



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

GESTIÓN TÉCNICA Y SUPERVISIÓN DEL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA CUARTO DE FRÍO – CD PHARMA, 2025

Trabajo de suficiencia profesional para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

HAROLD FLORES SANDOVAL

Asesor:

Ms. Ing. Marcos Josue Rupay Vargas

<https://orcid.org/0000-0002-7891-1838>

Lima - Perú

2025

Informe de Similitud



Página 2 de 61 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::7695:537826795




13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

A mis padres y hermano, por su amor incondicional, esfuerzo y apoyo constante en cada etapa de mi vida y durante esta larga travesía académica.

A mi familia, por acompañarme siempre con paciencia, comprensión y fortaleza. Este logro es también de ustedes.

Agradecimientos

A mis padres y hermano, por ser el pilar fundamental en mi formación y acompañarme con su cariño en este camino de esfuerzo constante.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte, por compartir sus conocimientos, vocación y guía a lo largo de mi formación profesional.

A la empresa CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C., por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en campo, y a todos los colegas que contribuyeron a mi crecimiento técnico y personal durante la ejecución de este proyecto.

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	12
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIAS.....	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la Empresa	11
Figura 2: Modelo BIM de la estructura metálica del cuarto de frío.....	13
Figura 3: Modelo BIM con integración de sistemas HVAC.....	14
Figura 4: Modelo BIM de la estructura metálica del cuarto de frío.....	21
Figura 5: Acopio inicial de perfiles tubulares en área de almacenamiento	22
Figura 6: Ensamble y soldadura de columnas sobre placas base en taller.....	23
Figura 7: Control de soldadura con tintes penetrantes en columna tipo caja.....	24
Figura 8: Medición de espesor de pintura sobre perfil tubular	25
Figura 9: Camión cargado con perfiles metálicos pintados listo para traslado.....	26
Figura 10: Perforación inicial de losa para instalación de espárragos de anclaje.....	27
Figura 11: Aplicación de Sikadur-31 en plinto de concreto para fijación de espárragos	28
Figura 12: Fijación y plomeo de columna metálica sobre espárragos	29
Figura 13: Instalación de vigas superiores en la plataforma del sistema de refrigeración	30
<i>Figura 14: Colocación inicial de “zetas” y elementos horizontales.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 15: Instalación de barandas perimetrales en plataforma elevada</i>	<i>31</i>
Figura 16: Colocación de tensores para arriostre lateral.....	32
Figura 17: Avance del techado metálico y fijación de paneles.....	33
Figura 18: Supervisión técnica de instalación de puerta metálica en ambiente industrial.....	34
Figura 19: Charla de seguridad previa al inicio de actividades en obra	35
Figura 20: Operarios trabajando en altura con andamio y arnés de seguridad	36
Figura 21: Plataforma superior terminada con acabados al 100 %.....	38
Figura 22: Instalación y fijación de barandas perimetrales alrededor del equipo Gas Cooler.	39
Figura 23: Vista general de plataforma metálica con barandas y piso antiderrapante.....	40
Figura 24: Hoja de ruta para Valorización 01 del proyecto CD Pharma – Rack de frío	41
Figura 25: Valorización 01 del proyecto CD Pharma – Rack de frío.....	42
Figura 26: Curva S de avance programado vs. real del montaje de estructuras metálicas	44
Figura 27: Correo de aprobación de factura vinculada a la Valorización 01-CD Pharma – Rack de frío	45
Figura 28: Certificado de Calidad de Acero Estructural.....	47
Figura 29 : Protocolo de Inspección Visual de Soldadura (VT).....	48
Figura 30 : Protocolo de Ensayo por Líquidos Penetrantes (PT).....	49
Figura 31: Certificado de Medidor de Espesor PosiTector.....	50

RESUMEN EJECUTIVO

La presente experiencia profesional se desarrolló en la Oficina Técnica de la empresa CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C., durante la ejecución del proyecto “Gestión técnica y supervisión del suministro e instalación de estructuras metálicas para cuarto de frío – CD PHARMA, 2025”, ubicado en el km 45.5 de la Panamericana Sur, distrito de Lurín. El alcance del proyecto comprendió la fabricación, el control de calidad y el montaje de columnas, vigas, plataformas, barandas y elementos auxiliares destinados a soportar un sistema industrial de refrigeración tipo Gas Cooler. Para su desarrollo, se aplicaron herramientas técnicas como la interpretación de modelos BIM, la normativa de estructuras metálicas (E.090, ASTM, AWS), el control de calidad mediante tintes penetrantes y la medición de espesores de pintura, así como la gestión de la trazabilidad del acero. La ejecución combinó actividades en taller y obra, apoyadas en la planificación del avance mediante la Curva S, la elaboración de valorizaciones y el cumplimiento estricto de los protocolos de seguridad (SSOMA). Como resultado, se culminó el montaje estructural cumpliendo las especificaciones técnicas, los plazos programados y los estándares de calidad exigidos. Esta experiencia permitió consolidar competencias en gestión técnico-administrativa, control de calidad y coordinación operativa en proyectos industriales.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de proyectos de ingeniería civil, la Oficina Técnica constituye el núcleo de gestión y control de los procesos constructivos, integrando aspectos técnicos, económicos y administrativos para la toma de decisiones. La presente experiencia describe las labores de planificación, control de metrados, elaboración de valorizaciones y coordinación técnica ejecutadas en un proyecto industrial de alta especialización.

La experiencia profesional se desarrolló en la empresa **CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C.**, organización fundada el 20 de agosto de 2013 (RUC N.º 20554101781), dedicada a la fabricación, montaje y supervisión de estructuras metálicas, carpintería industrial y recubrimientos electrostáticos. La empresa se ha consolidado en el mercado nacional participando en proyectos para sectores industriales y comerciales, priorizando la calidad y la seguridad en sus procesos.

El periodo de la experiencia comprendió desde el **01 de febrero hasta el 20 de septiembre de 2025**. Durante este tiempo, las funciones desempeñadas se centraron en la gestión técnico-administrativa, abarcando la revisión de planos estructurales, el control de valorizaciones, la supervisión de actividades en taller y obra, y la coordinación interdisciplinaria con el cliente **Norton Edificios Industriales Perú S.A.C.**

El proyecto central de este informe, ejecutado en las instalaciones de CD Pharma (Km 45.5 Panamericana Sur, Lurín), implicó la fabricación y montaje de la estructura soportante para un sistema de refrigeración tipo *Gas Cooler*. Esto demandó la aplicación de competencias en interpretación de planos, control de calidad (soldaduras y pintura), análisis de avance mediante

curva S y gestión de seguridad bajo una modalidad contractual de valorizaciones por avance sin adelanto directo.

1.1.Descripción de la empresa:

CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C. es una empresa peruana dedicada a la fabricación y montaje de estructuras, coberturas metálicas, carpintería metálica y servicios de pintura electrostática al horno.

La compañía inició de manera formal sus actividades el 20 de agosto de 2013, consolidándose desde entonces una trayectoria de más de una década en el mercado nacional, brindando soluciones técnicas especializadas y resultados efectivos en sectores de todo el litoral peruano.

A lo largo de su desarrollo institucional, la empresa ejecutó proyectos en los sectores comerciales, retail, supermercados, mineros, agrícolas, industriales, hoteleros, en oficinas, vivienda y centros educativos, lo que fortaleció su posición como un contratista confiable y orientado a la calidad y al cumplimiento de plazos establecidos.

Entre los proyectos más importantes en los que ha participado se menciona:

- CINEPOLIS PUCALLPA – RIO BRAVO SAC
- MAC PORONGOCHÉ AREQUIPA – RIO BRAVO
- MAKRO SURCO – IMPERMEABILIZACIÓN
- MANTENIMIENTO OFICINA DE BCP TARAPOTO
- INSTALACIÓN DE BOULEVAR ASIA
- BURGÉN KING – PINKBERRY – SBX CAMINOS DEL INCA – INVEB SAC
- PTAR – VILLA EL SALVADOR

