UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2022

IMPLEMENTACION PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD CONTRATO PUENTE CORREA PROYECTO AN NNM CODELCO VP

ZAMORA RIQUELME, JOSE DANILO

https://hdl.handle.net/11673/54022

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

IMPLEMENTACIÓN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD CONTRATO PUENTE CORREA PROYECTO AN NNM CODELCO VP

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de INGENIERO EN EJECUCIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA

Alumno:
Sr. José Danilo Zamora Riquelme

Profesor Guía:
Sr. Álvaro Céspedes Escobar

2022

RESUMEN EJECUTIVO

KEYWORDS: AN NNM (Andes Norte Nuevo Nivel Mina), Codelco VP (Vicepresidencia de Proyectos Codelco).

El trabajo tiene por finalidad de realizar un estudio técnico-financiero para la implementación de un Plan de aseguramiento de la Calidad (PAC), en un contrato de construcción de la Cartera de Proyectos Teniente, específicamente en el contrato de ejecución Puente Correa CV-02.

El proyecto consiste en la una evaluación de técnica- financiara para la creación una empresa asesora en aspecto de calidad, la cual tiene por finalidad la implementación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad en los diferentes contratos de construcción basado en la norma ISO 10005, dichos contratos se encuentran enmarcados en el proyecto estructural de la Corporación Nacional del Cobre, de la división El teniente.

Capítulo 1 tiene por objetivo mostrar los antecedentes generales para contextualizar el proyecto, analizando la situación y un estudio de los diferentes contratos de construcción faltantes con la ejecución del proyecto Andes Norte Nuevo Nivel Mina (AN NNM).

Capítulo 2 Se detalla todos los costos asociados a la creación de la empresa, los costos fijos, variables, operacionales, la inversión inicial, imprevistos, etc., también detalla lo relacionado con el estudio técnico del proyecto, describiendo los proceso y equipos necesarios para la implementación del proyecto.

Capítulo 3 A continuación, se presenta el mapa de proceso del proyecto, detallando la interacción de las diferentes áreas tanto para la empresa contratista, como asi también para la empresa mandante.

Capítulo 4 La evaluación económica es uno de los antecedentes más relevantes para la evaluación general del proyecto, en el capítulo se estable las bases para la evaluación financiera, el cálculo de la tasa de descuento, los flujos de caja proyectos y un análisis de los resultados obtenidos de los indicadores económicos, análisis de sensibilidad y riesgo, estableciendo la vialidad del proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO
SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS
RESUMEN EJECUTIVO 2
ÍNDICE 3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES 6
ÍNDICE DE GRÁFICOS 7
ÍNDICE DE TABLA 7
SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS 8
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO 1: EL NEGOCIO DEL PROYECTO 2
1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO 3
1.1.1. Objetivos del proyecto 3
1.1.2. Sector industrial y giro del negocio 3
1.1.3. Análisis FODA 4
1.1.4. Localización del proyecto 5
1.2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO 5
1.2.1. Definición de la situación base sin proyecto 5
1.2.2. Definición de la situación base con proyecto 6
1.3. ESTUDIO DE MERCADO 6
1.3.1. Definición del Servicio 6
1.3.2. Análisis de la demanda (actual y futura) 6
1.3.3. Análisis de la oferta (actual y futura) 7
1.3.4. Análisis de costos del servicio 8
CAPÍTULO 2: LA INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL PROYECTO 9
2.1. ESTUDIO DE COSTOS 10
2.1.1. Determinación de los costos 10
2.1.1.1. Desarrollo de documentación requerida por el mandante (PAC) 10
2.1.2. Estructura de costos 11
2.1.2.1. Costos Fijos 11
2.1.2.2. Costos Variables 11
2.1.3. Costos de operaciones (o producción) 13
2.2. LA INVERSIÓN DEL PROYECTO 13
2.2.1. Inversión en activos tangibles 13
2.2.2. Inversión en puesta en marcha y/o intangibles 14
2.2.3. Inversión en capital de trabajo 14
2.2.4. Imprevistos 15
2.3. ESTUDIO TÉCNICO 16
2.3.1. Descripción y selección de procesos 16
2.3.1.1. Generación de Plan de Aseguramiento de la Calidad. 16
2.3.1.2. Implementación del PAC 17
2.3.1.3. Control de calidad de los procesos constructivos 17
2.3.2. Selección de equipos de medición y ensayos 17

2.3.2.1. Medidor de punto de rocío 18
2.3.2.6. Termohigrómetro 21
2.3.2.7. Medidor espesor de pintura 21
2.3.2.8. Detector de orificios 22
2.3.2.9. Calibrador de Tensión de Pernos 22
2 .3.2.10. Llave de Torque 23
2.4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES 23
2.4.1. Estructura organizacional 23
2.4.2. Personal, cargos, perfiles y sueldos 24
2.4.3. Marco legal y políticas de desarrollo del giro del negocio 26
2.4.4. Estructura societaria y sistema tributario 26
CAPÍTULO 3: LA INGENIERÍA BÁSICA DEL SERVICIO 27
3.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO 28
3.1.1. Especificaciones técnicas del contrato 28
3.2. MAPA DE PROCESO 28
3.2.1 Inicio del contrato 29
3.2.2. Control de la planificación de la obra 30
3.2.2.1 Check-list de inicio 30
3.2.2.2 Quiebres de sistemas y subsistemas operables y no operables. 31
3.2.3. Identificación de los procesos claves 32
3.2.3.1. Listado de materiales críticos 32
3.2.3.2. Listado de protocolos 33
3.2.3.3. Plan de inspección y ensayos 34
3.2.4. Control de materiales 35
3.2.4.1 Validación de fichas técnicas y certificados de materiales 35
3.2.4.2 Revisión semanal de LOG de materiales 36
3.2.5. Control de ensayos 37
3.2.5.1. Ejecución de ensayos 37
3.2.5.2. Revisión semanal de LOG de ensayos 38
3.2.6. Control de protocolos 39
3.2.6.1. Formato de protocolos 39
3.2.6.2. Revisión semanal de log de protocolos 40
3.2.6.3. Formatos de protocolos pruebas de construcción 41
3.2.6.4. Revisión semanal de LOG de protocolos de prueba de construcción 42
3.2.7. Control de cierre progresivo 43
3.2.7.1. Caminata de avance mensuales 43
3.2.7.2. Cierre de detalles de terminación 44
3.2.7.3. Carpeta mensual 45
3.2.8. Seguimiento y Medición de proceso 46
3.2.8.1. Auditorías a Empresas Contratistas 46
3.2.8.2. No Conformidades 47
3.2.8.2. Inspecciones 48
3.2.8.3. Ensayos de contramuestras 49
3.2.8.4. Reuniones de reportabilidad 52
3.2.9. Cierre de Contrato 53

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA **54**
4.1. EVALUACIÓN FINANCIERA 55
4.1.1. Consideraciones económicas 55
4.1.1.1. Tasa de descuento 55
4.1.1.2. Horizonte del proyecto 56
4.1.1.3. Moneda a utilizar 56
4.1.1.4. Impuestos 56
4.1.2. Fuentes y costos del financiamiento 56
4.1.3. Indicadores económicos 58
4.1.4. Resumen de inversiones 58
4.1.5. Depreciaciones 59
4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA 60
4.2.1. Flujo de caja puro 60
4.2.2. Flujo de caja financiado 63
4.2.3. Resumen y análisis de indicadores económicos 66
4.2.4. Análisis de sensibilidad 66
4.2.5. Análisis de Riesgo 68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5
ILUSTRACIÓN 2: MEDIDOR DE PUNTO DE ROCIO 18
ILUSTRACIÓN 3: MEDIDOR DE ESPESOR DE PINTURA. 19
ILUSTRACIÓN 4: MEDIDOR DIGITAL DE PERFIL DE SUPERFICIE. 19
ILUSTRACIÓN 5: MEDIDOR DE SOLDADURA 20
ILUSTRACIÓN 6: TERMÓMETRO INFRARROJO 20
ILUSTRACIÓN 7: MEDIDOR DIGITAL DE PERFIL DE SUPERFICIES 21
ILUSTRACIÓN 8: MEDIDOR DE ESPESOR DE PINTURA 21
ILUSTRACIÓN 9: DETECTOR DE ORIFICIO 22
ILUSTRACIÓN 10: CALIBRADOR DE TENSIÓN DE PERNOS 22
ILUSTRACIÓN 11: LLAVE DE TORQUE 23
ILUSTRACIÓN 12: ORGANIGRAMA DE DEPARTAMENTO DE CALIDAD. 23
ILUSTRACIÓN 13: DIAGRAMA DE FLUJO - MAPA DE PROCESOS DEL SERVICIO. 28
ILUSTRACIÓN 14: DIAGRAMA DE FLUJO - REUNIÓN DE INICIO (KOM) 29
ILUSTRACIÓN 15: DIAGRAMA DE FLUJO – CHECK LIST DE INICIO. 30
ILUSTRACIÓN 16: DIAGRAMA DE FLUJO – QUIEBRES DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS, OPERABLES Y NO OPERABLES. 31
ILUSTRACIÓN 17: DIAGRAMA DE FLUJO – LISTADO DE MATERIALES CRÍTICOS 32
ILUSTRACIÓN 18: DIAGRAMA DE FLUJO – LISTADO DE PROTOCOLOS 33
ILUSTRACIÓN 19: DIAGRAMA DE FLUJO – PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS 34
ILUSTRACIÓN 20: DIAGRAMA DE FLUJO – VALIDACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS Y CERTIFICADOS DE MATERIALES 35
ILUSTRACIÓN 21: DIAGRAMA DE FLUJO – REVISIÓN SEMANAL DE LOG DE MATERIALES 36
ILUSTRACIÓN 22: DIAGRAMA DE FLUJO – EJECUCIÓN DE ENSAYOS 37
ILUSTRACIÓN 23: DIAGRAMA DE FLUJO – REVISIÓN SEMANAL DE LOG DE ENSAYOS 38
ILUSTRACIÓN 24: DIAGRAMA DE FLUJO – FORMATOS DE PROTOCOLOS 39
ILUSTRACIÓN 25: DIAGRAMA DE FLUJO – REVISIÓN SEMANAL DE LOG PROTOCOLOS 40
ILUSTRACIÓN 26: DIAGRAMA DE FLUJO – FORMATOS DE PROTOCOLOS PRUEBAS DE CONSTRUCCIÓN 41
ILUSTRACIÓN 27: DIAGRAMA DE FLUJO – REVISIÓN SEMANAL DE LOG DE PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE CONSTRUCCIÓN 42
ILUSTRACIÓN 28: DIAGRAMA DE FLUJO – CAMINATAS DE AVANCE MENSUAL 43
ILUSTRACIÓN 29: DIAGRAMA DE FLUJO – CIERRE DE DETALLES DE TERMINACIÓN 44
ILUSTRACIÓN 30: DIAGRAMA DE FLUJO – CARPETA MENSUAL 45
ILUSTRACIÓN 31: DIAGRAMA DE FLUJO – NO CONFORMIDADES 47
ILUSTRACIÓN 32: DIAGRAMA DE FLUJO – INSPECCIONES 48
ILUSTRACIÓN 33: DIAGRAMA DE FLUJO – ENSAYOS DE CONTRAMUESTRAS 51
ILUSTRACIÓN 34: DIAGRAMA DE FLUJO – REUNIONES Y REPORTABILIDAD. 52
ILUSTRACIÓN 35: DIAGRAMA DE FLUJO – CARPETA DE TRASPASO 53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: COSTOS DEL SERVICIO 8
GRÁFICO 2: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD TIR VS % FEE DE INGRESO 67

