centro Centroamericano de Población, 2023).

2.1.2.1 Plan de Trabajo.

Un plan de trabajo es un documento que recopila la información esencial para la implementación de un proyecto. Su propósito es definir los objetivos, los procesos involucrados y los plazos de entrega (MIMP, 2023). Este documento sirve como una guía estratégica que permite alcanzar los objetivos mediante la colaboración y el trabajo en equipo.

Dentro del plan de trabajo se incluyen los siguientes elementos:

- **Objetivos:** Son las metas específicas que se pretenden lograr a través del proyecto.
- **Procesos:** Son las etapas o actividades necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto. Estos procesos pueden abarcar diversas tareas, reuniones, investigaciones, análisis, entre otros.

- Plazos de entrega: Son los plazos establecidos para la ejecución de cada proceso o actividad. Estos plazos son fundamentales para mantener el proyecto en marcha y asegurar la entrega oportuna de resultados.
- Colaboración y trabajo en equipo: El plan de trabajo enfatiza la importancia de la colaboración y el trabajo conjunto para alcanzar los objetivos del proyecto. Puede incluir la designación de roles y responsabilidades a los afiliados del equipo, así como los canales de comunicación y coordinación necesarios.

En resumen, el plan de trabajo es una herramienta esencial para la gestión efectiva de proyectos, ya que proporciona una estructura organizada y estratégica para alcanzar los objetivos establecidos.

En esta fase el Área de planeamiento contará con el apoyo de la oficina de Proyectos, la cual incluye entre sus misiones algunos de los trabajos que aquí intervienen, como son la revisión del proyecto o el desarrollo de los procedimientos constructivos (MIMP, 2023).

2.1.2.2 Planificación Económica.

Una vez completada la etapa de planificación técnica o elaboración del plan de trabajo, es posible proceder con la planificación económica del servicio. En este punto, se cuenta con información precisa sobre la medición real del servicio a ejecutar, los recursos de producción necesarios y los plazos de ejecución. La planificación económica implica realizar un estudio detallado de la producción y

los costos del servicio, teniendo en cuenta la forma en que se llevará a cabo. Se persiguen dos objetivos principales:

- Obtener información confiable sobre el resultado económico al finalizar la obra o servicio.
- Analizar las desviaciones comparando periódicamente los costos reales de la obra ejecutada con los costos previstos en la planificación.

Para analizar las discrepancias de costos entre lo planificado y lo real, el departamento de Planeamiento necesita monitorear los costos de ejecución de las diversas unidades de trabajo o actividades.

2.1.2.3 Diagrama Gantt.

Para Ugalde (1979) , el diagrama de Gantt es una herramienta ampliamente utilizada en la gestión de proyectos que permite visualizar la planificación de un proyecto de manera clara y organizada. Consiste en dos secciones principales: en la parte izquierda se encuentra una lista de tareas o actividades a realizar, mientras que en la parte derecha se muestra un cronograma representado por barras que indican la duración de cada tarea.

Además de las tareas y su duración, el diagrama de Gantt puede incluir información adicional como las fechas de inicio y finalización de las actividades, hitos importantes, dependencias entre tareas y asignación de personas o recursos a cada tarea.

En el contexto del desarrollo de software, las herramientas de gestión de proyectos como Jira Software han evolucionado para adaptarse a las necesidades específicas de este campo. Estas herramientas incluyen características adicionales como una estructura de tareas que se puede desplegar y recoger para facilitar la visualización y gestión de proyectos complejos. También ofrecen paneles de gestión de recursos que ayudan a asignar y controlar eficientemente los recursos humanos y técnicos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Estas herramientas de gestión de proyectos son especialmente útiles en el desarrollo de software, ya que permiten mantener una estrategia coherente a pesar de los procesos iterativos y cambiantes propios de esta industria.

2.1.2.4 Elementos y unidades del servicio.

Durante la ejecución de una obra, se lleva a cabo la materialización del proyecto mediante la implementación de los planos y las especificaciones técnicas establecidas en los documentos del proyecto. El equipo de producción es responsable de realizar esta tarea y cuenta con diversos recursos, como mano de obra, materiales, maquinaria y subcontratistas, que son organizados de manera adecuada para llevar a cabo las obras.

El objetivo principal del equipo de producción es ejecutar la obra dentro de los plazos y costos definidos en las planificaciones técnica y económica, al mismo tiempo que se garantiza la calidad establecida en el proyecto para todas las partes involucradas.

Planeamiento desempeña un papel fundamental en este proceso y su función principal es proporcionar al equipo de producción todas las definiciones de detalle necesarias para llevar a cabo cada una de las actividades en ejecución.

Esto implica asegurarse de que el equipo de producción cuente con la información precisa y actualizada sobre los detalles técnicos de cada actividad, garantizando así la correcta implementación del proyecto en el terreno. La labor de la Oficina Técnica es crucial para mantener el flujo de trabajo fluido y eficiente durante el desarrollo de la obra.

2.1.3 Medición y valoración de las obras.

Con una periodicidad mensual, diaria o semanal, el área de Planeamiento llevará a cabo la valoración y relación de los servicios ejecutados según. Esta labor tiene dos objetivos principales:

- Realizar la certificación o factura al cliente: Mediante la medición y valoración de los servicios ejecutados a lo largo del mes, se generará la factura mensual que se presentará al cliente. Esto implica medir el trabajo realizado y calcular su valor en base a los precios unitarios establecidos en el contrato.

- Comprobar el cumplimiento de las planificaciones técnicas y económicas: Las mediciones de los servicios ejecutados, junto con los costos incurridos para llevarlos a cabo, permitirán al Gerente evaluar si existen desviaciones en términos de plazos y costos en comparación con las planificaciones

establecidas. Estos resultados ayudarán a tomar decisiones sobre posibles cambios en la ejecución de la obra para corregir las desviaciones o ajustar los objetivos de las planificaciones.

Además de estos dos objetivos, las mediciones del servicio proporcionarán información sobre la pendiente a ejecutar, lo que ayudará a organizar los recursos necesarios para la ejecución de la obra. Esto incluye la previsión de la mano de obra necesaria, las fechas de disponibilidad de la maquinaria y la gestión de los almacenes de materiales y materias primas.

En el proceso de mediciones y valoración de las obras, el informe final de la obra desempeña un papel importante. Este informe consiste en una certificación final que recoge la totalidad del servicio ejecutado valorado según los precios establecidos en el contrato. Es la última certificación y cualquier trabajo no incluido en ella implica renunciar a su pago. Por lo tanto, es crucial resolver todas las posibles discrepancias en cuanto a las mediciones finales antes de emitir el informe final de la obra.

2.1.4 Estudio del presupuesto.

El análisis del presupuesto de un servicio se divide en dos etapas distintas. En primer lugar, se realiza el estudio del presupuesto del servicio que se ofrece en una licitación. Este presupuesto establece los ingresos que se obtendrán por la realización del servicio propuesto, generalmente conocido como propuesta

económica. La segunda etapa implica el estudio del costo para ejecutar el servicio propuesto, lo que resulta en un presupuesto de costos.

El presupuesto de ejecución se realiza mediante un análisis y revisión exhaustiva del proyecto, que permite determinar aspectos importantes como:

- Contradicciones e indefiniciones presentes en el proyecto.
- Evaluación de las hipótesis de cálculo utilizadas y sus respectivos resultados.
- Verificación de la adecuación de la obra a las especificaciones técnicas establecidas.

- MEDICIÓN REAL

Para Arboleda (2017), una vez finalizada esta etapa y teniendo conocimiento del servicio que se va a ejecutar, se elabora el presupuesto de ejecución. Este presupuesto se divide en varios capítulos, que generalmente coinciden con los del servicio que se licitó. Dentro de cada capítulo se incluyen las diferentes unidades del servicio que componen el proyecto. Estas unidades de servicio son las unidades presupuestarias del presupuesto y representan las unidades fundamentales de ejecución. Se caracterizan por tener los siguientes atributos:

- Unidad de medida.
- Descripción.
- Precio unitario.
- Medición.

La elaboración y operación de este presupuesto de ejecución permite determinar la estimación total de la ejecución de la obra, lo cual se traduce en los ingresos finales que la empresa recibirá por su realización.

Por otro lado, el presupuesto de coste debe contemplar todos los gastos y costos en los que se espera incurrir para llevar a cabo el servicio en su totalidad y de acuerdo con las especificaciones establecidas. Esto abarca desde el inicio de la obra hasta su conclusión, e incluso durante el período de garantía. El presupuesto de coste permite estimar y controlar los recursos financieros necesarios para la ejecución exitosa del servicio, asegurando que se cumplan las especificaciones y los estándares requeridos.

El presupuesto de coste se estructura en tres niveles según la naturaleza de los costes:

- Costos directos.
- Costos indirectos.
- Costos generales.

2.1.4.1 Costos Directos.

Para Arboleda (2017), el coste directo de las unidades presupuestarias se distingue por el consumo de recursos necesarios para su ejecución. Este tipo de coste está asociado directamente a las unidades del servicio y se refiere a los gastos y recursos utilizados específicamente en cada una de ellas. Esto puede incluir materiales, mano de obra, equipos y cualquier otro recurso directamente involucrado en la realización

de las unidades presupuestarias. El coste directo es fundamental para calcular el presupuesto total y proporciona una visión detallada de los recursos necesarios para llevar a cabo cada etapa del servicio.

El coste directo se clasifica a su vez en función de la naturaleza de los recursos en los siguientes conceptos:

- Coste directo de materiales: Incluye los gastos relacionados con la adquisición de materiales necesarios para la ejecución del servicio. Esto abarca desde materiales de construcción hasta suministros y herramientas específicas utilizadas en el proceso.
- Coste directo de mano de obra: Comprende los gastos asociados a los trabajadores directamente involucrados en la realización de las unidades presupuestarias. Esto incluye los salarios, las prestaciones sociales y cualquier otro coste relacionado con el personal empleado en la ejecución del servicio.
- Coste directo de equipos: Engloba los gastos derivados del uso o alquiler de equipos y maquinaria necesarios para llevar a cabo las unidades presupuestarias. Esto puede incluir desde maquinaria especializada hasta herramientas y dispositivos utilizados en el proceso de trabajo.
- Otros costes directos: Incluye cualquier otro gasto directamente atribuible a la ejecución de las unidades presupuestarias y que no se clasifique en las categorías anteriores. Esto puede abarcar costes relacionados con subcontrataciones, permisos o licencias específicas, entre otros.

2.1.4.2 Costos Indirectos.

Para Arboleda (2017), el coste indirecto es aquel que se genera en la obra y que no está directamente relacionado con el volumen de la producción. Se clasifica en los siguientes conceptos:

- Costes generales de la obra: Incluye los gastos administrativos y de gestión relacionados con la obra en su conjunto. Esto puede abarcar salarios de personal administrativo, servicios de oficina, seguros, alquiler de instalaciones y otros gastos generales necesarios para la realización del proyecto.
- Costes de supervisión y dirección técnica: Comprende los gastos asociados a la supervisión y dirección técnica de la obra. Esto implica honorarios de arquitectos, ingenieros, supervisores y otros profesionales encargados de garantizar el cumplimiento de los estándares técnicos y normativas durante la ejecución del servicio.
- Costes de seguridad y prevención: Engloba los gastos relacionados con la implementación de medidas de seguridad y prevención en la obra. Esto puede incluir equipos de protección personal, señalización, sistemas de seguridad, capacitación en seguridad y otros recursos destinados a garantizar un entorno seguro de trabajo.
- Costes de transporte y logística: Incluye los gastos asociados al transporte de materiales, equipos y personal necesario para la ejecución de la obra. Esto puede abarcar combustible, alquiler de vehículos, peajes y otros costes logísticos relacionados con el movimiento de recursos dentro y fuera del sitio de trabajo.

La correcta identificación y estimación de estos conceptos de coste indirecto es esencial para tener en cuenta todos los gastos involucrados en la ejecución del servicio y garantizar una planificación económica adecuada.

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

Es muy satisfactorio participar en los trabajos relacionados con la fabricación e instalación de la plataforma para el cambio de liners en los molinos de la concentradora C2 - Toquepala, así como en otros trabajos asociados a este proyecto. Esta participación nos permite confirmar y calcular de manera directa los posibles cambios tanto directos como indirectos que puedan surgir en términos de trabajo, recursos materiales, herramientas, etc. Estos cambios pueden afectar el tiempo de ejecución del proceso y de todas las actividades planificadas en un tiempo previamente estimado.

Al estar involucrados en estas labores, tenemos la oportunidad de monitorear de cerca cualquier variación que pueda surgir y tomar medidas adecuadas para minimizar su impacto en el desarrollo del proyecto. Esto implica una gestión eficiente de los recursos y una coordinación efectiva entre los diferentes equipos y áreas involucradas en la ejecución de las tareas.

El seguimiento constante nos permite tener un control detallado de los avances y ajustar en tiempo real las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos. Además, nos brinda la oportunidad de

aprender y mejorar continuamente en futuros proyectos similares, aplicando las lecciones aprendidas y optimizando los procesos involucrados.

En resumen, participar en la fabricación e instalación de la plataforma y otros trabajos relacionados nos brinda la posibilidad de evaluar y cuantificar los cambios directos e indirectos, así como gestionar eficientemente los recursos para cumplir con los objetivos establecidos en el tiempo estimado.