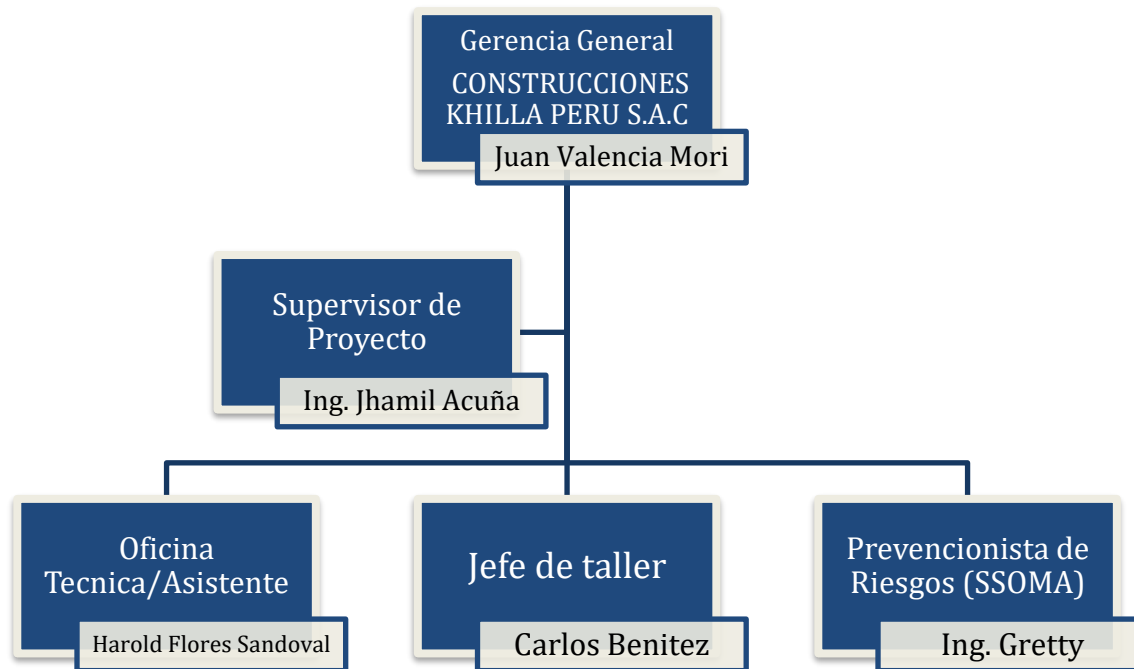
- CD PHARMA- PANAMERICANA SUR KM 45.5
- PARQUE INDUSTRIAL SIMETRICA

Misión:

La misión principal de la empresa es realizar proyectos de metalmecánica y obras civiles de gran envergadura, centrados principalmente en la calidad, el cumplimiento de los plazos establecidos y la satisfacción del cliente. Por ello, busca crecer de una manera sostenible y segura, generando valor de mercado a la sociedad en general. Asimismo, mantiene un compromiso perenne con la sociedad y el ambiente, ejecutando operaciones con respeto hacia la comunidad y el entorno.

Visión:

La empresa tiene como visión ser reconocida a nivel nacional como una de las empresas líder en la ejecución de proyectos de metalmecánica, obras civiles y servicios de mantenimiento para los sectores público y privado, ofreciendo soluciones integrales y alcanzando la excelencia en todos sus procesos, con énfasis especial en la innovación, la seguridad y el compromiso con sus colaboradores.

Figura 1: Organigrama de la Empresa

Nota. Elaboración propia (2025).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo desarrolla los fundamentos teóricos, normativos y metodológicos que sustentan las actividades ejecutadas en el proyecto. Las bases conceptuales permiten comprender el contexto técnico en el que se desarrolló la experiencia profesional, así como las herramientas aplicadas para garantizar la calidad, la seguridad y la trazabilidad del proceso constructivo.

2.1. Bases teóricas y conceptuales

Para la correcta interpretación del alcance del proyecto, se definen a continuación los conceptos técnicos y de gestión que conforman el título de la presente experiencia profesional:

- **Estructura Metálica:** Se define como un sistema constructivo portante compuesto por elementos de acero (perfiles, vigas y columnas) unidos mediante soldadura o pernos, diseñado para soportar cargas estáticas y dinámicas. En este proyecto, la estructura metálica cumple la función crítica de soportar el equipo *Gas Cooler*, garantizando estabilidad y resistencia ante las vibraciones operativas del sistema.
- **Gestión Técnica:** Se conceptualiza como el conjunto de procesos de planificación, dirección, control y documentación técnica necesarios para ejecutar una obra cumpliendo con el alcance, tiempo y costo establecidos. En la experiencia desarrollada, la gestión técnica implicó la transformación de los planos de diseño en planes de fabricación, el control de metrados y la coordinación interdisciplinaria para resolver incompatibilidades.
- **Supervisión:** Refiere a la actividad de seguimiento y verificación constante del cumplimiento de las especificaciones técnicas, normas de seguridad y cronogramas de obra. En el proyecto, la supervisión aseguró que las actividades de montaje se realizaran

conforme a los estándares de calidad y seguridad (SSOMA) exigidos por el cliente Norton.

- **Suministro e Instalación:** Estos conceptos delimitan las fases operativas del contrato. El Suministro abarca la gestión logística, procura, trazabilidad y transporte de los materiales certificados hasta la obra. La Instalación comprende las maniobras de ingeniería en campo, incluyendo el izaje, montaje, fijación y acabados de la estructura en su ubicación final.

2.2. Sistemas de estructuras metálicas en proyectos industriales

Las estructuras metálicas son ampliamente utilizadas en edificaciones industriales debido a su alta resistencia, capacidad portante y rapidez de montaje. En el caso específico del proyecto CD Pharma, el diseño priorizó la rigidez necesaria para soportar cargas dinámicas. Los elementos principales incluyeron columnas tubulares, vigas rectangulares, correas tipo “C” y “Z”, así como plataformas destinadas a soportar equipos de refrigeración de gran peso .

Para la planificación y validación del diseño, se empleó la metodología BIM (*Building Information Modeling*). El uso de modelos tridimensionales facilitó la coordinación técnica, permitiendo visualizar la geometría completa de la estructura antes de su fabricación y anticipar la secuencia lógica de montaje.

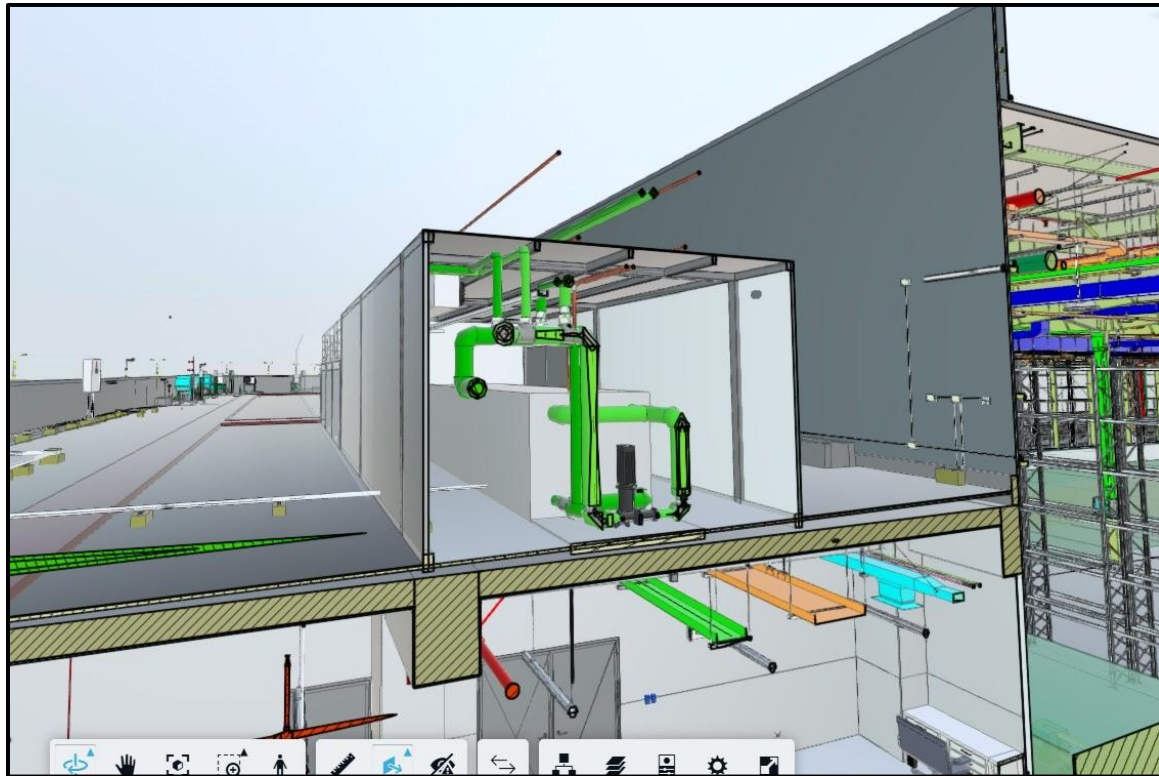
Figura 2: Modelo BIM de la estructura metálica del cuarto de frío



Nota. Elaboración propia (2025).

Asimismo, la integración de especialidades fue un factor crítico. El cuarto de frío y su plataforma superior se encuentran estrechamente vinculados al sistema *Gas Cooler* y a los ductos de refrigeración. Mediante el modelo digital proporcionado por el cliente, se verificó la compatibilidad dimensional entre los perfiles metálicos y los equipos electromecánicos, asegurando que las rutas de ductos no interfirieran con vigas o tensores y que se respetaran los radios de mantenimiento.

Figura 3: Modelo BIM con integración de sistemas HVAC



Nota. Elaboración propia (2025).

Esta integración previa resultó fundamental para reducir los riesgos durante el montaje y evitar reprocesos en campo, garantizando que las cargas del equipo se transfirieran correctamente al sistema estructural.

2.3. Normativa técnica aplicada

La validación técnica de los materiales y procesos se rigió por una estricta jerarquía normativa, garantizando la trazabilidad y el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos en el sector industrial.

2.3.1. Normativa nacional e internacional de materiales

El desarrollo del proyecto se enmarcó en el cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la Norma E.090 para estructuras metálicas. Respecto a los materiales, se aplicaron las Normas Técnicas Peruanas (NTP), tales como la NTP 399.010 y NTP 399.011 para barras de acero y refuerzos, la **NTP 341.043** y **NTP 341.058** para perfiles laminados en caliente, y la **NTP 350.043** para tubos estructurales.