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1: SIGLAS. 8
TABLA 2: SIMBOLOGÍA 9
TABLA 3: MATRIZ FODA 4
TABLA 4: CONTRATOS EN EJECUCIÓN 6
TABLA 5: CONTRATOS POR EJECUTAR 7
TABLA 6: COSTOS FIJOS MENSUAL DEL SERVICIO 11
TABLA 7: CANTIDAD DE ENSAYOS DE LABORATORIOS 12
TABLA 8: COSTO VARIABLE POR CONCEPTO DE ARRIENDO MENSUAL 12
TABLA 9: COSTOS TANGIBLES DEL CONTRATO 14
TABLA 10: COSTOS INTANGIBLES DEL CONTRATO 14
TABLA 11: CARTA GANTT DE PUESTA EN MARCHA 15
TABLA 12: INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO 15
TABLA 13: CÁLCULO DE IMPREVISTOS 16
TABLA 14: EQUIPOS DE MEDICIÓN Y ENSAYOS (EIME) 18
TABLA 15: DESCRIPCIÓN CARGO: JEFE DE CALIDAD. 24
TABLA 16: DESCRIPCIÓN CARGO: INSPECTOR DE CALIDAD OOCC 24
TABLA 17: DESCRIPCIÓN CARGO: INSPECTOR DE CALIDAD MECÁNICO. 25
TABLA 18: DESCRIPCIÓN CARGO: ASISTENTE DE CALIDAD 25
TABLA 19: DESCRIPCIÓN CARGO: CONTROL DE DOCUMENTOS DEL CONTRATO 25
TABLA 20: CÁLCULO DE TASA DE DESCUENTO 56
TABLA 21: FINANCIAMIENTO DE PROYECTO AL 25% 57
TABLA 22: FINANCIAMIENTO DE PROYECTO AL 50% 57
TABLA 23: FINANCIAMIENTO DE PROYECTO AL 75% 58
TABLA 24: INVERSIÓN INICIAL. 59
TABLA 25: CUADRO DE DEPRECIACIONES 60
TABLA 26: CÁLCULO TASA DE DESCUENTO 61
TABLA 27: FLUJO DE CAJA PURO 62
TABLA 28: FLUJO DE CAJA FINANCIADO AL 25% 63
TABLA 29: FLUJO DE CAJA FINANCIADO AL 50% 64
TABLA 30: FLUJO DE CAJA FINANCIADO AL 75% 65
TABLA 31: RESUMEN DE INDICADORES ECONÓMICOS 66
TABLA 32: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD COSTOS DEL SERVICIO (FEE) 67

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

AN MMN	:	Andes Norte Nuevo Nivel Mina.
VP	:	Vicepresidencia de Proyecto Codelco.
DET	:	División El Teniente.
CODELCO	:	Corporación Nacional del Cobre
SMMd	:	Sistema de Manejo de Material Definitivo
ktpd	:	Kilo Tonelada Producción Diaria.
BT	:	Bases Técnicas
BEC	:	Bases Especiales de Contratos.
BGC	:	Bases Generales de Contratación.
NCC	:	Norma Corporativa CODELCO.
NCh	:	Normas Chilenas.
RCA	:	Resolución de Calificación Ambiental.
PAC	:	Plan de Aseguramiento de la Calidad.
SERNAGEOMIN	:	Servicio Nacional de Geología y Minería.
FODA	:	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
NCh	:	Norma Chilena
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
UF	:	Unidad de Fomento
VAN	:	Valor Actual Neto

Tabla 1: Siglas.
Fuente: Elaboración propia

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
kWh	Kilo watts hora
mm	Milímetro
m^2	Metro cuadrado
m^3/día	Metros cúbicos por día
ton/h	Toneladas por hora
Nm^3	Metros cúbicos normales

Tabla 2: Simbología
Fuente: Elaboración propia

INTRODUCCIÓN

El proyecto inversional Andes Norte Nuevo Nivel Mina (AN NNM), localizado en la región del Libertador General Bernardo O´Higgins, en la ciudad de Rancagua, en la provincia de Cachapoal, comuna de Machalí, específicamente en la mina subterránea de la División El Teniente (DET) de la corporación Nacional del Cobre (CODELCO).

El objetivo del proyecto, es la construcción de un nuevo nivel de explotación de la mina El Teniente ubicado en la cota más baja de dicha mina aproximadamente 1.887 msnm, por debajo de nivel Teniente 8 que actualmente se encuentra en producción. Con este proyecto la Corporación Nacional del Cobre pretende extender la producción de cobre en la División el Teniente (DET) por un período de al menos 50 años, en una primera etapa se estimada una producción de 35 Ktpd de material extraído. Este proyecto se enmarca en el Plan de Desarrollo de la División el Teniente.

Para la construcción del AN NNM, se necesitará la ejecución de nueva infraestructura para la División como: sistemas de chancado primario, sistemas de ventilación, sistemas eléctricos, correas transportadoras, estaciones de transferencias entre otras.

En los próximos años 2022 y 2023 comenzará la construcción del Sistema de Manejo de Trasporte de Material definitivo (SMMd) del Proyecto AN NNM, el cual considera la construcción de las Correas Transportadores CV1, CV2, CV3 y CV11, las Estaciones de Transferencia ET1, ET2 y ET3. Subestaciones entre otras obras.

Para el desarrollo del trabajo de título, se evaluará la implementación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad en la modalidad de outsourcing, específicamente al Contrato de Construcción CC-95 denominado Construcción Puente Correa CV-02, el cual considera obras civiles clásicas de un puente como: excavaciones, hormigones armados para las fundaciones de cepas y estribos, estructuras metálicas pesada para las elevaciones de las cepas y galerías del puente.

CAPÍTULO 1: EL NEGOCIO DEL PROYECTO

1. EL NEGOCIO DEL PROYECTO

Este capítulo tiene la finalidad de contextualizar los antecedentes generales del proyecto, en el cual se entrega un diagnóstico base con y sin proyecto y un estudio del mercado enmarcado en el Proyector Andes Norte Nuevo Nivel Mina de Codelco. Toda la información está basada en un análisis técnico enmarcado en el proyecto estructural de Codelco denominado Andes Norte Nuevo Nivel Mina.

1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO

El proyecto consiste en evaluar e implementar un Plan de Aseguramiento de la Calidad en el proyecto de construcción de Puente Correa CV2 basado en la norma ISO 17005, el cual permitirá asegurar todos los procesos para llevar a cabo la ejecución la construcción evitando retrabajos que puedan impactar en los costos y plazos establecidos para el contrato.

Para poder realizar el estudio de este proyecto se requiere analizar los costos de HH del equipo del departamento de calidad, equipos de medición y ensayos, laboratorios de ensayos externos a la organización.

1.1.1. Objetivos del proyecto

A continuación, se plantearán en base a un objetivo general, un desarrollo de objetivos específicos. La formulación de estos, serán la base del análisis del proyecto.

Objetivo general

Implementar Plan de Aseguramiento de la calidad en la modalidad de outsourcing en el Contrato de Construcción Puente Correa CV2, enmarcado en el Proyecto AN NNM Codelco VP.

Objetivo específico

- Elaborar un estudio de costos de implementación de un plan de Aseguramiento de la Calidad en la ejecución del proyecto.
- Establecer y evaluar cumplimientos de KPI en términos de Calidad.
- Realizar un estudio técnico-financiero para la implementación de un plan de aseguramiento de la calidad.

1.1.2. Sector industrial y giro del negocio

La vicepresidencia de proyectos de Codelco (Codelco VP), fue creada en el año 2005 con la finalidad de llevar cabo proyectos estructurales de la corporación, en todas sus etapas (conceptual, básica y detalle), construcción y la puesta en marcha de estos proyectos, para posteriormente entregar los activos a cada división para su explotación.

El giro del negocio corresponde a la producción de cobre, la cual tiene como finalidad generar excedentes para el estado de Chile.

