

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE JOSÉ MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR**

**PROPUESTA DE EMPRESA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE PLANOS DE
PLANTA COMO ESTRATEGIA DE CONFIABILIDAD EN LA GESTIÓN DE
ACTIVOS**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
INGENIERO MANTENEDOR INDUSTRIAL
LICENCIADO EN INGENIERÍA.

Alumna:

Mayte Miyaray Moyano Araya.

Profesor Guía:

Ricardo Ciudad Cartagena.

2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: PROPUESTA DE EMPRESA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE PLANOS DE PLANTA COMO ESTRATEGIA DE CONFIABILIDAD EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS

Nombre del candidato(a): MAYTE MIYARAY MOYANO ARAYA

Carrera / Grado: INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL – LICENCIADO EN INGENIERIA

Campus: JOSE MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR Departamento: MECANICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS ok

Yo, RICARDO CIUDAD CARTAGENA, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☒ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 22-07-2026 Firma: r.ciudad

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 22-07-2026 Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

A Dios le debo el haber sostenido mi mano, guiando cada uno de mis pasos en este trayecto.

Mis padres, Guberlinda Araya Godoy y Manuel Moyano Cereceda, son los pilares de este logro que también les pertenece.

Papá, tu presencia constante y ese ejemplo silencioso de esfuerzo me enseñaron, sin necesidad de palabras, el valor de la responsabilidad y a jamás rendirme.

Mamá, tu amor infinito y tu escucha atenta en la distancia, a través de cada llamada y consejo, se convirtieron en mi refugio durante este camino.

Mi hermano Adolfo merece una mención especial; su perseverancia y alegría constante siempre me impulsaron a crecer. Asimismo, agradezco a mis hermanos Gustavo y Carolina el haber llenado este viaje de risas compartidas.

Mis sobrinos, mi inspiración diaria para convertirme en un mejor ejemplo. Entre ellos, mi ahijada Leonor ocupa un lugar especial como mi compañera incondicional de aventuras y fuente de felicidad.

De igual manera a mi compañero Diego Castillo porque desde el primer hasta el último día hizo que el trayecto fuera más ligero.

Lior Reyes, este triunfo te lo dedico por entero: es en cada paso por y para ti. Con todo mi amor, orgullo y gratitud, dedico el resultado de este gran esfuerzo a quienes formaron parte del camino y dejaron una huella imborrable.

RESUMEN

KEYWORDS: Gestión de activos, confiabilidad, actualización de planos, diagnóstico técnico, propuesta empresarial.

El presente trabajo propone la creación de una empresa dedicada al levantamiento y actualización de planos de plantas industriales, con el objetivo de optimizar la gestión de mantenimiento y fortalecer la confiabilidad de los activos. La investigación se basa en criterios técnicos comúnmente utilizados en la gestión de activos, mantenimiento industrial y en las buenas prácticas de ingeniería, los cuales destacan la importancia de contar con información técnica precisa, confiable y actualizada para la toma de decisiones.

A través de un diagnóstico en encuestas, entrevistas a profesionales del área y análisis documental, se identificarán brechas entre la documentación técnica existente y las necesidades operacionales de las organizaciones industriales. A partir de estos resultados, se identificarán criterios de calidad, estándares de nomenclatura y procedimientos de digitalización, junto con un flujo de trabajo que considera la recolección, validación y almacenamiento sistemático de los planos de planta.

El estudio concluye que disponer de documentación técnica actualizada contribuye a reducir los tiempos de intervención, mejora la trazabilidad de la información y apoya una gestión de mantenimiento más eficiente y confiable. Finalmente, se presenta una propuesta de implementación técnica, económica y organizacional para la puesta en marcha del servicio, evidenciando su viabilidad y su aporte a la continuidad productiva de las plantas industriales.

ÍNDICE PROYECTO

INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	12
CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN PLANTAS INDUSTRIALES.....	13
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL CAPÍTULO	14
1.2 MARCO CONCEPTUAL	14
1.3 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	15
1.3.1 Estado Actual de la documentación técnica en planta	15
1.3.2 Impacto asociado a deficiencias en la gestión documental.....	15
1.3.3 Flujo Actual de Gestión de la documentación técnica.....	16
1.4 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	19
1.5 DIAGNÓSTICO.....	19
1.5.1 Encuestas Aplicadas	19
1.5.2 Entrevistas a Expertos	20
1.5.3 Evidencia Documental	22
1.6 ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO DEL SERVICIO	22
1.7 SÍNTESIS DE CAPÍTULO	23
1.8 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO	24
CAPÍTULO 2: ESTÁNDARES Y FLUJO DE TRABAJO PARA EL LEVANTAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE PLANOS.....	25
2.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO.....	26
2.2 MARCO TÉCNICO Y FUNDAMENTACIÓN NORMATIVA.....	26
2.3 ALCANCE TÉCNICO DEL SERVICIO.....	27
2.4 ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA EL LEVANTAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE PLANOS.....	27
2.4.1 Criterios de Precisión y Nivel De Detalle.....	27
2.4.2 Consistencia Entre Disciplinas	28
2.4.3 Control de Versiones y Trazabilidad Documental.....	28
2.4.4 Estándares de Formato y Presentación	28
2.5 ESTÁNDARES DE NOMENCLATURA Y CODIFICACIÓN (ENFOCADOS EN PLANOS DE PLANTA).....	29
2.5.1 Codificación Jerárquica de Áreas De Planta.....	29
2.5.2 Nomenclatura de Planos y Archivos	29
2.5.3 Estandarización de Simbología Y Representación	30
2.6 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL LEVANTAMIENTO	31
2.6.1 Software CAD y Modelado	31
2.6.2 Instrumentos de Medición.....	31
2.6.3 Tecnologías Complementarias.....	31
2.6.4 Sistemas de Gestión Documental	31

2.7 DESARROLLO METODOLÓGICO DEL SERVICIO PROPUESTO	32
2.7.1 Flujo de Levantamiento y Actualización	32
2.7.2 Simulación metodológica de actualización documental	33
2.8 CAPACIDAD TÉCNICA DEL SERVICIO	34
2.9 INTEGRACIÓN CON CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO	34
2.10 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO	35
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA Y FINANCIERA	36
3.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO	37
3.2 ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA	37
3.2.1 Estructura organizacional mínima	37
3.2.2 Roles y responsabilidades.....	38
3.2.3 Gestión del servicio (coordinación, control y comunicación)	39
3.3 ANÁLISIS LEGAL DEL SERVICIO	39
3.3.1 Marco legal aplicable.....	40
3.3.2 Confidencialidad de la información	40
3.3.3 Propiedad intelectual de los planos	40
3.3.4 Contratos de prestación de servicios	41
3.4 ANÁLISIS SOCIETARIO.....	41
3.4.1 Tipo de empresa recomendable.....	41
3.4.2 Justificación de la elección de SpA.....	42
3.4.3 Ventajas y limitaciones de la SpA	42
3.5 ANÁLISIS TRIBUTARIO	42
3.5.1 Régimen tributario aplicable	43
3.5.2 Impuesto al Valor Agregado (IVA).....	43
3.5.3 Obligaciones tributarias adicionales	43
3.5.4 Evaluación tributaria del servicio	44
3.6 ANÁLISIS FINANCIERO PRELIMINAR	44
3.6.1 Costos asociados al servicio.....	44
3.6.2 Ingresos estimados	45
3.6.3 Evaluación básica de rentabilidad	45
3.7 RIESGOS ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS.....	45
3.7.1 Riesgos identificados.....	46
3.7.2 Medidas de mitigación y vinculación con condiciones generales	46
3.8 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO.....	47
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONOMICA.....	48
4.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO	49
4.2 SUPUESTOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA	49
4.3 FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 18 MESES.....	50

4.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA	52
4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	52
4.6 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO	53
CONCLUSIÓN GENERAL DEL TRABAJO.....	54
ANEXOS	55
Anexo 1: Encuesta aplicada a profesionales de mantenimiento y operaciones	55
A1.1 Formulario de Encuesta Aplicado.....	55
A1.2 Resultados Consolidados de Encuestas.....	55
Anexo 2: Entrevistas Realizadas a Expertos del Sector Industrial	56
Anexo 3: Condiciones Generales	57
A3.1 Introducción	57
A3.2 Objeto del Servicio.....	57
A3.3 Alcance del Servicio	57
A3.4 Condiciones para el Inicio del Servicio	57
A3.5 Obligaciones del Cliente	57
A3.6 Recursos y Costos Asociados	58
A3.7 Modalidad de Cobro	58
A3.8 Confidencialidad	58
A3.9 Propiedad de los Entregables.....	58
A3.10 Limitaciones del Servicio.....	58
A3.11 Vigencia y Carácter Referencial.....	59
Anexo 4: Oferta Comercial del Servicio	60
Anexo 5: Desglose De Costos Del Servicio	64
REFERENCIAS	66

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Flujo Actual De Gestión Y Fallas De Documentación Técnica..... 16

Figura 2: Impacto operacional de planos desactualizados 18

Figura 3: Plano industrial con simbología técnica 30

Figura 4: Flujo metodológico del servicio 32

Figura 5: Simulación metodológica del proceso 33

Figura 6: Estructura organizacional propuesta 39

Figura 7: Oferta Comercial del Servicio..... 60

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Comparación de condiciones actuales y criterios de mejora..... 18

Tabla 2: Resumen general de resultados de encuestas..... 20

Tabla 3: Proyección Del Flujo De Caja Del Proyecto..... 51

Tabla 4: Consolidado General de Encuestas 55

Tabla 5: Consolidado de entrevistas a expertos 56

Tabla 6: Desglose del servicio..... 64

Tabla 7: Cronograma del Servicio..... 65

SIGLAS

CAD	:	Computer-Aided Design (Diseño asistido por computador).
2D	:	Bidimensional.
3D	:	Tridimensional.
LP	:	Layout de Planta.
DE	:	Disposición de Equipos.
PI	:	Piping.
SE	:	Sector / Subárea.
AR	:	Área.
SUB	:	Subárea.
CM	:	Condition Monitoring (Monitoreo de condición).
EHS	:	Environment, Health and Safety (Seguridad, Salud y Medio Ambiente).
UF	:	Unidad de Fomento.
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado.
SpA	:	Sociedad por Acciones.
V	:	Versión del plano.
ISO	:	International Organization for Standardization.
P&ID	:	Piping and Instrumentation Diagram (Diagrama de tuberías e instrumentación).
EPP	:	Elementos de Protección Personal.
HSE	:	Health, Safety and Environment (Salud, Seguridad y Medio Ambiente).
CBM	:	Condition-Based Maintenance (Mantenimiento basado en condición).
RCM	:	Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento centrado en confiabilidad).
VAN	:	Valor Actual Neto.
TIR	:	Tasa Interna de Retorno.
Payback	:	Período de recuperación de la inversión.

INTRODUCCIÓN

En la industria actual, la gestión eficiente de los activos físicos es esencial para la continuidad operativa y la competitividad empresarial. Sin embargo, muchas plantas industriales presentan un déficit en su documentación técnica, especialmente en los planos de distribución y procesos, lo que dificulta la planificación del mantenimiento, incrementa los tiempos de intervención y dificulta la trazabilidad de la información. Frente a esta situación, resulta necesario implementar metodologías que aseguren la actualización y confiabilidad de los datos técnicos, en coherencia con los principios del mantenimiento industrial y la gestión de activos, donde disponer de registros técnicos precisos resulta fundamental para apoyar la toma de decisiones. En este contexto, el presente trabajo desarrolla una propuesta empresarial para el levantamiento y actualización de planos industriales, orientada a optimizar la gestión de mantenimiento y la confiabilidad de los activos mediante el uso de herramientas digitales, estándares de documentación y validación técnica especializada.

La investigación se desarrollará con un enfoque mixto, combinando análisis cualitativo y cuantitativo, orientado a plantas industriales seleccionadas. El enfoque cualitativo busca comprender las percepciones y experiencias de los profesionales de mantenimiento respecto al estado de actualización de los planos, mientras que el enfoque cuantitativo permitirá medir la magnitud del problema y evaluar las brechas existentes. Esta combinación permite obtener una visión integral del problema, incorporando tanto la percepción de los profesionales como evidencia cuantificable de las brechas existentes.

El tipo de estudio será aplicado, descriptivo, no experimental y transversal. Se considera aplicado debido a que busca desarrollar una solución práctica orientada a una problemática industrial real, y descriptivo porque analiza la situación actual de los planos y la documentación.

La población de estudio estará conformada por plantas industriales seleccionadas según criterios de disponibilidad de información. La muestra estará conformada por profesionales de distintas áreas de ingeniería pertenecientes a las organizaciones analizadas, sin acceder a documentación técnica confidencial.

En la recolección de datos se utilizarán diversas técnicas:

- Revisión documental, con el fin de analizar la información técnica y antecedentes sobre actualización de planos.
- Entrevistas y encuestas a profesionales de distintas áreas de ingeniería, con el propósito de identificar necesidades y validar aspectos de la propuesta.
- Validación remota mediante evidencia disponible, para verificar el estado real de los planos, equipos y documentación de las plantas industriales seleccionadas.

Los instrumentos empleados incluirán cuestionarios estructurados, guías de entrevista y el análisis de información histórica asociada a antecedentes de planos desactualizados, los cuales permiten sistematizar la información recopilada y asegurar la trazabilidad de los datos durante el desarrollo del estudio.

La metodología propuesta se estructura en cinco etapas principales:

1. Levantamiento del diagnóstico, identificando el estado actual de los planos y documentación.
2. Análisis de brechas, comparando la situación actual de la documentación con criterios técnicos y buenas prácticas de gestión de activos y mantenimiento industrial, con el fin de detectar deficiencias y oportunidades de mejora.
3. Definición de estándares y flujo de trabajo, estableciendo criterios de nomenclatura, herramientas tecnológicas y procesos para la actualización de planos.
4. Validación de la propuesta, mediante retroalimentación de expertos y pruebas piloto de carácter técnico.
5. Elaboración de la propuesta final, presentando un plan de implementación técnico y económico, incluyendo estructura organizacional.

Cada una de las etapas se orienta a asegurar la confiabilidad, consistencia y disponibilidad de la información documental, aportando al fortalecimiento de la gestión de mantenimiento y el desempeño operacional. De esta forma, la propuesta apunta a disminuir tiempos de intervención, mejorar el desempeño industrial y fortalecer la planificación de trabajos técnicos a partir de antecedentes actualizados y confiables.

El alcance del estudio comprende el diseño metodológico y operativo de la propuesta de servicio, abarcando el diagnóstico, la definición de estándares, el flujo de trabajo y la evaluación de su factibilidad técnica y económica. No considera la implementación en terreno, sino la validación técnica que respalde su futura aplicación en plantas industriales. En conjunto, el trabajo busca fortalecer la gestión de mantenimiento y promover la adopción de buenas prácticas en la gestión de la documentación técnica industrial.