2.2.1 Elaboración de Plan de trabajo, PETS y diagrama Gantt.

Para elaborar un Plan de Trabajo y el PETS (Procedimiento Específico de Trabajo y Seguridad) es necesario contar con un conocimiento claro sobre el trabajo a realizar o el servicio que se licitará. Esto se obtiene a través del alcance proporcionado por la empresa SPCC y una visita técnica, ya sea virtual o presencial.

La elaboración del plan implica detallar todos los procedimientos que se llevarán a cabo en el servicio, teniendo en cuenta la necesidad específica solicitada. Además, se incluye una lista de herramientas, materiales, equipos y personal obrero necesarios, así como la cantidad de días y turnos de trabajo requeridos para realizar el servicio de manera correcta y eficiente.

Por otro lado, la elaboración del PETS se basa en la información recopilada previamente en el Plan de Trabajo y se complementa con la ayuda del área de Seguridad. Este documento finaliza el proceso al brindar instrucciones específicas sobre cómo realizar el trabajo de manera segura.

2.2.2 Soldadura SMAW.

La soldadura por arco manual, también conocida como SMAW (Shielded Metal Arc Welding), es un proceso en el cual se utiliza un electrodo recubierto para llevar

a cabo la soldadura. Mediante la aplicación de una electricidad, ya sea en forma de corriente alterna o continua, proveniente de una máquina de soldar, se genera una descarga eléctrica entre el electrodo y los metales que se pretenden unir. Esto ocasiona la fusión de la pieza de trabajo y el electrodo, formando un charco de metal fundido que, al enfriarse, establece la unión deseada. Durante este proceso, el recubrimiento del electrodo se descompone, produciendo vapores que funcionan como gas protector y crean una capa de escoria para proteger la soldadura de la contaminación del ambiente.

Gracias a su capacidad para adaptarse a diferentes situaciones, la sencillez de los equipos y su fácil manejo, la soldadura SMAW se destaca como uno de los procesos más históricos y ampliamente aceptados a nivel global. Es ampliamente utilizado en la industria para el mantenimiento, reparación y construcción de estructuras metálicas. Aunque existen otros métodos de soldadura, como la soldadura por carretes, que están ganando popularidad, el proceso SMAW sigue siendo preferido en la construcción y la fabricación de elementos estructurales.

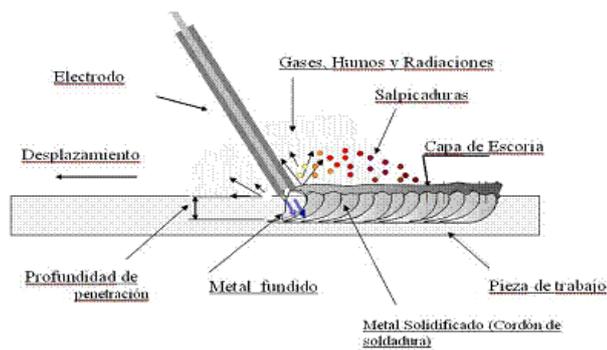
Para iniciar el arco eléctrico, se debe hacer un ligero contacto entre el electrodo y la pieza a soldar, seguido de un rápido alejamiento del electrodo sin separarlo demasiado. Este proceso da inicio al arco y al proceso de fusión entre la pieza y el electrodo consumible, permitiendo la transferencia de gotas de electrodo hacia la junta de soldadura. Controlar y mantener el arco, cuya técnica puede variar según la compostura del electrodo y las piezas a unir, podría presentar un desafío inicial para adquirir esta habilidad.

La posición del electrodo en relación a la pieza a trabajar es un aspecto crucial en el proceso, donde muchas personas encuentran dificultades. Si se coloca

el electrodo perpendicularmente a la pieza, es probable que la punta del electrodo se adhiera al metal, lo que resultará en una fusión no deseada. La punta del electrodo debe inclinarse en un ángulo más bajo que el de la pieza a unir, lo que permite que la soldadura aplique de manera adecuada. A medida que el electrodo se funde, el revestimiento se deteriora, liberando gases que protegen la soldadura de la exposición al oxígeno y otros elementos presentes en la atmósfera. (De Máquinas y Herramientas, 2013).

Figura 2

Representación Esquemática del Proceso SMAW durante su Ejecución



Nota: Welding from Perú (2022)

2.2.2.1 Calidad del Proceso SMAW.

Los problemas más comunes de calidad que se presentan en el proceso de soldadura, los posibles defectos en la soldadura con SMAW abarcan salpicaduras, porosidad, fusión inadecuada, socavaciones y grietas.

Aunque las salpicaduras no comprometen la solidez de la soldadura, afectan negativamente su aspecto y aumentan los gastos asociados a la limpieza. A menudo

se requieren otros procesos de acabado para mejorar la estética debido a las salpicaduras.

Las salpicaduras pueden ser causadas por una corriente demasiado alta, un arco largo o la interferencia del arco debido a fuerzas magnéticas en el caso de corriente continua. Esta interferencia también puede dar lugar a porosidad en la soldadura y contaminación en la junta.

La porosidad, aunque a menudo invisible a simple vista, es una preocupación considerable debido a su potencial para debilitar la unión. Este problema surge cuando los gases liberados por el recubrimiento del electrodo no protegen adecuadamente la soldadura fundida durante el proceso. Al enfriarse, la soldadura absorbe nitrógeno, oxígeno e hidrógeno del ambiente circundante, y estos gases liberados forman pequeñas cavidades en la soldadura, lo que puede comprometer su resistencia y durabilidad.

La fusión pobre, que es evidente en la apariencia de la soldadura, también afecta la resistencia de la unión. Puede ser causada por una corriente baja, superficies contaminadas o el uso de electrodos inapropiados.

Las socavaciones representan otro defecto crítico que debilita la integridad de la unión. Estos pueden ser mitigados mediante la disminución de la velocidad de soldadura, el incremento de la corriente o la selección de electrodos de menor tamaño. Cualquiera de estos errores puede resultar en la formación de rajaduras en la soldadura, aunque otros factores también pueden intervenir. La presencia de altos niveles de carbono, sulfuro o aleaciones en el material base puede contribuir significativamente a la formación de rajaduras, especialmente si no se utilizan

electrodos con bajo contenido de hidrógeno y si no se lleva a cabo un precalentamiento adecuado. Además, es crucial evitar restringir excesivamente las piezas, ya que esto podría generar tensiones residuales en la soldadura que aumentan el riesgo de rajaduras durante el enfriamiento.

Cada uno de los recursos utilizados en la soldadura SMAW desempeña un papel importante en el proceso.

2.2.2.2 Electrodo.

La selección del electrodo en el proceso SMAW depende de diversos factores, tales como el material que se va a soldar, la posición de la soldadura y las características específicas que se desean obtener en la unión. Los electrodos están recubiertos con una mezcla de metales llamada fundente, que cumple varias funciones, como generar gases para prevenir la contaminación de la soldadura, proporcionar desoxidantes para purificar la soldadura, formar una capa de escoria protectora y mejorar la estabilidad del arco eléctrico. Además, el fundente también puede proporcionar aleaciones que mejoran la calidad de la soldadura.

Los electrodos se pueden clasificar en tres grupos: los de llenado rápido, que se diseñan para derretirse rápidamente; los de rápido enfriamiento, que se diseñan para solidificarse rápidamente; y los electrodos intermedios.

La estructura del núcleo del electrodo generalmente es similar o incluso idéntica al material base. Sin embargo, una ligera variación en la aleación puede tener un impacto significativo en las propiedades de la soldadura resultante, especialmente en aleaciones de acero. En ciertas ocasiones, se recurre a electrodos

cuyo núcleo es distinto del material principal, como, electrodos de acero inoxidable para unir acero al carbono, o para soldar acero inoxidable con acero al carbono.

La envoltura del electrodo se compone de varios elementos, como rutilo, fluoruro de calcio, celulosa y polvo de hierro. Los electrodos recubiertos con rutilo son fáciles de manejar y proporcionan un acabado de calidad, aunque pueden generar soldaduras con un alto contenido de hidrógeno, lo que aumenta el riesgo de fisuras y rajaduras. Los electrodos con fluoruro de calcio, también conocidos como electrodos básicos o de bajo hidrógeno, requieren un almacenamiento en condiciones secas y producen soldaduras sólidas con una forma convexa en la junta. Los electrodos con revestimiento de celulosa, especialmente cuando se combinan con rutilo, ofrecen una penetración profunda, pero necesitan precauciones adicionales debido a su alta susceptibilidad a la humedad y al riesgo de rajaduras. Por último, el polvo de hierro presente en la envoltura del electrodo es un aditivo común que acelera la velocidad de deposición del mismo.

La Sociedad Americana de Soldadura ha desarrollado un sistema para clasificar los diversos tipos de electrodos. de codificación de 4 o 5 dígitos. Los electrodos recubiertos de acero de baja o media aleación llevan el prefijo "E" seguido de números. Los primeros dígitos suelen indicar la resistencia máxima de la soldadura. El penúltimo dígito de un electrodo identifica la posición de soldadura permitida, comúnmente siendo 1 para electrodos de rápido enfriamiento en cualquier posición y 2 para electrodos de llenado rápido en posición horizontal. Los dos últimos dígitos indican la corriente de soldadura y el tipo de recubrimiento del electrodo. En ocasiones, se emplea un sufijo para indicar la aleación contenida en el electrodo.

Algunos de los electrodos más frecuentes en el mercado incluyen el E6010, que es un electrodo de rápido enfriamiento adecuado para todas las posiciones y con una resistencia de tensión de 60 ksi. Este electrodo proporciona una penetración profunda y tiene la capacidad de mantener el arco a través de óxidos presentes en la pieza. El E6011 es similar al E6010, pero su revestimiento también posibilita el uso de corriente alterna. El E7024 es un electrodo de llenado rápido que se utiliza especialmente para hacer uniones planas u horizontales con corriente alterna. (Soldexa, 2023).

2.2.2.3 Medidas de Protección Personal.

La soldadura SMAW, al igual que otros procesos de soldadura, conlleva ciertos riesgos y peligros para los operadores si no se toman las precauciones adecuadas (Soldexa, 2023). A continuación, se explicarán algunos de los peligros más comunes asociados con el proceso de soldadura SMAW:

- **Riesgos de quemaduras:** La soldadura SMAW genera altas temperaturas que pueden causar quemaduras en la piel expuesta. Es importante utilizar ropa de protección adecuada, como chaquetas ignífugas, guantes y protectores faciales, para evitar lesiones por quemaduras.
- **Exposición a radiaciones:** Durante la soldadura, se emiten radiaciones peligrosas, como radiación ultravioleta (UV) e infrarroja (IR). La exposición prolongada a estas radiaciones puede dañar los ojos y la piel. Se deben utilizar gafas de soldadura con filtros adecuados y cortinas protectoras para protegerse de la radiación.

- **Inhalación de humos y gases tóxicos:** La soldadura SMAW produce humos y gases tóxicos, como óxidos de metal, ozono y vapores metálicos, que pueden ser perjudiciales para la salud si se inhalan en grandes cantidades y de forma continua. Es esencial trabajar en áreas bien ventiladas o utilizar equipos de extirpación de humos para minimizar la exposición a estos contaminantes.
- **Riesgo de incendios y explosiones:** Durante el proceso de soldadura, pueden producirse chispas y salpicaduras que pueden provocar incendios si entran en contacto con materiales inflamables. Se deben tomar medidas adecuadas para mantener el área de trabajo libre de materiales combustibles y tener extintores de incendios disponibles.
- **Riesgo de descargas eléctricas:** La soldadura SMAW utiliza corriente eléctrica para generar el arco de soldadura. Si no se toman las precauciones adecuadas, existe el riesgo de sufrir descargas eléctricas. Es esencial utilizar equipación de seguridad personal, como guanteletes aislantes y botas dieléctricas, y asegurarse de que los cables y conexiones estén en buen estado.
- **Riesgos para la salud a largo plazo:** La exposición continua a humos y gases tóxicos de la soldadura SMAW puede tener efectos perjudiciales para la salud a largo plazo. Puede provocar enfermedades respiratorias, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y cáncer de pulmón. Es fundamental seguir buenas prácticas de seguridad y salud ocupacional para minimizar estos riesgos.

Para reducir los peligros asociados con la soldadura SMAW, se recomienda recibir capacitación adecuada, utilizar equipos de protección personal apropiados, trabajar en áreas bien ventiladas, seguir las normas de seguridad y salud ocupacional, y utilizar tecnologías de soldadura más seguras, como la soldadura con protección de gas (GMAW) o soldadura por arco sumergido (SAW), cuando sea posible. La prevención y el cumplimiento de las medidas de seguridad son fundamentales para garantizar un entorno de trabajo seguro durante el proceso de soldadura SMAW.

CAPÍTULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1 Aportes Utilizando los Conocimientos o Bases Teóricas

3.1.1 Partes de la plataforma y estructura.

Antes de iniciar el proceso de fabricación de las plataformas y estructuras, es fundamental identificar las diferentes partes. Esta etapa permitirá generar los planos y definir los procesos necesarios para llevar a cabo la fabricación de manera adecuada. Al tener una clara comprensión de las diferentes componentes del elemento a fabricar, se podrá diseñar y elaborar los planos de construcción, así como establecer los procedimientos y pasos requeridos para la fabricación. Esta fase inicial es crucial para garantizar que la fabricación se realice de manera precisa y eficiente, cumpliendo con los requisitos y especificaciones necesarias para la estructura.