1.1.3. Análisis FODA

Mediante este análisis, se presentarán las fortalezas y debilidades que presenta este proyecto, como así también las oportunidades y amenazas de este.
A continuación, se detalla el cuadro analítico de la matriz FODA

Matriz FODA: Implementación Plan de Aseguramiento de la Calidad Contrato Puente Correa Proyecto AN NNM Codelco VP	**Fortaleza (F)** F1 - Procesos estandarizados de las diferentes disciplinas. F2 - Descripciones de cargo preestablecidos. F3 - Bases técnicas y especificaciones establecida por el cliente.	**Debilidades (D)** D1 – Escaso tiempo para implementar el PAC D2 – Baja experiencia en sistemas de gestión de los supervisores. D3 – Retrabajos en los procesos por productos no conformes.
Oportunidades (O) O1 – Licitaciones de nuevos contratos con el cliente**.** O2 - Ampliación del contrato. O3 – Implementar mejoras en los procesos O4 – Oportunidad de nuevos negocios con el cliente.	**Estrategia FO:** **F1O3:** Implementar un PAC (plan de aseguramiento de la calidad9. **F3O3:** Implementar un plan de inspección y ensayos a los procesos constructivos.	**Estrategia DO:** **D2O3:** Implementar programa de auditoría e inspecciones. D3: Implementar procedimientos de mejora continua.
Amenazas (A) A1 - Capacidad de producción de los proveedores (maestranzas) A2 - Baja oferta de mano de obra capacitada (Montajistas y Soldadores) en el mercado laboral de la región. A3 – Situación de pandemia mundial por el Covid19.	**Estrategia FA** **F2A2:** Implementar programa de capacitaciones, para mejorar competencias. A3: Implementar protocolos establecidos por las autoridades y el cliente.	**Estrategia DA** **D1A1:** Implementar herramientas de productividad.

Tabla 3: Matriz Foda
Fuente: Elaboración propia

El proyecto entonces se enfocará en desarrollar la estrategia FO, la cual consiste en implementar un plan de aseguramiento de la calidad basado en la norma ISO 10005, en el contrato de Construcción del Puente Correa CV2, cual pertenece al Sistema de Manejo de Material Definitivo (SMMd), perteneciente al proyecto AN NNM Codelco VP.

1.1.4. Localización del proyecto

La ubicación político-administrativa del proyecto se encuentra ubicada en la Región Del Libertador General Bernardo O'Higgins, a 80 km al sureste de la ciudad de Santiago y a 44 km al Este de la ciudad de Rancagua, en la provincia de Cachapoal, Comuna de Machalí, específicamente en la mina subterránea de la División el Teniente (DET) de la Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO).

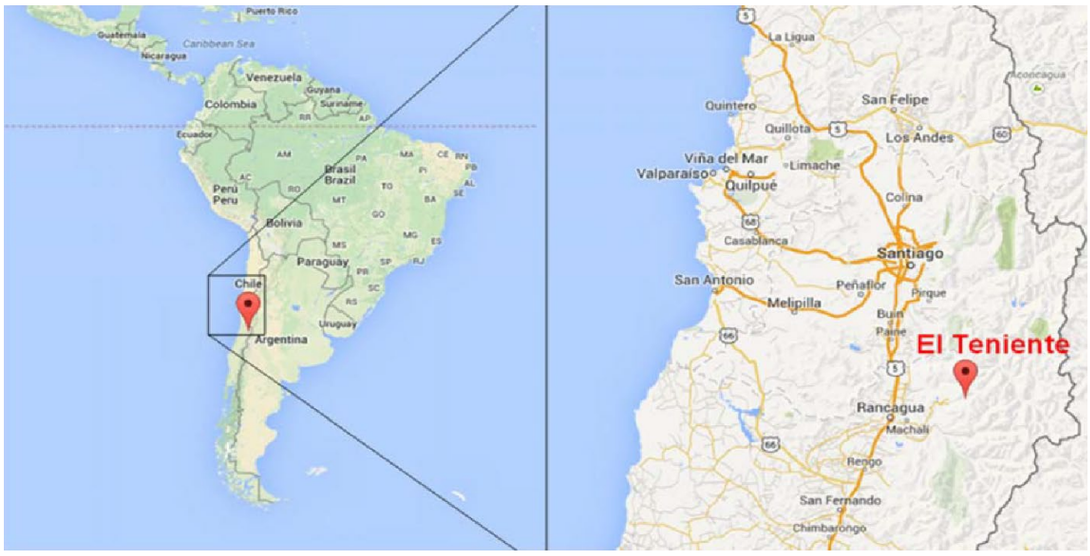


Ilustración 1: Localización del proyecto
Fuente: Google Maps (2022)

La ejecución de las obras es en el exterior, fuera de zona de túneles, en la zona denominada Plataforma Confluencia, junto al cauce del río Coya, cercana a fundición Coletones e instalaciones complementarias, y en la zona circunscrita entre el puente El Sapo y puente Confluencia, de reciente construcción ambos en el sector, sobre el cauce mencionado.
Se accede desde la ciudad de Rancagua a través de la Carretera El Cobre, completamente asfaltada, con restricciones controladas, especialmente en período invernal.

1.2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

En esta sección se podrá apreciar el escenario actual del proyecto AN NNM, los contratos que se encuentran en ejecución y los contratos que próximamente se iniciaran sus procesos de construcción.

1.2.1. Definición de la situación base sin proyecto

En la actualidad las empresas constructoras implementan sus Sistemas de Aseguramiento de la Calidad (PAC) con personal propio, lo que con lleva tener personal contrato, capacitado, con experiencia en el rubro, multidisciplinarios, entre otros. Esto implica mantener una planilla con costos laborales fijos, incluso en períodos que no se encuentran ejecutando contratos.

1.2.2. Definición de la situación base con proyecto

Con la implementación del proyecto se dará una alternativa a las empresas constructoras que ejecutarán los próximos contratos del proyecto AN NNM, que puedan subcontratar los servicios del área de calidad del contrato, para lo cual se ofrecerá un servicio de Implementación de sistema de aseguramiento de la calidad bajo la norma ISO 10005 y los requerimientos en términos de calidad de Codelco VP, para desarrollar lo indicado, se contará con personal con las competencias exigidas por las bases técnicas del contrato, con experiencia en contrato de Codelco VP, equipo multidisciplinario y calificaciones en términos del área de Calidad como Auditor Interno, Auditor Líder entre otros.

1.3. ESTUDIO DE MERCADO

En esta sección se definirá el servicio, analizando la demanda y oferta actuales y futuras, se determinarán las variables que influyen en el costo de la implementación.

1.3.1. Definición del Servicio

Se considera como el servicio el Estudio del Contrato en término de calidad, generación de la documentación exigida por el mandante, la implementación de los planes de inspección y ensayos, auditorías internas de las diferentes áreas del contrato, trazabilidad de los materiales, caminatas de entregas, cierre de detalles de terminación, confección de las carpetas de entregas.

1.3.2. Análisis de la demanda (actual y futura)

Actualmente en el proyecto AN NNM, se encuentran en ejecución una serie de contratos, entre los principalmente tienen relación con desarrollo de minería, entre los cuales se encuentran

- Túnel Correa con una longitud de 9 km
- Sala de Chancado,
- Niveles de la mina (Ventilación, Producción, Traspaso, etc)

CONTRATOS EN EJECUCIÓN		Duración (meses)
CC-081	OBRAS MINERAS Y CIVILES NIVELES PRINCIPALES	36
CC-085	OBRAS MINERAS SISTEMAS DE CHANCADO	36
CC-086	OBRAS MINERAS TÚNEL CORREA, VENTILACIÓN TC-TAP Y MONTAJE V75	24
CC-087	SANEAMIENTO Y MOVIMIENTOS DE TIERRA COMPLEMENTARIOS SMMD	18
CC-128	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE SALA DE DATOS, DE OPERACIONES Y OFICINAS DE BARRIO CIVICO NP	18

Tabla 4: Contratos en ejecución
Fuente: Elaboración propia

Para los próximos años 2022 y 2023 se encuentra programado la ejecución de los contratos, denominados de infraestructura y dentro los cuales se encuentran la construcción de las torres de transferencia, montajes de las corres de transferencia (CV1, CV2, CV3 y CV11), subestaciones eléctricas, entre otros contratos.

OBRAS INTERIOR MINA		DURACIÓN
CC-114	SUMINISTRO, CONSTRUCCIÒN Y MONTAJE SISTEMA DE COMBUSTIBLE	12
CC-125	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE INFRAESTRUCTURA MINA NIVELES SUPERIORES NH-NP	18
CC-126	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE INFRAESTRUCTURA MINA NIVELES INFERIORES NV-NT-ND	12
CC-091	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE SEE TT9 Y RED DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR MINA	18
EPC-103	TELECOMANDOS MARTILLOS, BUZONES Y CCV	12
EPC-104	AUTOMATIZACIÓN LHD	18
EPC-105	AUTOMATIZACIÓN CAMIONES	12
EPC-107	SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	12
EPC-113	SIST. DE COMUNIC. FIJAS TRAMO SALA DE DATOS Y COMUNIC. (SDYC) NP - SALA DE EQUIPOS INTERIOR MINA	12
OBRAS INTERIOR MINA		DURACIÓN
CC-088	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE SSE TRAFUL	18
CC-090	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE PLANTA CHANCADO PRIMARIO	24
CC-084	OBRAS MINERAS TÚNEL CORREA PK0	18
CC-096	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE CORREAS TRANSPORTE Y HABILITACIÓN TÚNEL TC	24
INFRAESTRUCTURA DE MANEJO MINERAL		DURACIÓN
CC-124	HABILITACIÓN ACCESO A AN POR ADIT 77	24
EPC-102	HABILITACIÓN CASA CAMBIO LA JUNTA 1	6
EPC-100	SISTEMA DE COMUNICACIONES FIJAS TRAMO EDIFICIO 186 COLON BAJO - SITE SUR EDIFICIO 351	6
EPC-101	AMPLIACION Y HABILITACION EDIFICIO 351	6

Tabla 5: Contratos por ejecutar
Fuente: Elaboración propia

1.3.3. Análisis de la oferta (actual y futura)

En el mercado existen varias de empresas dedicadas de entregar servicios de consultorías en término de aseguramiento de calidad, empresas certificadoras de normas, Auditorías externas, servicio de inspecciones fábricas. Las cuales se encuentran consolidadas y con un mercado establecido en empresas de diferentes rubros como empresas de productos y servicios, sin embargo, no existe empresas que den el servicio de implementación de un

Sistema de Aseguramiento de Calidad en un contrato de construcción para un proyecto construcción en el rubro de minería en particular.