OBJETIVOS

El objetivo general es diseñar una propuesta empresarial de levantamiento y actualización de planos de plantas industriales para optimizar la gestión de mantenimiento y mejorar la confiabilidad de los activos, basada en diagnóstico, análisis de brechas y validación con expertos, considerando buenas prácticas de ingeniería, gestión de activos y mantenimiento industrial. A partir del diagnóstico de la situación actual, el análisis de brechas de la documentación técnica y la validación de la propuesta mediante encuestas y entrevistas a profesionales del sector, considerando buenas prácticas de ingeniería, gestión de activos y mantenimiento industrial.

Para alcanzar este propósito se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Diagnosticar necesidades y brechas en la documentación técnica de planta, considerando criterios de gestión de mantenimiento, confiabilidad operacional y buenas prácticas de ingeniería para establecer la situación actual de la documentación técnica y definir los requerimientos del servicio propuesto.
2. Definir estándares de calidad, nomenclatura y herramientas tecnológicas para el levantamiento y actualización de planos, con el fin de asegurar la consistencia, trazabilidad y confiabilidad de la documentación técnica.
3. Diseñar un flujo de trabajo integral que garantice la trazabilidad y confiabilidad de la información técnica, para estandarizar el proceso de levantamiento y actualización de planos.
4. Evaluar la viabilidad técnica, económica y organizacional de la propuesta empresarial, para determinar su factibilidad de implementación como servicio especializado para plantas industriales.

**CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN
PLANTAS INDUSTRIALES**

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL CAPÍTULO

La gestión eficiente de los activos industriales depende de contar con documentos técnicos precisos y actualizados, especialmente los planos de distribución, procesos y servicios. Sin embargo, diversas plantas industriales presentan deficiencias en este ámbito, lo que limita la planificación del mantenimiento, la trazabilidad de las intervenciones y la confiabilidad de la información para la toma de decisiones.

Este capítulo tiene como propósito diagnosticar las necesidades y brechas existentes en la documentación técnica de planta, identificando oportunidades de mejora que fundamenten la propuesta de levantamiento, actualización de planos y su viabilidad preliminar como servicio especializado para el sector industrial.

El diagnóstico desarrollado en este capítulo **se sustenta en la aplicación de encuestas a profesionales del sector industrial, entrevistas a expertos y revisión documental**, cuyos resultados permiten caracterizar el estado actual de la documentación técnica utilizada en plantas industriales.

1.2 MARCO CONCEPTUAL

La gestión del mantenimiento industrial y la confiabilidad de los activos dependen directamente de la disponibilidad de antecedentes técnicos precisos y actualizados. Esta información es fundamental para la toma de decisiones, la planificación de intervenciones y la optimización de los procesos operacionales. Entre los principales documentos necesarios para una correcta gestión se encuentran los planos de planta, que incluyen planos de distribución, procesos, servicios e instalaciones técnicas asociadas. Estos planos deben reflejar de manera precisa la configuración y el estado real de los sistemas industriales, permitiendo su utilización eficiente en las actividades de mantenimiento.

Bajo este contexto, el mantenimiento basado en buenas prácticas de ingeniería considera la documentación técnica como un insumo fundamental. Diversos enfoques asociados a la administración de activos destacan la importancia de disponer de información confiable sobre los equipos e instalaciones, permitiendo gestionar adecuadamente su ciclo de vida, asegurar la operatividad de los sistemas y reducir riesgos operacionales, criterio coherente con lineamientos utilizados en referencias técnicas como ISO 55000 (ISO, 2014).

Asimismo, las buenas prácticas de gestión documental enfatizan la necesidad de mantener control, trazabilidad y actualización permanente de la documentación técnica, incluyendo planos y diagramas industriales, en concordancia con criterios utilizados en sistemas de gestión de calidad como ISO 9001 (ISO, 2015).

Además, las normas de dibujo técnico, como ISO 128 e ISO 5455, proporcionan criterios para la representación gráfica, simbología y presentación de planos industriales, contribuyendo a asegurar claridad, estandarización y manejo de documentación industrial por parte de los equipos técnicos de mantenimiento, ingeniería y operación. Estas referencias permiten fortalecer la consistencia documental y facilitar el uso eficiente de los planos dentro del entorno industrial.

En el ámbito del mantenimiento, las buenas prácticas sugieren que la documentación técnica

debe incluir no solo los planos de los sistemas, sino también registros históricos de modificaciones, permitiendo la trazabilidad de los cambios realizados en planta y la identificación de posibles áreas de riesgo. Este enfoque contribuye a fortalecer la confiabilidad de los sistemas industriales, apoyar el monitoreo de las condiciones operativas y reducir fallas, criterio consistente con enfoques de confiabilidad y gestión documental utilizados en mantenimiento industrial, como los establecidos en ISO 14224:2016.

Por lo tanto, la actualización de los planos industriales se convierte en una acción relevante para fortalecer la gestión de mantenimiento y la confiabilidad de los activos, ya que facilita el acceso a información de ingeniería confiable y actualizada, necesaria para la planificación de intervenciones, la gestión de riesgos y la toma de decisiones basadas en datos precisos.

1.3 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.3.1 Estado Actual de la documentación técnica en planta

En muchas plantas industriales, los planos y documentos técnicos presentan problemas recurrentes, entre los cuales destacan:

- Falta de actualización tras modificaciones realizadas en la planta.
- Inconsistencias entre planos de diferentes áreas.
- Nomenclatura no estandarizada, lo que dificulta la interpretación y la trazabilidad de la información.
- Escasa digitalización, que limita el acceso rápido, seguro y centralizado a la documentación.

Estas deficiencias generan retrasos en las actividades de mantenimiento, incrementan los riesgos operativos y dificultan la implementación de estrategias basadas en el monitoreo de condición de los activos.

1.3.2 Impacto asociado a deficiencias en la gestión documental

La ausencia de antecedentes técnicos confiables y coherentes con la condición real de planta puede generar consecuencias relevantes sobre procesos relacionados con mantenimiento, ingeniería y continuidad operacional. El uso de antecedentes desactualizados dificulta la planificación de actividades, incrementa los tiempos de búsqueda de referencias técnicas y aumenta la probabilidad de errores durante trabajos en terreno.

A partir del diagnóstico realizado, es posible identificar distintos parámetros potencialmente afectados por deficiencias en el control documental:

- Tiempo promedio de acceso a planos y documentación de apoyo.
- Porcentaje de archivos no alineados con la configuración real de los sistemas.
- Aumento en los tiempos de intervención debido a inconsistencias técnicas.
- Efecto sobre indicadores de mantenibilidad, como el MTTR (Mean Time To Repair).
- Generación de retrabajos asociados a errores de interpretación o trazabilidad.

- Incremento del riesgo durante actividades ejecutadas con antecedentes desactualizados.

El MTTR corresponde al tiempo promedio requerido para recuperar un equipo o sistema después de una falla, siendo utilizado como referencia para evaluar la mantenibilidad y eficiencia de las labores de mantenimiento.

La expresión del indicador se define como:

Ecuación 1. Indicador MTTR

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Número de intervenciones}}$$

Fuente: Adaptado de ISO 14224 (ISO, 2016).

Donde:

- Tiempo total de reparación: suma de las horas empleadas en actividades de recuperación operacional.
- Número de intervenciones: cantidad total de reparaciones o acciones correctivas ejecutadas.

Un valor reducido de MTTR refleja una mayor capacidad de respuesta frente a fallas, permitiendo disminuir tiempos improductivos y favorecer la continuidad operacional. En este contexto, disponer de planos y registros actualizados contribuye a mejorar la localización de equipos, optimizar accesos y facilitar la ejecución de actividades en terreno.

1.3.3 Flujo Actual de Gestión de la documentación técnica

Se elaboró un diagrama de flujo que describe el proceso actual de gestión de la documentación técnica y evidencia los puntos críticos.

Figura 1: Flujo Actual De Gestión Y Fallas De Documentación Técnica



Fuente: Elaboración Propia.

Al analizar el diagrama está en evidencia que las fallas en la gestión de documentación técnica se originan principalmente por la falta de centralización, la actualización tardía o inexistente de los planos y la ausencia de responsables claros en la revisión de la información.

Estos puntos críticos generan el uso de planos desactualizados en terreno, dificultan la trazabilidad y finalmente derivan en errores operativos, retrabajos y tiempos muertos. Por lo tanto, el problema no solo es técnico, sino también de gestión y control documental.

Podemos destacar que esta brecha no está siendo abordada como un proceso estratégico dentro de las organizaciones, sino más bien como una actividad secundaria, lo que incrementa los riesgos operacionales y las ineficiencias en la gestión.



Fuente: Elaboración Propia.

En comparación entre las condiciones identificadas en el proceso documental actual y los criterios considerados para fortalecer el control, organización y disponibilidad de los antecedentes utilizados en planta.

Tabla 1: Comparación de condiciones actuales y criterios de mejora

Aspecto evaluado	Situación actual	Mejora propuesta
Disponibilidad documental	Información distribuida en múltiples formatos y ubicaciones	Repositorio digital centralizado
Control de cambios	Modificaciones sin registro formal	Seguimiento y validación de cambios
Acceso a información	Dependencia de búsqueda manual	Consulta rápida y organizada
Confiabilidad documental	Diferencias entre terreno y documentación	Información alineada con condiciones reales
Coordinación entre áreas	Dificultades de comunicación técnica	Mayor integración entre mantenimiento e ingeniería
Soporte a intervenciones	Retrasos por inconsistencias técnicas	Mejor preparación y ejecución de trabajos
Continuidad operativa	Mayor exposición a errores y reprocesos	Reducción de tiempos improductivos
Gestión técnica	Ausencia de control documental formal	Administración documental estructurada

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 1 evidencia la importancia de establecer mecanismos formales para el control y actualización de la documentación utilizada en

1.4 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para identificar y validar las brechas en la documentación técnica, y demostrar que la desactualización de planos es un problema recurrente en la industria, se emplearon las siguientes herramientas:

1. Encuesta a profesionales del área de mantenimiento y operación.
2. Entrevistas a expertos del sector industrial.
3. Revisión documental complementaria.
4. Validación remota mediante evidencia disponible.

Los criterios de evaluación se centraron en la actualización, precisión, accesibilidad, consistencia y trazabilidad de la documentación de referencia utilizada en planta, con el objetivo de establecer un diagnóstico representativo del estado de la documentación en el contexto industrial actual.

1.5 DIAGNÓSTICO

1.5.1 Encuestas Aplicadas

A partir de las encuestas realizadas en las empresas CMP, ENGIE y GE Vernova, se identificó que los planos constituyen una herramienta de uso frecuente dentro de las actividades de mantenimiento, operación e ingeniería. La mayoría de los encuestados indicaron utilizar esta documentación de manera frecuente o al menos ocasional durante la ejecución de sus labores, evidenciando su relevancia como apoyo para la operación, planificación y ejecución de actividades técnicas.

Sin embargo, los resultados obtenidos evidenciaron una importante desactualización de los planos disponibles, ya sea de manera parcial o total respecto a las condiciones reales de planta, generando diferencias entre la información documental y la situación existente en terreno.

Entre las principales consecuencias asociadas al uso de información desactualizada, los encuestados destacaron pérdidas de tiempo, retrasos en la ejecución de actividades, dificultades para encontrar registros de referencia y necesidad de rehacer trabajos. Asimismo, parte de los participantes indicaron que esta situación puede incrementar el riesgo de fallas o errores operacionales, afectando directamente la eficiencia de las actividades de mantenimiento y la confiabilidad de la información utilizada para la toma de decisiones.

En términos generales, los participantes coinciden en que disponer de planos actualizados contribuiría significativamente a mejorar la confiabilidad de los activos, fortalecer la gestión del mantenimiento y optimizar los procesos operacionales dentro de las organizaciones industriales.

La Tabla 2 presenta un resumen consolidado de los principales resultados obtenidos durante la aplicación de las encuestas. La información complementaria y el detalle de la encuesta aplicada se presentan en el Anexo A.

Tabla 2: Resumen general de resultados de encuestas

Aspecto Evaluado	Resultado General de las Encuestas
Uso de planos técnicos	La mayoría de los encuestados indicaron utilizar planos de planta de manera frecuente o parcial en actividades de mantenimiento, operación e ingeniería.
Estado de actualización de planos	Predomina la percepción de que los planos disponibles no se encuentran actualizados o presentan actualizaciones parciales respecto a las condiciones reales de planta.
Principales problemas detectados	Se identificaron pérdidas de tiempo, retrasos operacionales, dificultades para localizar información técnica, necesidad de rehacer actividades y riesgos asociados a fallas operacionales.
Impacto en el mantenimiento	La mayoría de los participantes considera que la falta de actualización de planos afecta significativamente la eficiencia de las actividades de mantenimiento.
Relación con la confiabilidad de activos	Existe consenso respecto a que contar con planos actualizados contribuiría a mejorar la confiabilidad de los activos y fortalecer la gestión del mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe destacar que la encuesta se aplicó a profesionales vinculados a las áreas de mantenimiento, operación e ingeniería de empresas del sector industrial. La selección de los participantes se realizó considerando su experiencia en el uso de planos y documentación técnica durante el desarrollo de sus funciones. El cuestionario estuvo compuesto por preguntas cerradas y de selección múltiple, orientadas a identificar el estado de actualización de los planos, las principales dificultades asociadas a su utilización y la percepción sobre el impacto que la documentación técnica tiene en la gestión del mantenimiento y la confiabilidad de los activos.

1.5.2 Entrevistas a Expertos

Las entrevistas se realizaron mediante un muestreo no probabilístico por criterio, seleccionando tres profesionales con experiencia en áreas de mantenimiento, ingeniería y prevención de riesgos pertenecientes al sector industrial. Como criterios de selección se consideró la experiencia laboral en plantas industriales, la participación en actividades relacionadas con la gestión de mantenimiento o documentación técnica y el conocimiento de los procesos operacionales. Las entrevistas fueron de tipo semiestructurado, lo que permitió abordar preguntas previamente definidas y, al mismo tiempo, profundizar en aquellos aspectos relevantes surgidos durante la conversación. La información obtenida fue analizada de forma cualitativa para identificar problemáticas comunes y validar los resultados del diagnóstico.

La información obtenida permitió identificar que la problemática asociada a la desactualización de planos no afecta únicamente al área de mantenimiento, sino que también genera impactos en la operación, la seguridad y la gestión técnica de las organizaciones. Entre los principales aspectos mencionados por los profesionales entrevistados se encuentran:

- Ausencia de responsables definidos para el control y actualización de la documentación técnica.
- Modificaciones operacionales o cambios de layout que no son reflejados oportunamente en los planos.

- Escasa coordinación entre las distintas áreas para validar y registrar cambios ejecutados en terreno.
- Dificultades para desarrollar inspecciones, análisis de riesgos o levantamiento de fallas utilizando información desactualizada.

De igual manera, los entrevistados señalaron que la actualización de planos constituye un elemento relevante para la continuidad y confiabilidad de los sistemas industriales, debido a que facilita el acceso a antecedentes más precisos y favorece la planificación de actividades de mantenimiento y evaluación de riesgos.

Los antecedentes obtenidos en las entrevistas, incorporados en el Anexo B, evidencian diversas debilidades relacionadas con el control documental y la gestión documental dentro de las organizaciones analizadas.

En términos generales, los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de implementar un sistema estructurado de levantamiento, actualización y control documental de planos técnicos, que permita asegurar información confiable, trazable y acorde con las necesidades operacionales de la industria.