3.1.1.1 Plataforma de elevación.

El propósito del piso es facilitar el acceso para realizar tareas de mantenimiento en el exterior del molino, como el cambio de forros o pernos. Esta plataforma consiste en una bandeja rodeada por una barandilla o una cesta con una altura mínima de un metro. La estructura está fabricada en Acero ASTM A36, comúnmente con espesores de 1/4" y 3/8". Dado que no está expuesta al desgaste causado por el rozamiento de materiales dentro del molino, se opta por este material que brinda resistencia y durabilidad. Para este caso en particular, se utilizará Acero ASTM A36 con un espesor de 1/4" para la mayor parte de la estructura, de acuerdo con el plano de fabricación.

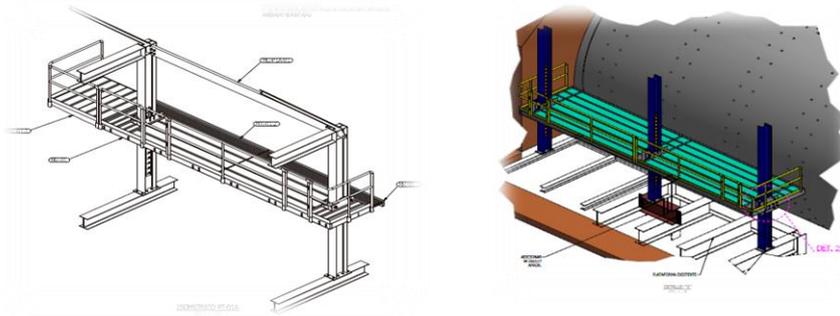
Figura 3

Plataforma montada en Campo



Figura 4

Plataforma Modelado en AutoCAD – SolidWorks



3.1.1.2 Barandas de Seguridad.

Estos sistemas de protección colectiva son diseñados para asegurar la seguridad en los bordes de edificios en construcción, así como en plataformas, techos o cubiertas. En el caso de los trabajos de mantenimiento en instalaciones de techos y cubiertas, se suelen utilizar barandas permanentes.

Para este servicio en particular, se han establecido las siguientes especificaciones: se utilizará tubo SCH 40 de 1 ½" de diámetro, que será pintado con tres capas de pintura, alcanzando un espesor total de 08 mils. La pintura utilizada será SHERWIN HS BRILLANTE, suministrada por SPCC.

Figura 5

Barandas modelado en SolidWorks

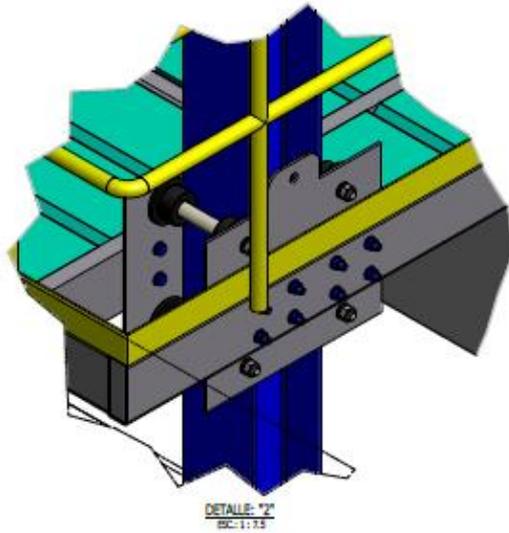


Figura 6

Barandas montadas en Campo



3.1.1.3 Estructura de Soporte de Plataforma.

Las estructuras metálicas están compuestas principalmente por material metálico, como el acero, representando más del 80% de su composición. Estas estructuras deben cumplir con condiciones esenciales, siendo rigidez, estabilidad y resistencia algunas de las más importantes.

La rigidez implica que la estructura no se deforme cuando se le apliquen cargas, manteniendo su forma original. La estabilidad se refiere a la capacidad de la estructura para evitar volcaduras. La resistencia implica que todos los elementos que componen la estructura sean capaces de soportar las fuerzas aplicadas sin romperse o deformarse excesivamente.

Desde una perspectiva general, las estructuras pueden clasificarse en dos tipos principales. Las estructuras de cascarón están formadas por láminas o planchas, como los cascos de buques, tanques de almacenamiento, vagones de ferrocarril y fuselaje de aviones. Por otro lado, las estructuras reticulares están compuestas por elementos prismáticos alargados, como cerchas o celosías, vigas, pórticos planos, pórticos espaciales, arcos y emparrillados.

En el caso de la estructura mencionada, se llevó a cabo su fabricación utilizando vigas de acero ASTM A36 con un espesor de 1/4". Estas vigas fueron unidas mediante uniones empernadas y soldadas al piso de la concentradora C2. Para las soldaduras, se utilizó el proceso SMAW con varillas E7018, realizando soldaduras corridas en ambas caras de los segmentos.

Figura 7

Estructura de Soporte de Plataforma AUTOCAD – SOLIDWORKS

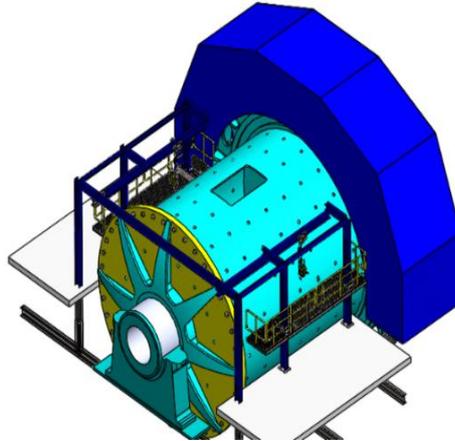
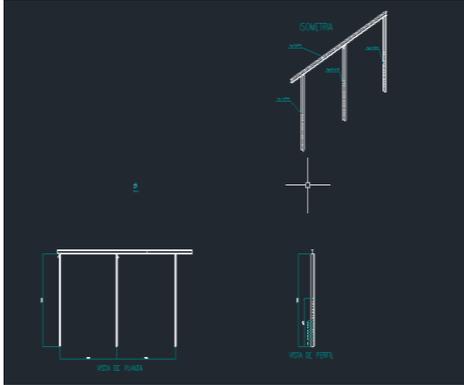


Figura 8

Estructura de Soporte Montada en Campo



3.1.1.4 Procedimiento de Trabajo Seguro (PETS)

Es el documento donde se encuentra todo el procedimiento de trabajo, tanto procedimiento de seguridad, fabricación y montaje de las estructuras. Se realiza previamente a realizar cualquier actividad y debe estar firmado por el operador del contrato, jefe de las áreas involucradas y encargados.

Figura 9

PETS aprobado del servicio

		Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) *FABRICACION DE PANELES E INSTALAR MOLINO FULLER. FABRICACION E INSTALAR PLATAFORMAS LADOS SUR Y NORTE*		UP TOQUEPALA
Servicio N°: 2000778881	Versión: 03			
Área: MOLINO FULLER STA SECCION	Revisión: 00			
Código: PETS-TEC-12-2021	Página: 1 de 16			



PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS)
 FABRICACION DE PANELES E INSTALAR MOLINO FULLER. FABRICACION E INSTALAR PLATAFORMAS LADOS SUR Y NORTE



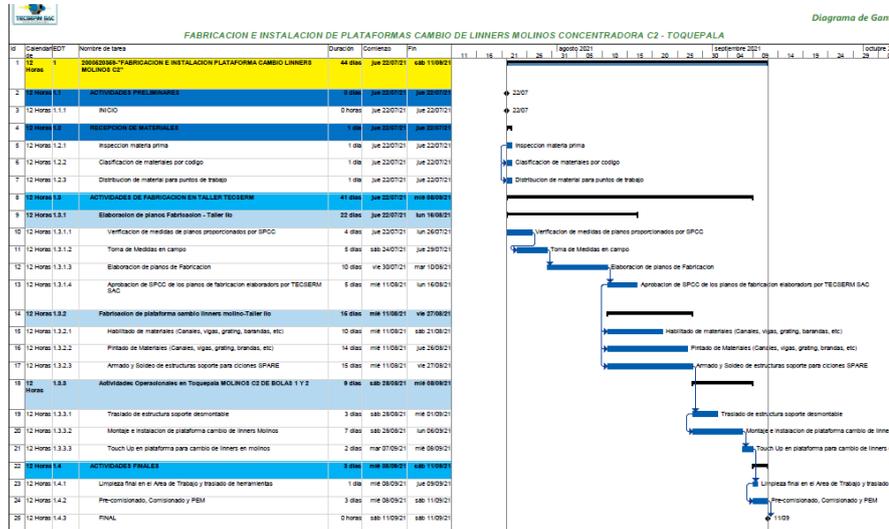
ELABORADO		REVISADO		APROBADO	
NOMBRE / CARGO	FECHA	NOMBRE / CARGO	FECHA	NOMBRE / CARGO	FECHA
Fernando Flores Director	21/05/2021	Nataly Sosa Torres Ing. Seguridad	21/05/2021	Freddy Rafael Carr Gerente Operativo	21/05/2021
 		 		 	

3.1.2 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una representación visual que muestra la planificación y distribución del tiempo para diversas tareas o actividades en un periodo determinado. Su propósito es establecer de manera clara y organizada el cronograma de actividades, detallando los días, horas y estimación de duración de cada una. En este caso particular, se ha elaborado un diagrama de Gantt que abarca un total de 44 días e incluye la asignación de actividades y su respectivo tiempo de ejecución.

Figura 10

Diagrama Gantt del servicio



3.1.3 Diseño de Estructura, Plataforma y barandas de protección

La concepción y desarrollo de los diseños de las plataformas, estructura y barandas se llevaron a cabo siguiendo un proceso estructurado que se describe a continuación (De la Colina & Ramírez, 2020).

3.1.3.1 Dimensionamiento.

Para De Justo et al. (2019), la estructura fue completamente fabricada utilizando Acero ASTM A36, al igual que el Grating (rejilla) de la plataforma y la propia plataforma. Todos los elementos fueron fabricados de acuerdo con los planos de fabricación aprobados por SPCC (Southern Perú Copper Corporation). Los planos de fabricación están detallados en el ANEXO 3, donde se proporciona información precisa sobre las dimensiones y los procedimientos de construcción de estas partes. Las medidas utilizadas fueron obtenidas en zona de trabajo donde posteriormente se montó la estructura.

3.1.3.2 Proceso de Producción.

Destacamos los procesos clave de producción que se llevaron a cabo:

- Etapa de marcado y corte de vigas metálicas: Se realizó el marcado y corte de las vigas metálicas según las especificaciones requeridas.
- Etapa de ensamblaje de las vigas metálicas: Se llevaron a cabo las operaciones de ensamblaje de las vigas metálicas, uniendo las diferentes piezas de acuerdo con los planos de fabricación.
- El soldeo común a todas las piezas ensambladas: Se realizó el proceso de soldadura en todas las piezas ensambladas para garantizar su integridad y resistencia.
- La colocación de elementos previamente sub - ensambladas (pre-armado): Se procedió a la colocación de las partes que habían sido sub-ensambladas previamente, siguiendo un orden específico y garantizando una correcta alineación.
- Etapa de pintado y almacenado: Las piezas fueron pintadas según las especificaciones requeridas y luego se almacenaron adecuadamente para su posterior uso.
- Almacenado de piezas: Se realizó el almacenamiento de las piezas de manera organizada y segura, para facilitar su acceso y conservación.
- Envío de piezas: En caso de ser necesario, se procedió al envío de las piezas a su destino final, siguiendo los procedimientos logísticos correspondientes.

- Montaje de piezas en campo: Finalmente, se llevó a cabo el montaje de las piezas en el campo, siguiendo el plan de montaje establecido y asegurando su correcta instalación.

Figura 11

Flujo del Proceso de Producción



3.1.4 Recepción de Materias Primas.

Los perfiles estructurales de acero ASTM A36 y las planchas de acero ASTM A36 son elementos ampliamente utilizados en la construcción de estructuras en todo el mundo. Estos materiales están compuestos principalmente por una aleación de hierro, que contiene carbono menor al 1 % y trazas de otros minerales como manganeso, fósforo, azufre, sílice y vanadio. Estas adiciones de minerales mejoran las propiedades del acero, como su resistencia, soldabilidad y capacidad para resistir condiciones ambientales adversas. Una de las ventajas más destacadas de estos

materiales es su alta resistencia a la tensión y compresión, lo que los hace ideales para soportar cargas estructurales significativas. Además, el acero ASTM A36 es conocido por ser una opción económica en comparación con otros materiales de construcción. En el caso específico de la fabricación realizada, se emplearon perfiles estructurales y planchas de acero ASTM A36 de acuerdo a los requerimientos establecidos.

Para los procesos de soldadura serán conexiones soldadas de acuerdo al AWS D1.1 y con arco metálico protegido (AWS A5.1 E70XX).

En pintura se realizarán arenado comercial SSPC-SP6, pintura epoxica a 5 Mills y las barandas de color amarillo según estándar de SPCC.

3.1.5 Marcado y Corte.

El método de producción de la estructura de soporte, plataforma y barandas se inicia con el marcado del diseño sobre las vigas. A partir de ahí, se lleva a cabo el corte de las vigas de acuerdo a dos métodos que se detallarán a continuación. Posteriormente, se realiza el lijado de las partes para eliminar filos y resalte. Luego, se proporcionará una corta explicación de las tareas relacionadas con este tipo de equipos.