1.3.4. Análisis de costos del servicio

La entrega del servicio se define básicamente seguimiento a la implementación de un plan de aseguramiento de la Calidad, el cual es exigencia del mandante, en este caso Codelco VP. Dentro los principales servicios se encuentran: la documentación exigida por el mandante (Plan de Aseguramiento de la Calidad), la implementación del PAC, seguimiento al cumplimiento de los diferentes planes que forman parte del PAC, generación de Kpi en términos de calidad, auditorías internas, entre otros servicios.

Los costos asociados a la entrega del servicio de la implementación del Plan de Aseguramiento de la Calidad dependen principalmente de las siguientes variables:

- Horas Hombres Equipo de Calidad
- Arriendo de Camioneta
- Ensayos de Laboratorio
- Arriendo o Compra de Equipos de Medición y Ensayos
- Equipos de computacionales (Notebook, impresoras)
- Insumos de escritorios
- Otros

De los elementos señalados anteriormente, porcentualmente influyen de la siguiente manera en el costo del servicio.

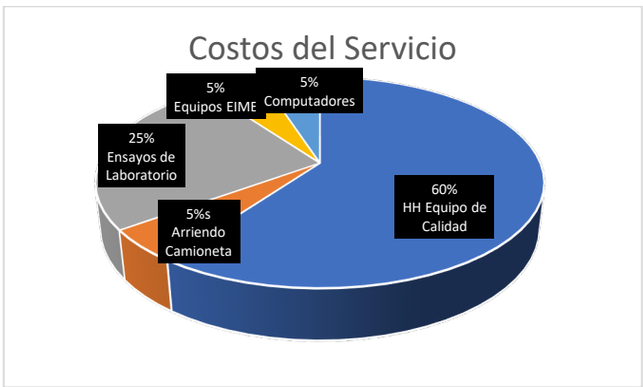


Gráfico 1: Costos del servicio
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico 1-1, los costos asociados a la implementación y ejecución del servicio, el parámetro de las HH del equipo de calidad resulta aproximadamente el 60% del costo final del servicio.

Dado que las HH del equipo de calidad resulta ser el ítem más relevante, así también el costo de los ensayos de laboratorios resulta imperativo analizar y evaluar la reducción de costos en este ítem, no dejando de lado la calidad del servicio.

CAPÍTULO 2: LA INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL PROYECTO

2. LA INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL PROYECTO

En el siguiente capitulo se detalla los costos del proyecto, los cuales incluyen los costos fijos, variables, operacionales, la inversión inicial del proyecto, así como también los imprevistos que puedan ocurrir en la implementación.

También se considera en este capítulo lo relacionado con el estudio técnico del proyecto, cual consiste en la descripción de los procesos y los equipos necesarios para la implementación del proyecto.

2.1. ESTUDIO DE COSTOS

En esta sección se definirán los costos asociados al servicio, se clasificarán en costos fijo y variables, además de determinar los costos del servicio para la “implementación de Plan de Aseguramiento de la Calidad” en el contrato con la modalidad Outsourcing.

2.1.1. Determinación de los costos

Para determinar los insumos requeridos, los analizaremos en dos etapas: desarrollo de la documentación requerida por el mandante y la implementación del Plan de Aseguramiento de la Calidad en el desarrollo del contrato, se hace la distinción, ya que esta documentación debe ser presentada al mandante para su revisión antes de comenzar las obras del contrato.

2.1.1.1. Desarrollo de documentación requerida por el mandante (PAC)

Insumos y materiales para el desarrollo de la documentación requerida por el mandante (PAC)

Se refiere principalmente a los equipos necesarios para trabajar como notebook, impresoras y servicios de internet, entre otros. Adicionalmente para la generación de la documentación, se requieren los documentos oficiales del contrato como: Bases técnicas y planos, los cuales son proporcionados por Codelco VP una vez adjudicado el contrato.

La documentación requerida por el mandante corresponde a un plan de aseguramiento de la Calidad (PAC), basado en la Norma ISO 10005:2018, el cual debe ser exclusivo para el contrato y debe contar con una serie de aspectos, dentro de los principales son:

- Mapa de procesos del contrato
- Descripción de cargos y responsabilidades
- Requisitos legales y normativos
- Requisitos contractuales
- Suministros críticos aportados por el cliente y por la empresa contratista, poniendo énfasis a la trazabilidad de éstos
- Planes de Inspección y Ensayos de las diferentes disciplinas de la construcción
- Procesos de Mejora continua
- No conformidades internas y del mandante
- Programas de capacitaciones

- Programas de auditorías internas y externas
- Proceso de caminatas para verificar cumplimiento del encargo.
- Proceso de entrega al mandante (Carpetas de construcción)

2.1.2. Estructura de costos

A continuación, se presenta la estructura de costos del proyecto, tanto para costos fijos como variables.

2.1.2.1. Costos Fijos

Los costos fijos son los que se incurren mensualmente en la entrega del servicio, y estos se componen básicamente en: remuneración del personal, servicios básicos (luz, agua, telefonía e internet), contabilidad, arriendo de oficina y sitio web, principalmente, en la siguiente tabla se muestra el desglose de los costos fijos mensuales del servicio.

COSTO FIJO MENSUAL DEL SERVICIO					
Nº	**ITEMS DE COSTO**	**PROVEEDOR**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO S/IMPUESTO E IMPOSICIONES**	**PRECIO C/IMPUESTO E IMPOSICIONES**
1	Arriendo oficina	*Galeria SRL*	*Centro de Rancagua*	$250,000	$297,500
2	Gastos comunes	*Galeria SRL*	*Limpieza, seguridad e iluminación*	$40,000	$47,600
3	Servicios básicos Luz	CGE	-	$30,000	$35,700
4	Servicios básicos agua	Essbio S.A	-	$20,000	$23,800
5	Servicios básicos internet	VTR	-	$45,000	$53,550
6	Contabilidad	-	Contadores Asociados SPA	$40,000	$47,600
7	Jefe de Calidad		-	$2,000,000	$2,500,000
8	Inspector OOCC	-	-	$1,120,000	$1,400,000
9	Inspector Mecánico Maestranza	-	-	$960,000	$1,200,000
10	Asistente de Calidad	-	-	$880,000	$1,100,000
11	Controlador de Documento	-	-	$880,000	$1,100,000
12	Otros costos fijos	-	-	$200,000	$238,000
			Costo Fijo Total	**$6,465,000**	**$8,043,750**

Tabla 6: Costos Fijos mensual del servicio
Fuente: Elaboración propia

2.1.2.2. Costos Variables

Los costos variables están asociados a los costos de los insumos requeridos para entrega del servicio, para este caso, los costos identificados para la entrega del servicio corresponden: arriendos de camioneta, combustible y arriendo de equipos de medición y ensayos (calibrados). También se consideran costos variables a los asociados a los pagos de los servicios de laboratorios, los cuales estarán a cargo de realizar los ensayos para validar los trabajos realizados, estos corresponden: ensayos de hormigones (muestreo de hormigón fresco

y resistencia a la compresión), ensayos de suelos (granulometrías y compactación de suelos) y ensayos no destructivos (ultrasonidos a la soldadura en terreno).

Cabe señalar que el contrato tiene una duración de 9 meses de ejecución, para la cual los costos variables asociados a los arriendos de camioneta, combustible y equipos de medición y ensayos, está definido por el valor mensual de cada uno de estos ítems por la cantidad de meses de ejecución. En relación con los costos variables por conceptos de ensayos, estos esta definidos por los volúmenes de hormigón, metros cuadros de compactación de suelos y por los metros lineales de soldaduras realizadas en terreno. Estas cantidades se definen según los criterios establecidos en las bases técnicas, especificaciones técnicas del contrato y normativa chile vigente según corresponda.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad total de ensayos a realizar en terreno, no obstante, estos pueden variar en el trascurso de contrato, en el caso que, de aumentar la cantidad de ensayos, los valores unitarios ya se encuentran definidos.

CANTIDAD DE ENSAYOS DEL CONTRATO						
Nº	**ITEMS DE COSTO**	**UN**	**CANT TOTAL**	**FRECUENCIA DE ENSAYOS**	**PROVEEDOR**	**CANTIDAD TOTAL DE ENSAYOS**
1	Ensayos de hormigón	*m3*	*1350*	*Cada 50 m3*	*Idiem*	*27*
2	Ensayos de suelo	*m2*	*5500*	*Cada 250 m2*	*Idiem*	*22*
3	Ensayos no destructivos (Ultrasonidos)	m	180	10%	SCI Chile	*18*

Tabla 7: Cantidad de ensayos de laboratorios
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2-3. los costos variables incluyendo los asociados por concepto de ensayos.