1.5.3 Evidencia Documental

Además de las encuestas y entrevistas, el diagnóstico incorpora antecedentes de ingeniería y reportes de accidentes industriales que muestran que tener planos de planta desactualizados es un riesgo importante para la confiabilidad y la seguridad de la operación.

Por ejemplo, diferentes estudios sobre distribución de planta indican que un buen layout puede reducir de forma notable los accidentes laborales. Un estudio reciente, que combinó revisión documental, observaciones en planta y simulaciones, determinó que reorganizar el layout pensando en la reducción de riesgos puede disminuir los incidentes hasta en un 80 % y mejorar la eficiencia de los desplazamientos dentro de la planta (Mendoza Barreiro et al., 2025).

También, la filosofía de diseño industrial “inherentemente seguro” destaca que la ubicación de equipos y espacios es clave para prevenir consecuencias graves en caso de incidentes. Se ha demostrado que una mala distribución física puede aumentar los efectos dominó en escenarios peligrosos (Darraidou & Ponzone, 2013).

Un caso muy conocido es la explosión del complejo químico de Phillips en Pasadena (EE. UU.) el 23 de octubre de 1989. Según el informe de la HSE, uno de los factores que agravó el accidente fue el layout de la planta, especialmente la cercanía entre equipos, edificios ocupados y rutas de escape, lo que dificultó la respuesta de emergencia.

Toda esta evidencia la importancia de mantener los planos de planta actualizados. No se trata únicamente de un aspecto administrativo, sino de una herramienta clave para asegurar la confiabilidad y reducir los riesgos operacionales, especialmente cuando la representación física de la planta no coincide con su condición real. Lo anterior permite inferir que la gestión de la documentación técnica no está siendo abordada de manera estructurada en las organizaciones industriales, constituyendo una brecha crítica que impacta directamente en el desempeño funcional, la seguridad de las instalaciones y la eficiencia en la gestión de mantenimiento.

1.6 ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO DEL SERVICIO

El diagnóstico desarrollado en este capítulo evidencia que la desactualización de los planos de planta constituye una problemática recurrente en el sector industrial, afectando de manera directa la gestión del mantenimiento, la planificación operativa y la evaluación de riesgos. Esta situación no se presenta como un caso aislado, sino como una condición transversal observada en distintas plantas industriales, independiente de su rubro productivo.

Las evidencias obtenidas a partir de encuestas, entrevistas y revisión de antecedentes históricos permiten identificar una necesidad real y reconocida por los propios actores del sector respecto a la disponibilidad de archivos técnicos confiable y actualizados. En particular, las empresas industriales medianas y grandes, caracterizadas por procesos productivos complejos, modificaciones frecuentes de layout, ampliaciones o cambios en servicios industriales, se ven especialmente afectadas por la falta de planos actualizados y por la ausencia de una gestión documental estructurada.

Desde una perspectiva de mercado, se observa que la actualización de planos de planta suele abordarse de manera reactiva, sin metodologías definidas ni responsables claros, o bien queda relegada frente a otras prioridades operacionales. Esta condición genera una brecha que no siempre es cubierta mediante recursos internos, lo que abre la posibilidad de externalizar esta función a un servicio especializado, capaz de entregar una solución técnica sistemática, ordenada y alineada con buenas prácticas de ingeniería.

La propuesta de un servicio de levantamiento y actualización de planos industriales se posiciona, por tanto, como una alternativa viable para responder a esta necesidad, sin interferir con la confidencialidad de la información interna de las organizaciones. El servicio se orienta a mejorar la disponibilidad, trazabilidad y control de la documentación técnica.

En este contexto, la información recopilada permite concluir que existe una demanda potencial por este tipo de servicio en el sector industrial, sustentada en la existencia de una problemática reconocida, en la falta de soluciones internas estructuradas y en la necesidad de contar con documentación técnica confiable para apoyar la toma de decisiones. Estos antecedentes respaldan la prefactibilidad de mercado del proyecto y justifican su análisis en etapas posteriores de evaluación técnica, administrativa y económica.

Desde una perspectiva de ingeniería, esta condición evidencia una oportunidad clara para la implementación de soluciones especializadas que permitan gestionar la información de infraestructura como un activo estratégico dentro de la organización.

1.7 SÍNTESIS DE CAPÍTULO

El diagnóstico desarrollado permitió identificar que los planos de planta presentan problemas frecuentes de desactualización, falta de estandarización y dificultades de acceso, situación que afecta las actividades de mantenimiento, la planificación de tareas y la evaluación de riesgos, debido a que la documentación disponible no siempre representa la condición real de las instalaciones.

Asimismo, las encuestas, entrevistas y la revisión documental evidenciaron que estas deficiencias generan retrasos, retrabajos y una mayor dependencia del conocimiento individual de los trabajadores, limitando la confiabilidad de la información técnica y la eficiencia de la gestión documental.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten establecer que existe una necesidad de fortalecer el control y la actualización de la documentación técnica mediante un proceso estructurado que asegure la consistencia, trazabilidad y disponibilidad de los planos de planta. A partir de estas brechas identificadas, el siguiente capítulo desarrolla la propuesta técnica del servicio, definiendo los estándares de calidad, la nomenclatura, las herramientas tecnológicas y el flujo metodológico para el levantamiento y actualización de planos, dando respuesta a las necesidades detectadas en el diagnóstico.

1.8 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto se realizará mediante una comparación entre la situación base sin proyecto y la situación con proyecto, con el objetivo de analizar los beneficios potenciales asociados a la implementación del servicio de levantamiento y actualización de planos industriales.

La situación base sin proyecto corresponde al escenario actual identificado en el diagnóstico, caracterizado por la existencia de planos desactualizados, falta de estandarización, acceso limitado a la documentación técnica y ausencia de procesos formales para el control de modificaciones. En este escenario, las actividades de mantenimiento y operación dependen en gran medida del conocimiento individual del personal y de información incompleta o no validada.

La situación con proyecto considera la disponibilidad de un servicio estructurado que permita levantar, actualizar y gestionar los planos de planta mediante criterios técnicos definidos, herramientas digitales y un flujo de trabajo estandarizado. Este escenario incorpora un control sistemático de la información, mejora el acceso a la documentación técnica y fortalece la trazabilidad de los cambios realizados en la planta.

Para la evaluación del proyecto se definirán indicadores asociados a la gestión de la información documental, tales como la reducción de tiempos de búsqueda de planos, mejora en la disponibilidad de la documentación, disminución de retrabajos asociados a errores de información y apoyo a la planificación del mantenimiento. Estos indicadores permitirán comparar ambos escenarios y evaluar el aporte del servicio propuesto.

Los criterios de evaluación se centrarán en la factibilidad técnica del servicio, su coherencia con las necesidades detectadas en el diagnóstico y su potencial contribución a la mejora. Esta metodología contribuye a sustentar, desde una perspectiva técnica y organizacional, la viabilidad del proyecto y su aporte al fortalecimiento de las buenas prácticas en la gestión de la documentación técnica industrial.

CAPÍTULO 2: ESTÁNDARES Y FLUJO DE TRABAJO PARA EL LEVANTAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE PLANOS

2.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO

La actualización y estandarización de los planos de planta constituye un elemento clave para fortalecer el control documental y disponer de información confiable para actividades asociadas a mantenimiento, operación e ingeniería.

En este contexto, los planos de planta no corresponden únicamente a documentos gráficos, sino herramientas estratégicas que permiten:

- Mejorar la identificación de rutas, accesos y puntos de medición.
- Facilitar análisis de criticidad, modos de falla y planificación de tareas.
- Respalidar decisiones de ingeniería y confiabilidad durante el ciclo de vida de los activos.

Este capítulo establece los estándares de calidad, criterios de codificación y flujo de trabajo necesarios para asegurar que los planos de planta mantengan coherencia técnica y confiabilidad documental, contribuyendo al soporte de actividades asociadas a mantenimiento, ingeniería y continuidad operacional.

2.2 MARCO TÉCNICO Y FUNDAMENTACIÓN NORMATIVA

El presente proyecto se fundamenta en criterios asociados al control y organización de documentación técnica, destacando la necesidad de contar con antecedentes precisos y actualizados para apoyar distintas actividades desarrolladas en planta.

En este contexto, la actualización de planos de planta requiere considerar principios de control documental; gestión de versiones, la trazabilidad de modificaciones y la presentación estandarizada de la información.

Asimismo, la identificación y organización de áreas, subáreas y sectores de una planta industrial se apoya en estructuras jerárquicas utilizadas habitualmente en ingeniería, las cuales facilitan la trazabilidad de la información y su integración con procesos de mantenimiento y confiabilidad.

En cuanto a la representación gráfica, se consideran criterios técnicos de dibujo industrial que aseguran claridad, legibilidad y comprensión de los planos por parte de los equipos de operación, mantenimiento e ingeniería.

Las normas internacionales existentes en estas materias se utilizan únicamente como referencias técnicas, en la medida que refuerzan las buenas prácticas descritas, sin constituir el eje principal del proyecto ni limitar su aplicación a un marco normativo específico

2.3 ALCANCE TÉCNICO DEL SERVICIO

El servicio de levantamiento y actualización de planos de planta tiene como alcance técnico la verificación, representación y estandarización del layout físico real de instalaciones industriales, con el objetivo de disponer de documentación gráfica clara, consistente y adecuada para su utilización dentro del entorno industrial.

El servicio contempla el levantamiento en terreno de la disposición física de áreas, equipos, estructuras, rutas de circulación, accesos operacionales y servicios industriales visibles. La información levantada se traduce en planos actualizados mediante herramientas CAD, aplicando criterios de precisión, estandarización gráfica, codificación jerárquica y control documental definidos en este capítulo.

Dentro del alcance se incluye la comparación entre planos existentes y la condición real de la planta, la identificación de desviaciones, la actualización del layout y la generación de versiones controladas de los planos. Asimismo, el servicio incorpora una etapa de validación técnica con las áreas involucradas, asegurando que la información representada sea coherente con la operación y los requerimientos de seguridad industrial.

El servicio no considera el rediseño de procesos, modificaciones estructurales de la planta ni la ingeniería de detalle de nuevos proyectos, limitándose a la representación fiel y estandarizada del estado actual de la instalación. De esta manera, el alcance técnico se orienta a fortalecer la disponibilidad y confiabilidad de la documentación utilizada en planta, contribuyendo al seguimiento de condiciones operativas y a la seguridad de las actividades ejecutadas, sin intervenir en decisiones de diseño o inversión propias de la organización.

Cabe destacar que el servicio propuesto no se limita únicamente a la actualización de planos, sino que integra la documentación técnica con la gestión de mantenimiento y confiabilidad, permitiendo que la información generada sea utilizada como una herramienta para la toma de decisiones operacionales.

2.4 ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA EL LEVANTAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE PLANOS

El objetivo es asegurar que los planos reflejen adecuadamente la configuración real de la planta, favoreciendo la consistencia documental y la correcta coordinación entre áreas técnicas.

2.4.1 Criterios de Precisión Y Nivel De Detalle

Para asegurar que los planos sean un reflejo exacto de la instalación, se establecen los siguientes criterios:

- Las mediciones deben verificarse directamente en terreno, utilizando instrumentos confiables y registrando cualquier desviación detectada respecto a la documentación existente.
- Los planos deben representar con exactitud dimensiones, distancias, cotas y la ubicación real de equipos, estructuras y líneas de servicio.
- El nivel de detalle debe ajustarse al tipo de plano; layout general, plano de distribución de equipos o planos específicos de servicios industriales (piping, electricidad, ventilación, etc.).
- Se deben evitar omisiones que dificulten análisis de accesibilidad, rutas de inspección o intervenciones de mantenimiento, especialmente en el contexto del monitoreo de condición.

2.4.2 Consistencia Entre Disciplinas

La coherencia documental es esencial para evitar errores durante el diseño, operación y mantenimiento, en este sentido:

- Se debe utilizar simbología unificada, independiente del área: eléctrica, piping, procesos, mecánica, entre otros.
- Es obligatorio realizar revisiones cruzadas entre disciplinas, para evitar interferencias físicas, conflictos de espacio o incongruencias entre planos.

2.4.3 Control de Versiones y Trazabilidad Documental

La gestión documental debe permitir conocer siempre cuál es la versión vigente y el historial de modificaciones realizadas. Para ello:

- Cada plano debe contar con una codificación estandarizada.
- Toda modificación debe quedar registrada, indicando el motivo del cambio, la fecha y el responsable de la actualización.
- Todas las versiones deben almacenarse en un repositorio digital centralizado, con acceso controlado.

2.4.4 Estándares de Formato y Presentación

La presentación uniforme facilita la lectura y reduce errores. Por lo tanto:

- Los planos deben utilizar tamaños normalizados; A3, A1, A0, entre otros.
- El cuadro técnico (rótulo) debe incluir al menos: código del área, versión, fecha, escala, nombre del responsable, aprobaciones técnicas y tipo de plano.
- Se deben reservar espacios para firmas, revisiones y sellos de aprobación.

2.5 ESTÁNDARES DE NOMENCLATURA Y CODIFICACIÓN (ENFOCADOS EN PLANOS DE PLANTA)

El sistema de identificación busca mantener uniformidad entre planos y facilitar el control de la documentación utilizada en planta.

Los estándares de nomenclatura y codificación propuestos se basan en estructuras jerárquicas utilizadas habitualmente en ingeniería industrial, las cuales permiten ordenar la información de manera lógica, consistente y fácilmente comprensible.

2.5.1 Codificación Jerárquica de Áreas De Planta

La codificación de áreas se estructura de forma jerárquica, desde lo general a lo específico, permitiendo identificar claramente la ubicación y el contexto de cada plano dentro de la planta.

De manera general, se consideran los siguientes niveles:

1. Planta.
2. Área.
3. Subárea o sistema.
4. Zona o sector interno específico.
5. Plano asociado.

Ejemplo genérico:

PL-AR-SUB-012

Donde,

- PL: Planta.
- AR: Área.
- SUB: Subárea.
- 012: Identificador correlativo del plano o zona.

Esto permite integrar cada plano a la estructura funcional de la planta.

2.5.2 Nomenclatura de Planos y Archivos

Es importante establecer un formato estándar diseñado para nombrar archivos, con el fin de que el nombre del archivo proporcione de manera clara, precisa y detallada información sobre el contenido del plano.

Debe incluir:

- Código de área o subárea.
- Tipo de plano (LP = layout planta, DE = disposición equipos, PI = piping, etc.).
- Número Correlativo.
- Versión del Plano.

Ejemplo genérico:

PL-SE-LP-0007-V03

Donde,

- PL: Planta
- SE: Sector o subárea
- LP: Tipo de plano (Layout Planta)
- 0007: Plano número 7
- V03: Versión 3

Este criterio facilita la organización, búsqueda y clasificación de los archivos, asegurando que cualquier persona que los consulte pueda identificar rápidamente de qué se trata cada documento sin necesidad de abrirlo.