El corte de las vigas puede realizarse mediante dos formas principales: corte con sierra oxiacetilénica y corte con máquina de plasma. Ambos métodos ofrecen ventajas específicas en términos de precisión, velocidad y acabado, por lo que la elección del método dependerá de las características y requisitos del proyecto.

Una vez que las vigas han sido cortadas, es necesario llevar a cabo el lijado de las partes para eliminar los bordes afilados y las rebabas resultantes del proceso

de corte. Esto se realiza para asegurar la seguridad en el manejo de las piezas y para lograr un acabado más estético y uniforme.

Es importante destacar que el trabajo con este tipo de equipos requiere un manejo adecuado y conocimiento de las técnicas de corte y lijado. Es necesario seguir las medidas de seguridad establecidas y utilizar los equipos de protección personal correspondientes, como guantes, gafas de seguridad y protectores auditivos, para prevenir cualquier riesgo o lesión durante el proceso de fabricación.

En resumen, el proceso de fabricación de la estructura de soporte, plataforma y barandas implica el marcado y corte de las vigas, seguido del lijado para eliminar bordes y rebabas. Estas tareas se llevan a cabo con precaución y siguiendo las medidas de seguridad adecuadas para garantizar un resultado de calidad y seguridad en el producto final.

3.1.5.1 Corte con Oxiacetileno.

El proceso de oxicorte se puede dividir en 7 puntos clave que contribuyen a optimizar el corte y mejorar el rendimiento productivo de una empresa en términos de periodos y gastos.

Estos puntos son los siguientes:

- **Preparación del material:** Antes de realizar el corte, es importante asegurarse de que el material esté limpio y libre de impurezas que puedan afectar la calidad del corte. Se deben eliminar óxidos, pinturas u otros recubrimientos que puedan interferir con el proceso.
- **Selección del equipo adecuado:** Es fundamental utilizar el equipo de oxicorte apropiado para el tipo de material y espesor que se va a cortar.

Esto incluye la elección de las boquillas, reguladores de presión y otros accesorios necesarios para obtener resultados óptimos.

- Ajuste de parámetros: Se deben configurar los parámetros de corte adecuados, como la velocidad de avance, la presión de oxígeno y combustible, y la distancia de la boquilla al material. Estos ajustes dependerán de las características del material y el espesor a cortar.
- Trabajo en equipo: Para optimizar el proceso de oxicorte, es importante contar con un equipo bien coordinado. Cada miembro debe conocer su función y trabajar en sincronía para maximizar la eficiencia y minimizar los tiempos de inactividad.
- Mantenimiento regular del equipo: Es esencial llevar a cabo un mantenimiento regular de los equipos de oxicorte para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil. Esto incluye la limpieza, lubricación y revisión de piezas desgastadas o dañadas.
- Capacitación y entrenamiento del personal: Contar con personal capacitado y entrenado en el uso del equipo de oxicorte es clave para obtener resultados óptimos. Esto incluye el conocimiento de las técnicas de corte, la interpretación de los ajustes y la aplicación de las medidas de seguridad adecuadas.
- Evaluación y mejora continua: Es importante realizar un seguimiento y evaluación constante del proceso de oxicorte para identificar áreas de mejora y optimización. Esto puede incluir la implementación de nuevas técnicas, la adopción de tecnología avanzada o la revisión de los procedimientos operativos estándar.

3.1.5.2 Corte por Plasma.

En el proceso de corte por arco piloto, se utiliza una técnica común en la que se genera una descarga eléctrica de alta frecuencia entre el electrodo y la antorcha. Esta chispa crea un arco piloto que se maneja a lo largo del trayecto ionizado. El soplete se acerca lo suficiente a la pieza de trabajo para que la pluma o la llama del arco piloto la toque, estableciendo un medio conductor de electricidad entre el electrodo y la pieza de trabajo. El arco de corte continuará siguiendo este camino hasta la pieza de trabajo.

En el caso del corte por plasma, también se aplican los mismos 7 puntos mencionados anteriormente para el corte oxiacetilénico. Estos puntos ayudan a optimizar el proceso y mejorar la productividad. Sin embargo, el corte por plasma ofrece ventajas adicionales en comparación con el corte oxiacetilénico, como se ha discutido en el marco teórico.

3.1.6 Soldadura.

Según el WPS (Welding Procedure Specification), se utilizó soldadura con electrodo AWS A5.1 - E7018 con un espesor de 1/8". Este electrodo es de tipo básico revestido y de bajo contenido de hidrógeno. Se utiliza ampliamente en la construcción de estructuras importantes, como calderas, recipientes a presión, puentes, tuberías, entre otros. Su aplicación es adecuada para garantizar la resistencia y calidad en soldaduras que requieren altos estándares de seguridad y durabilidad.

Figura 12

Hoja de Datos del Metal de Aporte SOLDEXA 2022

Nazca Pro 7018

Electrodo básico de bajo hidrógeno con excelentes características de soldabilidad, fiable para aplicaciones generales y exigentes para aceros dulces y de baja aleación. NAZCA PRO 7018 es un electrodo para cualquier posición que ofrece un arco estable y suave con propiedades mecánicas fiables y homogéneas. Garantiza todas las soldaduras que tenga que realizar, desde la raíz al relleno independientemente del grosor o las condiciones de soldadura del trabajo.

Especificaciones							
Clasificaciones		SFA/AWS A5.1 : E7018					
Propiedades típicas de Tensión							
Limite de flujo	Resistencia a la tracción			Alargamiento			
500 (min) MPa	570 (min) MPa			27 (min) %			
Teste Charpy							
Resultado soldado		Temperatura de prueba - Soldado					
88 J		-30 °C					
Depósito							
Díámetro	Corriente	Tensión	Kg de soldadura metal / kg electrodos	Cantidad de electrodos / kg de metal de soldadura	Longitud	Tiempo de fusión por electrodo al 90% I max	Tasa de Deposición
2.5 mm	65-105 A	23 V	0.64	67	350 mm	59 sec	1.0 kg/h
3.25 mm	110-150 A	22 V	0.63	42	350 mm	62.4 sec	1.4 kg/h
4.0 mm	140-195 A	26 V	0.68	20	350 mm	101 sec	2.0 kg/h
5.0 mm	185-270 A	26 V	0.72	13	350 mm	106 sec	2.8 kg/h
6.3 mm	210-280 A	26 V	0.77	8	350 mm	110 sec	3.8 kg/h

3.1.7 Posición de Soldeo.

Para Soldexa (2022), en el proceso de soldadura utilizado, se realizaron principalmente cuatro tipos de uniones soldadas:

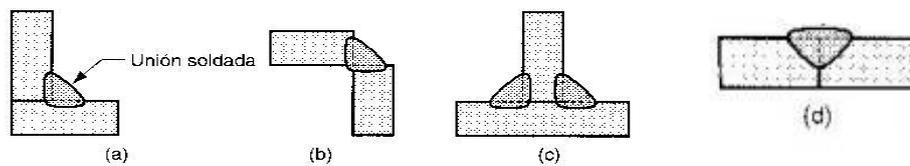
- Unión de esquina con filete interno: Esta unión implica la soldadura de dos piezas metálicas en una esquina, donde se aplica un filete de soldadura en el interior de la unión para asegurar la conexión.
- Unión de esquina con filete externo único: En este caso, las dos piezas metálicas se unen en una esquina, pero el filete de soldadura se aplica en el exterior de la unión, proporcionando resistencia y estabilidad.
- Unión en T con filete doble: Esta unión implica la unión de dos piezas metálicas en forma de T, donde se aplican dos filetes de soldadura, uno en cada lado de la unión, para asegurar una conexión sólida y resistente.

- Soldadura con surco: En este tipo de unión soldada, se crea una ranura o surco en las piezas metálicas que se van a unir, y luego se realiza la soldadura a lo largo de ese surco para lograr una unión fuerte y duradera.

Y las posturas para el desarrollo de soldadura son:

Figura 13

Tipos de Uniones Soldadas SOLDEXA 2022



Para las suturas en ángulo o esquinas, se utilizan diferentes posiciones de soldeo que se designan con letras y números. A continuación, se detallan las posiciones más comunes:

- Posición 1F: Se trata de una soldadura plana donde una de las chapas está inclinada aproximadamente a 45 grados.
- Posición 2F: En esta posición, la soldadura se realiza en posición horizontal mientras una de las chapas se encuentra en posición vertical.
- Posición 3F: Esta posición implica realizar la soldadura en posición vertical con ambas chapas también en posición vertical.

En cuanto a las posturas de soldeo de placas colocadas una contra otra, se utilizan las siguientes designaciones:

- Posición 1G: En esta posición, las chapas se encuentran en posición horizontal y la soldadura se realiza en posición plana o sobremesa.

- Posición 2G: Aquí, las chapas están dispuestas en posición vertical, mientras que el eje de la soldadura se encuentra en posición horizontal. También se conoce como soldadura de cornisa.
- Posición 3G: En esta posición, se realiza la soldadura en sentido vertical ascendente. También se considera la soldadura vertical descendente (PG).

3.1.8 Preparación Superficial.

Una vez completado la fabricación del segmento, se procede a aplicar múltiples capas de recubrimiento de acuerdo al sistema de aplicación provisto por el cliente, en este caso, Southern Perú Copper Corporation - Toquepala. Previo a la aplicación de la pintura, se realiza una limpieza superficial siguiendo las normativas establecidas por SSPC (The Society for Protective Coatings). En esta instancia, se empleó el método SSPC SP - 6 / NACE N°3, que implica la limpieza mediante chorro de abrasivo o granallado comercial.

Este procedimiento de limpieza y pintado se basa en los siguientes estándares a nivel mundial:

- SSPC SP (The Society for Protective Coatings) Surface Preparation Standard: Establece los estándares para la preparación de superficies antes de la aplicación de recubrimientos protectores.
- Parámetros especificados por el fabricante de pintura: Se siguen las recomendaciones y especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de la pintura, que se encuentran detalladas en las hojas técnicas de los productos utilizados.

- Otros valores apropiados para las situaciones observadas en la zona: Se consideran otros factores relevantes presentes en el entorno de trabajo y las condiciones particulares del proyecto para garantizar una correcta aplicación de la pintura.

3.1.8.1 Preparación Previa.

El proceso de preparación de las vigas, grating y plataformas fabricadas incluyó los siguientes pasos:

- Hidro lavado general: Se realizó un lavado con agua dulce a baja presión de acuerdo a la norma SSPC-SP12 LW WC (1500 - 2000 psi) en toda la superficie. El objetivo era eliminar los contaminantes solubles y asegurar que se cumpla con el nivel requerido según la norma SSPC-SP12 - SC-2.
- Remoción de aceite o grasa: Se utilizó una espátula para retirar cualquier acumulación visible de aceite o grasa en situaciones de estar presente. Posteriormente, se lavó la superficie con agua y blanqueador industrial siguiendo la norma de ASTM D 3276.
- Eliminación de imperfecciones: Se procedió a eliminar cualquier imperfección además de la condición de la superficie, se toman en cuenta los soportes provisionales y las esquinas afiladas, salpicaduras de soldadura, rebabas, escoria de soldadura o pintura quemada. Para esto se utilizó el esmerilado, rasquetado u otro método de acuerdo a la norma de referencia AWS D 1.1.

- En situaciones donde las superficies cuentan con una capa base de pintura imprimante, la cual pudo haber sido sometida a procesos como soldadura, corte u otros trabajos, o si se contaminó por factores ambientales, se procedió con un hidrolavado general utilizando agua dulce a presión (entre 1000 y 1500 psi) antes de aplicar los recubrimientos adicionales de pintura.

3.1.8.2 Arenado.

El proceso de arenado o chorreado abrasivo, también mencionado como Sand Blasting, consiste en propulsar a alta presión un fluido, ya sea agua o aire, o una fuerza centrífuga con material abrasivo, contra una superficie con el fin de alisarla o eliminar contaminantes.

En este procedimiento se aplicaron las sucesivas normas:

- Normativa para el acabado de la preparación superficial:
 - SSPC SP - 05: Esta norma indica el nivel de arenado cercano al metal blanco, es decir, una preparación de la superficie que elimine completamente los contaminantes y deje una apariencia similar al metal blanco limpio.
- Niveles de oxidación - Inspeccion visual:
 - SSPC-VIS1: Esta norma establece los diferentes grados de oxidación presentes en la superficie y proporciona una guía visual para su clasificación.
 - Norma ISO 8501-1: Esta norma internacional también define los grados de oxidación y proporciona una clasificación visual similar a la norma SSPC-VIS1.

- ASTM D 2200: Esta norma de la American Society for Testing and Materials (ASTM) también describe los diferentes grados de oxidación y establece criterios visuales para su evaluación.
- Perfil de rugosidad:
 - ASTM D 4417: Esta norma ASTM define el método para medir el perfil de rugosidad de una superficie tratada con chorreado abrasivo. Proporciona las especificaciones y procedimientos para realizar la medición del perfil de rugosidad utilizando herramientas de medición adecuadas.

Se detallan los patrones orientativos comunes aplicados en el trabajo de fabricación de estructuras:

- Patrón de diseño y planificación:

Se realiza un diseño detallado de la estructura teniendo en cuenta los requisitos del proyecto y las cargas que deberá soportar.

Se elabora un plan de fabricación que incluye la secuencia de actividades, los materiales necesarios y los plazos de ejecución.

- Patrón de corte y conformado:

Se marcan y cortan las piezas de metal según las especificaciones del diseño utilizando herramientas como sierras, cortadoras de plasma u oxicorte.