COSTO VARIABLE POR CONCEPTO ARRIENDOS MENSUALES							
ITEM	CANTIDAD TOTAL CONTRATO	VALOR MES S/IVA	TOTAL, S/IVA	TOTAL, C/IVA	COSTO VARIABLE MENSUAL	COSTO VARIABLE ANUAL	COSTO VARIABLE POR PROYECTO 9 MESES
Camioneta 4x4	1	$1,092,437	$1,092,437	$1,300,000	$1,300,000	$15,600,000	$11,700,000
Ensayos de hormigones	27	$90,000	$2,430,000	$2,891,700	$321,300	$3,855,600	$2,891,700
Ensayos de suelos	22	$60,000	$1,320,000	$1,570,800	$174,533	$2,094,400	$1,570,800
Ensayos no destructivos (ultrasonidos)	18	$300,000	$5,400,000	$6,426,000	$714,000	$8,568,000	$6,426,000
				SUBTOTAL	$2,509,833	$30,118,000	$22,588,500

Tabla 8: Costo variable por concepto de arriendo mensual
Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Costos de operaciones (o producción)

Debido a que el proyecto se trata de una entrega de un servicio de implementación de un plan de aseguramiento de la calidad, no se consideran gastos operacionales, los gastos corresponden a los costos fijos de las horas-hombres de los integrantes del equipo de calidad.

2.2. LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

En la esta sección se establecerán los costos asociados a las inversiones del proyecto, tanto en activos fijos, implementación del plan de aseguramiento de la calidad (PAC), capital de trabajo e imprevistos.

2.2.1. Inversión en activos tangibles

Debido que el servicio se entregará en la división en recinto de la DET en una instalación de faenas del contratista, no se consideran la compra de mobiliario, ya que son proporcionado por cliente.

Sin embargo, se realizará inversión en inmobiliario de para implementar la oficina central ubicada en la ciudad de Rancagua.

En la tabla de 2-4 se detalla los costos intangibles del servicio.

Tabla 2-4. Costos tangibles del contrato.

	ITEM	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD	PRECIO S/IVA	PRECIO C/IVA	TOTAL S/IVA	TOTAL C/IVA
ACTIVOS TANGIBLES	Mobiliario	Escritorio	2	$42,008	$49,990	$84,017	$99,980
		Silla escritorio	3	$32,689	$38,900	$98,067	$116,700
		Sillas de reunión	6	$29,412	$35,000	$176,471	$210,000
		Mesa de reunión	1	$193,277	$230,000	$193,277	$230,000
	Tecnología	Notebook	3	$318,487	$379,000	$955,462	$1,137,000
		Computador escritorio	1	$318,487	$379,000	$318,487	$379,000
		Impresora	1	$318,487	$379,000	$318,487	$379,000
		Proyector	1	$243,697	$290,000	$243,697	$290,000
		Smart tv 55"	1	$293,277	$349,000	$293,277	$349,000
	Equipos de medición y ensayos	Medidor de punto de rocio	1	$155,462	$185,000	$155,462	$185,000
		Medidor de espesor	1	$79,832	$95,000	$79,832	$95,000
		Medidor digital de perfil de superficie	1	$88,235	$105,000	$88,235	$105,000
		Medidor de Soldadura	1	$29,412	$35,000	$29,412	$35,000
		Termómetro Infrarrojo	2	$58,824	$70,000	$117,647	$140,000
		Termo-Higrómetro	2	$50,420	$60,000	$100,840	$120,000
		Medidor espesor de	1	$126,891	$151,000	$126,891	$151,000

		pintura					
		Detector Orificio	1	$100,840	$120,000	$100,840	$120,000
		Calibrador de Tensión de Pernos	2	$630,252	$750,000	$1,260,504	$1,500,000
		Llave de Torque	1	$63,025	$75,000	$63,025	$75,000
			SUBTOTAL	**$3,173,017**	**$3,775,890**	**$4,803,933**	**$5,716,680**

Tabla 9: Costos tangibles del contrato
Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Inversión en puesta en marcha y/o intangibles

Para la inversión de la implementación del Plan de aseguramiento de la calidad, los costos asociados a la puesta en marcha corresponden

	ITEM	CONCEPTOS	CANT	PRECIO S/IVA	PRECIO C/IVA	TOTAL S/IVA	TOTAL C/IVA
ACTIVOS INTANGIBLES	**Constitución de Empresa**	*Escritura*	*1*	$126,050	$150,000	$126,050	$150,000
		Notaria	*1*	$33,613	$40,000	$33,613	$40,000
	Firma	*Firma digital*	*1*	$23,950	$28,500	$23,950	$28,500
		Firma electrónica	*1*	$16,807	$20,000	$16,807	$20,000
	Registro de marca	*Enapi*	*1*	$109,244	$130,000	$109,244	$130,000
		Nickname	*1*	$23,529	$28,000	$23,529	$28,000
	Otros intangibles	*Patente*	*1*	$42,017	$50,000	$42,017	$50,000
		Licencias	*4*	$67,227	$80,000	$268,908	$320,000
			SUBTOTAL	**$442,437**	**$526,500**	**$644,118**	**$766,500**

Tabla 10: Costos intangibles del contrato
Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Inversión en capital de trabajo

El capital de trabajo tiene como objetivo financiar los costos operacionales del tiempo en que no se obtienen ingresos. Para nuestro proyecto considerando que se trata de una mejora de procesos y no se contemplan ingresos por ventas, de igual manera se considerara una inversión en capital de trabajo. A continuación, se detalla el tiempo estimado de puesta en marcha:

N°	Actividades	Duración		Semanas																																		
		Week	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1.1	Generación PIE OOCC	2	1/2																																				
1.2	Generación PIE Mecánico	2	1/2																																				
1.3	Generación PIE Movimiento de Tierra	2	1/2																																				
1.4	Generación PIE Maestranza	2	1/2																																				
1.5	Generación Plan de auditoría	1	1/4																																				
1.6	Generación PAC	4	1																																				
1.7	Auditoría internas	2	1/2																																				
1.8	Implementación PAC	24	6																																				
1.9	Inspecciones de MT	8	2																																				
1.1	Inspecciones de OOCC	6	1 1/2																																				
2.1	Inspecciones Maestranza	24	6																																				
2.2	Inspecciones estructura	8	2																																				
2.3	Montaje de estructura	16	4																																				
2.4	Generación de carpetas de traspaso	16	4																																				

Tabla 11: Carta Gantt de puesta en marcha
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para determinar el monto de inversión en capital de trabajo, consideraremos los costos fijos de los tres meses que durará 9 meses del contrato.

	ITEM	CONCEPTOS	CANTIDAD MESES	CAPITAL DE TRABAJO S/IVA	CAPITAL DE TRABAJO C/IVA	INVERSION DE CAPITAL DE TRABAJO S/IVA	INVERSION DE CAPITAL DE TRABAJO S/IVA
CAPITAL DE TRABAJO	**Costos**	Fijos	*3*	$6,465,000	$8,043,750	$19,395,000	$23,080,050
		Variables	*3*	$2,509,833	$7,529,500	$7,529,500	$8,960,105
	Otros	Gastos varios	*3*	$168,067	$200,000	$504,202	$600,000
			SUBTOTAL	$9,142,901	$15,773,250	$27,428,702	$32,640,155

Tabla 12: Inversiones en capital de trabajo
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla de inversiones de capital de trabajo, el monto para financiar una operación normal durante el periodo de tres meses es de $27.428.702.-

2.2.4. Imprevistos

Se estima que el costo de imprevistos será un 5% respecto a la inversión inicial del proyecto, en donde se consideran los montos de inversión en activos fijos, inversión de puesta en la implementación del PAC, los cuales se detallan a continuación

	CAPITAL DE TRABAJO S/IVA	CAPITAL DE TRABAJO C/IVA	CAPITAL DE TRABAJO S/IVA	CAPITAL DE TRABAJO C/IVA
TOTAL INVERSIÓN (TANGIBLES, INTANGIBLES Y CAPITAL DE TRABAJO)	$12,758,354	$20,075,640	$32,876,752	$39,123,335
Imprevisto 5%	$637,918	$1,003,782	$1,643,838	$1,956,167
Total más imprevistos	$13,396,272	$21,079,422	$34,520,590	$41,079,502

Tabla 13: Cálculo de imprevistos
Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 2-11, el cálculo del capital de trabajo incluyendo el 5% de improvisto el monto asciende $34.520.590.-

2.3. ESTUDIO TÉCNICO

En el estudio técnico se analizarán los procesos y los equipos necesarios para el desarrollar la entrega del servicio, estos corresponden a los equipos de medición y ensayos que los inspectores de calidad utilizarán para verificar las variables a controlar en los procesos constructivos.

2.3.1. Descripción y selección de procesos

Los procesos del servicio se dividen en 3, los cuales corresponde a:

- Generación de la documentación requerida por cliente (PAC).
- Implementación del plan de aseguramiento de la calidad.
- Control de calidad a los procesos constructivos.

2.3.1.1. Generación de Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Corresponde a generación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad, el cual debe estar basado en la norma ISO 10005:2008 y debe tener al menos de siguientes aspectos:

- Alcance del PAC
- Descripción del Proyecto
- Mapa de Procesos
- Elementos de entrada y requisitos
- Organización de la Obra
- Liderazgo y compromiso (Política de calidad, Objetivos)
- Control gestión del Proyecto (Control de Calidad, Control Documentos y Registros)
- Procesos de soporte (Programa de capacitaciones)
- Término de la obra (Caminatas, Detalles de terminación, Carpetas de traspaso)
- Evaluación de desempeño (Sistema de Gestión)
- Mejora continua (No conformidades y Acciones correctivas)

Estos puntos deben ser desarrollados en el documento, una vez aprobado por el mandante, el departamento de calidad es el encargado de implementar, realizar seguimiento al cumplimiento y establecer KPI.