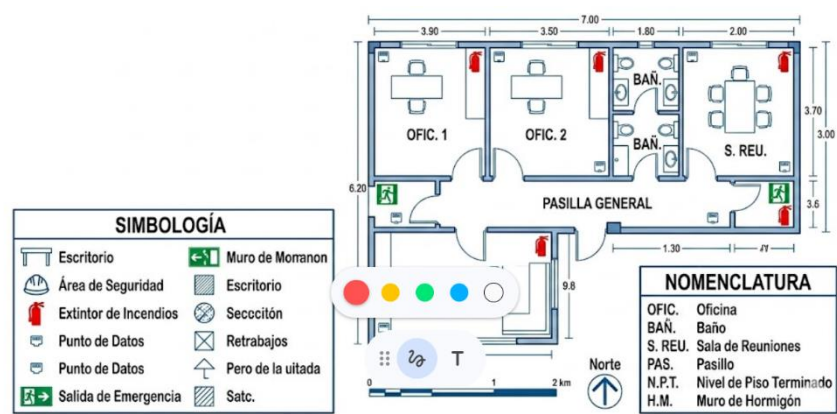
2.5.3 Estandarización de Simbología y Representación

La representación gráfica de los planos debe ser coherente y uniforme, utilizando simbología clara y comprensible para los equipos de ingeniería, operación y mantenimiento. Para ello:

- Se debe emplear una simbología consistente dentro de un mismo proyecto.
- Los símbolos utilizados deben ser reconocibles y comprensibles para usuarios técnicos.
- Se debe evitar el uso de representaciones ambiguas o personalizadas que puedan inducir a errores de interpretación.

La estandarización de la simbología contribuye a mejorar la lectura de los planos y a reducir riesgos asociados a interpretaciones incorrectas de la información gráfica.

Figura 3: Plano industrial con simbología técnica



Fuente: Elaboración Propia

2.6 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL LEVANTAMIENTO

2.6.1 Software CAD y Modelado

Los programas utilizados para dibujar, actualizar y modelar los planos de la planta son herramientas que permiten representar con precisión los distintos elementos del proyecto y mantener la documentación técnica coherente y actualizada.

Entre los más comunes se encuentran:

- AutoCAD, Civil3D, Revit o equivalentes.

2.6.2 Instrumentos de Medición

Las herramientas empleadas para llevar a cabo el levantamiento físico en terreno y obtener las dimensiones reales de los elementos y estructuras, son por lo general:

- Distanciómetros (láser): permiten medir largas distancias con precisión en un lapso corto de tiempo.
- Cintas métricas: se usan para detalles o lugares donde el distanciómetro no tiene visibilidad.
- Nivel láser: ayuda a verificar alturas, alineaciones y pendientes.

2.6.3 Tecnologías Complementarias

Existen tecnologías que pueden agilizar y optimizar el levantamiento en terreno, según el presupuesto y la disponibilidad de recursos, permitiendo obtener datos más precisos y facilitar la elaboración de planos y modelos digitales que demuestran la realidad del sitio.

Tales como:

- Escaneo 3D: genera una nube de puntos que representa la planta con exactitud milimétrica, permite obtener planos y modelos sin necesidad de medir manualmente cada elemento.

Esta tecnología es conocida comúnmente como ingeniería inversa, esta reduce errores, acelera el levantamiento y permitiendo visualizar la planta en detalle.

2.6.4 Sistemas de Gestión Documental

Consisten en herramientas digitales que permiten almacenar, organizar y controlar la documentación técnica, garantizando que siempre se utilice la versión correcta de cada plano.

Un buen sistema de gestión documental ofrece:

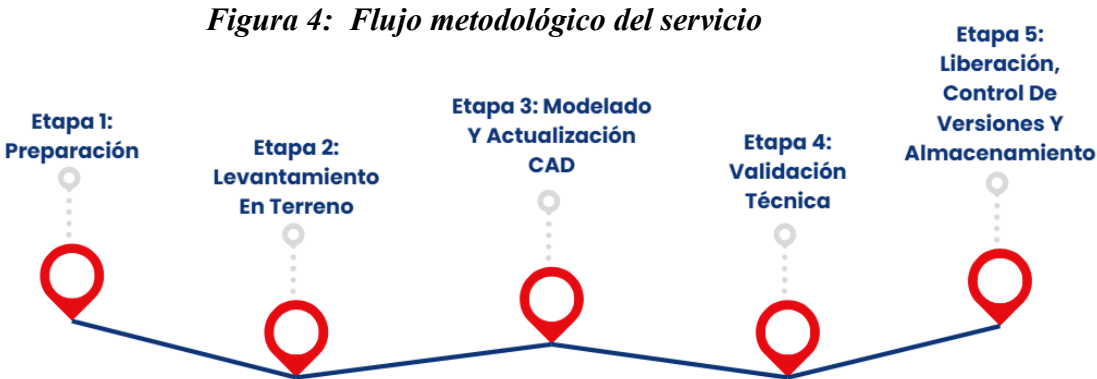
- Repositorio centralizado: todos los usuarios acceden al mismo lugar, evitando duplicidad.
- Control de versiones: garantiza que siempre se utilice la versión más reciente del plano y evita errores por documentos antiguos.
- Registro de modificaciones: permite rastrear quién realizó cambios y cuándo.
- Acceso según permisos: asegura que cada usuario vea y modifique solo lo que le corresponde.

Algunos ejemplos de estas herramientas son SharePoint, Autodesk Docs, entre otros.

2.7 DESARROLLO METODOLÓGICO DEL SERVICIO PROPUESTO

2.7.1 Flujo de Levantamiento y Actualización

A continuación, se presenta la metodología del servicio, estructurada en etapas que permiten desarrollar el levantamiento y actualización de planos de forma ordenada y eficiente.



Fuente: Elaboración Propia.

i. Etapa 1: Preparación

- Recopilación de planos existentes, fotografías, historial de modificaciones.
- Identificación de inconsistencias previas.
- Definición de alcance de actualización.

ii. Etapa 2: Levantamiento En Terreno

- Verificación física del layout real.
- Identificación de diferencias entre plano y realidad.
- Registro de accesos, rutas, distancias críticas y ubicación real de equipos.

Esto es esencial para el monitoreo de condición, ya que permite definir rutas seguras de inspección, ubicar puntos de medición e identificar riesgos o restricciones operacionales.

iii. Etapa 3: Modelado Y Actualización CAD

- Actualización del layout con mediciones verificadas.
- Aplicación de estándares gráficos y de codificación.
- Integración con jerarquía de áreas definida.

iv. Etapa 4: Validación Técnica

- Correcciones según requerimientos funcionales y de seguridad.
- Revisión coordinada con los equipos de Operaciones, Mantenimiento y Seguridad Industrial.

v. Etapa 5: Liberación, Control De Versiones Y Almacenamiento

- Firma y aprobación final.
- Carga en repositorio digital centralizado.
- Registro de cambios y vinculación con historial de modificaciones.

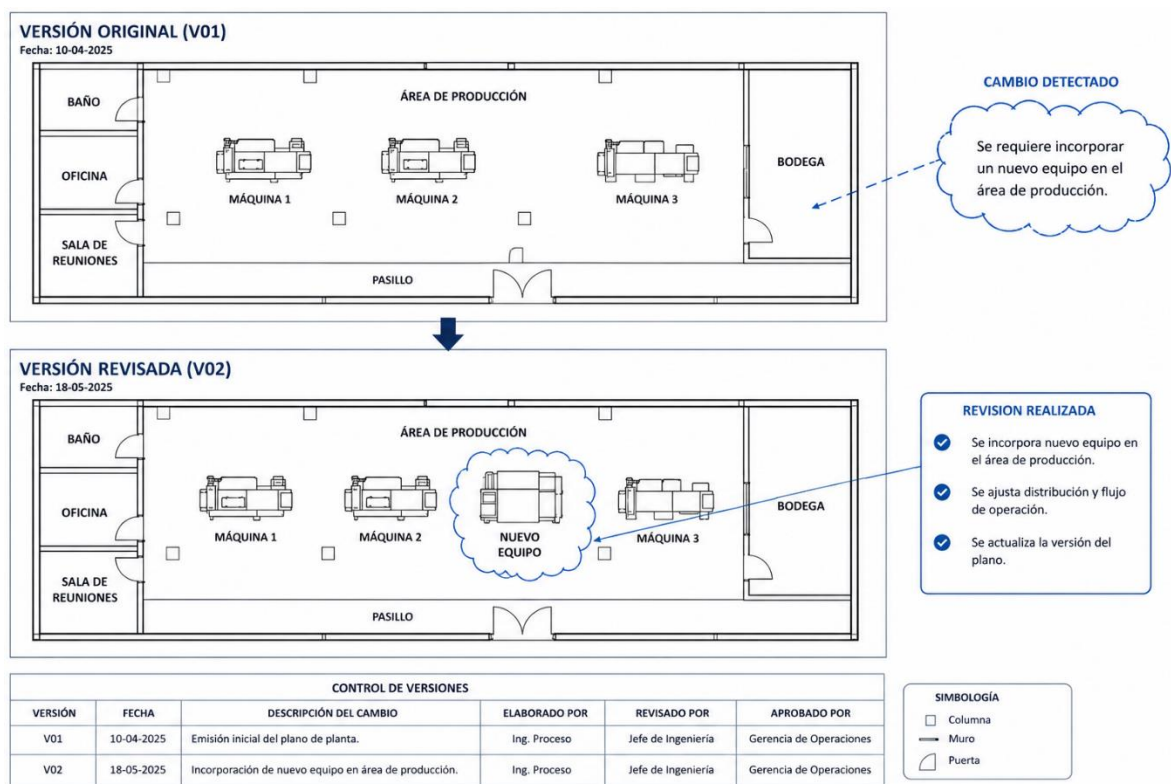
2.7.2 Simulación metodológica de actualización documental

Con el propósito de representar el flujo considerado para la actualización de planos, se presenta un ejemplo referencial asociado al control de versiones y registro de modificaciones dentro de un entorno industrial. Este ejemplo tiene carácter ilustrativo y no corresponde a una intervención real en terreno, manteniéndose dentro del alcance establecido para el presente estudio.

La secuencia presentada considera identificación de cambios, revisión documental, actualización de planos y emisión de nuevas versiones, permitiendo visualizar el procedimiento planteado para la administración de documentación utilizada en planta.

Este enfoque permite ejemplificar los criterios definidos para el servicio sin intervenir directamente instalaciones industriales, manteniendo coherencia con el carácter técnico y de prefactibilidad del proyecto.

Figura 5: Simulación metodológica del proceso



Fuente: Elaboración Propia.

2.8 CAPACIDAD TÉCNICA DEL SERVICIO

La capacidad técnica del servicio se sustenta en la combinación de metodologías estandarizadas, herramientas tecnológicas adecuadas y personal con competencias técnicas en levantamiento en terreno, dibujo técnico y gestión documental industrial. Esta capacidad permite ejecutar el servicio de manera sistemática, replicable y adaptable a distintos tipos de plantas industriales.

Desde el punto de vista operativo, el servicio es escalable y puede aplicarse tanto a áreas específicas de una planta como a instalaciones completas, dependiendo del alcance definido con el cliente. La capacidad de levantamiento está determinada por la disponibilidad de recursos técnicos, instrumentos de medición y software CAD, permitiendo atender proyectos de distinta complejidad sin afectar la calidad de los resultados.

En términos de recursos humanos, el servicio requiere personal con formación en ingeniería, dibujo técnico o disciplinas afines, con conocimiento de normas de representación gráfica, lectura de planos industriales y operación en entornos productivos. La interacción coordinada entre levantamiento en terreno, modelado CAD y validación técnica asegura consistencia y confiabilidad en los entregables.

La capacidad técnica también considera la gestión de la información generada, mediante sistemas de control documental que permiten administrar versiones, resguardar la trazabilidad de los cambios y garantizar el acceso controlado a la documentación. Esto permite que el servicio no solo entregue planos actualizados, sino que contribuya a establecer una base técnica sostenible en el tiempo.

En conjunto, estos elementos permiten afirmar que el servicio cuenta con la capacidad técnica necesaria para responder a las necesidades identificadas en el diagnóstico, entregando una solución estructurada, confiable y alineada con los requerimientos de la gestión de mantenimiento y activos industriales.

2.9 INTEGRACIÓN CON CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO

La disponibilidad de planos de planta actualizados y confiables constituye un soporte fundamental para las actividades de mantenimiento y la disponibilidad de los sistemas industriales. Al representar de manera exacta la configuración real de la planta, estos planos permiten reducir la incertidumbre asociada a la planificación, ejecución y análisis de las actividades de mantenimiento.

Desde la perspectiva del mantenimiento basado en condición, los planos actualizados facilitan la definición de rutas de inspección, la correcta ubicación de puntos de medición y la identificación de restricciones físicas o riesgos operacionales. Esto mejora la calidad de las inspecciones, optimiza los tiempos de intervención y apoya la toma de decisiones técnicas basadas en información confiable.

Por otro lado, en el ámbito de la gestión de activos, la documentación técnica actualizada fortalece la trazabilidad de la información a lo largo del ciclo de vida de los activos, permitiendo una mejor evaluación de riesgos por área o sistema y respaldando la planificación de intervenciones, inversiones y mejoras operacionales.

De igual modo, desde un enfoque de confiabilidad operacional, contar con planos coherentes con la realidad de la planta reduce errores derivados del uso de información desactualizada, apoya el análisis de causas raíz de fallas y mejora la coordinación entre las áreas de mantenimiento, operación e ingeniería. De esta manera, los planos de planta dejan de ser documentos estáticos y se transforman en una herramienta activa para la gestión integral de la confiabilidad.

2.10 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo se definieron los criterios técnicos, los estándares de calidad y el flujo de trabajo para el levantamiento y actualización de planos de planta, como respuesta a las brechas identificadas en el diagnóstico presentado en el capítulo anterior. La propuesta establece lineamientos orientados a asegurar que la documentación técnica represente de manera precisa, coherente y trazable la condición real de las instalaciones industriales.

Asimismo, se desarrollaron criterios para la estandarización de la información, el control de versiones, la codificación de áreas y la gestión documental, junto con un proceso estructurado que abarca desde el levantamiento en terreno hasta la validación y almacenamiento de los planos actualizados. Estos elementos buscan fortalecer la disponibilidad y confiabilidad de la información utilizada en actividades de mantenimiento, operación e ingeniería.

En conjunto, la propuesta técnica desarrollada proporciona las bases metodológicas para la implementación del servicio de actualización de planos, integrando la documentación técnica como un apoyo para la gestión del mantenimiento y la confiabilidad de los activos.

Sobre la base de esta propuesta, el capítulo siguiente analiza su prefactibilidad administrativa, legal, societaria, tributaria y financiera, con el propósito de evaluar la viabilidad de su implementación como empresa de servicios para el sector industrial.

**CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA,
LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA Y FINANCIERA**

3.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO

El presente capítulo tiene por objetivo evaluar la viabilidad comercial y organizacional del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta como apoyo a la gestión industrial y continuidad operativa. Para ello, se evalúan los aspectos administrativos, legales, societarios, tributarios y financieros que influyen en la factibilidad de implementar y operar el servicio de manera formal y sostenible.