Las piezas se conforman y doblan en la forma requerida utilizando prensas, máquinas de conformado o técnicas de curvado.

- Patrón de ensamblado y soldadura:

Las piezas se unen y ensamblan utilizando técnicas de soldadura, como soldadura por arco eléctrico, soldadura MIG o soldadura TIG.

Se siguen los procedimientos de soldadura establecidos en el WPS (Welding Procedure Specification) y se utilizan los materiales y electrodos adecuados.

- Patrón de acabado y pintura:

Se realiza un proceso de limpieza y preparación de las superficies, como eliminación de rebabas, limpieza con chorro de arena o granallado, para obtener una superficie adecuada para la aplicación de pintura.

Se aplican capas de pintura protectora para prevenir la corrosión y mejorar la apariencia de la estructura.

- Patrón de inspección y control de calidad:

Se llevan a cabo inspecciones periódicas para verificar la calidad de la fabricación, asegurando que se cumplan los estándares y especificaciones establecidos.

Se realizan pruebas de resistencia y rigidez para garantizar que la estructura cumpla con los requisitos de resistencia y estabilidad.

3.1.9 Aplicación de Recubrimiento.

- Antes de comenzar, verifique que todos los componentes necesarios estén disponibles para el proceso de mezcla y aplicación de la pintura.
- Mezcle cada componente individualmente hasta homogeneizarlos antes de proceder a la mezcla, asegurándose de que estén bien mezclados y no haya separación de ingredientes.
- Utilice un agitador neumático o eléctrico que cumpla con las normas de seguridad a prueba de explosiones para mezclar los componentes de la pintura.

- Deposite la resina en un recipiente limpio y luego agregue el catalizador siguiendo las proporciones recomendadas.
- Mezcle completamente los dos componentes utilizando el agitador, asegurándose de obtener una mezcla homogénea y uniforme.
- Para facilitar la aplicación de la pintura, puede agregar disolvente Jet ecopoxy 90 y Jet ecopol en las cantidades adecuadas según las instrucciones.
- La proporción de dilución puede variar dependiendo de las condiciones y el método de aplicación, con el objetivo de facilitar la aplicación de la pintura.
- Antes de aplicar la pintura, es recomendable filtrar la mezcla utilizando una malla con una abertura de tamaño 30 para eliminar posibles impurezas.
- Aplique la pintura preparada antes de que supere su tiempo de vida útil, siguiendo las indicaciones proporcionadas por el fabricante, para garantizar la eficacia y el rendimiento óptimo de la pintura.

Tabla 2

Tiempo de vida útil

Tiempo de vida útil después de mezcla	
MATERIAL	TIEMPO DE VIDA UTIL
JET POX 2000	1 horas 21°C
JETHANE 650 HS	2 horas a 25°C

3.1.9.1 Plan del Pintado.

El uso de pintura mencionados es estimado y pueden ajustarse según las eficiencias en el proceso de pintado, los cuales dependen de factores como la aspereza de la zona y la técnica de aplicación utilizada.

Los intervalos de repintado y secado de la pintura estarán influenciados por la temperatura ambiente del lugar de trabajo. Es importante tener en cuenta esta variable para planificar adecuadamente los intervalos de tiempo entre capas de pintura o para permitir un tiempo suficiente de secado antes de manipular las superficies pintadas.

El tipo de boquillas utilizadas en el equipo de aplicación de pintura y la proporción de dilución pueden variar según las circunstancias específicas del campo, como la viscosidad de la pintura, la técnica de aplicación y el tipo de superficie a pintar. Es recomendable ajustar estos parámetros para lograr un óptimo rendimiento y acabado.

En el caso del producto Jet Pox 2 000, el tiempo máximo recomendado para aplicar una nueva capa de la misma pintura sobre una capa previa es de 30 días.

Si se utiliza el poliuretano Jethane 650 HS como capa de acabado sobre el Jet Pox 2 000, el tiempo máximo recomendado para aplicar esta capa de acabado sobre la pintura base es de 7 días.

Estos tiempos de repintado máximo son importantes para garantizar una buena adherencia entre las capas de pintura y obtener el rendimiento óptimo del sistema de pintado utilizado.

3.1.10 Ejecución.

3.1.10.1 Primera Etapa- Aplicación de la Primera Capa General Con Jet

Pox 2 000 A 5,0 Mils

Después de preparar adecuadamente la superficie (asegurándose de que tenga una concentración de iones cloruro menor a 50 ppm) y considerando condiciones ambientales optimas (temperatura de superficie superior a 3°C por encima del punto de rocío y humedad relativa inferior al 85%), proceda a aplicar una capa uniforme de Jet Pox 2 000 utilizando equipo airless o convencional, según corresponda. La aplicación debe ser a un espesor seco de 5,0 micras (8,0 micras húmedo) en las áreas a repintar.

Durante la aplicación, asegúrese de cubrir completamente la superficie y de evitar defectos como descolgamientos, piel de naranja o poros. Es importante lograr una cobertura uniforme y sin imperfecciones.

Después de 6 horas de secado, realicé mediciones de espesor de capa seca según la norma SSPC-PA2. El espesor seco debe estar dentro del rango de 4,4 micras como mínimo; 5,6 micras como máximo, y un promedio de 5,0 mils. Si el espesor medido no cumple con los valores especificados, aplique una capa adicional de Jet Pox 2 000 para alcanzar el espesor requerido.

3.1.10.2 Segunda Etapa- Capa de Refuerzo

Una vez que la superficie esté debidamente preparada y limpia, y si las condiciones ambientales son favorables, puede proceder a aplicar una capa de Jet Pox 2 000 utilizando una brocha. Esta técnica es especialmente útil para áreas de difícil acceso,

bordes, rebabas y soldaduras donde puede resultar más complicado utilizar equipos de aplicación más grandes.

Asegúrese de cargar la brocha adecuadamente con el recubrimiento Jet Pox 2000 y aplique una capa uniforme sobre las áreas mencionadas. Preste atención para cubrir completamente las superficies y asegurarse de que no queden áreas sin cubrir.

Es importante recordar seguir las indicaciones del fabricante en cuanto al tiempo recomendado de secado entre capas y el número de capas requeridas para lograr un espesor de recubrimiento adecuado. Además, asegúrese de mantener las condiciones ambientales favorables durante el proceso de aplicación y secado para obtener los mejores resultados.

Recuerde siempre seguir las instrucciones del fabricante y cumplir con las normas y estándares de aplicación para garantizar un recubrimiento de calidad y durabilidad.

3.1.10.3 Tercera Etapa- Aplicación de la Segunda Capa General con Jet Pox 2 000 a 5,0 Mils

Una vez transcurrido un mínimo de 6 horas de secado del primer recubrimiento del sistema y luego de haber limpiado la superficie para asegurar una concentración de iones cloruro menor a 50 ppm, si las condiciones ambientales son favorables, puede proceder a aplicar una capa uniforme del recubrimiento epóxico Jet Pox 2 000 utilizando un equipo airless.

Ajuste el equipo airless de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y aplique el recubrimiento de manera uniforme sobre la superficie preparada. Verifique que no queden zonas sin cubrir y esté atento a posibles imperfecciones

en la aplicación como goteo, piel de naranja o poros. Si se detectan estos defectos, realicé las correcciones necesarias.

Transcurridas aproximadamente 5 horas de secado, se hizo mediciones de los espesores de película seca utilizando la norma SSPC-PA2 como guía. El espesor seco debe estar dentro del rango de 8,2 micras mínimo, 11,8 micras máximo y 10,0 micras promedio. En caso de que el espesor no alcance los valores especificados, aplique una capa extra de Jet Pox 2 000 hasta alcanzar el espesor requerido.

Recuerde seguir las instrucciones del fabricante en cuanto al tiempo de secado entre capas y el número de capas necesarias para lograr un espesor de recubrimiento adecuado. Además, mantenga las condiciones ambientales favorables durante la aplicación y el secado para obtener los mejores resultados en términos de adherencia y durabilidad del recubrimiento.

3.1.10.4 Cuarta Etapa- Aplicación de la Tercera Capa General con Jethane 650 HS a 2,0 Mils

Una vez transcurrido un mínimo de 5 horas de secado del primer recubrimiento del sistema y luego de haber limpiado la superficie para asegurar una concentración de iones cloruro menor a 50 ppm, si las condiciones ambientales son favorables, puede proceder a aplicar una capa uniforme del poliuretano Jethane 650 HS utilizando un equipo airless.

Ajuste el equipo airless de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y aplique el poliuretano Jethane 650 HS en una capa uniforme sobre la superficie preparada. Asegúrese de cubrir toda la superficie y evitar zonas sin cubrir.

El espesor seco de la capa de poliuretano Jethane 650 HS debe ser de 2,0 mils, lo que corresponde a un espesor húmedo de 4,0 mils. Siga las instrucciones del fabricante para lograr el espesor adecuado.

Es importante tener en cuenta que el lapso de repintado máximo con la capa de Jet Pox 2 000 es de 7 días. Por lo tanto, asegúrese de aplicar el poliuretano Jethane 650 HS antes de que transcurran los 7 días desde la aplicación de la capa de Jet Pox 2 000.

Recuerde seguir las instrucciones del fabricante en cuanto al tiempo de secado entre capas, número de capas necesarias y cualquier otro requisito específico para obtener un acabado óptimo con el poliuretano Jethane 650 HS. Mantenga las condiciones ambientales favorables durante la aplicación y el secado para obtener los mejores resultados en términos de adherencia y durabilidad del recubrimiento.

3.2 Progreso de la Experiencia

Para calcular el costo de este proyecto, se analizaron diversos aspectos del mismo, se estudiaron globalmente el estándar brindado por SPCC, luego de lo cual se visualizó cada uno.

3.2.1 Apoyo en costos y Evaluación Económica.

Para definir el costo del servicio, se deben considerar diferentes aspectos y analizarlos en conjunto. A continuación, se presentan algunos elementos clave que se deben tener en cuenta al evaluar el costo del proyecto:

- **Materiales:** Calcule el costo de los materiales necesarios para la fabricación de la estructura, incluyendo acero, soldadura, pintura, adhesivos y cualquier otro material utilizado en el proceso.

- Mano de obra: Estime el costo de la mano de obra involucrada en el proyecto, incluyendo soldadores, pintores, operadores de maquinaria, técnicos y cualquier otro personal necesario para llevar a cabo el trabajo.
- Equipos y herramientas: Considere el costo de los equipos y herramientas utilizados en el proceso de fabricación, como máquinas de soldadura, equipos de pintura, herramientas manuales y cualquier otro equipo especializado requerido.
- Preparación del sitio: Evalúe el costo de la preparación del sitio de trabajo, incluyendo la limpieza, el acondicionamiento de la superficie y cualquier otro trabajo necesario para garantizar un entorno adecuado para la fabricación y la aplicación de pintura.
- Transporte y logística: Calcule el costo del transporte de los materiales, equipos y personal al lugar de trabajo, así como cualquier otro gasto logístico relacionado con el proyecto.
- Tiempo y duración del proyecto: Considere la duración estimada del proyecto y el costo asociado al tiempo de trabajo de cada empleado, incluyendo salarios, beneficios y cualquier otro gasto relacionado.
- Gastos generales y administrativos: No olvide incluir los gastos generales y administrativos asociados al proyecto, como el alquiler de oficinas, servicios públicos, seguros y otros costos indirectos.

Los costos se observan en el Anexo 02.

3.2.2 Metrado General de Materiales para el servicio mencionado.

Cabe señalar que con ayuda de SolidWorks se ha capturado todos los materiales calculados y los lotes de materiales fabricados. Estimación de cantidades y unidades exactas de estructura.

3.2.2.1 Metrado de Material para Estructura

Tabla 3

Metrado de materiales para estructura

DESCRIPCION DE MATERIAL	CANTIDAD
Viga W10x39 lb/pie	101,338 m ²
Plancha 3/8" x 4 x 8	5,383 m ²
Angulo 2 x 2 x 1/4"	4,595 m ²
Canal C8 x 13,75 lb/pie	90,09 m ²
Canal C 4 x 5,4 lb/pie	75,45 m ²

3.2.2.2 Metrado de Material para Plataforma

Tabla 4

Metrado de materiales para plataforma

DESCRIPCION DE MATERIAL	CANTIDAD
Tubo de acero STD Ø 1 1/4" x 20 ft	8,107 m ²
Plancha 3/8" x 4 x 8	14 m ²
Angulo 2 x 2 x 1/4"	4,5959 m ²
Canal C8 x 13.75 lb/pie	55,35 m ²
Grating 1 1/4"- 3/16" Fe Ø3/8"	20,195 m ²

3.2.2.3 Metrado de Material para barandas

Tabla 5

Metrado de materiales para barandas

DESCRIPCION DE MATERIAL	CANTIDAD
Platina 4 x 3/16"	4,595 m ²
Pipe ES 1 1/4"	0,804 m ²

3.2.2.4 Metrado de Material para los Segmentos Totales

Tabla 6

Metrado de materiales para segmentos totales

Descripción de material	Cantidad	Unidades	Cantidad de materiales
Viga W10x 39 lb/pie	101,338 m ²	Pieza	13
Viga S10 x 35 lb/pie	7,8 m ²	Pieza	4
Canal C8 x 13.75 lb/pie	6 m	Pieza	38
Plancha 3/8" x 4 x 8	2,4 m	Plancha	4
Plancha 5/8" x 4 x 8	2,4 m	Plancha	3
Plancha 3/4" x 4 x 8	2,4 m	Plancha	4
Angulo 2 x 2 x 1/4"	6 m	Pieza	22
Platina 4 x 3/16"	6 m	Tiras	12
Tubo de acero STD Ø 1 1/4" x 20 ft	6 m	Piezas	34
Tubo de acero STD Ø 1 1/2" x 20 ft/pie	6 m	Piezas	2
Grating 1 1/4" - 3/16 - Fe Ø3/8"	20,195 m ²	m ²	9

Tuercas Ø 1.1/2" UNC	48	Pieza	48
Arandelas Ø 1.1/2" planas	48	Pieza	48
Pernos de 1/2"x2" doble arandela y tuerca	280	Pieza	280
Pernos de 3/4"x 2 1/2" doble arandela y tuerca	24	Pieza	24
Arena Certificada	2,82 m ³	m ³	3
Trapo Industrial	10 kg	kg	10

3.2.3 Detalle de Cálculo de la Cantidad Necesaria de Material de Aporte

La descripción siguiente incluirá el cálculo para determinar la cantidad de material de aporte, que consistirá en soldadura AWS 5.1 - E7018. Este material se utilizará por completo en el proyecto debido a sus propiedades mecánicas, así como a la facilidad y versatilidad de las varillas de soldadura.