Complementariamente, los materiales principales se validaron bajo los estándares de la *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Se empleó acero bajo norma **ASTM A36** para planchas base y elementos de conexión, y acero **ASTM A500 (Grados B/C)** para los perfiles tubulares estructurales debido a su eficiencia. Para elementos secundarios, se utilizó la norma **ASTM A53**, y para la protección por galvanizado en caliente, se siguieron las normas **ASTM A123** y **ASTM A153** según correspondiera.

2.3.2. Estándares de soldadura y protección anticorrosiva

La calidad de las uniones soldadas se controló bajo los criterios del código **AWS D1.1** (*Structural Welding Code – Steel*). Este estándar reguló tanto la calificación de los procedimientos de soldadura como la ejecución de las inspecciones visuales y los ensayos no destructivos, específicamente mediante el uso de tintes penetrantes.

Por otro lado, la protección del acero ante el ambiente industrial se verificó mediante la norma **NTP-ISO 8501** para la preparación de superficies y la norma **ISO 12944** para los sistemas de recubrimiento, asegurando la durabilidad de la estructura mediante la medición de espesores de película seca.

2.4. Procesos de fabricación y montaje

La ejecución del proyecto siguió una secuencia constructiva controlada que abarcó desde el taller hasta la obra.

- **Fabricación en taller:** El proceso inició con la recepción y acopio del acero certificado, seguido del trazado y corte de perfiles según los planos de fabricación. Posteriormente, se realizó el habilitado de columnas, vigas y cartelas, culminando con la soldadura de los elementos y la aplicación de pintura anticorrosiva, cuyo espesor fue verificado con equipos de precisión tipo PosiTector .
- **Montaje en obra:** La instalación en sitio se ejecutó siguiendo una metodología secuencial que incluyó la perforación de la losa y la fijación de espárragos mediante adhesivos epóxicos (tipo Sikadur). Tras el fraguado, se procedió a la nivelación y plomeo

de columnas, el montaje de vigas principales y la instalación de elementos secundarios como correas, barandas y plataformas, finalizando con la colocación de cubiertas y cerramientos.

2.5. Seguridad y Salud Ocupacional (SSOMA)

La gestión de riesgos fue prioritaria y se alineó con la **Ley N.º 29783** (Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo) y su reglamento. Se implementaron herramientas preventivas como el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y los permisos de trabajo en altura. Asimismo, se exigió el uso obligatorio de arnés, línea de vida y andamios certificados para todas las maniobras de izaje y montaje, complementado con charlas diarias de seguridad para mitigar los riesgos asociados a las actividades críticas.

2.6. Limitaciones y desafíos técnicos

Durante la ejecución, el equipo enfrentó limitaciones que requirieron una gestión activa para no afectar el cronograma. Entre las principales destacaron las fallas en el suministro eléctrico, que obligaron al uso de grupos electrógenos; las restricciones de acceso a la zona de trabajo, que impactaron la logística de materiales; y la necesidad de coordinar trabajos simultáneos en taller y obra. Estos desafíos fueron gestionados mediante reprogramaciones sustentadas en la curva S y el flujo de valorizaciones semanales.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La incorporación a la empresa CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C. se concretó como respuesta a la necesidad de la organización de fortalecer su Oficina Técnica para la ejecución de proyectos industriales especializados. Mi ingreso fue en el periodo comprendido en el 01 de febrero y termino el día 20 de septiembre de 2025, asignándome el cargo de Asistente de Oficina Técnica. El proceso de selección y contratación se enfocó en validar las competencias para la gestión documental, el control de costos y la coordinación operativa, tras lo cual se procedió a la inducción en los estándares de seguridad de la empresa y posteriormente a la asignación al proyecto CD Pharma.

3.1. Personal involucrado en el proyecto

El desarrollo de las actividades se caracterizó por la interacción constante con un equipo multidisciplinario de varias áreas. La estructura funcional del proyecto estuvo conformada por los siguientes profesionales:

- **Supervisión del Cliente (Norton):** La validación técnica y aprobación de entregables estuvo a cargo del Ing. Walter Ernesto Paredes.
- **Supervisor del Campo:** El Ing. Jhamil Oscar Acuña, responsable de la dirección técnica y la toma de decisiones estratégicas.
- **Jefe de Taller:** El Sr. Carlos Benítez, encargado de la fabricación, soldadura y pintura en la planta de Zapallal.
- **Prevencionista de Riesgo:** La Srta. Gretty, responsable del soporte logístico y administrativo en obra.

- **Oficina Técnica/Supervisión:** Harold Flores Sandoval, a cargo de la gestión técnica y el control de avance tanto físico y seguimiento digital del proyecto.

3.2.Funciones Desempeñadas

Las funciones ejercidas abarcaron la revisión y análisis de planos estructurales metálicos del cuarto de frío y de la plataforma del sistema Gas Cooler, así como la elaboración de valorizaciones semanales y la coordinación para su aprobación. Asimismo, se brindó soporte en la programación mediante el seguimiento de la curva S (avance programado versus real), se coordinaron las actividades entre el taller de Zapallal y el frente de montaje en CD Pharma, y se apoyó en la gestión SSOMA asegurando la documentación y evidencias fotográficas necesarias. Finalmente, se elaboraron reportes para la comunicación directa con la Gerencia General y la supervisión del cliente.

3.3.Descripción del proceso constructivo

Para dar solución al requerimiento del cliente de instalar un soporte estructural robusto y preciso para el sistema *Gas Cooler*, se planteó una estrategia basada en la prefabricación en taller y el montaje secuencial en obra.

- **Identificación del problema y diagnóstico:** Se detectó la necesidad de garantizar la compatibilidad entre la estructura metálica y las complejas instalaciones mecánicas (HVAC), así como de mitigar los riesgos de trabajo en altura y las restricciones de tiempo en la planta de Lurín.

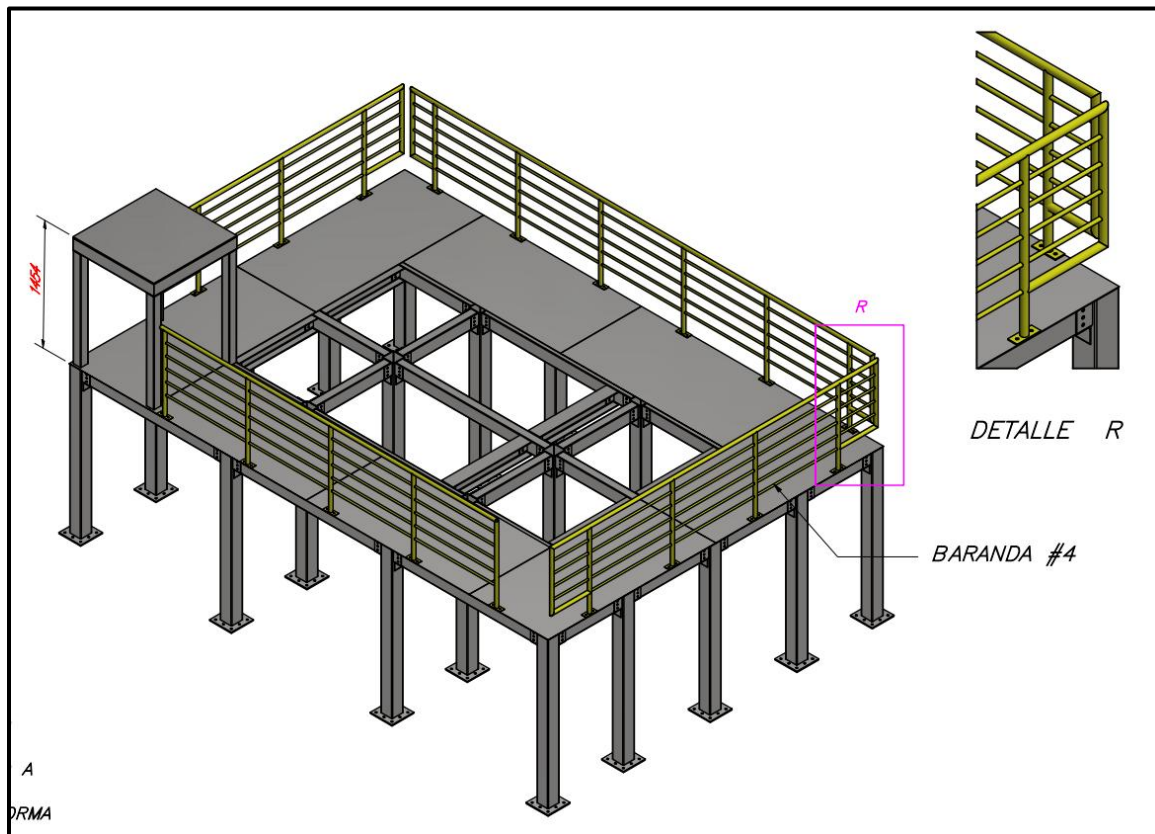
- **Objetivos y Estrategia:** El objetivo principal fue entregar una estructura con cero desviaciones dimensionales. Para ello, se utilizó la metodología BIM para anticipar interferencias y se optó por habilitar y pintar los componentes en el taller de Zapallal, minimizando así las labores de soldadura crítica en campo.
- **Herramientas:** Se emplearon modelos 3D, equipos de medición de precisión (PosiTector), ensayos no destructivos (tintes penetrantes) y grúas certificadas para el izaje.