Este análisis permite complementar la prefactibilidad técnica desarrollada en el capítulo anterior, identificando las condiciones organizacionales, contractuales y económicas necesarias para la correcta prestación del servicio. De esta manera, se busca determinar si la propuesta es viable desde una perspectiva de gestión y negocio, considerando las exigencias propias del sector industrial y las buenas prácticas empresariales.

3.2 ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA

El análisis de prefactibilidad administrativa tiene como objetivo evaluar la estructura organizacional y los mecanismos de gestión necesarios para la correcta prestación del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta. Dado el carácter técnico profesional del servicio, se propone una estructura organizacional mínima, eficiente y flexible, que permita asegurar la calidad técnica, el control administrativo y la adecuada coordinación con el cliente.

La estructura planteada está orientada a proyectos de ingeniería de tamaño pequeño y mediano, permitiendo una distribución clara de responsabilidades, una comunicación efectiva entre los distintos roles y una gestión ordenada del servicio. Es por ello, que la estructura organizacional se basa en un modelo funcional similar al utilizado en proyectos reales de prestación de servicios en terreno.

3.2.1 Estructura organizacional mínima

La estructura organizacional propuesta considera los siguientes cargos clave:

- Administrador de Contrato (Contract Manager)
- Encargado de Ingeniería (Project Engineer)
- Dos Técnicos en Proyectos de Ingeniería (Project Technicians)
- Prevencionista de Riesgos (EHS Officer)

Esta estructura permite cubrir los ámbitos administrativos, técnicos y de seguridad necesarios para la ejecución del servicio, sin generar una sobrecarga organizacional que afecte la eficiencia operativa.

De acuerdo con el modelo organizacional, el Administrador de Contrato se ubica en el nivel superior de coordinación del proyecto, manteniendo relación directa con el Encargado de Ingeniería y el Prevencionista de Riesgos. A su vez, el Encargado de Ingeniería lidera y coordina directamente a los Técnicos en Proyectos de Ingeniería, quienes ejecutan las actividades operativas del servicio.

3.2.2 Roles y responsabilidades

1. Administrador de Contrato (Contract Manager)

Responsable de la gestión administrativa, contractual y de coordinación general del servicio. Sus principales funciones son:

- Coordinar plazos, alcances y entregables del proyecto.
- Gestionar contratos, órdenes de servicio y procesos de facturación.
- Mantener la comunicación formal con el cliente.
- Supervisar el cumplimiento de los compromisos contractuales y condiciones generales del servicio.

2. Encargado de Ingeniería (Project Engineer)

Responsable de liderar técnicamente el servicio y asegurar la calidad de los entregables. Sus funciones incluyen:

- Definir criterios técnicos, estándares de dibujo y metodologías de levantamiento.
- Coordinar y supervisar el trabajo técnico del equipo de proyectos.
- Validar técnicamente los planos actualizados antes de su entrega al cliente.
- Actuar como contraparte técnica frente a la organización cliente.

3. Técnicos en Proyectos de Ingeniería (Project Technicians)

Encargados de la ejecución operativa del servicio en terreno y gabinete. Sus responsabilidades son:

- Realizar levantamientos en terreno de la disposición física de la planta.
- Registrar mediciones, observaciones y evidencias técnicas.
- Elaborar y actualizar planos utilizando herramientas CAD.
- Aplicar los estándares de nomenclatura, simbología y formato definidos.
- Apoyar el proceso de validación técnica de los entregables.

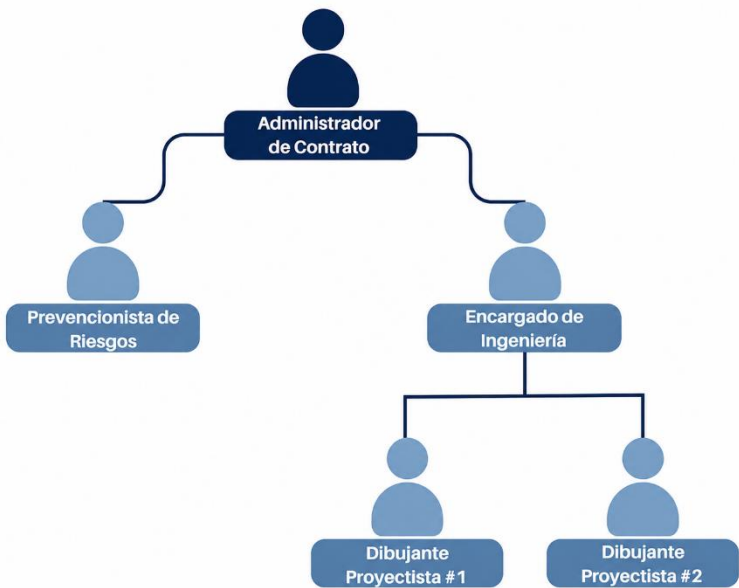
4. Prevencionista de Riesgos (EHS Officer)

Responsable de asegurar el cumplimiento de las condiciones de seguridad y salud ocupacional durante la ejecución del servicio. Sus funciones incluyen:

- Identificar riesgos asociados al trabajo en plantas industriales.
- Definir medidas preventivas y procedimientos seguros de trabajo.
- Supervisar el cumplimiento de normativas de seguridad y uso de EPP.
- Coordinar inducciones y charlas de seguridad previas a trabajos en terreno.

A continuación, se presenta la estructura organizacional del servicio, donde se define la jerarquía de roles y responsabilidades para su correcta ejecución.

Figura 6: Estructura organizacional propuesta



Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3 Gestión del servicio (coordinación, control y comunicación)

La gestión del servicio se realiza en torno a una coordinación permanente entre las áreas administrativa, técnica y de seguridad. El Administrador de Contrato lidera la relación formal con el cliente y la gestión contractual, mientras que el Encargado de Ingeniería coordina la ejecución técnica del proyecto y el equipo de trabajo en terreno. El Prevencionista de Riesgos participa de manera transversal, asegurando condiciones seguras durante todas las etapas del servicio.

El control del servicio se realiza mediante:

- Revisión periódica de avances técnicos.
- Control de plazos y cumplimiento de entregables.
- Validación interna de la calidad de los planos.
- Registro de observaciones y ajustes solicitados por el cliente.

La comunicación se establece a través de canales formales, tales como reuniones de coordinación, informes de avance y validaciones técnicas, asegurando trazabilidad, claridad y coherencia durante todo el desarrollo del servicio.

3.3 ANÁLISIS LEGAL DEL SERVICIO

El análisis legal del servicio propuesto considera los aspectos jurídicos básicos necesarios para la prestación de servicios técnicos; levantamiento y actualización de planos de planta en instalaciones industriales. Considerando que el servicio se orienta al apoyo de activos industriales y disponibilidad de los sistemas, el análisis legal se enfoca en la confidencialidad de antecedentes técnicos, delimitación de obligaciones y establecimiento de condiciones contractuales claras.

Este análisis no aborda normativa técnica específica, sino que se enfoca en las condiciones legales generales que permiten ofrecer el servicio de manera formal, segura y coherente con las buenas prácticas empresariales.

3.3.1 Marco legal aplicable

La propuesta de servicio se enmarca dentro de la legislación vigente asociada a la prestación de servicios profesionales y técnicos en el ámbito industrial. Este marco considera las disposiciones legales y comerciales que regulan la relación entre empresas proveedoras de servicios y organizaciones clientes, asegurando una ejecución formal, transparente y jurídicamente respaldada.

La prestación del servicio se sustenta en contratos de prestación de servicios complementados por condiciones generales previamente definidas, las cuales establecen los derechos, obligaciones y alcances de las partes involucradas. Estas condiciones generales permiten regular aspectos operativos y administrativos relevantes, tales como los requisitos para el inicio del servicio, las responsabilidades del cliente en materia de acceso a instalaciones, entrega de información base y provisión de condiciones mínimas para el desarrollo de las actividades en terreno.

También, considera las normativas generales relacionadas con el acceso a instalaciones industriales, el cumplimiento de protocolos internos de seguridad, las condiciones de trabajo en entornos productivos y la responsabilidad compartida entre proveedor y cliente durante la ejecución del servicio. Esto permite resguardar tanto a la empresa prestadora como a la organización cliente, estableciendo una base jurídica clara que facilite la correcta ejecución del proyecto y la gestión de eventuales contingencias.

3.3.2 Confidencialidad de la información

El levantamiento y actualización de planos de planta implica el acceso a documentación de referencia, relacionada con la disposición física de equipos, procesos productivos, servicios industriales y áreas operativas. Dicha información es considerada estratégica para las organizaciones, por lo que su protección constituye un aspecto central del servicio.

En este sentido, la propuesta contempla la suscripción de acuerdos de confidencialidad que regulan el uso, tratamiento, almacenamiento y resguardo de la información recopilada durante el desarrollo del proyecto. Estos acuerdos establecen que los registros de planta serán utilizados exclusivamente para los fines definidos en el contrato de prestación de servicios y no podrán ser divulgados, reproducidos ni compartidos con terceros sin la autorización expresa de la empresa cliente.

La incorporación de cláusulas de confidencialidad permite resguardar la seguridad de la información, fortalecer la confianza entre las partes y asegurar el cumplimiento de buenas prácticas en la gestión de documentación técnica industrial.

3.3.3 Propiedad intelectual de los planos

La propuesta establece que la propiedad intelectual de los planos de planta actualizados corresponde a la empresa cliente una vez finalizado el servicio y entregados los productos definidos contractualmente. El rol de la empresa prestadora se limita a la ejecución del levantamiento, actualización y representación gráfica de la información existente, sin adquirir derechos de explotación, reproducción o uso posterior de los planos.

Esta definición permite proteger los intereses de la organización cliente y evitar conflictos asociados al uso indebido de archivos técnicos sensible. Al mismo tiempo, delimita claramente el alcance legal del servicio, reforzando el carácter profesional y técnico de la prestación y asegurando que los planos actualizados permanezcan bajo control exclusivo del cliente.

3.3.4 Contratos de prestación de servicios

La relación entre la empresa prestadora del servicio y la organización cliente se formaliza mediante contratos de prestación de servicios, en los cuales se definen de manera clara el alcance del trabajo, los plazos de ejecución, los entregables esperados, las responsabilidades de cada parte y las limitaciones técnicas del servicio.

Estos contratos incorporan condiciones generales de prestación de servicios que establecen aspectos fundamentales para la correcta ejecución del proyecto, tales como la modalidad de pago, los requisitos para el inicio de las actividades, la coordinación de accesos a planta, la disponibilidad de espacios adecuados para el trabajo del equipo técnico y las condiciones necesarias para realizar los levantamientos en terreno de manera segura y eficiente.

Igualmente, se establece que el inicio del servicio se encuentra condicionado al cumplimiento de los acuerdos comerciales definidos, tales como la aceptación formal de la oferta y el pago de un anticipo, lo cual permite asegurar la disponibilidad de recursos técnicos y humanos necesarios para el desarrollo del proyecto. La modalidad de cobro considera la magnitud del servicio, el número de planos a actualizar y el tiempo estimado de ejecución, pudiendo ajustarse en función del alcance acordado con el cliente.

Finalmente, los contratos especifican que el servicio se limita a la actualización documental del estado actual de la planta, excluyendo actividades de diseño de procesos, ingeniería de detalle o modificaciones físicas de las instalaciones. Esta definición contractual permite controlar riesgos legales, reducir ambigüedades respecto al alcance del servicio y mantener la prestación alineada con los objetivos de soporte industrial y estabilidad operativa.

3.4 ANÁLISIS SOCIETARIO

El análisis societario tiene como objetivo definir el tipo de empresa más adecuado para la prestación del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta, considerando las necesidades técnicas y administrativas asociadas a su desarrollo. La elección de la forma societaria debe permitir flexibilidad operativa, protección del patrimonio personal, proyección de crecimiento y facilidad para establecer relaciones comerciales con empresas del sector industrial.

Considerando la naturaleza del servicio, el perfil técnico del negocio y su potencial de expansión, se propone la constitución de una Sociedad por Acciones (SpA) como la alternativa más adecuada.

3.4.1 Tipo de empresa recomendable

Se recomienda la constitución de una Sociedad por Acciones (SpA), esta modalidad societaria permite desarrollar actividades de prestación de servicios profesionales y técnicos, adaptándose tanto a emprendimientos individuales como a proyectos con proyección de

crecimiento y asociación futura.

La SpA permite iniciar la empresa con uno o más socios, lo que resulta especialmente conveniente para un servicio que puede comenzar como emprendimiento personal y evolucionar hacia una estructura más compleja, incorporando nuevos profesionales o inversionistas.

3.4.2 Justificación de la elección de SpA

La elección de la SpA se justifica por las siguientes razones:

- Limitación de responsabilidad: Los socios responden únicamente hasta el monto de su aporte, protegiendo el patrimonio personal frente a eventuales riesgos asociados a la prestación del servicio.
- Flexibilidad societaria: Permite modificar la estructura de propiedad, incorporar nuevos socios o inversionistas y ajustar la administración sin necesidad de reformar completamente la sociedad.
- Facilidad para contratar con empresas industriales: Es una figura ampliamente aceptada por organizaciones de mayor tamaño, facilitando la celebración de contratos de prestación de servicios.
- Proyección de crecimiento: Permite escalar el negocio incorporando más capital humano, recursos tecnológicos y ampliando el portafolio de servicios.
- Compatibilidad con servicios profesionales: Se adapta adecuadamente a empresas que ofrecen servicios técnicos, ingeniería y gestión documental industrial.

3.4.3 Ventajas y limitaciones de la SpA

Ventajas:

- Posibilidad de constituirse con un solo accionista.
- Responsabilidad limitada al capital aportado.
- Flexibilidad para definir estatutos y administración.
- Mayor credibilidad frente a clientes del sector industrial.
- Facilidad para crecer y asociarse en el futuro.

Limitaciones:

- Mayores exigencias administrativas en comparación con figuras más simples.
- Costos asociados a la constitución y mantenimiento de la sociedad.
- Necesidad de llevar contabilidad formal y cumplir obligaciones tributarias más estructuradas.

3.5 ANÁLISIS TRIBUTARIO

El presente análisis tributario permite identificar las principales obligaciones fiscales asociadas a la prestación del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta, considerando su operación como una empresa de servicios técnicos bajo la figura jurídica de una Sociedad por Acciones (SpA).

Este análisis permite evaluar la viabilidad tributaria del servicio y asegurar el cumplimiento de la normativa vigente, sin que las obligaciones tributarias se transformen en una barrera para el desarrollo del negocio.

3.5.1 Régimen tributario aplicable

La empresa, constituida como SpA, se registrará al régimen general de tributación, el cual es el más común para empresas que prestan servicios profesionales y técnicos a organizaciones industriales.

Bajo este régimen, la empresa deberá:

- Declarar y pagar Impuesto de Primera Categoría sobre las utilidades obtenidas.
- Llevar contabilidad completa, permitiendo un control adecuado de ingresos, costos y gastos asociados al servicio.
- Presentar declaraciones juradas y formularios tributarios exigidos por el Servicio de Impuestos Internos (SII).

Este régimen resulta adecuado para un servicio que requiere trazabilidad financiera, control de costos y proyección de crecimiento.

3.5.2 Impuesto al Valor Agregado (IVA)

El servicio de levantamiento y actualización de planos de planta corresponde a una prestación de servicios técnicos, por lo que se encuentra afecto a IVA, de acuerdo con la legislación tributaria vigente.