2.3.1.2. Implementación del PAC

Para lograr la implementación del plan de aseguramiento de la calidad, el departamento de calidad estable un programa de implementación, el cual debe incluir todos los puntos del documento. Para esto se debe capacitar a los diferentes departamentos del contrato en el caso que sea necesario, realizar auditorías internas y verificar el cumplimiento de los procesos establecidos,

2.3.1.3. Control de calidad de los procesos constructivos

Los procesos claves serán controlados, por lo cual se establece la obligación de contar con los procedimientos, instructivos y registros, según sea su complejidad técnica y las herramientas o métodos de inspección y ensayo que necesiten.

Se deberá dejar evidencia, a través de protocolos, de la forma en que se controlarán las partidas críticas con el fin de asegurar que éstas cumplan con los estándares y criterios técnicos del proyecto, durante el proceso de construcción, de manera de asegurar su trazabilidad mediante el uso de matrices de control de registros para las diferentes especialidades (OOCC y Estructura).

A medida que las actividades en terreno, conforme al avance, van siendo ejecutadas y terminadas, estas deben ser registradas en los diferentes protocolos de control establecidos en el plan de inspección y ensayo.

Para asegurar el cumplimiento de las actividades críticas el departamento de calidad dispondrá una serie de equipos de medición y ensayos, los cuales serán utilizados para controlar parámetros críticos de cada actividad.

2.3.2. Selección de equipos de medición y ensayos

La selección de los equipos de medición está definida por los procesos críticos constructivos a controlar y estos corresponden a: Hormigones, Soldaduras y Montaje de Estructuras.

En la Tabla 14 se muestra la cantidad de cada equipo de medición y ensayos, la marca y el modelo a utilizar.

Equipos de medición y ensayos (EIME)				
Item	Cant	Equipo	Maca	Modelo
1	1	Medidor de punto de rocío	Elcometer	319S
2	1	Medidor de espesor	Elcometer	456
3	1	Medidor digital de perfil de superficie	Elcometer	224B
4	1	Medidor de Soldadura	Elcometer	147
5	2	Termómetro Infrarrojo	Fluke	62 max
6	2	Termo-Higrometro	Elitech	RC-4HC
7	1	Medidor espesor de pintura	Elcometer	4565CF1S
8	1	Detector Orificio	Elcometer	270
9	2	Calibrador de Tensión de Pernos	Skidmore	MS
10	2	Llave de Torque	Force	10005MFRMH

Tabla 14: Equipos de medición y ensayos (EIME)
Fuente: Elaboración propia

2.3.2.1. Medidor de punto de rocío

Equipo utilizado en el proceso de pintura de las estructuras y es el encargado de medir y registra parámetros como:

- Humedad relativa
- Temperatura del aire
- Temperatura de la superficie
- Punto de rocío
- DT (la diferencia entre la temperatura de la superficie y el punto de rocío)
- Temperatura del bulbo seco
- Temperatura del bulbo húmedo
- Corrección de la temperatura externa (tipo K)
- Humedad Específica

Ilustración 2: Medidor de punto de rocío
Fuente: Elcomet.cl

2.3.2.2 Medidor de espesor de pintura

Equipo utilizado para medir espesor de la pintura para dar cumplimiento al esquema de pintura exigido por el mandante.

Ilustración 3: Medidor de espesor de pintura.
Fuente: Elcomet.cl

2.3.2.3. Medidor digital de perfil de superficie

Equipo utilizado para medir la rugosidad de la superficie donde se aplicar el esquema de pintura.

Ilustración 4: Medidor digital de perfil de superficie.
Fuente: Elcomet.cl

2.3.2.4. Medidor de soldadura

Medidor de soldaduras Elcometer 147 mide diferentes aspectos de las soldaduras en unidades métricas e imperiales.

Ilustración 5: Medidor de soldadura
Fuente: Elcomet.cl

2.3.2.5. Termómetro Infrarrojo

El termómetro Fluke 62 MAX permite medir temperaturas de -30 °C a 500 °C (-22 °F a 932 °F) y el termómetro Fluke 62 MAX+ mide temperaturas de -30 °C a 650 °C (-22 °F a 1202 °F).

Ilustración 6: Termómetro infrarrojo
Fuente: Elcomet.cl

2.3.2.6. Termohigrómetro

El registrador de datos de temperatura y humedad.

Ilustración 7: Medidor digital de perfil de superficies
Fuente: Elitech.cl

2.3.2.7. Medidor espesor de pintura

Instrumento para medidor las diferentes capas de un esquema de pintura en una estructura.

Ilustración 8: Medidor de espesor de pintura
Fuente: Elcomet.cl

2.3.2.8. Detector de orificios

Se utiliza para comprobar la porosidad de revestimientos de hasta 7.5 mm (300 mils) de espesor.

Ilustración 9: Detector de orificio
Fuente: Elcomet.cl

2.3.2.9. Calibrador de Tensión de Pernos

Instrumento utilizado para calibras las llaves de impacto, las cuales se utilizan para realizar el torque de los pernos de la estructura.

Ilustración 10: Calibrador de tensión de pernos
Fuente: Smilab.cl

2 .3.2.10. Llave de Torque

Llave utilizada para realizar el apriete de los pernos de la estructura, la cual se encuentra graduada para dar la tensión requerida según el tipo de perno.

Ilustración 11: Llave de torque
Fuente: miferreteria.cl

2.4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES

En esta sección se establecerán los aspectos administrativos relacionados con la estructura organizacional y el marco legal vigente.

2.4.1. Estructura organizacional

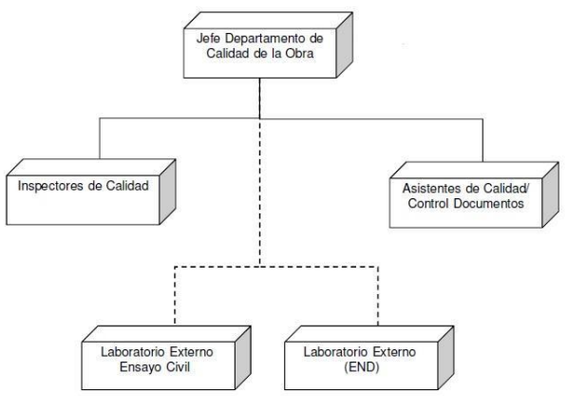


Ilustración 12: Organigrama de departamento de calidad.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. Personal, cargos, perfiles y sueldos

La implementación del Plan de Aseguramiento de la Calidad en el contrato está a cargo del departamento de calidad. A continuación, se describe los cargos, función y responsabilidades.

Nombre del cargo	Jefe de calidad
Cantidad de Personal	1
Función del Cargo	Liderar el equipo el departamento de calidad Generar el plan de aseguramiento de la calidad Generar los planes de inspección y ensayos Generar planes de auditorías internas Generar procedimientos de trabajos Generar mejoras continuas Establecer KPI en términos de calidad
Sueldo Bruto	$2,500,000

Tabla 15: Descripción cargo: Jefe de calidad.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-13. Inspector de Calidad OOCC

Nombre del cargo	Inspector de calidad OOCC
Cantidad de Personal	3
Función del Cargo	Realizar inspecciones a los trabajos en términos de calidad Verificar el cumplimiento de los planes de inspección y ensayos Realizar verificaciones de los controles de Calidad Realizar no conformidades de los procesos Auditar las diferentes áreas del contrato Capacitar a las diferentes áreas del contrato Seguimiento a la trazabilidad de los materiales críticos de la obra Proponer mejoras a los procesos Asesorar en términos de calidad a los jefes de áreas del contrato
Sueldo Bruto	$1,400,000

Tabla 16: Descripción cargo: Inspector de calidad OOCC
Fuente: Elaboración propia

Nombre del cargo	Inspector de calidad Mecánico
Cantidad de Personal	1
Función del Cargo	Realizar inspecciones a los trabajos en términos de calidad Verificar el cumplimiento de los planes de inspección y ensayos de la maestranza Realizar verificaciones de los controles de Calidad Realizar no conformidades de los procesos de la maestranza Seguimiento a la trazabilidad de los materiales críticos de la maestranza Seguimiento a la conformación del dossier de fabricación de la estructura
Sueldo Bruto	$1,300,000

Tabla 17: Descripción cargo: Inspector de calidad mecánico.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-14. Asistente de Calidad

Nombre del cargo	Asistente de calidad
Cantidad de Personal	1
Función del Cargo	Generar listado de los equipos de medición y ensayos Generar listado de no conformidades y acciones correctivas del contrato Generar listado de protocolos de las diferentes disciplinas del contrato Confeccionar las carpetas de traspaso del contrato Generar listado de los detalles de terminación levantados en caminatas Asistir al jefe de calidad
Sueldo Bruto	$1,300,000

Tabla 18: Descripción cargo: Asistente de calidad
Fuente: Elaboración propia

Nombre del cargo	Control documentos del contrato
Cantidad de Personal	1
Función del Cargo	Recepcionar, codificar y distribuir la documentación del cliente (planos, eett) Codificar los diferentes documentos generados de las diferentes áreas del contrato Subir al sistema del mandante la documentación del contrato (procedimientos, planes, SDI) Generar listado de los planos vigentes y obsoletos del contrato Distribuir los planos vigentes y retiro de los planos obsoletos del contrato a las diferentes áreas Generar listado de las cartas contractuales (enviadas y recibidas)
Sueldo Bruto	$1,100,000

Tabla 19: Descripción cargo: Control de documentos del contrato
Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Marco legal y políticas de desarrollo del giro del negocio

La aplicación del régimen jurídico en materia ambiental para el presente proyecto se identifica y analiza con el objeto de cumplir con la normativa vigente, de acuerdo con lo prescrito en el artículo 12 bis letra c) de la Ley Nº 19.300 (Biblioteca congreso nacional, 1994), sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y en la primera parte del artículo 15 letra c) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Para cada una de las normas identificadas, se señala la materia regulada, una breve descripción del contenido de la norma.