3.3.1. Revisión de planos y planificación inicial

El punto de partida del proyecto fue la recepción de los planos estructurales y de instalaciones proporcionados por el cliente. Esta documentación incluía la distribución del cuarto de frío, la plataforma elevada para el sistema Gas Cooler, los detalles de columnas tubulares, vigas, correas, barandas y escaleras, así como la ubicación de anclajes, placas base y posibles interferencias con ductos y tuberías.

La primera tarea consistió en leer y validar la coherencia de los planos, detectando posibles inconsistencias entre niveles, dimensiones y detalles constructivos. Este proceso se apoyó en modelos digitales del proyecto, donde se visualizaba la estructura completa del cuarto de frío y la plataforma.

Figura 4: Modelo BIM de la estructura metálica del cuarto de frío



Nota. Elaboración propia (2025).

Desde la Oficina Técnica se realizó una lectura estratégica del proyecto para identificar qué elementos debían fabricarse primero, cuáles podían prefabricarse por completo en taller y cuáles requerirían ajustes finos durante el montaje. Esta planificación condicionó la secuencia de habilitado, soldadura, pintura y transporte.

Gestión Técnica y Supervisión del Suministro e Instalación de Estructuras Metálicas para Cuarto de Frío – CD Pharma, 2025

3.3.2. Procura y trazabilidad de materiales

Una vez definida la estrategia de fabricación, se procedió a la procura de materiales. Dado que todo el acero estructural se adquirió a un proveedor certificado **Aceros Arequipa**, se gestionaron actividades clave como la solicitud de cotización, la revisión de especificaciones técnicas (secciones, espesores y calidad del acero), la emisión de órdenes de servicio, la coordinación para entrega y descarga, y la verificación de la documentación correspondiente, como certificados de calidad y guías de remisión.

El acopio de perfiles, tubos, planchas base y barras lisas fue registrado fotográficamente y correlacionado con los documentos de compra.

Figura 5: Acopio inicial de perfiles tubulares en área de almacenamiento



Nota. Elaboración propia (2025).

Desde la Oficina Técnica se consolidó esta información en hojas de cálculo, vinculando cada lote de material con su uso programado. Ello permitió mantener una trazabilidad clara entre el acero recibido, el componente fabricado y la estructura finalmente montada en CD Pharma.

3.3.3. Fabricación en taller: Habilitado, soldadura y pintura

La fabricación se realizó principalmente en el taller de Zapallal. Desde la Oficina Técnica se realizó el seguimiento mediante visitas puntuales, recepción de reportes fotográficos diarios, revisión de avances frente a lo programado y coordinación de prioridades según los requerimientos de obra.

Corte y habilitado

El proceso de habilitado incluyó la preparación de elementos principales como columnas tubulares y vigas rectangulares, así como componentes secundarios, entre ellos correas tipo “C” y “Z”, planchas base, cartelas y rigidizadores.

Figura 6: Ensamble y soldadura de columnas sobre placas base en taller



Nota. Elaboración propia (2025).

Esta etapa abarcó el marcado, corte, perforado y armado preliminar de marcos. La Oficina Técnica verificó que las dimensiones habilitadas respetaran lo indicado en los planos, evitando desajustes posteriores en obra.

Soldadura y control de calidad

La unión de los distintos elementos metálicos se realizó mediante soldadura, aplicando los criterios de la norma AWS D1.1. El control de calidad incluyó ensayos con tintes penetrantes para detectar fisuras, poros o discontinuidades superficiales en las uniones más críticas.

Figura 7: Control de soldadura con tintes penetrantes en columna tipo caja



Nota. Elaboración propia (2025).

Los resultados de estas inspecciones fueron registrados y reportados a la Oficina Técnica, donde se determinaba si una pieza estaba apta para pintado y traslado o si requería reparación.

Pintura anticorrosiva y verificación de espesor

Concluida la soldadura, se procedió al recubrimiento con pintura anticorrosiva acorde con las exigencias del ambiente industrial. Además de la aplicación, se midió el espesor de la película seca utilizando equipos tipo PosiTector, verificando el cumplimiento de los parámetros definidos en la especificación técnica.

Figura 8: Medición de espesor de pintura sobre perfil tubular



Nota. Elaboración propia (2025).

Estos datos se consolidaron como evidencia del cumplimiento de las especificaciones de protección anticorrosiva requeridas por el cliente.

3.3.4. Traslado y montaje en CD Pharma

Una vez completado el proceso de fabricación y control de calidad en taller, las estructuras fueron preparadas para su despacho. La logística de transporte fue crítica para asegurar la continuidad del montaje; se coordinó la carga de los camiones de manera secuencial, asegurando que las piezas llegaran a obra en el orden exacto en que serían instaladas.

Figura 9: Camión cargado con perfiles metálicos pintados listo para traslado



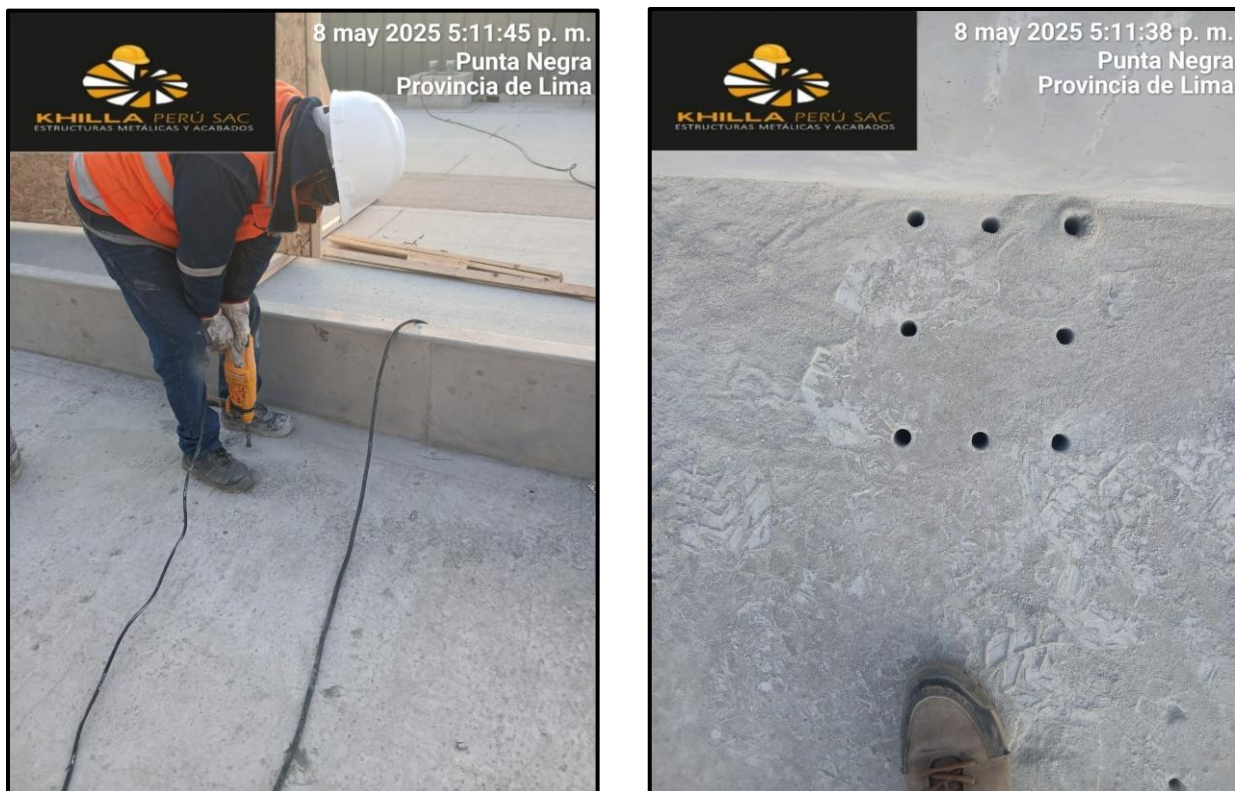
Nota. Elaboración propia (2025).

El montaje se coordinó para optimizar el uso de equipos de izaje y evitar re-manejos innecesarios en campo.

Perforación de concreto e instalación de anclajes

La primera actividad en obra fue la perforación de la losa de cimentación para definir la ubicación exacta de cada punto de anclaje según los planos estructurales. Esta etapa inicial fue fundamental para garantizar el correcto posicionamiento de los espárragos y la alineación futura de las columnas.

Figura 10: Perforación inicial de losa para instalación de espárragos de anclaje



Nota. Elaboración propia (2025).

La fijación de los espárragos se realizó utilizando adhesivo epóxico **Sikadur-31**. El procedimiento incluyó la limpieza profunda del orificio para eliminar polvo y partículas, la

aplicación del adhesivo, la colocación y alineamiento de los espárragos, y el respeto estricto de los tiempos de curado establecidos por el fabricante.