En este contexto, la empresa deberá:

- Emitir facturas electrónicas por los servicios prestados.
- Declarar y pagar el IVA correspondiente en los plazos establecidos.
- Llevar un registro de compras y ventas que permita el correcto control del crédito y débito fiscal.

La aplicación de IVA es coherente con el tipo de servicio ofrecido y con las prácticas habituales en el sector industrial.

3.5.3 Obligaciones tributarias adicionales

Además de los impuestos principales, la empresa deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- Inscripción de inicio de actividades ante el SII.
- Pago de impuestos mensuales (IVA y retenciones, si corresponde).
- Cumplimiento de obligaciones previsionales y laborales en caso de contar con trabajadores contratados.
- Declaración anual de impuestos (Operación Renta).

Estas obligaciones forman parte del marco tributario normal de una empresa de servicios

técnicos y no representan una restricción significativa para la operación del servicio.

3.5.4 Evaluación tributaria del servicio

Desde el punto de vista tributario, el servicio de levantamiento y actualización de planos de planta es viable y sostenible, ya que:

- Se enmarca dentro de actividades claramente reconocidas por la normativa tributaria.
- Permite una correcta imputación de costos y gastos operativos.
- Es compatible con contratos de prestación de servicios con empresas industriales.
- No requiere regímenes especiales ni tratamientos tributarios complejos.

En consecuencia, la estructura tributaria asociada a una SpA permite desarrollar el servicio de manera formal, ordenada y acorde a los requerimientos legales, sin afectar negativamente su factibilidad económica.

3.6 ANÁLISIS FINANCIERO PRELIMINAR

El análisis financiero preliminar tiene como objetivo evaluar, desde una perspectiva general, la viabilidad económica del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta como propuesta empresarial. Debido a que el alcance de cada proyecto depende de variables técnicas como la cantidad de planos, extensión de la planta y complejidad del levantamiento, este análisis se desarrolla a nivel de prefactibilidad, permitiendo identificar los principales costos, fuentes de ingreso y condiciones básicas de rentabilidad del servicio.

3.6.1 Costos asociados al servicio

Los costos asociados a la prestación del servicio consideran todos aquellos recursos necesarios para ejecutar de manera adecuada las actividades de levantamiento en terreno, modelado, validación y gestión documental. Entre los principales costos se identifican los siguientes:

- Costos de recursos humanos, asociados a los sueldos del Encargado de Ingeniería, Administrador de Contrato, Técnicos en Proyectos de Ingeniería y Prevencionista de Riesgos.
- Costos de licencias de software, correspondientes a herramientas CAD y plataformas de gestión documental necesarias para la elaboración y control de los planos.
- Costos operacionales en terreno, que incluyen movilización, colación y logística del equipo de trabajo durante la ejecución del servicio.
- Costos administrativos, asociados a la gestión contractual, coordinación del servicio y control del proyecto.
- Costos indirectos, tales como equipamiento de apoyo y operación de oficina en terreno, considerando que el cliente debe disponer de un espacio adecuado para el desarrollo de las actividades.

Estos costos se consideran dentro del valor total del servicio ofrecido al cliente, permitiendo asegurar la continuidad operativa y la calidad técnica de los entregables.

3.6.2 Ingresos estimados

Los ingresos del servicio provienen de la prestación del levantamiento y actualización de planos de planta, los cuales se valorizan en Unidades de Fomento (UF), con el fin de mantener la estabilidad del valor del servicio frente a variaciones económicas.

El valor de cada proyecto se determina en función de:

- Cantidad de planos a levantar o actualizar.
- Extensión y complejidad de la planta industrial.
- Tiempo estimado de ejecución del servicio.
- Recursos técnicos y humanos requeridos.

Para dar inicio a la ejecución del servicio, se considera el pago de un anticipo, el cual permite asegurar la disponibilidad de recursos y cubrir los costos iniciales asociados al levantamiento en terreno. El saldo restante se gestiona según hitos definidos contractualmente.

3.6.3 Evaluación básica de rentabilidad

Desde una perspectiva preliminar, el servicio presenta una estructura de costos identificable y controlable, lo que permite incorporar un porcentaje de ganancia sobre los costos totales del proyecto. Esta estructura facilita la estimación de la rentabilidad del servicio en función de cada proyecto específico.

La modalidad de cobro en UF, junto con el uso de anticipos y la definición clara del alcance técnico, contribuye a reducir riesgos financieros y mejorar la previsibilidad de los ingresos. Igualmente, la naturaleza especializada del servicio y la necesidad detectada en el sector industrial permiten proyectar una demanda sostenida, lo que respalda la viabilidad económica general de la propuesta.

En consecuencia, el análisis financiero preliminar indica que el servicio de levantamiento y actualización de planos de planta es económicamente viable, siempre que se mantenga una adecuada gestión de costos, una correcta definición de alcances y una valorización coherente con la complejidad técnica de cada proyecto.

3.7 RIESGOS ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS

El análisis de riesgos administrativos y financieros tiene como objetivo identificar aquellas situaciones que podrían afectar la correcta ejecución del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta, así como su sostenibilidad económica. Puesto que se trata de una propuesta de empresa orientada a la prestación de servicios técnicos especializados, resulta fundamental anticipar estos riesgos y definir medidas de mitigación que permitan reducir su impacto.

Bajo este contexto, la propuesta considera la aplicación de condiciones generales de prestación de servicios, las cuales complementan los contratos individuales y permiten establecer criterios claros para la gestión administrativa, operativa y financiera del servicio. Estas condiciones actúan como un mecanismo preventivo frente a los principales riesgos identificados.

3.7.1 Riesgos identificados

Entre los principales riesgos administrativos y financieros asociados al servicio se identifican los siguientes:

Riesgos administrativos

- Definición incompleta o ambigua del alcance del servicio, lo que puede generar solicitudes adicionales no contempladas inicialmente.
- Retrasos en la entrega de información base o en el acceso a instalaciones por parte del cliente.
- Falta de coordinación entre las distintas áreas del cliente durante los procesos de validación técnica.
- Cambios operacionales en planta durante la ejecución del levantamiento, que puedan afectar la coherencia de los planos.

Riesgos financieros

- Retrasos o incumplimientos en los pagos por parte del cliente.
- Subestimación de los tiempos y recursos necesarios para la ejecución del servicio.
- Incremento de costos operativos asociados a estadía en terreno, movilización o extensión de plazos.
- Variabilidad en los ingresos producto de la distinta envergadura de los proyectos.

3.7.2 Medidas de mitigación y vinculación con condiciones generales

Para mitigar los riesgos identificados, la propuesta incorpora un conjunto de medidas administrativas y financieras, formalizadas a través de contratos de prestación de servicios complementados por condiciones generales, las cuales establecen reglas claras para la ejecución del servicio. Entre las principales medidas se consideran:

- Definición precisa del alcance técnico del servicio, estableciendo de manera explícita las actividades incluidas y excluidas, evitando interpretaciones erróneas o solicitudes fuera de contrato.
- Exigencia de condiciones mínimas por parte del cliente, tales como acceso a instalaciones, entrega de información base y disponibilidad de un espacio adecuado para el trabajo en terreno u oficina temporal, lo cual reduce retrasos operativos.
- Cobro de un anticipo para el inicio del servicio, permitiendo asegurar la disponibilidad de recursos humanos y técnicos, y disminuyendo el riesgo de falta de liquidez.
- Valorización del servicio en Unidades de Fomento (UF), lo que permite proteger el valor económico del servicio frente a variaciones inflacionarias.
- Definición de hitos de avance y pagos asociados, facilitando el control financiero del proyecto y reduciendo la exposición a incumplimientos.
- Limitación de responsabilidad del proveedor, estableciendo que el servicio se restringe a la representación documental del estado actual de la planta, sin incluir rediseños, ingeniería de detalle ni modificaciones físicas.

Regulación de modificaciones al alcance, exigiendo acuerdos formales para cualquier cambio solicitado durante la ejecución del servicio.

Estas medidas, incorporadas dentro de las condiciones generales del servicio, permiten gestionar de manera preventiva los riesgos administrativos y financieros, aportando claridad, orden y trazabilidad al desarrollo de los proyectos.

En Síntesis, la integración de condiciones generales de prestación de servicios como parte del modelo de gestión permite reducir significativamente los riesgos administrativos y financieros asociados al servicio propuesto. Esta perspectiva contribuye a una ejecución más controlada, mejora la relación contractual con el cliente y fortalece la viabilidad económica del proyecto, asegurando coherencia entre la propuesta técnica, administrativa y financiera desarrollada en el presente capítulo.

3.8 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

A lo largo de este capítulo se analizó la prefactibilidad administrativa, legal, societaria, tributaria y financiera de la propuesta empresarial para el servicio de levantamiento y actualización de planos de plantas industriales. Este análisis permitió establecer las condiciones necesarias para su implementación, complementando la propuesta técnica desarrollada en el capítulo anterior.

Desde el punto de vista administrativo, se definió una estructura organizacional mínima y funcional, adecuada para la ejecución de proyectos de ingeniería de pequeña y mediana escala, con roles y responsabilidades orientados a asegurar una gestión eficiente del servicio. Asimismo, se identificaron los principales aspectos legales, societarios y tributarios aplicables, proponiendo la constitución de una Sociedad por Acciones (SpA) como la alternativa más adecuada para el desarrollo de la actividad.

Por otra parte, el análisis financiero preliminar permitió identificar la estructura general de costos, la modalidad de cobro y los principales riesgos asociados a la prestación del servicio, junto con medidas de mitigación orientadas a fortalecer su sostenibilidad y gestión.

En conjunto, los antecedentes analizados respaldan la factibilidad organizacional, legal y financiera de la propuesta empresarial, proporcionando las bases necesarias para desarrollar la evaluación económica del proyecto. En el capítulo siguiente se presenta dicha evaluación mediante indicadores financieros que permiten determinar la conveniencia de implementar el servicio propuesto.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONOMICA

4.1 INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO

El presente capítulo tiene como objetivo evaluar la viabilidad económica del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta como propuesta empresarial. Para ello, se desarrolla una evaluación económica en base a un supuesto, a nivel de prefactibilidad, basada en la proyección de ingresos y costos asociados a la prestación del servicio.

El análisis se realiza considerando un horizonte de evaluación de dieciocho meses, período que permite analizar el comportamiento económico del servicio en el mediano plazo y evaluar su sostenibilidad financiera. La metodología empleada se fundamenta en la elaboración de un flujo de caja proyectado, el cual integra los principales costos operacionales, administrativos y los ingresos estimados derivados de la ejecución de proyectos.

Este enfoque permite determinar, de manera estructurada, la capacidad del servicio para generar resultados económicos positivos, apoyando la toma de decisiones respecto a su implementación y proyección futura.

4.2 SUPUESTOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para el desarrollo de la evaluación económica del servicio, se establecen los siguientes supuestos, los cuales permiten estandarizar el análisis y asegurar la coherencia de las proyecciones financieras:

- Horizonte de evaluación: Se considera un período de dieciocho meses, coherente con el carácter de mediano plazo del servicio y con su proyección de crecimiento gradual en el sector industrial.
- Moneda de evaluación: Todos los ingresos y costos se expresan en Unidades de Fomento (UF), con el objetivo de mantener la estabilidad del valor económico frente a variaciones inflacionarias.
- Modalidad del servicio: El servicio se presta bajo la modalidad de proyectos independientes, donde cada contrato se define en función del alcance técnico, cantidad de planos y complejidad del levantamiento requerido por el cliente.
- Uso de anticipos: Se considera el pago de un anticipo al inicio de cada proyecto, lo que permite asegurar la disponibilidad de recursos técnicos y humanos, reduciendo el riesgo financiero asociado a la ejecución del servicio.
- Crecimiento del servicio: Se asume un crecimiento progresivo de la actividad durante el horizonte de evaluación, pasando de un proyecto mensual durante los primeros siete meses a dos proyectos mensuales a partir del mes ocho, asociado a la consolidación del servicio en el mercado.
- Base de ingresos del servicio: Se considera como referencia una oferta real de servicio de levantamiento y actualización de planos, valorizada en 440 UF por proyecto, utilizada como base para la estimación de ingresos en el flujo de caja. El detalle de esta oferta se presenta en el Anexo 5.

Estos supuestos permiten establecer una base realista para la evaluación económica,

considerando condiciones representativas del mercado y del comportamiento esperado del servicio en su etapa inicial de implementación

4.3 FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 18 MESES

Para la evaluación económica del proyecto, se elaboró un flujo de caja proyectado, considerando un horizonte de dieciocho meses. Este flujo se construyó a partir de un supuesto basado en una oferta real de servicio de levantamiento y actualización de planos, valorizada en 440 UF por proyecto, según antecedentes comerciales disponibles.

Los costos asociados al servicio fueron estimados en base a un desglose detallado de recursos humanos, logística, viáticos y costos operacionales, alcanzando un valor aproximado de 335,74 UF por proyecto en la etapa inicial. En consecuencia, se obtiene un flujo neto de caja de aproximadamente 104,26 UF mensual durante los primeros seis meses de operación. El detalle de estos costos se presenta en el **Anexo 5** del presente documento.

A partir del mes siete, se considera una inversión adicional de 217,64 UF asociada al aumento de capacidad operativa del servicio, permitiendo la ejecución de dos proyectos mensuales desde el mes ocho en adelante. En esta etapa, los ingresos alcanzan 880 UF mensuales, mientras que los costos operacionales ascienden a 671,48 UF, generando un flujo neto de caja de 208,52 UF mensual.

Adicionalmente, el flujo de caja contempla una inversión inicial en el mes cero de 192,62 UF, correspondiente a la adquisición de equipos y herramientas necesarias para la implementación del servicio.

El flujo neto de caja resultante se caracteriza por presentar valores negativos en los meses asociados a inversión y valores positivos sostenidos en la etapa operativa, evidenciando la capacidad del proyecto para generar ingresos desde etapas tempranas.