2.4.4. Estructura societaria y sistema tributario

La estructura de sociedad de la empresa corresponde a una empresa de responsabilidad limitada (EIRL), la cual estará constituida por una sola persona, lo que permite al dueño contar con un patrimonio de la empresa, porque no necesita responder con su patrimonio personal, también tiene la posibilidad de reinvertir las utilidades.

El sistema tributario corresponde al impuesto de primera categoría, aplicado sobre las rentas efectivas determinadas de acuerdo con el mecanismo establecido en los artículos 29 y 33 de la ley de renta.

CAPÍTULO 3: LA INGENIERÍA BÁSICA DEL SERVICIO

3. LA INGENIERÍA BÁSICA DEL SERVICIO

En el siguiente capitulo describe el mapa de proceso del proyecto, detallando la interacción con los diferentes departamentos del contrato con el mandante Codelco VP.

3.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

En esta sección se detallan los documentos aplicables al servicio, los cuales correspondes a especificaciones técnicas corporativas, planos generales, normativa chilena.

3.1.1. Especificaciones técnicas del contrato

Las especificaciones técnicas correspondiente al proyecto, son proporcionadas por CODELCO VP, las cuales son la base para generar la documentación requerida para la implementación del plan de aseguramiento de la calidad.

3.2. MAPA DE PROCESO

En la siguiente figura se detalla el mapa de proceso del servicio, en el cual se encuentra detallado los procesos desde el inicio del contrato con la reunión de inicio del contrato o también llamada KOM, hasta la entrega de contrato al cliente

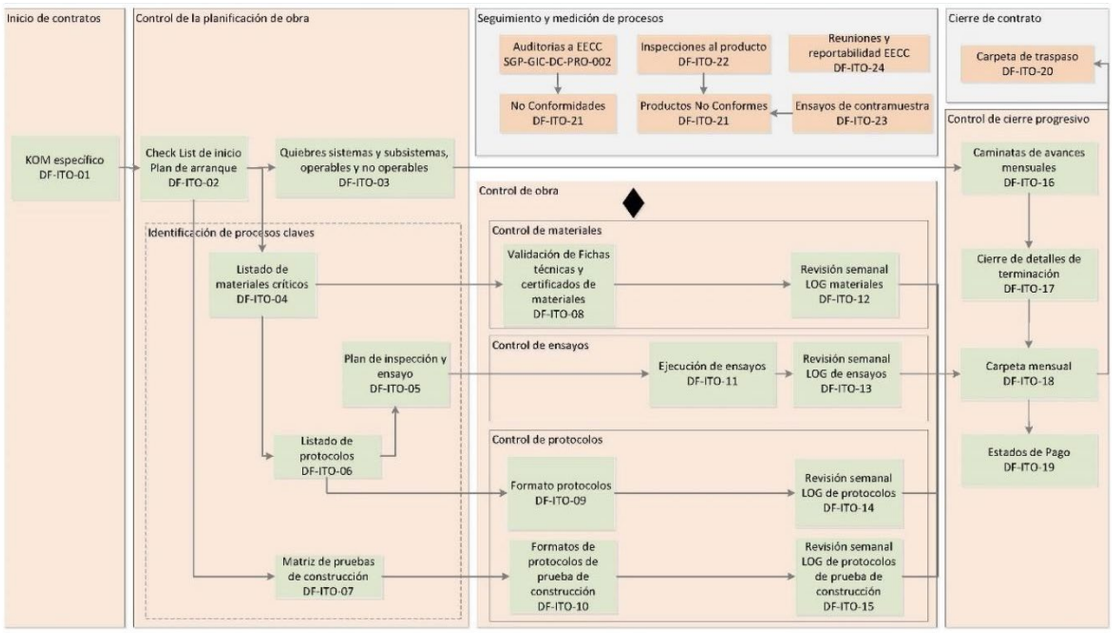


Ilustración 13: Diagrama de flujo - Mapa de procesos del servicio.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Inicio del contrato

Corresponde a la reunión de inicio del contrato (KOM), la cual tiene carácter explicativo, en esta participa el jefe de calidad de Codelco VP o representante con el jefe de calidad del contratista.

Esta reunión se realiza por única vez al comienzo del contrato (adjudicación), en donde se genera un registro llamado “Check List de Arranque”.

En la figura 3.2 se observa el diagrama de flujo de la reunión de inicio (KOM).

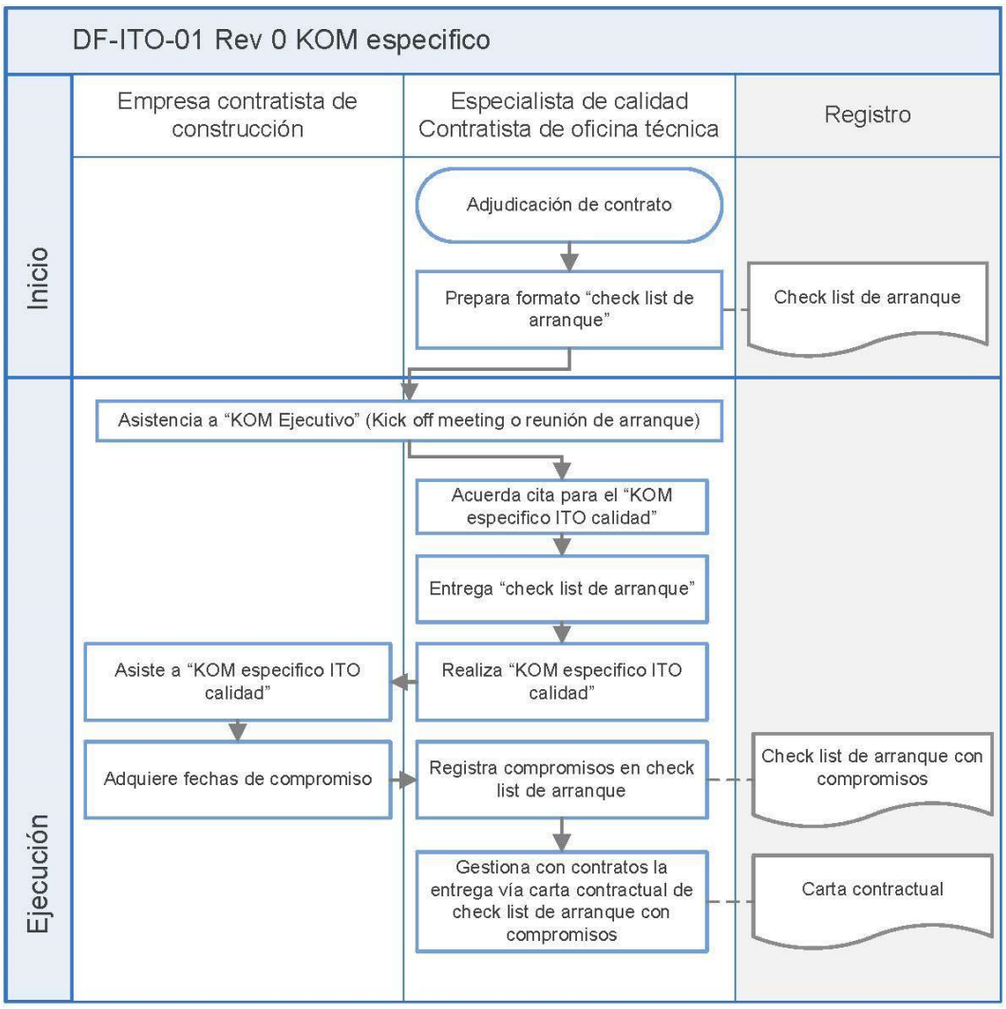


Ilustración 14: Diagrama de flujo - Reunión de inicio (KOM)
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Control de la planificación de la obra

Corresponde a la planificación para la implementación del Plan de Aseguramiento de la Calidad en el contrato, se estable una lista de chequeo (check-list de inicio) en donde se estable las fechas de entrega de los documentos a desarrollar.

3.2.2.1 Check-list de inicio

Considerando los compromisos adquiridos en la reunión de inicio del contrato, semanalmente se realiza una reunión semanal en donde participa el jefe de calidad del contrato y el representante del área de calidad de la ITO, con la finalidad verificar el cumplimiento en la entrega de los documentos otorgando un porcentaje de cumplimiento, el cual es informado a los administradores de contrato por parte de Codelco VP y por la empresa contratista.

En la figura 3.3 se observa el diagrama de flujo del seguimiento de check-list de arranque del contrato.