Figura 11: Aplicación de Sikadur-31 en plinto de concreto para fijación de espárragos



Nota. Elaboración propia (2025).

Desde la Oficina Técnica se supervisó que las coordenadas de los anclajes coincidieran milimétricamente con las indicadas en los planos, dado que estos trabajos condicionaban la posición final de toda la estructura.

Montaje de estructura principal y secundaria

Con los anclajes listos, se procedió al montaje de columnas y vigas tubulares. Este proceso requirió una coordinación precisa entre el operador de la grúa, el personal de montaje y la supervisión técnica para asegurar el plomeo y nivelación de cada elemento.

Figura 12: Fijación y plomeo de columna metálica sobre espárragos



Nota. Elaboración propia (2025).

Posteriormente, se instalaron las vigas superiores que conformarían la plataforma de soporte para los equipos. Durante estas etapas se ajustaron alineamientos y se corrigieron pequeñas diferencias encontradas en campo.

Figura 13: Instalación de vigas superiores en la plataforma del sistema de refrigeración



Nota. Elaboración propia (2025).

Una vez conformado el pórtico principal, se procedió a la instalación de la estructura secundaria, compuesta por correas tipo "Z" y elementos de arrioste horizontal, los cuales darían soporte al cerramiento y rigidez al sistema

Figura 14: Colocación inicial de “zetas” y elementos horizontales



Nota. Elaboración propia (2025).

Se participó activamente en el registro fotográfico, la actualización de planillas de avance y la comunicación de incidencias a la Gerencia General y a la supervisión del cliente.

Instalación de cerramientos, barandas y acabados

Con la estructura principal y secundaria montada, se procedió a la instalación de los elementos de seguridad y operación, tales como barandas perimetrales, planchas antiderrapantes, escaleras tipo mariner, tensores y rigidizadores.

Figura 15: Instalación de barandas perimetrales en plataforma elevada



Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 16: Colocación de tensores para arriostre lateral



Nota. Elaboración propia (2025).

Paralelamente, se ejecutó el montaje de los paneles de cerramiento y la cubierta metálica, necesarios para proteger los equipos de refrigeración y delimitar el cuarto de frío.

Figura 17: Avance del techado metálico y fijación de paneles



Nota. Elaboración propia (2025).

Durante el montaje se presentaron limitaciones como cortes de energía, necesidad de uso de grupos electrógenos y retrasos por permisos de acceso, lo que obligó a reajustar el avance programado. Desde la Oficina Técnica, estos impactos se reflejaron en las valorizaciones y en la actualización de la curva S.

3.3.5. Actividades complementarias

Además del cuarto de frío y la plataforma del sistema Gas Cooler, se ejecutaron trabajos complementarios como la instalación de marcos, puertas técnicas, rejillas y estructuras auxiliares.

Figura 18: Supervisión técnica de instalación de puerta metálica en ambiente industrial



Nota. Elaboración propia (2025).

3.4. Seguridad, salud ocupacional y consideraciones éticas profesional (SSOMA)

El desarrollo de la experiencia se rigió por estrictos principios de ética profesional, respetando la confidencialidad de la información técnica del cliente y actuando con transparencia en la gestión de valorizaciones y metrados.

En el ámbito de la seguridad (SSOMA), las actividades se alinearon con la **Ley N.º 29783** y los protocolos internos. Se implementaron herramientas preventivas como el Análisis de Trabajo Seguro (ATS), permisos de trabajo en altura y charlas diarias. Asimismo, se exigió el uso obligatorio de EPP y sistemas de protección contra caídas, logrando cero accidentes incapacitantes durante el periodo de ejecución.

Gestión Técnica y Supervisión del Suministro e Instalación de Estructuras Metálicas para Cuarto de Frío – CD Pharma, 2025

Figura 19: Charla de seguridad previa al inicio de actividades en obra



Nota. Elaboración propia (2025).

Para los trabajos en plataformas elevadas y cubiertas, se emplearon andamios móviles certificados, arnés de seguridad, línea de vida y señalización adecuada.

Figura 20: Operarios trabajando en altura con andamio y arnés de seguridad



Nota. Elaboración propia (2025).

La Oficina Técnica intervino asegurando que cada permiso y registro fotográfico de SSOMA quedara asociado a las actividades específicas del proyecto, garantizando la trazabilidad frente a auditorías.

Gestión Técnica y Supervisión del Suministro e Instalación de Estructuras Metálicas para Cuarto de Frío – CD Pharma, 2025

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la gestión técnica y la supervisión del suministro e instalación de las estructuras metálicas del cuarto de frío y de la plataforma del sistema de refrigeración del proyecto CD Pharma. Asimismo, se analizan los efectos de la gestión técnico-administrativa sobre el avance físico y económico del proyecto. Los resultados se agrupan en dos dimensiones principales: los aspectos técnicos-constructivos, vinculados a la calidad de la estructura ejecutada; y los resultados de gestión y control, relacionados con las valorizaciones, el flujo de información y el cumplimiento de plazos.

4.1.Resultados técnicos del montaje estructural

El resultado más evidente del proyecto fue la ejecución completa de la estructura metálica del cuarto de frío y de la plataforma elevada del sistema de refrigeración, cumpliendo con las especificaciones del cliente y con la normativa aplicable. La estructura final integró columnas tubulares de acero estructural, vigas rectangulares, plataforma superior con plancha antiderrapante, así como barandas perimetrales, escaleras tipo marinero y elementos auxiliares para operación y mantenimiento.

En la plataforma superior se alcanzó un acabado uniforme y continuo, con barandas, pisos metálicos y accesos debidamente instalados y protegidos con el sistema de pintura especificado.

Figura 21: Plataforma superior terminada con acabados al 100 %



Nota. Elaboración propia (2025).

La estructura perimetral, especialmente en el área de barandas y tránsito técnico, presentó continuidad en los cordones de soldadura, un alineamiento adecuado y un recubrimiento homogéneo, verificados durante las inspecciones de calidad.

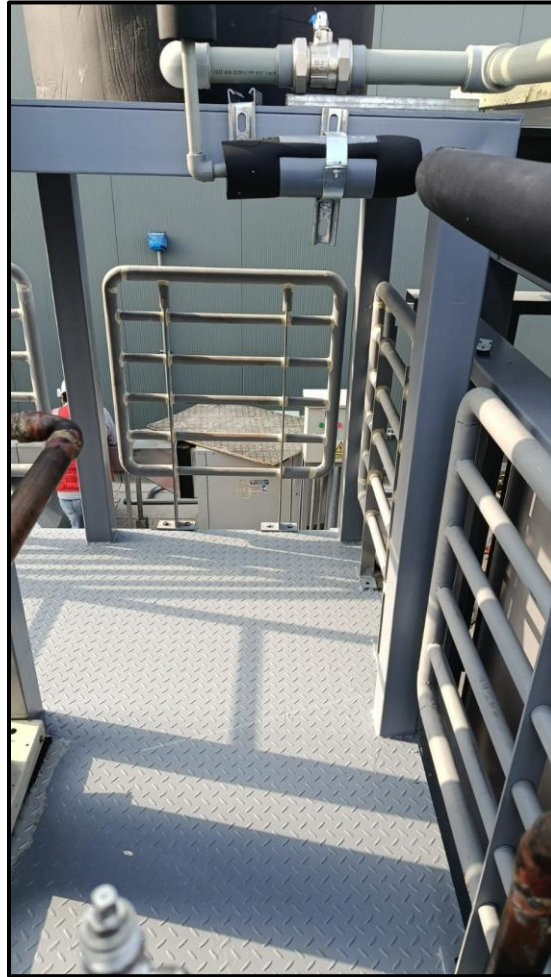
Figura 22: Instalación y fijación de barandas perimetrales alrededor del equipo Gas Cooler.



Nota. Elaboración propia (2025).

En cuanto a la integración con otros sistemas, se concluyó la instalación de pasarelas y barandas en zonas de tuberías y equipos, garantizando accesos seguros para las futuras labores de operación y mantenimiento del sistema de refrigeración.

Figura 23: Vista general de plataforma metálica con barandas y piso antiderrapante



Nota. Elaboración propia (2025).

Desde el punto de vista técnico, estos resultados evidencian el cumplimiento de las dimensiones definidas en los planos del proyecto y la correcta materialización de los puntos de apoyo del sistema de refrigeración. Asimismo, confirman la adecuación de los elementos de seguridad (barandas y pisos antideslizantes) y la obtención de un acabado final consistente con los espesores de pintura verificados previamente en taller.

4.2.Resultados de gestión técnico-administrativa

Además del resultado físico, la experiencia tuvo un componente crítico de gestión técnico-administrativa, especialmente considerando la modalidad contractual sin adelantos y el uso de valorizaciones semanales como mecanismo de flujo de caja.