A continuación, se presenta el flujo de caja proyectado para el horizonte de evaluación:

Tabla 3: Proyección Del Flujo De Caja Del Proyecto

1.	Detalle de Ingresos	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
1.1	Servicio de levantamiento y actualización de planos		440	440	440	440	440	440	440	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880
1.0	Total de Ingresos		440	440	440	440	440	440	440	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880
2.	Detalle de Egresos	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
2.1	Viáticos		-191,03	-191,03	-191,03	-191,03	-191,03	-191,03	-191,03	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06	-382,06
2.2	EPP		-25,71	-25,71	-25,71	-25,71	-25,71	-25,71	-25,71	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42	-51,42
2.3	Licencias		-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22
2.4	Sueldos; Prevencionista		-4,94	-4,94	-4,94	-4,94	-4,94	-4,94	-4,94	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88	-9,88
	Contador		-1,48	-1,48	-1,48	-1,48	-1,48	-1,48	-1,48	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96	-2,96
	Tec. Levantameinto		-24,72	-24,72	-24,72	-24,72	-24,72	-24,72	-24,72	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44	-49,44
	Proyectista		-18,78	-18,78	-18,78	-18,78	-18,78	-18,78	-18,78	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56	-37,56
	Encargado de Ing.		-28,42	-28,42	-28,42	-28,42	-28,42	-28,42	-28,42	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84	-56,84
	Adm. Contrato		-29,66	-29,66	-29,66	-29,66	-29,66	-29,66	-29,66	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32	-59,32
2.0	Total de Egresos		-335,74	-335,74	-335,74	-335,74	-335,74	-335,74	-335,74	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48	-671,48
3.	Inversión Inicial	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
3.1	Computadores	-50,03								-62,54										
3.2	Herramientas Lev.	-142,59								-155,1										
3.0	Total de Egresos	-192,62	0	0																
4.	Flujo Neto Caja	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
4.0	Total Flujo Neto Caja	-192,62	104,26	104,26	104,26	104,26	104,26	104,26	-113,38	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52

Tasa de Descuento Mensual	0,008	VAN	\$2.377,23	TIR	54%	Payback	1,847
---------------------------	-------	-----	------------	-----	-----	---------	-------

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de estos resultados, se observa que el servicio presenta un margen positivo aproximado del 34%, lo que evidencia una relación favorable entre ingresos y costos operacionales. Este margen permite cubrir los costos asociados a la ejecución del servicio y generar utilidad desde las primeras etapas de operación.

Desde una perspectiva económica, los resultados obtenidos indican que el proyecto es viable y presenta condiciones de rentabilidad sostenida, especialmente considerando el aumento progresivo en la capacidad operativa a partir del mes ocho. La modalidad de cobro en UF y el uso de anticipos contribuyen a disminuir la exposición a riesgos financieros y favorecen la estabilidad del flujo de caja.

En términos operacionales, el punto de equilibrio del servicio se alcanza con la ejecución de al menos un proyecto mensual, nivel en el cual se cubren los costos asociados y se asegura la continuidad operacional del servicio. A partir de este punto, la ejecución de proyectos adicionales contribuye directamente al aumento de las utilidades y a la consolidación financiera de la propuesta.

Los principales riesgos económicos se relacionan con variaciones en la demanda de proyectos y posibles desviaciones en los costos operacionales. Sin embargo, estos riesgos pueden ser mitigados mediante una adecuada planificación, control de alcance y valorización del servicio en UF, permitiendo mantener estabilidad financiera y reducir la exposición a incertidumbre económica.

4.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica del proyecto se realizó mediante el cálculo de indicadores financieros que permiten determinar la rentabilidad y viabilidad del servicio en el tiempo. Entre los principales indicadores analizados se encuentran el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión.

Para el cálculo del VAN, se consideró una tasa de descuento mensual de 0,8%, aplicada al flujo de caja proyectado para un horizonte de evaluación de 18 meses. A partir de este análisis, se obtiene un VAN aproximado de **2.377,23 UF**, lo que indica que el proyecto genera valor económico positivo durante el período evaluado.

Por su parte, la Tasa Interna de Retorno (TIR), expresada en términos mensuales, alcanza un valor cercano al **54%**, siendo significativamente superior a la tasa de descuento utilizada, lo que evidencia una rentabilidad favorable del servicio propuesto.

En cuanto al Payback, correspondiente al período de recuperación de la inversión, se estima en aproximadamente **1,85 meses**, reflejando una rápida recuperación del capital invertido y un bajo nivel de riesgo financiero asociado al proyecto.

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al analizar el flujo de caja proyectado, se observa que el servicio presenta una estructura de ingresos y costos favorable, permitiendo generar flujos positivos desde las primeras etapas de operación.

Durante los primeros siete meses, el proyecto opera con un flujo neto positivo estable, permitiendo cubrir los costos operacionales y generar utilidades de manera continua. Posteriormente, la incorporación de una inversión adicional en el mes siete permite aumentar la capacidad operativa del servicio, dando paso a una etapa de crecimiento en la cual se considera la ejecución de dos proyectos mensuales.

Este incremento en la capacidad operacional se traduce en un aumento significativo del flujo de caja proyectado, evidenciando la capacidad de escalabilidad del servicio y su potencial de crecimiento económico en el tiempo. Asimismo, la rápida recuperación de la inversión inicial y la estabilidad de los ingresos reflejan una condición financiera favorable para la implementación del proyecto.

Desde un enfoque estratégico, la propuesta no solo evidencia viabilidad económica, sino que también aborda una necesidad existente en la industria relacionada con la administración de documentación técnica y el soporte a los procesos de operación.

Si se consideran distintos escenarios de variación en costos e ingresos asociados a la prestación del servicio, esto permitiría observar el comportamiento económico de la propuesta frente a posibles cambios en las condiciones operacionales y comerciales.

Bajo un escenario optimista, asociado a una disminución de costos operacionales y un aumento en los ingresos, se presentarían mejores indicadores de rentabilidad y un menor período de recuperación de la inversión. Por otra parte, en un escenario pesimista, relacionado con un aumento de costos y disminución de ingresos, los indicadores económicos presentarían una reducción. Sin embargo, aún bajo condiciones desfavorables, el proyecto mantendría viabilidad económica, evidenciando estabilidad financiera frente a distintas condiciones de operación.

4.6 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

La evaluación económica realizada permitió analizar el comportamiento financiero de la propuesta empresarial mediante la proyección del flujo de caja y la aplicación de indicadores de rentabilidad. Los resultados obtenidos evidencian una estructura de costos controlable, flujos de caja positivos y un modelo de ingresos con capacidad de adaptarse al crecimiento proyectado del servicio.

Asimismo, los indicadores financieros calculados, entre ellos un Valor Actual Neto (VAN) positivo, una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior a la tasa de descuento y un período de recuperación de la inversión reducido, respaldan la conveniencia económica de la propuesta y su potencial de sostenibilidad en el tiempo.

En conjunto, los antecedentes técnicos, administrativos y económicos desarrollados a lo largo del estudio permiten establecer que la propuesta empresarial presenta condiciones favorables para su implementación como servicio especializado de levantamiento y actualización de planos de plantas industriales.

Los resultados obtenidos en este capítulo complementan los análisis desarrollados previamente y sirven de base para la conclusión general del trabajo, en la que se integran los principales hallazgos y el aporte de la propuesta al fortalecimiento de la gestión del mantenimiento y la confiabilidad de los activos.

CONCLUSIÓN GENERAL DEL TRABAJO

El desarrollo del presente proyecto permitió cumplir el objetivo general de diseñar una propuesta empresarial para el levantamiento y actualización de planos de plantas industriales, orientada a optimizar la gestión de mantenimiento y fortalecer la confiabilidad de los activos, mediante un diagnóstico de la situación actual, el análisis de brechas, la definición de una metodología de trabajo y la evaluación de su viabilidad técnica, organizacional y económica. El diagnóstico realizado permitió identificar que la desactualización, la falta de estandarización y la limitada accesibilidad de la documentación técnica constituyen una problemática transversal en el sector industrial, afectando la planificación del mantenimiento, la ejecución de intervenciones y la evaluación de riesgos. Asimismo, las encuestas, entrevistas y la revisión documental evidenciaron la necesidad de contar con información técnica confiable, actualizada y gestionada de manera estructurada.

En respuesta a esta problemática, se desarrolló una propuesta técnica que incorpora estándares de calidad, criterios de nomenclatura, herramientas tecnológicas y un flujo metodológico para el levantamiento y actualización de planos de planta. Estos elementos permiten fortalecer la trazabilidad, consistencia y disponibilidad de la documentación técnica, integrándola como un apoyo para la gestión del mantenimiento y la toma de decisiones operacionales.

Complementariamente, el análisis de prefactibilidad permitió establecer una estructura organizacional, un marco legal y un modelo societario adecuados para la implementación del servicio, junto con la identificación de los principales riesgos y sus respectivas medidas de mitigación. La evaluación económica evidenció que la propuesta presenta condiciones favorables para su implementación, respaldadas por indicadores financieros que reflejan su viabilidad y sostenibilidad.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten establecer que la propuesta empresarial constituye una alternativa técnicamente fundamentada y económicamente viable para responder a una necesidad identificada en el sector industrial. Su implementación contribuiría a fortalecer la gestión documental, apoyar la planificación del mantenimiento, mejorar la confiabilidad de los activos y favorecer una toma de decisiones basada en información técnica actualizada y trazable.

Finalmente, este trabajo aporta una metodología estructurada para el levantamiento y actualización de planos de planta, que puede servir como referencia para futuras aplicaciones en organizaciones industriales interesadas en fortalecer la gestión de sus activos y la administración de su documentación técnica.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta aplicada a profesionales de mantenimiento y operaciones

A1.1 Formulario de Encuesta Aplicado

La encuesta aplicada a las empresas CMP, ENGIE y GE Vernova tuvo como objetivo identificar la percepción del personal respecto al uso, estado de actualización e impacto de los planos técnicos dentro de las actividades de mantenimiento, operación e ingeniería.

Las preguntas consideradas en la encuesta fueron las siguientes:

- 1. ¿Con qué frecuencia utiliza planos técnicos en su trabajo?
- 2. ¿Considera que los planos disponibles están actualizados?
- 3. ¿Qué tipo de problemas ha enfrentado por información desactualizada?
- 4. En una escala del 1 al 5, ¿cuánto cree que la falta de actualización de planos afecta la eficiencia del mantenimiento?
- 5. ¿Cree que contar con planos actualizados mejoraría la confiabilidad de los activos?

A1.2 Resultados Consolidados de Encuestas

La Tabla A.1 presenta un resumen consolidado de los principales resultados obtenidos durante la aplicación de las encuestas en las empresas participantes.

Tabla 4: Consolidado General de Encuestas

Pregunta	CMP	ENGIE	GE Vernova
Uso frecuente de planos	40%	40%	40%
Uso algunas veces	40%	40%	40%
Planos no actualizados	40%	40%	40%
Planos parcialmente actualizados	40%	40%	40%
Impacto alto en mantenimiento	60%	60%	60%
Consideran que mejora la confiabilidad	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Entrevistas Realizadas a Expertos del Sector Industrial

En este anexo se presentan las entrevistas realizadas a profesionales de las áreas de mantenimiento, ingeniería y prevención de riesgos, con el objetivo de complementar el diagnóstico asociado a la actualización de planos técnicos y su impacto en la gestión operativa y mantenimiento industrial.

Tabla 5: Consolidado de entrevistas a expertos

Preguntas	Supervisor de Mantenimiento	Ingeniero de Proyectos	Prevencionista de Riesgos
Cargo del entrevistado	Supervisor de Mantenimiento	Ingeniero de Proyectos	Prevencionista de Riesgos
Área	Mantenimiento Industrial	Ingeniería	Prevención de Riesgos
¿De qué manera utiliza planos técnicos en sus actividades laborales?	Diariamente durante actividades de mantenimiento correctivo y preventivo.	Son fundamentales para garantizar la correcta ejecución de modificaciones y nuevos proyectos.	Son relevantes para identificar riesgos, rutas, sistemas críticos y condiciones operacionales.
Desde su experiencia, ¿considera que los planos disponibles se encuentran actualizados respecto a las condiciones reales de planta?	No en su totalidad, existen diferencias entre la documentación y las condiciones reales en terreno.	Existen modificaciones operacionales y cambios de layout que no se registran oportunamente.	Dificulta la evaluación de riesgos y puede provocar errores durante inspecciones o trabajos en terreno.
¿Qué problemas ha identificado asociados al uso de información técnica desactualizada?	Cambios realizados en planta que no fueron incorporados en la documentación técnica.	Puede generar errores de diseño, incompatibilidades y dificultades de coordinación entre disciplinas.	Principalmente en modificaciones de equipos y distribución de áreas operativas.
¿Qué consecuencias puede generar esta situación dentro de su área de trabajo?	Retrasos en trabajos, reprocesos y aumento de tiempos de intervención.	La falta de actualización documental puede generar discrepancias entre el diseño proyectado y las condiciones operacionales reales.	Puede generar omisiones de peligros o evaluaciones incompletas.
¿Cómo considera que esta situación afecta la planificación, operación o seguridad de las actividades?	Genera dificultades para programar actividades y validar información técnica antes de intervenir equipos.	Afecta la confiabilidad de la información utilizada para la toma de decisiones y ejecución de proyectos.	Sí, especialmente en áreas críticas o con modificaciones frecuentes.
¿Qué medidas recomendaría para mejorar la gestión y actualización de planos técnicos?	Implementar un sistema de control documental y actualización periódica de planos.	Establecer procedimientos de revisión, validación y control de versiones de planos técnicos.	Mantener documentación técnica validada y actualizada para fortalecer la seguridad operacional.

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3: Condiciones Generales

A3.1 Introducción

Las presentes condiciones generales se incorporan como anexo referencial al presente trabajo de título, con el objetivo de establecer un marco orientativo para la prestación del servicio de levantamiento y actualización de planos de planta industriales.

Estas condiciones representan buenas prácticas aplicadas en servicios técnicos y profesionales del ámbito industrial, sirviendo como apoyo al análisis de prefactibilidad legal, administrativa y económica de la propuesta empresarial desarrollada en esta investigación.

A3.2 Objeto del Servicio

El servicio tiene por objeto el levantamiento en terreno y la actualización de planos de planta industriales, representando de manera fiel el estado actual de las instalaciones para apoyar actividades de:

- Gestión de activos
- Mantenimiento
- Confiabilidad operacional

El servicio considera únicamente la representación documental de la condición existente, excluyendo:

- Diseño de procesos
- Ingeniería de detalle
- Rediseño operacional
- Modificaciones físicas en planta

A3.3 Alcance del Servicio

El alcance será definido según:

- Cantidad de planos
- Áreas a levantar
- Complejidad del layout
- Tiempo estimado de ejecución

Las condiciones específicas serán acordadas previamente entre las partes y utilizadas como base para la planificación técnica y económica del servicio.

A3.4 Condiciones para el Inicio del Servicio

El inicio de actividades estará sujeto a:

- Aceptación formal de la propuesta técnica y económica.
- Pago de anticipo asociado a la disponibilidad de recursos.
- Coordinación de accesos a planta.
- Entrega de información base disponible por parte del cliente.

A3.5 Obligaciones del Cliente

La organización cliente deberá:

- Facilitar el acceso a las instalaciones según los protocolos internos de seguridad.
- Garantizar condiciones mínimas de seguridad, higiene y operación para el

desarrollo de los trabajos.

- Designar una contraparte técnica para coordinación y validación del servicio.
- Proporcionar datos técnicos y documentación base disponible para el desarrollo del levantamiento.
- Facilitar un espacio de trabajo adecuado para el personal técnico, considerando oficina, acceso a servicios higiénicos, conexión a internet, cocina o área de alimentación y condiciones básicas para el desarrollo de actividades administrativas y técnicas en terreno.

Por parte de la empresa prestadora del servicio, se considerará la provisión de equipos computacionales, software especializado y personal técnico necesario para la ejecución de las actividades de levantamiento y actualización de planos.

A3.6 Recursos y Costos Asociados

El valor del servicio considera:

- Licencias de software CAD y gestión documental.
- Recursos humanos especializados.
- Costos de movilización y logística.
- Costos operacionales en terreno.
- Margen asociado a la prestación profesional del servicio.