Formula General para calcular la cantidad de soldadura necesaria:

$$C = [((A1 + A2) P) \times L \times G/E] \times 1/10 \dots\dots\dots [Ecuación 1]$$

Dónde :

- C = Uso de materiales de soldadura (kg)
- P = Perímetro de Viga (mm)
- A1 = Superficie del metal de soldadura de la sección. A1 (mm²)
- A2 = Superficie del refuerzo de la sección. A2 (mm²)
- L = Longitud de soldadura (m)
- G = Gravedad específica del metal de soldadura (7,85 g/cm³)
- E = Rendimiento de deposición (%)

Electrodos revestidos de SMAW = 55%

Alambres con núcleo sólido/metálico de GMAW = 95%

Hilos tubulares de FCAW = 90%

Alambres sólidos de SAW = 100%

3.2.3.1 Cálculo de Material de Aporte – Estructura

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times 1/10 \dots\dots\dots [\text{Ecuación 2}]$$

LONG. TOTAL DE CORDON = 102 m

$$A1 = (12,7\text{mm} \times 12,7\text{mm}) / 2 = 80,645 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (0,15 \times 80,645\text{mm}^2) = 40,3225 \text{ mm}^2$$

$$P = 1299,718 \text{ mm}$$

$$C = [((80,645 \text{ mm}^2 + 40,3225 \text{ mm}^2) 1299,718) \times 102 \text{ m} \times (7850 \text{ kg/m}^3 / 55)] \times 1/10$$

$$C = 228,888 \text{ Kg}$$

3.2.3.2 Cálculo de Material de Aporte – Barandas

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times 1/10 \dots\dots\dots [\text{Ecuación 3}]$$

LONG. TOTAL = 5 m

$$A1 = D \times \pi = 99,75 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (0,15 \times 99,75 \text{ mm}^2) = 14,96 \text{ mm}^2$$

$$C = [(99,75 \text{ mm}^2 + 14,96 \text{ mm}^2) \times 5 \text{ m} \times (7,85 \text{ g/cm}^3 / 55)] \times 1/10$$

$$C = 8,1861 \text{ Kg}$$

3.2.3.3 Cálculo de Material de Aporte para la Totalidad de Segmentos

Si se ha realizado un conteo de todo el material de soldadura hayado AWS 5.1 - E7018 de 1/8" y se ha obtenido un total de 237,0741 kg, entonces esa sería la cantidad estimada de material de aporte necesario para el proyecto.

Es importante recordar que este cálculo se basa en la información proporcionada y puede variar según los factores y exigencias específicas del proyecto. Además, se sugiere tener un margen adicional de material de aporte para cubrir posibles desperdicios y ajustes durante el proceso de soldadura.

3.2.4 Gestión del Tiempo del Proyecto

El uso de un diagrama de Gantt es una herramienta útil para administrar, visualizar y controlar el cronograma de un proyecto. Proporciona una representación gráfica de las actividades a realizar, su secuencia y duración, lo que permite planificar y programar de manera eficiente.

Con un diagrama de Gantt, es posible identificar las dependencias entre las actividades, asignar recursos y establecer fechas límite para cada tarea. Esto ayuda a realizar un seguimiento del progreso del proyecto, identificar posibles derivaciones o atrasos, y tomar medidas correctivas para sostener el servicio en el camino correcto.

De igual forma, el diagrama de Gantt facilita la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo, al proporcionar una visión clara de las actividades y los plazos. También permite gestionar cambios y ajustar la planificación en caso de que surjan imprevistos o nuevas necesidades.

3.2.5 Consideraciones para la Elaboración del Cronograma de Trabajo

3.2.5.1 Calendario Laboral.

Se estimo una persistencia de 44 días efectivos para el servicio. Se organizó el trabajo de lunes a sábado, con jornadas de 12 horas de labor.

- Empiece: 22 de Julio del 2021
- Fin: 11 de octubre del 2021
- Programa de horas: 07:00 a 19:00 horas
- Break: 12:00 a 13:00 horas

3.2.5.2 Suposiciones Previas.

- El equipo listo para instalar estará en el almacén del cliente durante al menos 10 días antes del montaje para que nuestro departamento de calidad lo inspeccione y apruebe adecuadamente.
- Los planos de fabricación y diseño, serán enviados al operador del contrato para su evaluación y/o modificación por lo menos un mes antes de la ejecución.
- La información como planos de montaje, catálogos, etc, estará disponible al menos 15 días antes del montaje para que los pasos anteriores se puedan completar en tiempo y forma.
- El lugar de trabajo debe estar limpio y libre de obstrucciones para evitar que otros subcontratistas interfieran en las áreas de maniobra, elevación y movimiento.
- Los clientes en este caso SPCC- TOQUEPALA monitorearán de acuerdo a las horas programadas.

3.2.5.3 Curva “S” e Histogramas.

La curva de avance y el gráfico de barras nos ofrecen datos acerca de las horas laborales y la cantidad de personal requerido para la ejecución del servicio.

3.2.5.4 Definición de la Línea Base del Cronograma.

Se llevó a cabo utilizando los consecuentes documentos:

- Cronograma del Servicio.
- Histograma del Servicio.
- La Curva “S” del Servicio.

Figura 14

Histograma de Personal Directo Base vs Real

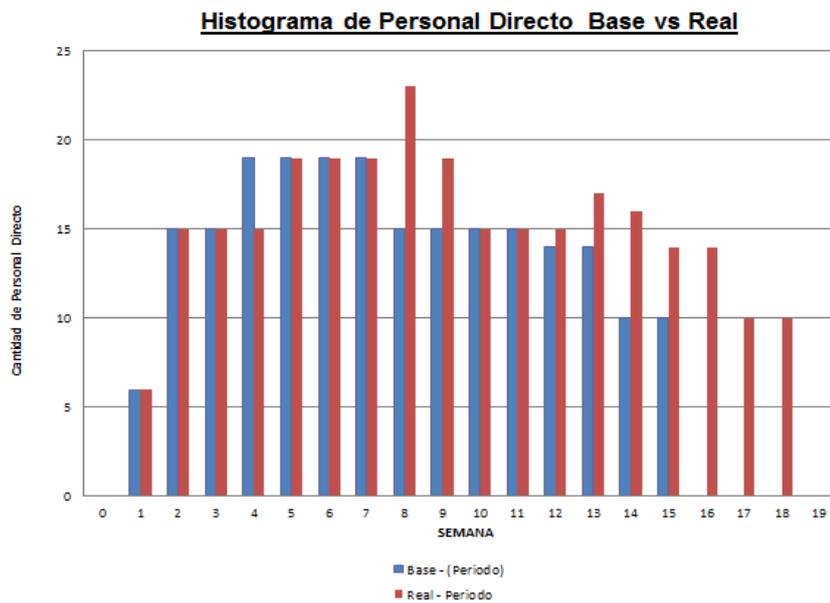
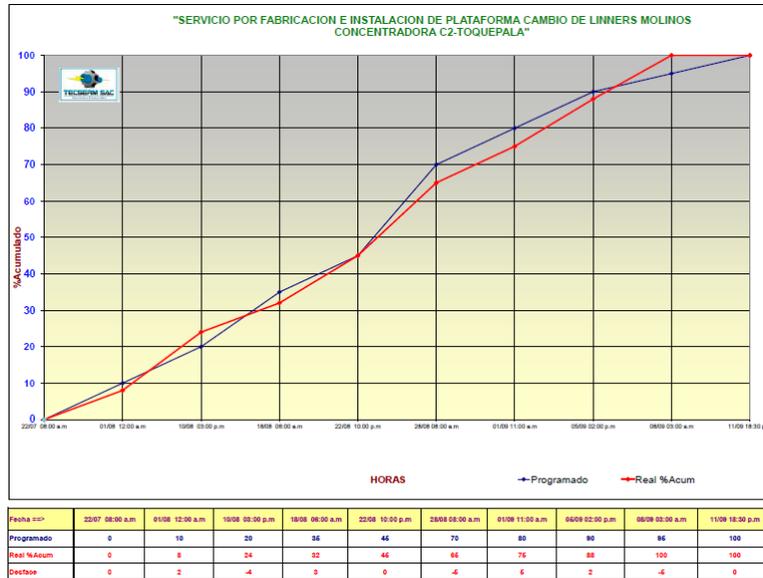


Figura 15

Comparación de Curva S Base vs Real



3.2.5.5 Control del Cronograma y Monitoreo del Avance

Los controles y el seguimiento nos permiten conocer el estado del proyecto, actualizar el avance del mismo y, en su caso, gestionar cambios en la línea base del cronograma, controles que incluyen:

- Determinar el avance de la ejecución de los entregables.
- Influir en los factores que generaban cambios en el cronograma.
- Gestionar los Cambios conforme sucedían.

Para el seguimiento y control de la línea base, se compara con el avance real contra el cronograma planificado, el avance real obtenido de los informes de avance (avance, horas reales y de trabajo), esta comparación permite analizar la condición del servicio en un lapso dado y administrar las alteraciones según corresponda.

CONCLUSIONES

Se llegó a realizar la Planificación y ejecución de servicio fabricación e instalación de plataforma cambio lanners molinos concentradora C2 – Toquepala, que a continuación se detalla:

Primera: A partir de este trabajo de insuficiencia profesional, la precisión en los requisitos de componentes y/o los cálculos para cumplirlos es primordial, ya que los tiempos de entrega y llegada toman demasiadas horas, lo que resulta en horas-hombre perdidas.

Segunda: Los problemas pueden ser causados principalmente por la falta de permisos de seguridad, procedimientos y la verificación incorrecta de su implementación, un gran problema que se puede reducir a una solución simple.

Tercera: Al involucrarme en ese proyecto, me percaté de la gran importancia que se le otorga a la seguridad, la cual en ocasiones restringe las acciones que se pueden llevar a cabo, dado que es necesario realizar con todas las autorizaciones necesarias para resguardar la integridad los involucrados en las actividades.

Cuarta: Es de vital importancia tener todos los procedimientos de trabajo previamente autorizados por SPCC, a la mano o de acceso fácil, ya que ante cualquier observación o duda del supervisor encargado por SPCC se le presenta dicho documento.

Quinta: Pude comprobar los conocimientos teóricos obtenidos en la escuela superior y poder comprobarlo en campo.

Secta: Trabajar en este campo me ha ayudado a crecer y abrió expectativas para mi próxima meta profesional, que es obtener mi título profesional en esta carrera.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener una gestión bien elaborada, para la planificación y así evitar demoras en la elaboración de documentos y diseños de fabricación.

Primera: Antes de comenzar la implementación del servicio o proyecto, es necesario elaborar un plan de trabajo y un diagrama de Gantt. Estas herramientas nos permitirán establecer una línea de tiempo de referencia, la cual nos servirá para medir nuestro progreso durante cada etapa de realización y ejecutar decisiones basadas en la información recopilada en caso de que ocurran desviaciones.

Segunda: Establecer el alcance de manera precisa y elaborar una curva temporal en forma de "S" y progreso nos sirve como guía durante el mantenimiento y puede realizar las alteraciones necesarias en caso de desviaciones.

Tercera: Llevar un seguimiento de la secuencia de producción nos proporciona un registro de las estructuras seguras y sucesivas sin comprometer la integridad de la propiedad, el medio ambiente y el personal involucrado directamente en el proceso. Esto nos permite alcanzar el objetivo deseado. En toda empresa, el objetivo principal es evitar cualquier problema en el proyecto o servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arboleda, S. (2017). *Presupuesto y Programación de obra*. De <https://www.google.com.pe/books/edition/Presupuestos/N2eEDgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0>

Banco Interamericano de Desarrollo e Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. (2000). *Material docente sobre gestión y Control de Proyectos*. Recuperado el 16 de marzo de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/71d847bf-2137-4a1b-8776-017aa056a0ca/content>

Centro Centroamericano de Población. (2021). *El proceso de Planificación*. Recuperado el 18 de marzo de 2023 de https://ccp.ucr.ac.cr/cursos/icamacho/public_html/planificacion/contenido/tema1.htm

De Justo, E., Delgado, A. y Bascón, M. (s.f.). *Tema 6: Realidad y modelo Estructural*.