Figura 24: Hoja de ruta para Valorización 01 del proyecto CD Pharma – Rack de frío

The form is titled 'HOJA DE RUTA PARA VALORIZACIÓN - PROYECTO CD PHARMA' and includes the Norton logo. It contains the following sections and data:

- Administración:** Elaborado por: [blank], Revisado por: [blank], Aprobado por: [blank], Fecha: 17.02.2024, Página: 1 de 1.
- Identificación:** Construcciones Kullia Peru SAC, Valorización N° 01 = 8810-400, RACK DE FRÍO, 20554101781.
- INGENIERO DE PRODUCCIÓN:** Encargado: [Signature], with checkboxes for tasks like 'Cumplimiento de Cronogramas', 'Ejecución y validación de obras', etc.
- JEFE DE OBRA:** Encargado: [Signature], with checkboxes for tasks like 'Control de calidad y documentación', 'Revisión de planos', etc.
- RESPONSABLE DE CALIDAD:** Encargado: [Signature], with checkboxes for tasks like 'Cumplimiento de Procedimientos', 'Control de calidad de materiales', etc.
- ADMINISTRADOR DE OBRA:** Encargado: [Signature], with checkboxes for tasks like 'Gestión de personal', 'Gestión de pagos', etc.
- INGENIERO DE OFICINA TÉCNICA DE OBRA:** Encargado: [Signature], with checkboxes for tasks like 'Revisión de planos', 'Ejecución de obra', etc.
- RESIDENTE DE OBRA:** Encargado: [Signature], with checkboxes for tasks like 'Control de calidad', 'Gestión de recursos', etc.

Nota. Elaboración propia (2025).

4.2.1. Valorizaciones y flujo de caja

Durante el proyecto se elaboraron diversas valorizaciones que permitieron reflejar el avance real del montaje estructural y sustentar los metrados ejecutados mediante fotografías y reportes técnicos. Este proceso facilitó la coordinación con la supervisión del cliente para la conformidad de las partidas y respaldó la emisión de facturas en los momentos oportunos:

Figura 25: Valorización 01 del proyecto CD Pharma – Rack de frío

VALORIZACION N° 01 - 8818 400 RACK DE FRIO																
CLIENTE: NORTON SAC																
CONTRATISTA: CONSTRUCCIONES HILLA PERU S.A.C																
DIRECCION: Av. 43 de la parameterana sur , Punta Negra, Lima.																
PROYECTO: CD PHARMA																
FECHA: JUNIO, 24 DE ABRIL DE 2025																
Item	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	ANTERIOR		ACTUAL		ACUMULADO		SALDO				
						%	CANTIDAD	MONTO	%	CANTIDAD	MONTO	%	CANTIDAD	MONTO		
CUARTO CENTRAL DE FRIO - ULTIMO PLANO																
MEDIDAS: 4.70 X 8.18 X H=3.85 MTS.																
	COLUMNAS METÁLICAS - CM1 TUBO RECTANGULAR FE A-36 DE 100 X 200 X 3MM (L=2.73) LUN. 2.73 4 UN.	18.20	343.82	S/	-	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	
	VIGAS METÁLICAS - VM1 TUBO RECTANGULAR FE A-36 DE 100 X 200 X 3MM	18.20	498.20	S/	8,977.89	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	2,825.16	35.00%	5.67	2,825.16	65.00%	
	CORREAS "C" 150 X 50 X 21 X 3MM	18.20	152.00	S/	2,754.12	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	971.94	35.00%	5.67	971.94	65.00%	
	CORREAS "C" 150 X 3MM	18.20	244.50	S/	3,960.30	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	1,366.32	35.00%	5.67	1,366.32	65.00%	
	PLANCHAS BASE DE COLUMNAS - PLANCHA FE A-36 E= 3/8" DE 360 X 260 Y PERNOS TIPO B1 DE S8"	18.10	96.00	S/	1,545.60	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.64	540.96	35.00%	5.64	540.96	65.00%	
	ARRIOSTRES BARRA LISA DE 1/2" CARTELAS Y PERNOS	18.20	74.40	S/	1,209.28	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	421.85	35.00%	5.67	421.85	65.00%	
	ARRIOSTRES BARRA LISA DE 3/8" CARTELAS Y PERNOS	18.20	32.04	S/	519.09	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	181.67	35.00%	5.67	181.67	65.00%	
	BRIANYS Y PERNOS DE CONEXIÓN	18.10	216.00	S/	4,587.60	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.64	1,760.65	35.00%	5.64	1,760.65	65.00%	
	CORREAS PARA CERRAMIENTOS - PERIL ANGULO DE 3" X 3" X 3MM	18.10	109.07	S/	1,768.06	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.64	614.62	35.00%	5.64	614.62	65.00%	
	VANO PARA PUERTA - TUBO DE 100 X 50 X 3MM - MEDIDAS: 2.10 X 2.40 MTS.	18.10	58.58	S/	843.11	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.64	330.09	35.00%	5.64	330.09	65.00%	
	RECURRIMIENTO DE PINTURA - MANO DE OBRA	129.00	29.00	S/	3,705.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	100.00%	129.00	0.00	3,705.00	
PLATAFORMA GAS COOLER																
MEDIDAS: 4.84 X 8.40 H=3.85																
	COLUMNAS METÁLICAS - CM1 TUBO CUADRADO FE A-36 DE 150 X 150 X 3MM L=2.05 20 UN.	18.20	999.42	S/	9,710.00	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	3,398.71	35.00%	5.67	3,398.71	65.00%	
	COLUMNAS METÁLICAS DE TANQUE - CM1 TUBO CUADRADO FE A-36 DE 100 X 100 X 3MM L=1.50 08 UN.	18.20	58.50	S/	947.70	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	331.70	35.00%	5.67	331.70	65.00%	
	VIGAS METÁLICAS - VM1 TUBO RECTANGULAR FE A-36 DE 100 X 150 X 3MM	18.20	860.51	S/	15,943.26	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	4,879.09	35.00%	5.67	4,879.09	65.00%	
	CORREAS "C" - 100 X 50 X 19 X 2	18.20	82.80	S/	1,341.36	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	459.48	35.00%	5.67	459.48	65.00%	
	PLANCHAS BASE DE COLUMNAS - PLANCHA FE A-36 E= 3/8" DE 360 X 360 Y PERNOS TIPO B1 DE S8"	18.10	188.00	S/	3,042.00	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.64	1,065.02	35.00%	5.64	1,065.02	65.00%	
	ARRIOSTRES BARRA LISA DE 1/2" CARTELAS Y PERNOS	18.10	128.16	S/	2,215.08	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.64	705.28	35.00%	5.64	705.28	65.00%	
	BRIANYS Y PERNOS DE CONEXIÓN	18.10	416.00	S/	8,881.60	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.64	2,338.53	35.00%	5.64	2,338.53	65.00%	
	PRO - PLANCHA FE ESTRIBADA E= 3/16"	18.20	1207.14	S/	20,047.67	0.00%	0.00	0.00	35.00%	5.67	7,014.58	35.00%	5.67	7,014.58	65.00%	
	ESCALERA DE GATO 1, CON CANASTILLA DE SEGURIDAD.	2.95	385.00	S/	1,135.75	0.00%	0.00	0.00	35.00%	1.03	397.51	35.00%	1.03	397.51	65.00%	
	ESCALERA DE GATO 2, CON CANASTILLA DE SEGURIDAD.	2.45	385.00	S/	904.00	0.00%	0.00	0.00	35.00%	0.84	323.40	35.00%	0.84	323.40	65.00%	
	BAJADA	18.20	448.20	S/	7,263.27	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	100.00%	448.20	0.00	7,263.27	
	RECURRIMIENTO DE PINTURA - MANO DE OBRA	129.00	29.00	S/	3,705.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	100.00%	129.00	0.00	3,705.00	
OTROS																
	ALMACEN DE OBRA	1.00	1600.00	S/	1,600.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	1.00	0.00	1,600.00	
	PROTECCIÓN DE PISO EN AREA DE MONTAJE	1.00	1300.00	S/	1,300.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	1.00	0.00	1,300.00	
	LIMPIEZA DE OBRA	1.00	500.00	S/	500.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	1.00	0.00	500.00	
EQUIPO DE IZAJE																
	GRUA 30 MTS. X 1 DIA 8 HORAS EN OBRA.	1.00	4200.00	S/	4,200.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	1.00	0.00	4,200.00	
COSTO DIRECTO																
DESCUENTO COMERCIAL			4.86%	S/	112,087.83		S/	-	S/	31,876.03		S/	31,876.03		S/	80,211.80
UTILIDAD			0.00%	S/	5,000.00		S/	-	S/	1,421.92		S/	1,421.92		S/	3,578.08
SUB TOTAL				S/	107,087.83		S/	-	S/	30,454.10		S/	30,454.10		S/	76,633.73
IMPUESTOS DED.			18.00%	S/	19,275.77		S/	-	S/	5,681.74		S/	5,681.74		S/	13,594.03
TOTAL PRESUPUESTO (CON IGV)				S/	126,363.59		S/	-	S/	36,135.84		S/	36,135.84		S/	90,227.75
PORCENTAJE DE AVANCE								0.00%								71.56%
RETENCIÓN FONDO DE GARANTÍA 5%			5.00%	S/	6,318.17		S/	-	S/	1,796.79		S/	1,796.79		S/	4,521.38
PORCENTAJE DE AVANCE				S/	120,045.42		S/	-	S/	34,339.05		S/	34,339.05		S/	85,706.37

Nota. Elaboración propia (2025).