A3.7 Modalidad de Cobro

El servicio será valorizado en UF, considerando:

- Cantidad de planos
- Complejidad técnica
- Tiempo de ejecución
- Envergadura del proyecto

El esquema de pagos podrá considerar:

- Anticipos
- Estados de pago parciales
- Hitos contractuales

A3.8 Confidencialidad

Toda información técnica y operacional obtenida durante la ejecución del servicio será considerada confidencial y utilizada exclusivamente para los fines del proyecto.

La divulgación a terceros requerirá autorización expresa de la organización cliente.

A3.9 Propiedad de los Entregables

Los planos actualizados y documentación generada serán propiedad de la empresa cliente una vez finalizado el servicio y cumplidas las condiciones contractuales correspondientes.

A3.10 Limitaciones del Servicio

El servicio no contempla:

- Ingeniería conceptual

- Ingeniería básica
- Ingeniería de detalle
- Diseño de procesos productivos
- Implementación física de modificaciones
- Evaluaciones normativas específicas

Estas actividades podrán ser consideradas como servicios adicionales bajo acuerdo contractual independiente.

A3.11 Vigencia y Carácter Referencial

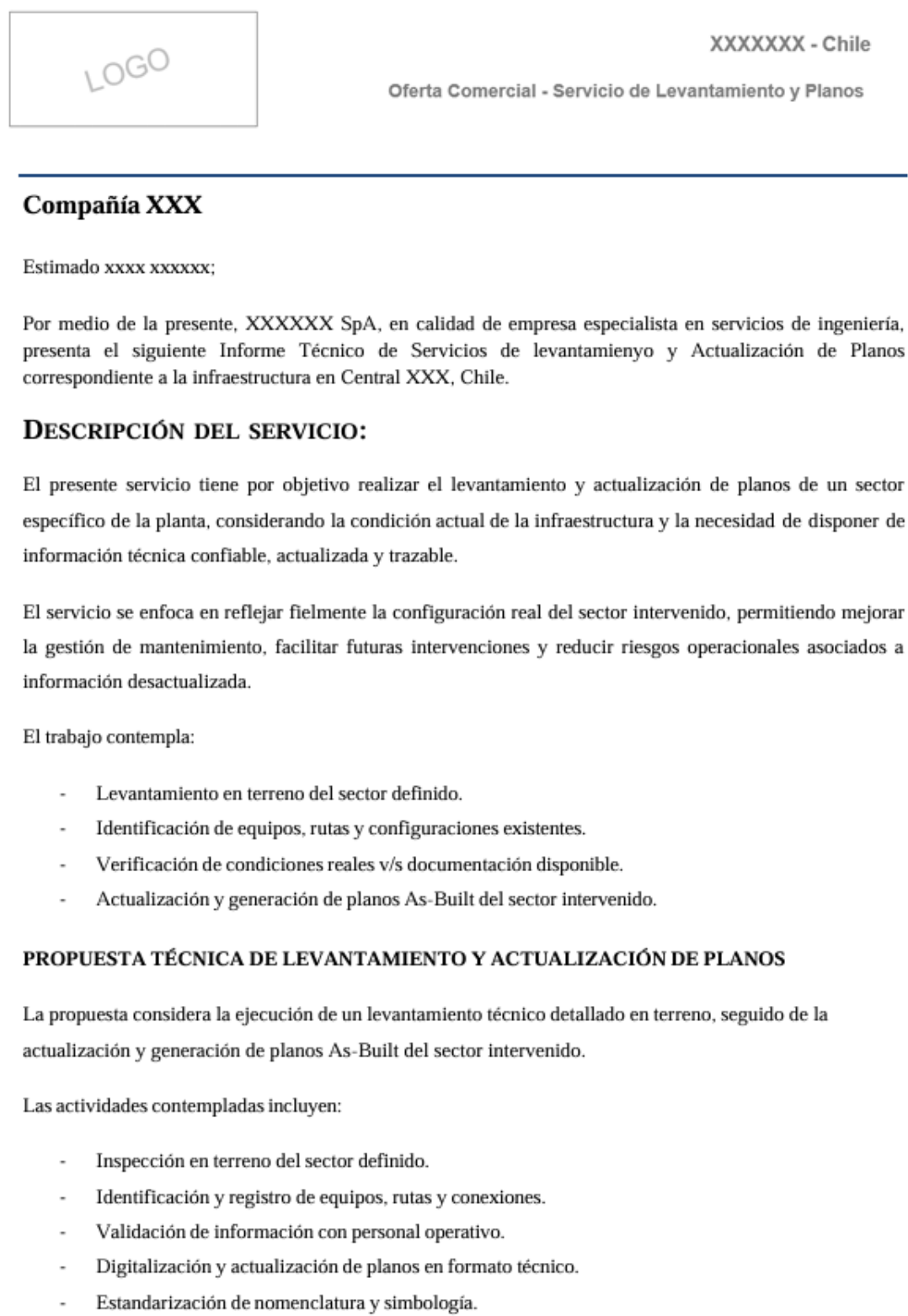
Las presentes condiciones generales poseen carácter académico y referencial dentro del marco del presente trabajo de título, sin constituir un contrato vinculante

Anexo 4: Oferta Comercial del Servicio

Este anexo contiene la oferta comercial utilizada como referencia para la estimación de ingresos del servicio de levantamiento y actualización de planos.

En este documento se establece el valor del servicio en 440 UF por proyecto, el cual fue utilizado como base para la proyección de ingresos en el flujo de caja. Asimismo, permite evidenciar que los valores considerados en la evaluación económica se sustentan en antecedentes reales del mercado.

Figura 7: Oferta Comercial del Servicio





XXXXXXX - Chile

Oferta Comercial - Servicio de Levantamiento y Planos

IMPACTO TÉCNICO Y OPERACIONAL ESPERADO

La implementación del servicio permitirá un incremento en la eficiencia operativa del sector, reflejado en:

- Reducción de tiempos de intervención.
- Mejora en la planificación de mantenimiento.
- Disminución de errores en terreno.
- Mayor control y trazabilidad de la información técnica.

Desde la perspectiva de gestión de activos, se fortalece la confiabilidad de la información, permitiendo una mejor toma de decisiones y reducción de riesgos operacionales.

EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE NO IMPLEMENTACIÓN

En caso de no ejecutar el levantamiento y actualización de planos, se proyectan las siguientes consecuencias:

- Mantención de información desactualizada.
- Incremento en tiempos de respuesta ante fallas.
- Mayor probabilidad de errores operacionales.
- Dificultad para futuras modificaciones o ampliaciones.
- Riesgo en auditorías técnicas y de ciberseguridad.
- Aumento de costos por trabajos correctivos no planificados.

La condición actual evidencia una brecha entre la documentación existente y la realidad operacional del sector, lo que representa un riesgo para la continuidad operativa.

La actualización de planos no solo responde a una necesidad documental, sino a una herramienta estratégica para la gestión de mantenimiento y confiabilidad de activos.

Finalizado el Servicio se entregará estado de pago con los respectivos tiempos involucrados en su ejecución.

El levantamiento en terreno será realizado de manera presencial, contemplando aproximadamente 10 días para su ejecución. Posteriormente, la elaboración y actualización de planos se desarrollará de manera remota, estimándose un plazo de 8 días para dicha etapa.

En caso de requerir horas adicionales, estos serán facturados contra estado de pago de acuerdo con la siguiente tarifa:

- Hora adicional horario normal: 2,0 UF
- Hora adicional horario extra: 2.75 UF
- Hora adicional día Sábado/ Domingo / Festivo: 2,75 UF.



XXXXXXX - Chile

Oferta Comercial - Servicio de Levantamiento y Planos

En caso de que XXXXXX Spa. Deba incurrir en costos adicionales no contemplados en esta oferta, estos serán rendidos en un estado de pago contra presentación de comprobantes, y estarán sujetos al cargo por coordinación y administración.

MONTO DE LA OFERTA

El costo total del servicio es de:

- 440 Unidades de Fomento (UF) por el servicio.

La empresa mandante proveerá:

Infraestructura de Trabajo:

- Proporcionará espacio guardar herramientas y equipos.
- Proporcionará espacio de oficina amueblado con acceso a internet y baños.
- Equipos Comunicación en planta y acceso completo al emplazamiento.

Documentación:

- Cliente debe entregar información técnica.
- Disponer de personal multidisciplinario para aclaración de consultas, dudas, ubicación de equipos en campo, definiciones de información y aclaraciones.

Exclusiones:

- No considera retrasos en accesos a las dependencias y demoras en coordinación de permisos de trabajo y/o autorizaciones.
- Demoras derivadas de la falta, error o retraso en la entrega de información técnica necesaria para la correcta ejecución del servicio.
- Se excluyen todos los trabajos que no correspondan específicamente a las actividades definidas en el alcance del presente informe.

A. Fecha de ejecución del servicio:

- La fecha de inicio de los servicios se definirá al recibir la orden de compra y previa coordinación escrita.

B. Duración estimada del servicio:

- La duración de los trabajos se estima en 3,5 semanas en modalidad híbrida (lunes a viernes), considerando jornadas de 8 horas diarias (08:00 a 17:00 hrs) para las actividades en sitio.

C. Base de precios:

- Los precios se expresan en UF, y se considerará la tasa de cambio (o valor) del Banco Central de Chile del día de emisión de la factura.



XXXXXXX - Chile

Oferta Comercial - Servicio de Levantamiento y Planos

D. Precio:

- 440 Unidades de Fomento (UF) por el servicio.

E. Impuestos:

- Los precios no incluyen el impuesto al valor agregado.

F. Forma de pago:

- Se realizará un pago inicial equivalente al 25% del valor total al inicio de los trabajos.
- Un segundo pago correspondiente al 50% se efectuará a las dos semanas de iniciado el servicio.
- El 25% restante será pagado al término del servicio.
- Para cada hito se emitirá la factura correspondiente, la cual tendrá un plazo de pago de 30 días corridos desde su fecha de emisión.

G. Gestión de cambios:

- Los cambios que el cliente solicite deberán realizarse por escrito. XXXXX Spa. evaluará y presentará una nueva oferta por estos cambios.

H. Términos y Condiciones

- Se regirán según los Términos y Condiciones de Venta de Servicios.

I. Validez de la oferta:

- Del XX.XX.2026 al XX.XX.2026.

J. Entregable:

- XXXXXX Spa entregará resumen en formato Digital vía acta de entrega.

K. Órdenes de compra y consultas de estado

- Agradeceremos dirigir su Orden de Compra a xxxx@xxxx.cl

Esperamos que esta oferta sea de su agrado.

Quedamos atentos a sus comentarios y a la posibilidad de colaborar con XXXXX SpA.

Atentamente, Mayte Moyano A.

XXXX SPA.

Fuente: Elaboración propia, basada en oferta comercial de servicio.

Anexo 5: Desglose De Costos Del Servicio

El presente anexo presenta el desglose detallado de los costos asociados al servicio de levantamiento y actualización de planos, incluyendo recursos humanos, traslados, viáticos y costos operacionales.

Este análisis se basa en antecedentes reales de ejecución del servicio y permite sustentar la estimación de costos utilizada en la elaboración del flujo de caja proyectado. Asimismo, proporciona una visión clara de la estructura de costos del servicio, facilitando la comprensión de los componentes que influyen en la determinación del valor final del proyecto.

Tabla 6: Desglose del servicio

Descripción	Cantidad	UM	Moneda de Origen		
			Costo Unitario	Costo Total	Moneda
1. Desarrollo					
Especialista; Levantamiento	90	HH	675.000	1.000.000	CLP
Especialista; Proyectista	72	HH	500.000	760.000	CLP
Traslados Aereos	4	c/u	500.000	2.000.000	CLP
Traslados Locales	1	c/u	550.000	550.000	CLP
Alojamiento	26	c/u	140.000	3.640.000	CLP
Alimentación (Viaticos)	26	c/u	50.000	1.300.000	CLP
Taxi Aeropuerto	4	c/u	60.000	240.000	CLP
Contadores	1	c/u	60.000	60.000	CLP
Prevencionista	1	c/u	200.000	200.000	CLP
Adm. Contrato	162	HH	1.200.000	1.850.000	CLP
Encargado Ing.	90	HH	780.000	1.150.000	CLP
2. Equipo					
EPP	2	c/u	25.000	50.000	CLP
Camisas	2	c/u	30.000	60.000	CLP
Pantalon	2	c/u	80.000	160.000	CLP
Zapatos	2	c/u	60.000	120.000	CLP
Chaqueta	2	c/u	60.000	120.000	CLP
Casco+lente+guantes+auditivos	2	c/u	60.000	120.000	CLP
Exámenes Basica	2	c/u	130.000	260.000	CLP
Mutualidad	2	c/u	75.000	150.000	CLP
			TOTAL PESOS	13.790.000	CLP
			TOTAL UF	340,84	UF

Fuente: Elaboración Propia.

Esta oferta se elabora en base al siguiente cronograma de trabajo, el cual considera actividades de levantamiento en terreno y desarrollo de planos, ejecutadas en modalidad híbrida y distribuidas según la planificación operacional del servicio. El levantamiento técnico contempla jornadas presenciales en sitio, mientras que la elaboración y actualización de planos se realizará de manera remota, considerando la disponibilidad operativa y coordinación con el mandante. Asimismo, el cronograma presentado corresponde a una estimación referencial y podrá ajustarse según requerimientos operacionales, condiciones de acceso o necesidades adicionales del proyecto.

Tabla 7: Cronograma del Servicio

		Week 0							Week 1							Week 2							Week 3						
		Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Días Lev	10	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1																
Días Planos	8															1	1	1	1	1			1	1	1				
Levantamiento	90	9	9	9	9	9			9	9	9	9	9																
Planos	72															9	9	9	9	9			9	9	9				

1	Diagramas
1	Levantamiento

LEV	Días	Horas x Dia	Total Horas
	10	9	90
	Costo		\$4.588.015

Planos	Días	Horas x Dia	Total Horas
	8	0	72
	Costo		\$2.160.000

Fuente: Elaboración Propia.

REFERENCIAS

- *Mendoza Barreiro, J., Almeida Díaz, P., Gamboa Tubay, C., & Jácome Alarcón, M. (2025). Optimización del layout industrial para reducir riesgos laborales: Un estudio con metodología mixta. Revista de Ingeniería y Seguridad Industrial, 12(1), 45–58.*
- *Darraidou, M., & Ponzzone, C. (2013). Diseño industrial inherentemente seguro y reducción de riesgos mayores. Edutecne.*
- *Health and Safety Executive. (1989). Phillips 66 Pasadena explosion: Incident report. HSE. <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/casepasadena89.htm>*
- *International Organization for Standardization. (2014). ISO 55000: Asset management—Overview, principles and terminology. ISO.*
- *International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001: Quality management systems—Requirements. ISO.*
- *International Organization for Standardization. (2016). ISO 14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries—Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. ISO*
- *International Organization for Standardization. (2016). ISO 14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. International Organization for Standardization.*
- *International Organization for Standardization. (2020). ISO 128: Technical drawings — General principles of presentation. International Organization for Standardization.*
- *International Organization for Standardization. (1977). ISO 5455: Technical drawings — Scales. International Organization for Standardization.*