De la Colina, J. & Ramírez, H. (2020). La ingeniería estructural. *CIENCIA Ergo-Sum*, 7(2), 171-177.

De Máquinas y Herramientas. (07 de julio de 2013). *¿Qué es la Soldadura SMAW?* Recuperado el 14 de marzo de 2023 de <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw>

Kobelco. (12 de abril 2021). *El ABC de la soldadura por arco*. Recuperado el 14 de marzo de 2023 de <https://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/index.html>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Recuperado 2 de julio de 2022, de <https://es.scribd.com/document/571094690/Norma-E-090-Estructuras-Metalicas-convertido>

San Juan, D. (2015). *Soldadura Oxiacetilénica*. Recuperado el 16 de marzo de 2023 de <https://0grados.com/soldadura-oxiacetilenica/>

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía. (2023). *Boletín estadístico mensual minería*. Recuperado el 15 de marzo de 2023 de www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/boletin-estadistico-mensual/mineria/boletin-estadistico-mensual-mineria.htm

Soldexa. (2023). *Electrodos, aceros al carbono y baja aleación*. Recuperado el 15 de marzo de 2023 de https://esab.com/pe/sam_es/products-solutions/categories/filler-metals/

Soldexa. (2023). *Nazca Pro 7018*. Recuperado el 16 de marzo de 2023 de esab.com/pe/sam_es/products-solutions/product/filler-metals/mild-steel/stick-electrodes-smaw/nazca-pro-7018/

Tecnológico de Monterrey. (05 de marzo de 2019). *Acero A36*. Recuperado el 14 de marzo de 2023 de [https://es.scribd.com/document/398701623/acero-a-](https://es.scribd.com/document/398701623/acero-a-36)

36

Wikipedia. (18 de octubre de 2023). *Soldadura por arco*. Recuperado el 14 de marzo de 2023 de es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_por_arco

ANEXO 01

Tabla 1

Tiempo de Vida Útil de la Pintura

		METODO DE APLICACION			PREPARACION DE SUPERFICIE					
		Equipo airless			Limpieza con chorro abrasivo grado cercano al metal blanco.					
		O indicado en la hoja técnica								
Capa	Producto y Color	Rend. (m ³ /galón)	Espesor (Mills)		REPINTADO a 21°C		Diámetro boquilla	% diluyente	Tiempo de vida útil	
			Húmedo	Seco	Mínimo	Máximo				
1ra	Jet Pox 2000/	14,8	7,0	5,0	3 horas	30 días*	0.023"	12,5%	8 horas a 21 °C	
Capa	Gris Niebla					7 días**	0.021"	Jet ecopoxy		
Refuerzo	1680	3 horas	30 días	0.017"	90	1 horas a 21 °C	
2da		14,8	7,0	5,0	3 horas	30 días*	0.023"			

	Jet Pox 2000/					7 días**		0.017"	12,5%	1 horas a 21 °C
3ra	Marron BR-3	28,2	4,0	2,0	6 horas	07 días		0.023"	Jet ecopoxy	
	1371							0.017"	90	2 horas a 25 °C
	Jet Pox 2000/							0.019"	12,5%	
	Marron BR-3								Jet ecopoxy	
	1371								90	
	Jethane 650								12,5%	
	HS / Gris Ral								Jet ecopol	
	7004									

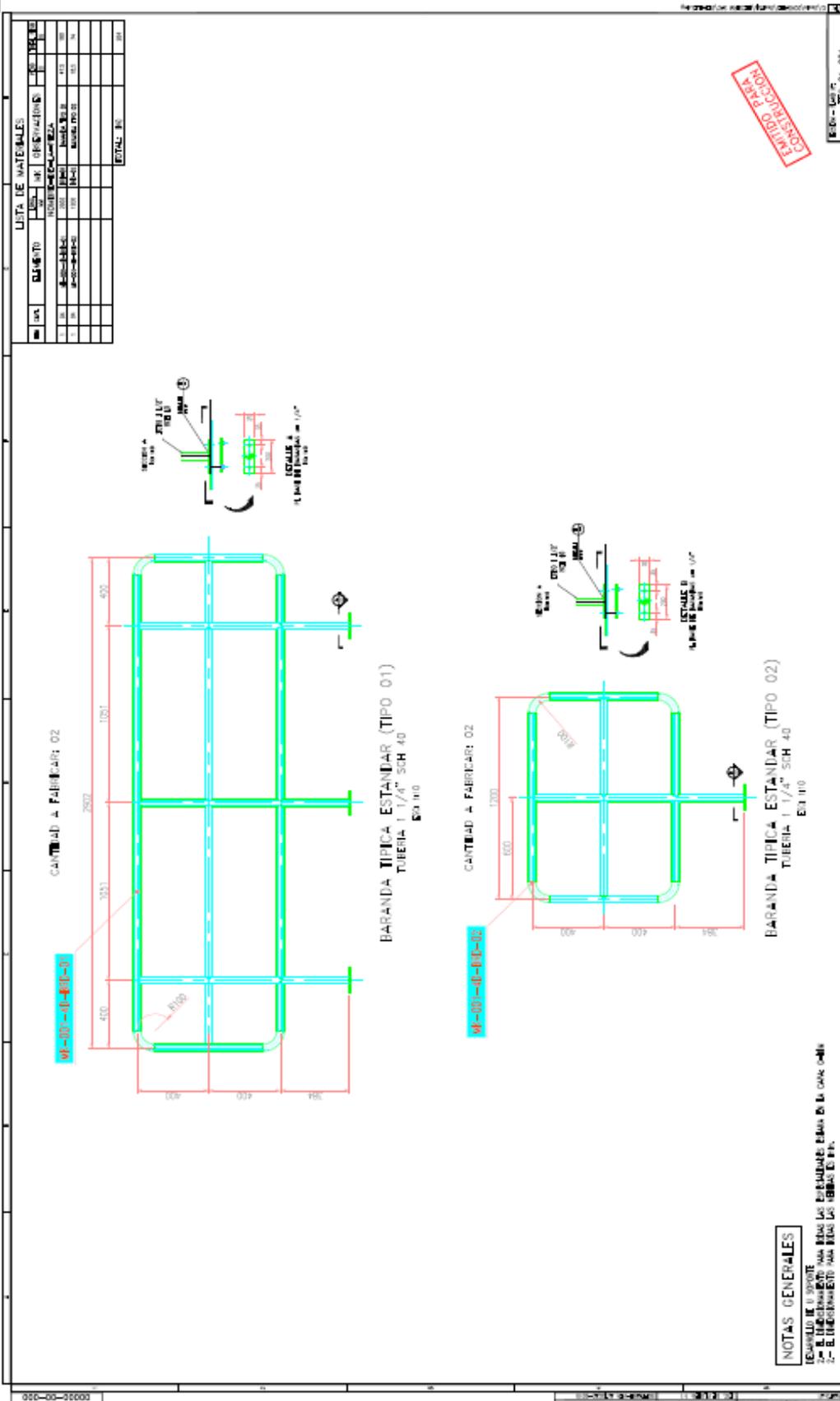
JET ECOPOXY 90 – 2022

ANEXO 02

APOYO EN COSTOS Y PRESUPUESTOS - METRADO

METRADO GENERAL											
PLANO N°	POS	ELEMENTO	MAT CANT	MATERIAL DESCRIPCION	LONG. (M)	H (Ms.)	KG/ML	M ³ /ML	MAT PESO	MAT AREA	
		ESTRUCTURA PRINCIPAL	13.00	WF 10 x 39	6.000		58.04	1.299	4527.00	101.338	
		ESTRUCTURAS LEVADIZA	38.00	C 8 x 13.75	6.000		20.46	0.638	4666.40	146.440	
		BASES LEVADIZAS	4.00	PL 3/8"	2.400	1.20	75.14	2.019	721.38	19.383	
		REFUERZOS	3.00	PL 5/8"	2.400	1.20	125.24	2.032	1082.07	17.554	
		BASES Y REFUERZOS	4.00	PL 3/4"	2.400	1.20	150.29	2.038	1442.76	19.566	
		REBATIBLES BASES	22.00	L 2 x 2 x 1/4	6.000	0.30	4.75	0.203	187.99	8.047	
		BARANDAS	12.00	PLATINA 4 x 3/16"	6.000	0.30	3.82	0.213	82.45	4.595	
		BARANDAS	34.00	PIPE ES 1 1/4	6.000	0.30	4.46	0.132	273.23	8.107	
		VIZAGRAS	2.00	PIPE S 3/2	6.000		1.26	0.067	15.18	0.804	
17		PLATAFORMA	9.00	Grating 1 1/4"-3/16-F	0.900	9.00	49.60	2.493	401.76	20.195	

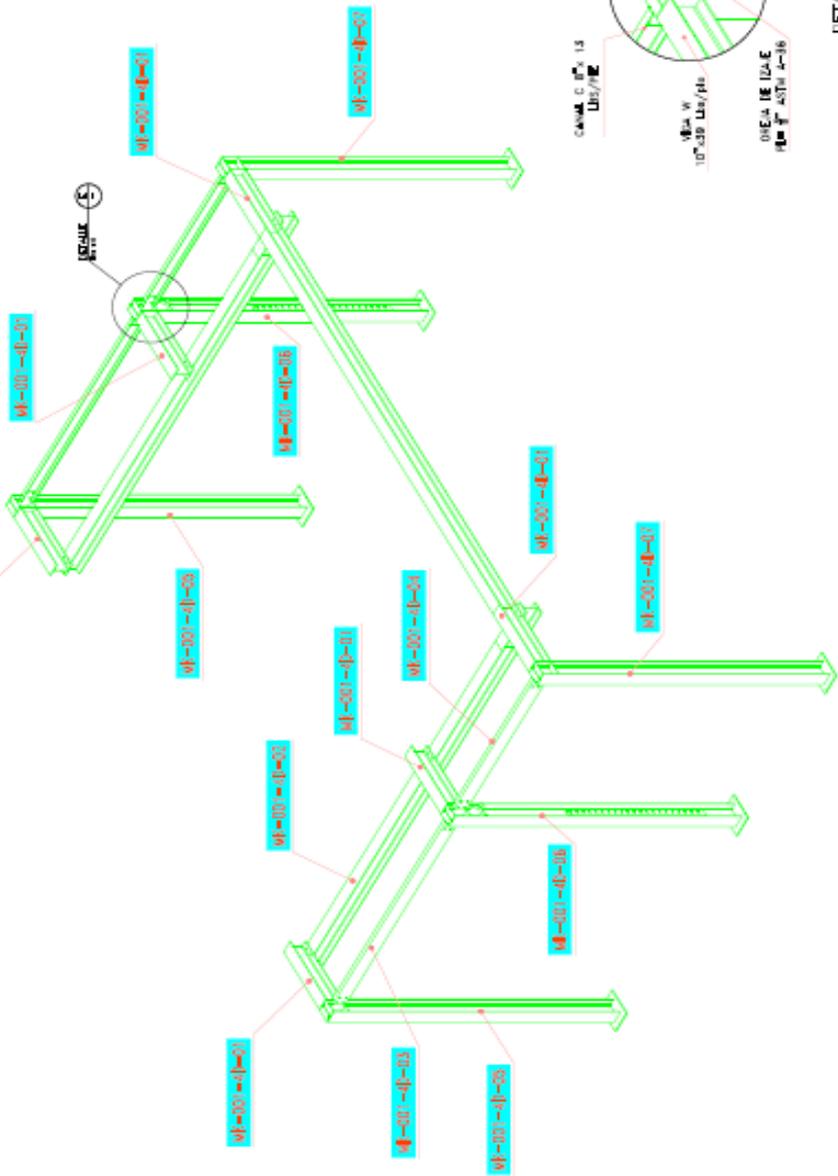
LONG. TOTAL	CANT	UNID	DESCRIPCION
	22	unidades	ANGULO 2X2X1/4"
	6	unidades	ANGULO 4x4x1/4"
	48	unidades	ARANDELAS Ø1.1/2" PLANAS
	3	unidades	CANAL C4X5.4LB/PIE
	38	unidades	CANAL C8X13.75LB/PIE
	2	unidades	EJE Ø1.1/2"X3MTS SAE 1045
	2	unidades	EJE Ø5X3MTS SAE 1045
	8	unidades	GRATING
	48	M2	MALLA OLIMPICA DE 2X2 COCADA
	400	unidades	PERNOS DE 1/2"X2" DOBLE ARANDELA Y TUERCA
	24	unidades	PERNOS DE 3/4"X2.1/2" DOBLE ARANDELA Y TUERCA
	4	unidades	PLANCHA 3/8"X4X8
	3	unidades	PLANCHA 5/8"X4X8
	4	unidades	PLANCHA 3/4"X4X8
	12	unidades	PLATINA DE ACERO 1/4" X 4" X 20 Ft
	2	unidades	TUBO DE ACERO STD Ø 1/2" X 20 Ft/PIE
	34	unidades	TUBO DE ACERO STD Ø 1 1/4" X 20 Ft
	6	unidades	TUBO Ø2x1.8mm x 6MTS
	48	unidades	TUERCAS Ø1.1/2" UNC
	3	unidades	VARILLA REDONDA 1.1/8" X 20FT
	2	unidades	VARILLA REDONDA 3/8 X 20FT
	4	unidades	VARILLAS REDONDA 1.1/8"X20FT
	4	unidades	VIGA S10X35LB/PIE
	13	unidades	VIGA W10X39LB/PIE
	24 KITS	kit	JET ZINC METALICO 900
	24 KITS	kit	JET POX 2000 GRIS NIEBLA
	10 KITS	kit	JET POX 2000 AMARILLO
	14 KITS	kit	JET POX 2000 MARRON C3
	60 GAL	GAL	disolvente jet ecopoxy 90
			3MILLS+5MILLS +5MILLS = 13 MILLS