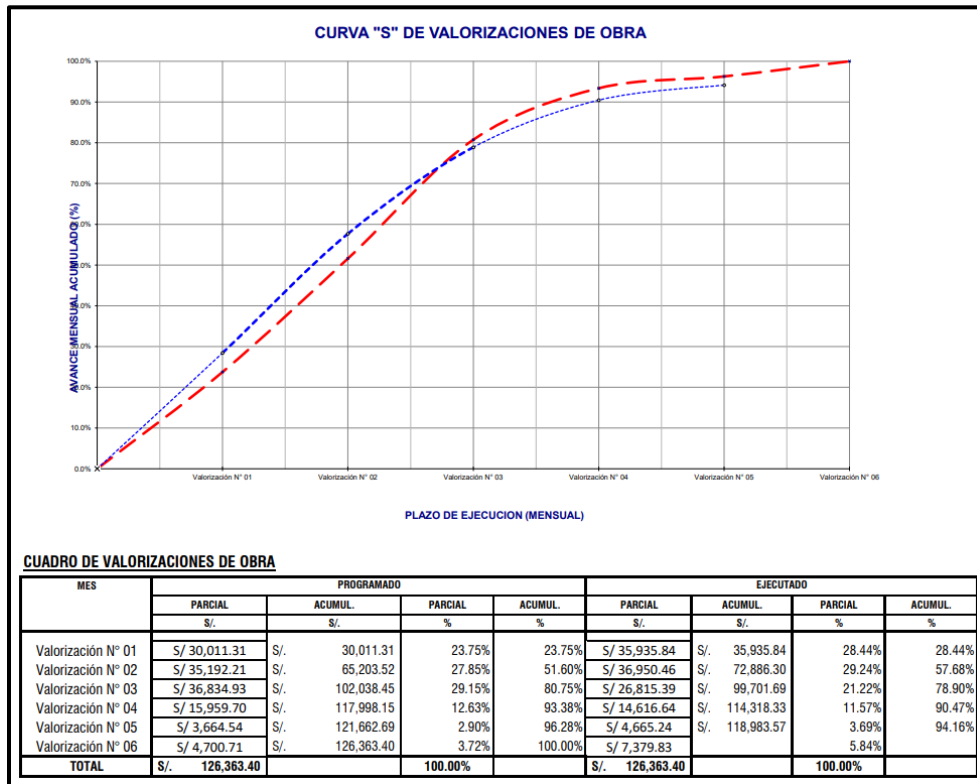
Las valorizaciones completas, incluidas en los anexos, evidencian un trabajo sistemático de desagregación de partidas y cálculo de porcentajes de avance. Este control redujo la probabilidad de controversias por metrados y contribuyó a mantener un flujo de caja estable, aun frente a dificultades operativas como los cortes de energía y retrasos por permisos.

4.2.2. Control de avance mediante curva S

El control del avance programado versus el avance real se realizó mediante una Curva S, elaborada y actualizada desde la Oficina Técnica. Esta herramienta permitió visualizar el impacto de los retrasos generados por factores externos, identificar los momentos en que

fue necesario intensificar recursos para recuperar el avance y medir el grado real de cumplimiento de los hitos establecidos.

Figura 26: Curva S de avance programado vs. real del montaje de estructuras metálicas



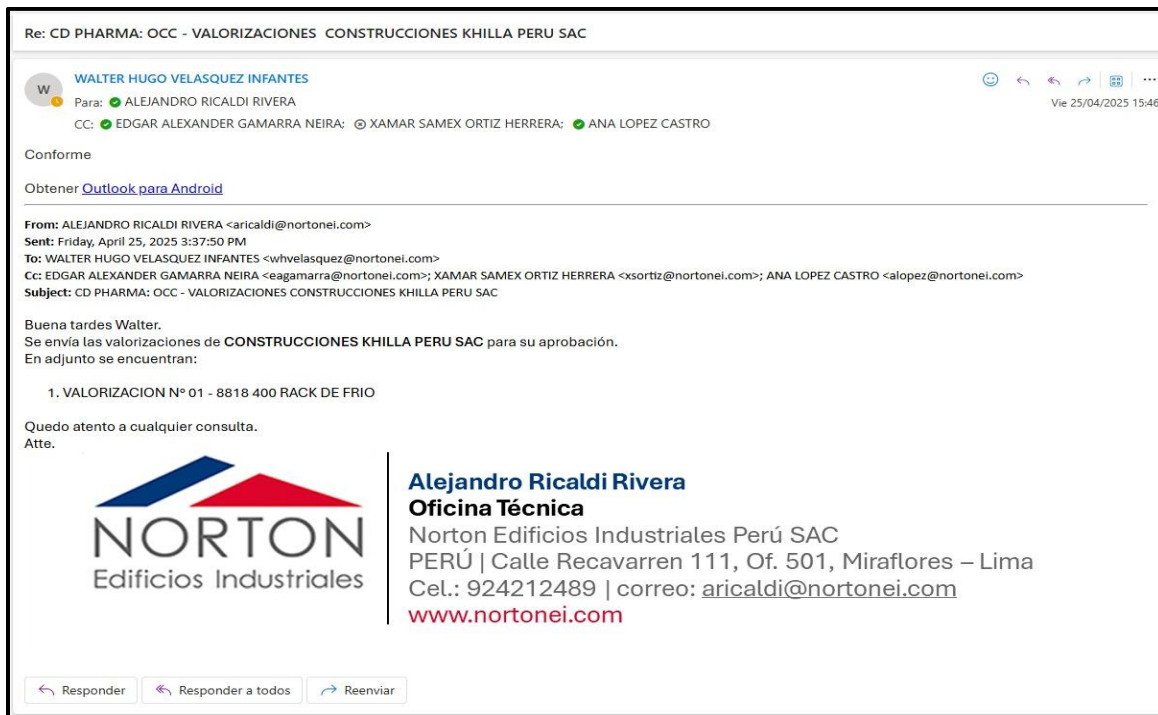
Nota. Elaboracion Propia (2025).

El análisis de esta curva permitió identificar desfasajes temporales y justificar reprogramaciones puntuales ante el cliente. Asimismo, sirvió para sustentar decisiones estratégicas, como la priorización de partidas críticas de montaje, funcionando en la práctica como el tablero de control principal del proyecto.

4.2.3. Coordinación contractual y evidencias documentales

Otro resultado relevante fue la consolidación de un flujo claro de comunicación con el cliente. Cada valorización aprobada derivó en la emisión de una factura y, posteriormente, en una confirmación formal vía correo electrónico.

Figura 27: Correo de aprobación de factura vinculada a la Valorización 01-CD Pharma – Rack de frío



Nota. Elaboración propia (2025).

Este tipo de comunicación formal permitió dejar constancia escrita de la aceptación del avance y reducir el riesgo de reclamos posteriores. De esta manera, se aseguró que la gestión económica estuviera alineada con el avance técnico, fortaleciendo la relación de confianza con el cliente Norton.

Gestión Técnica y Supervisión del Suministro e Instalación de Estructuras Metálicas para Cuarto de Frío – CD Pharma, 2025

4.3.Resultados en seguridad y cumplimiento SSOMA

Si bien las evidencias gráficas principales de SSOMA se detallaron en el capítulo anterior, a nivel de resultados se obtuvo la ejecución total del proyecto sin reporte de accidentes incapacitantes. Se logró el cumplimiento estricto de los protocolos de trabajo en altura y de uso de equipos de izaje, así como el uso sistemático de Equipos de Protección Personal (EPP). La documentación generada, como las charlas de seguridad, los ATS y los permisos de trabajo, validó que la gestión preventiva se integró eficazmente al flujo de producción.

4.4.Resultados de Control de Calidad: Acero, Soldadura y Pintura

El aseguramiento de la calidad constituyó un componente crítico para la aceptación de la estructura por parte del cliente. Los resultados obtenidos en este ámbito se validaron mediante ensayos y documentación técnica específica para cada material.

- **Calidad del Acero:** Se verificó la conformidad del 100% de los elementos estructurales mediante la trazabilidad documental. Los certificados de calidad emitidos por el proveedor (Aceros Arequipa) confirmaron que el material cumplía con las propiedades mecánicas y químicas exigidas por las normas ASTM A36 y ASTM A500, garantizando la resistencia de diseño especificada en los planos.



Figura 28: Certificado de Calidad de Acero Estructural


CARRETERA PANAMERICANA SUR N° 241, ICA, Pisco, Paracas. Teléfonos: (+51) 54232430, 54215341 Fax: 54219796.
<u>CERTIFICADO DE CALIDAD</u>
N° G-0FE65-0681673-5172187479-90054-1_1 N° Factura: 0FE65-0681673
CLIENTE : CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C. DESPACHO : N° APRO FECHA : 2025-01-29
Con el presente documento certificamos que comercializamos Tubo Negro Mecan. Rectangular. A500 de Acero que cumplen con la norma:
ASTM A500/A500M GRADO A
En las dimensiones de: 3.0MM X 100MM X 150MM X 6.0M

Nota. Elaboración propia (2025).

- **Resultados de Soldadura:** La integridad de las uniones soldadas se validó mediante un control de calidad en dos etapas, formalizado a través de protocolos de obra:
 1. **Inspección Visual (VT):** Se verificó la geometría del cordón y la ausencia de defectos superficiales. Como se observa en los registros, las juntas observadas (como la J4) fueron reparadas y liberadas oportunamente.
 2. **Ensayos No Destructivos (PT):** Se aplicaron líquidos penetrantes utilizando el kit certificado Cantesco. El reporte final confirmó un acabado "full blanco" sin indicaciones de fisuras o porosidad relevante en el muestreo realizado.

Figura 30 : Protocolo de Ensayo por Líquidos Penetrantes (PT)

		FORMATO	
		CÓDIGO:	FOR-CAL-KHILLA-VT-01
		VERSIÓN:	01
PRUEBA DE SOLDADURA POR TINTES PENETRANTES		FECHA DE APROB.:	15/05/2025
1. Datos Generales.			
Proyecto:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS - CD PHARMA	Cliente:	NORTON EDIFICIOS INDUSTRIALES PERU S.A.C.
Categoría:	Estructura metálica		
Constructor:	CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C.	Supervisión:	NORTON EDIFICIOS INDUSTRIALES
2. Identificación.			
Elemento Ensayado:	TC A-1	Método de Ensayo:	Prueba de tintes penetrantes
Especificación del Material:	ACERO / METAL	Detalle del material a Ensayar:	Acero estructural
Compañía que realiza la Prueba:	CONSTRUCCIONES KHILLA PERU S.A.C.		
3. Descripción de Técnica de Inspección de Tintes Penetrantes			
Tipo I : Examinación de Líquido Penetrante			
1.-Se realizó la limpieza y se removió todo tipo de impurezas con el solvente			<input checked="" type="checkbox"/>
2.-Se realizó la aplicación del tinte penetrante y se dejó secar mínimo 10 minutos			<input checked="" type="checkbox"/>
3.-Se procedió a eliminar restos del tinte penetrante y limpiar exterior de la zona			<input checked="" type="checkbox"/>
4.- se aplicó el revelador y se dejó esperando para resultados			<input checked="" type="checkbox"/>
Nota 1: Nombre del Líquido Limpiador:	CANTESCO C101-A		
Nota 2: Nombre del Líquido Penetrante:	CANTESCO P101S-A		
Nota 3: Nombre del Líquido Revelador:	CANTESCO D101-A		
Figura		Resultado	
		Acceptado	<input checked="" type="checkbox"/>
		Rechazado	<input type="checkbox"/>
8. Observaciones y/o recomendaciones.			
NO APLICA			

Nota. Registro de control de calidad en campo (2025).

- **Protección Anticorrosiva (Pintura):** La medición de espesores de película seca, realizada con equipos digitales tipo PosiTector debidamente calibrados, confirmó que el sistema de pintura aplicado cumplió con el micraje especificado. Las lecturas aleatorias en taller y obra se mantuvieron dentro de los rangos de tolerancia permitidos.

Figura 31: Certificado de Medidor de Espesor PosiTector

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-0797-2025			
			Exp.: 71298
			Fecha de Emisión : 2025-02-06
			Página 1 de 2
1.	SOLICITANTE	: CONSTRUCCIONES KHILLA PERÚ S.A.C.	
2.	DIRECCIÓN	: Jr. Filadelfia N° 2433 Urb. Perú - San Martín de Porres - Lima - Lima.	
3.	INSTRUMENTO	: MEDIDOR DE ESPESORES	
	Marca	: CHY	Alcance de indicación : 0 mil a 40 mil
	Modelo	: 113	División de escala : 0,1 mil
	N° de serie	: 16010079	Tipo de indicación : Digital
	Código de identif.	: No indica	Procedencia : No indica
	Ubicación	: No indica	
4.	FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN	Calibrado el 2025-02-06 en el Laboratorio de Longitud y Ángulo de METROIL S.A.C..	
5.	MÉTODO DE CALIBRACIÓN	La calibración se realizó por comparación directa con láminas patrones (elcometer).	
6.	TRAZABILIDAD	Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM. Se utilizaron los siguientes patrones :	
		Láminas patrones de código IL-202 con Certificado de Calibración N° CL-0119-2017 de METROIL S.A.C.	
7.	CONDICIONES DE CALIBRACIÓN		
	Temperatura Ambiental	Inicial : 20,3 °C	Final : 20,4 °C
	Humedad Relativa	Inicial : 49,6 % H.R.	Final : 51,5 % H.R.

Nota. Elaboración propia (2025).

4.5. Síntesis de resultados

En conjunto, los resultados de la experiencia validan el éxito del proyecto en tres ejes. Desde lo **técnico**, se entregó una estructura metálica ejecutada conforme a planos y normas, con un montaje ordenado y control de calidad riguroso. Desde la gestión, se lograron valorizaciones oportunas y el uso efectivo de la curva S para la toma de decisiones. Finalmente, desde la seguridad, se ejecutó el montaje en condiciones de riesgo controlado, sin accidentes que lamentar. Estos resultados constituyen la base para las conclusiones y recomendaciones expuestas en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones

1. La experiencia evidenció que el rol de la Oficina Técnica trasciende la elaboración documental. Desde esta área se consolidó la revisión de planos, la planificación del avance, la trazabilidad de materiales y la coordinación con el cliente, permitiendo mantener coherencia entre lo diseñado, lo fabricado y lo ejecutado en obra. Esta integración aseguró que las valorizaciones, la facturación y los registros técnicos reflejaran el avance real sin generar discrepancias.
2. La implementación de un riguroso control de calidad, basado en el uso de acero certificado (normas ASTM A500 y A36) y la verificación de soldaduras mediante ensayos no destructivos (tintes penetrantes bajo norma AWS D1.1), garantizó la entrega de una estructura confiable capaz de soportar las cargas dinámicas del sistema *Gas Cooler*. Esto demostró que la calidad técnica es el principal activo para generar confianza en el cliente.
3. La modalidad contractual sin adelantos directos exigió una gestión financiera precisa. El uso de la curva S para el control de desviaciones y la elaboración de valorizaciones semanales con sustento fotográfico permitieron mantener un flujo de caja operativo saludable, mitigando los impactos financieros derivados de factores externos como los cortes de energía y las demoras en los permisos de acceso.

4. La coordinación entre el taller de fabricación y el frente de montaje fue crítica para la logística del proyecto. Si bien se lograron los objetivos, la experiencia evidenció que cualquier desajuste en el habilitado o en la secuencia de despacho genera tiempos muertos inmediatos en obra, resaltando la importancia de la planificación logística "justo a tiempo" en proyectos con espacios reducidos.
5. La gestión de seguridad (SSOMA) se integró efectivamente a la producción, logrando cero accidentes incapacitantes durante las maniobras de alto riesgo en altura. Esto confirmó que el cumplimiento estricto de los ATS, permisos de trabajo y uso de andamios certificados no constituye una demora, sino una garantía de continuidad operativa y protección del recurso humano.

5.2.Recomendaciones

1. Se recomienda fortalecer la coordinación entre las áreas de oficina técnica, taller y montaje en obra, estableciendo procedimientos claros para la secuencia de fabricación, despacho y montaje de estructuras metálicas, de modo que se reduzcan tiempos muertos y se minimicen reprocesos durante la ejecución.
2. Se sugiere implementar un sistema de gestión documental digital centralizado que permita el acceso rápido a la última versión de planos vigentes, certificados de calidad, protocolos de liberación y comunicaciones contractuales (RDI), facilitando la trazabilidad de la información y la respuesta ante auditorías o reclamos.

3. Es recomendable complementar el control mediante hojas de cálculo con herramientas de programación de proyectos más avanzadas (como MS Project o Primavera) que permitan visualizar la ruta crítica y simular escenarios de impacto ante restricciones externas, mejorando la capacidad de respuesta ante imprevistos como cortes de servicios o falta de permisos.
4. Se aconseja estandarizar los formatos de control de calidad para los procesos de soldadura y pintura, definiendo criterios de aceptación claros basados en las normas AWS y SSPC desde el inicio del proyecto, para asegurar una homogeneidad en los acabados y reducir los tiempos de liberación por parte de la supervisión del cliente.
5. Se recomienda continuar con la capacitación del personal técnico en la interpretación de modelos BIM y gestión de costos, ya que estas competencias demostraron ser determinantes para la detección temprana de incompatibilidades y el control financiero del proyecto.

REFERENCIAS

- American Society for Testing and Materials. (2021). *ASTM A36/A36M-19: Standard Specification for Carbon Structural Steel*. ASTM International.
- American Society for Testing and Materials. (2021). *ASTM A500/A500M-21: Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes*. ASTM International.
- American Welding Society. (2020). *AWS D1.1/D1.1M:2020: Structural Welding Code – Steel* (24th ed.). AWS.
- Congreso de la República del Perú. (2011). *Ley N° 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Diario Oficial El Peruano.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 12944: Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems*. ISO.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.090 Estructuras Metálicas*. MVCS.
- Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK)* (6.ª ed.). Project Management Institute.
- Sika Perú. (2023). *Hoja Técnica: Sikadur®-31 Adhesivo epóxico de dos componentes, tixotrópico, tolerante a la humedad*. Sika.