NO.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
2	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
3	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
4	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
5	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
6	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
7	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
8	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
9	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
10	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
11	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
12	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
13	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
14	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
15	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
16	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
17	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
18	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
19	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
20	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
21	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
22	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
23	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
24	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
25	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
26	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
27	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
28	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
29	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
30	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
31	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
32	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
33	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
34	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
35	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
36	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
37	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
38	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
39	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
40	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
41	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
42	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
43	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
44	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
45	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
46	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
47	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
48	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
49	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		
50	BARROTES DE ACERO	LIBRAS	2		

LISTA DE MATERIALES

NO.	DESCRIPCIÓN	UNID.	MT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	MT.
1	ACERO					
2	ACERO					
3	ACERO					
4	ACERO					
5	ACERO					
6	ACERO					
7	ACERO					
8	ACERO					
9	ACERO					
10	ACERO					
11	ACERO					
12	ACERO					
13	ACERO					
14	ACERO					
15	ACERO					
16	ACERO					
17	ACERO					
18	ACERO					
19	ACERO					
20	ACERO					
21	ACERO					
22	ACERO					
23	ACERO					
24	ACERO					
25	ACERO					
26	ACERO					
27	ACERO					
28	ACERO					
29	ACERO					
30	ACERO					
31	ACERO					
32	ACERO					
33	ACERO					
34	ACERO					
35	ACERO					
36	ACERO					
37	ACERO					
38	ACERO					
39	ACERO					
40	ACERO					
41	ACERO					
42	ACERO					
43	ACERO					
44	ACERO					
45	ACERO					
46	ACERO					
47	ACERO					
48	ACERO					
49	ACERO					
50	ACERO					
51	ACERO					
52	ACERO					
53	ACERO					
54	ACERO					
55	ACERO					
56	ACERO					
57	ACERO					
58	ACERO					
59	ACERO					
60	ACERO					
61	ACERO					
62	ACERO					
63	ACERO					
64	ACERO					
65	ACERO					
66	ACERO					
67	ACERO					
68	ACERO					
69	ACERO					
70	ACERO					
71	ACERO					
72	ACERO					
73	ACERO					
74	ACERO					
75	ACERO					
76	ACERO					
77	ACERO					
78	ACERO					
79	ACERO					
80	ACERO					
81	ACERO					
82	ACERO					
83	ACERO					
84	ACERO					
85	ACERO					
86	ACERO					
87	ACERO					
88	ACERO					
89	ACERO					
90	ACERO					
91	ACERO					
92	ACERO					
93	ACERO					
94	ACERO					
95	ACERO					
96	ACERO					
97	ACERO					
98	ACERO					
99	ACERO					
100	ACERO					



DETALLE E
UNION ATORNILLADA Y CONJUNTOS
E 1/2x 8

ENCUENTRO
CONJUNTO CONTROLADO

ENSAMBLAJE DE VIGAS
CONJUNTO DE PIEZAS
E 1/2x 8

NOTAS GENERALES
1- EL DISEÑO DE LAS VIGAS DEBE SER ADECUADO PARA LAS CARGAS QUE SE LE ASIGNEN.
2- EL DISEÑO DE LAS VIGAS DEBE SER ADECUADO PARA LAS CARGAS QUE SE LE ASIGNEN.
3- EL DISEÑO DE LAS VIGAS DEBE SER ADECUADO PARA LAS CARGAS QUE SE LE ASIGNEN.

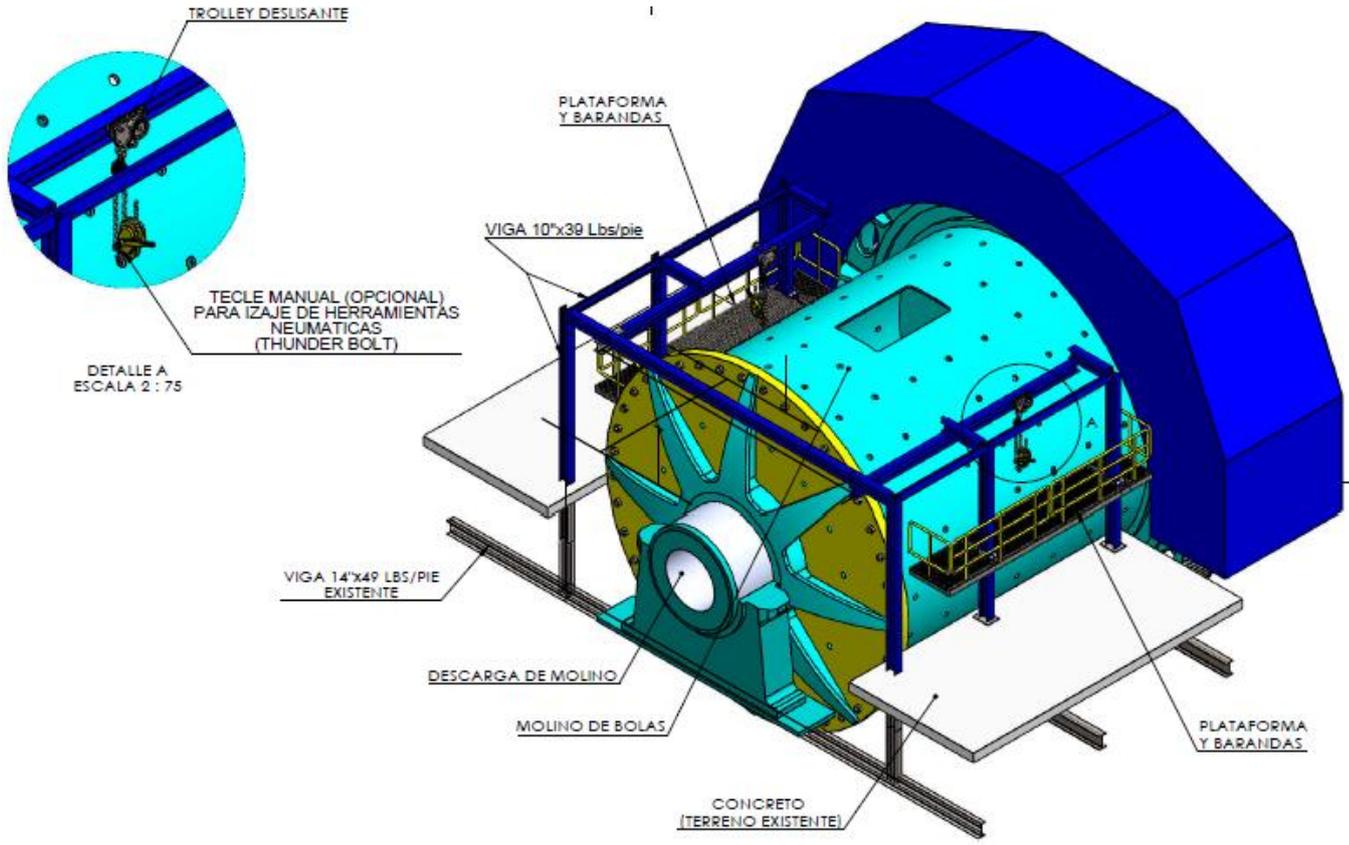
NO.	DESCRIPCIÓN	UNID.	MT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	MT.
1	ACERO					
2	ACERO					
3	ACERO					
4	ACERO					
5	ACERO					
6	ACERO					
7	ACERO					
8	ACERO					
9	ACERO					
10	ACERO					
11	ACERO					
12	ACERO					
13	ACERO					
14	ACERO					
15	ACERO					
16	ACERO					
17	ACERO					
18	ACERO					
19	ACERO					
20	ACERO					
21	ACERO					
22	ACERO					
23	ACERO					
24	ACERO					
25	ACERO					
26	ACERO					
27	ACERO					
28	ACERO					
29	ACERO					
30	ACERO					
31	ACERO					
32	ACERO					
33	ACERO					
34	ACERO					
35	ACERO					
36	ACERO					
37	ACERO					
38	ACERO					
39	ACERO					
40	ACERO					
41	ACERO					
42	ACERO					
43	ACERO					
44	ACERO					
45	ACERO					
46	ACERO					
47	ACERO					
48	ACERO					
49	ACERO					
50	ACERO					
51	ACERO					
52	ACERO					
53	ACERO					
54	ACERO					
55	ACERO					
56	ACERO					
57	ACERO					
58	ACERO					
59	ACERO					
60	ACERO					
61	ACERO					
62	ACERO					
63	ACERO					
64	ACERO					
65	ACERO					
66	ACERO					
67	ACERO					
68	ACERO					
69	ACERO					
70	ACERO					
71	ACERO					
72	ACERO					
73	ACERO					
74	ACERO					
75	ACERO					
76	ACERO					
77	ACERO					
78	ACERO					
79	ACERO					
80	ACERO					
81	ACERO					
82	ACERO					
83	ACERO					
84	ACERO					
85	ACERO					
86	ACERO					
87	ACERO					
88	ACERO					
89	ACERO					
90	ACERO					
91	ACERO					
92	ACERO					
93	ACERO					
94	ACERO					
95	ACERO					
96	ACERO					
97	ACERO					
98	ACERO					
99	ACERO					
100	ACERO					

ENCUENTRO
CONJUNTO CONTROLADO

SPCC-UP - TOQUELLA
TOQUELLA- CONCRETADA 2
VIGAS CONJUNTO DE PIEZAS
MANEJO CONJUNTO DE PIEZAS
CONTROL INDIVIDUAL

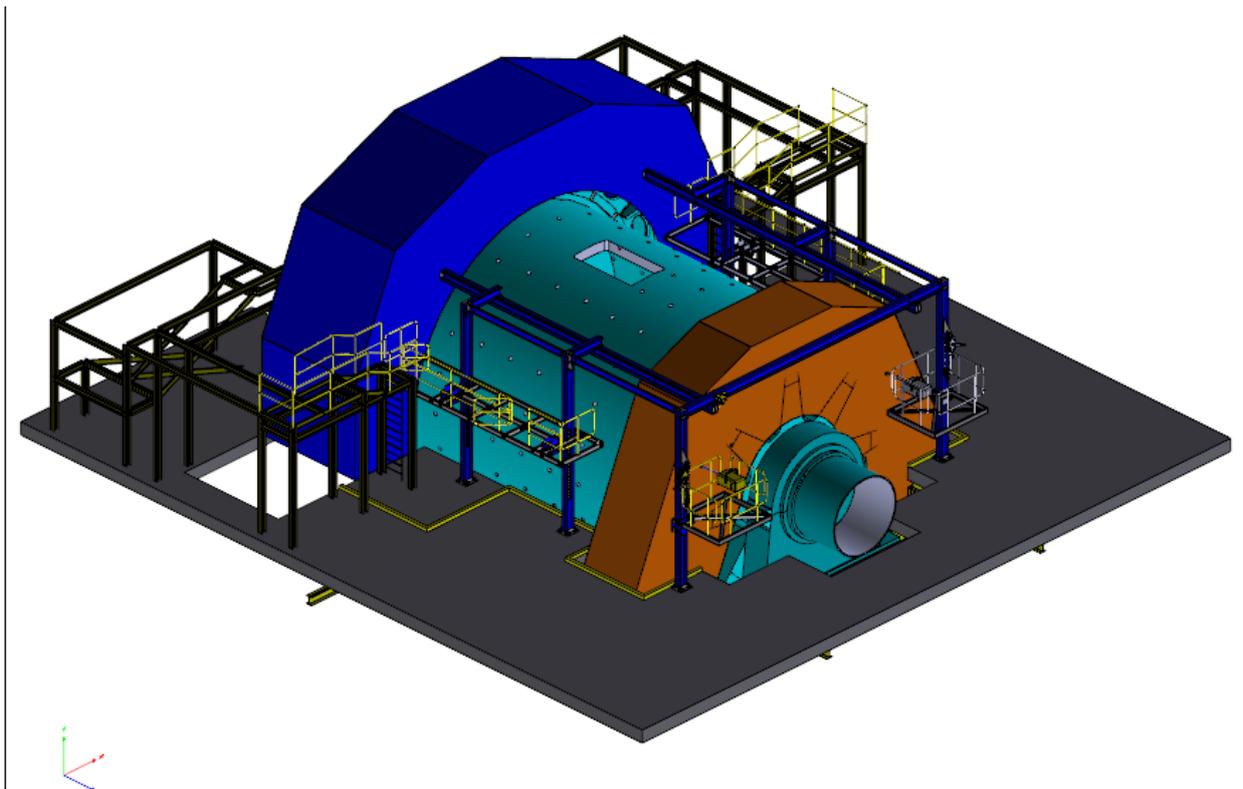
SOUTHERN COPPER
PUNTA ARENAL
SERVICIO DE SERVICIO
SERVICIO DE SERVICIO

TECSE
SERVICIO DE SERVICIO
SERVICIO DE SERVICIO



Vista Isométrica de Estructura, plataforma deslizable y barandas Terminada

Fuente: Elaboración propia



Vista Isométrica de Estructura, plataforma deslizante y barandas Terminada en SolidWorks

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04

MEMORIA DE CÁLCULO MEDIANTE SOLIDWORK – FACTOR DE SEGURIDAD