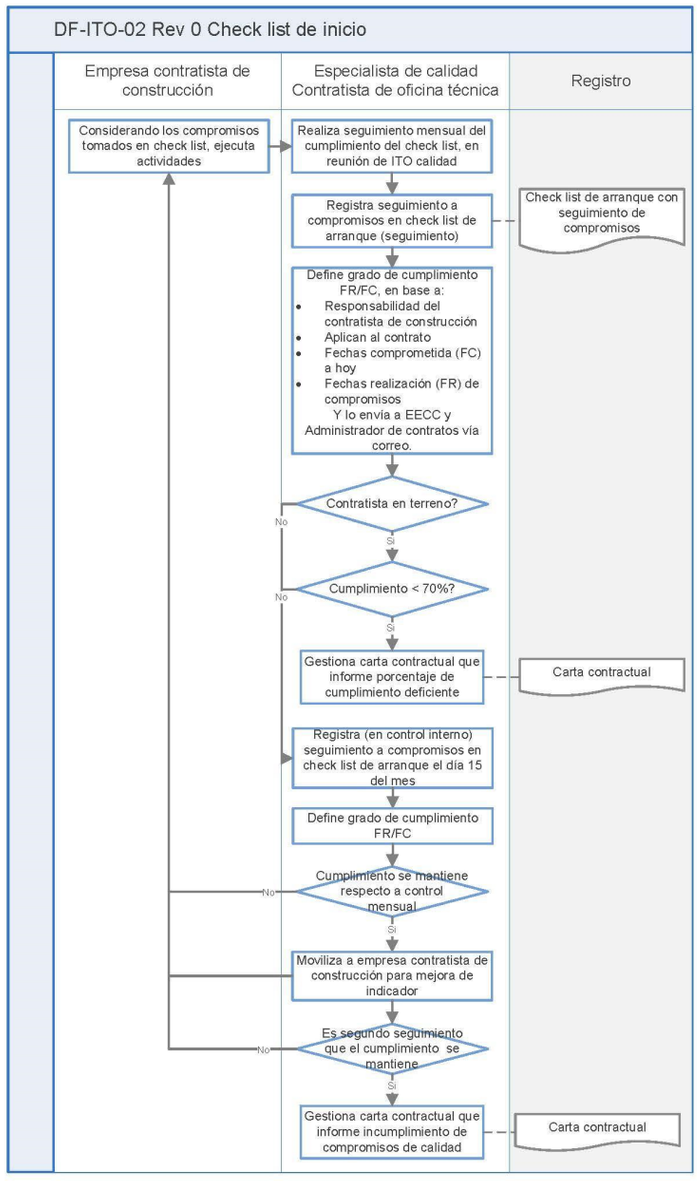


Ilustración 15: Diagrama de flujo – Check-list de inicio.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.2 Quiebres de sistemas y subsistemas operables y no operables.

Debido a la naturaleza del contrato (sistema no operable), el jefe de calidad en conjunto al jefe de oficina técnica ambos de la empresa contratista, genera una propuesta de quiebre del contrato, la cual es enviada a ingeniería de Codelco VP. Una vez realiza la aprobación de la propuesta por ingeniería de terreno Codelco VP, elabora los planos "Amarillados" y devuelve a la empresa constructora. Con esta información la empresa constructora comienza a confeccionar las carpetas de entrega del contrato.

En la figura 3.4 se observa el diagrama de flujo para la generación de los quiebres de sistemas y subsistemas, operables y no operables.

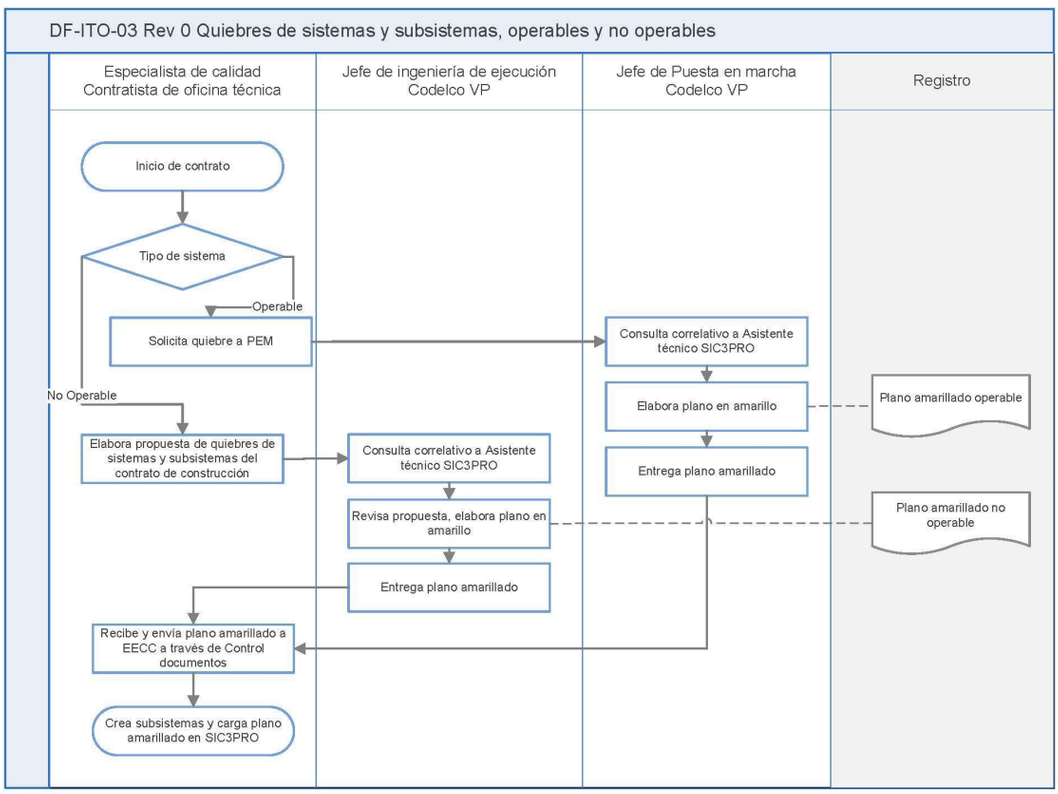


Ilustración 16: Diagrama de flujo – Quiebres de sistemas y subsistemas, operables y no operables.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Identificación de los procesos claves

En el siguiente punto se identifican los procesos claves para la implementación del Plan de Aseguramiento de la Calidad, dentro de los cuales se encuentran: la identificación de los materiales críticos, listado de los protocolos (registros) y planes de inspección y ensayos de las diferentes disciplinas.

3.2.3.1. Listado de materiales críticos

El jefe de calidad de la empresa constructora genera un listado de los materiales críticos a utilizar en la obra, estos deben estar certificados o deben ser certificados por algún ente compatible. Una vez definido el listado se envía a revisión y validación por parte de Codelco VP, en esta revisión participa las áreas de ingeniería de terreno Codelco VP, ITO construcción y Calidad VP.

En reunión del área de calidad entre la empresa contratista y Codelco VP, se realiza el seguimiento de la llegada los materiales críticos a obra con sus respectivas certificaciones.

En la Figura 3.5 se observa el diagrama de flujo de la elaboración y aprobación del listado de materiales críticos de la obra.

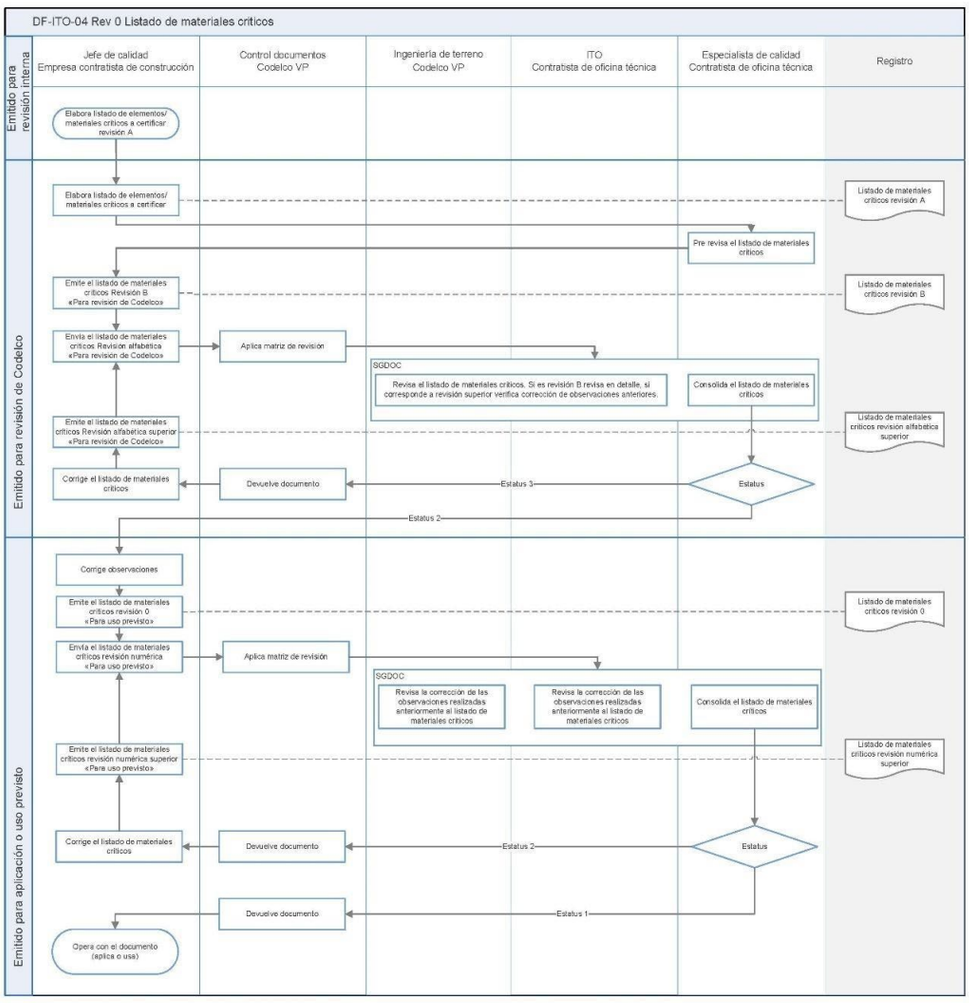


Ilustración 17: Diagrama de flujo – Listado de materiales críticos
Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.2. Listado de protocolos

El jefe de calidad de la empresa constructora considerando el itemizado de la obra genera un listado de la “Protocolos” o también llamado registros de construcción, éste listado estar asociado a cada ítem.

Una vez definido el listado, se envía a revisión y validación por parte de Calidad Codelco VP y oficina técnica Codelco VP, los cuales verifican la correcta codificación y la concordancia con las bases de medida de pago (BMP) del contrato. Ya aprobado el listado de protocolos la empresa contratista establece su implementación.

En la figura 3.6 se observa el diagrama de flujo para la elaboración y validación del listado de protocolos a utilizar en la obra.

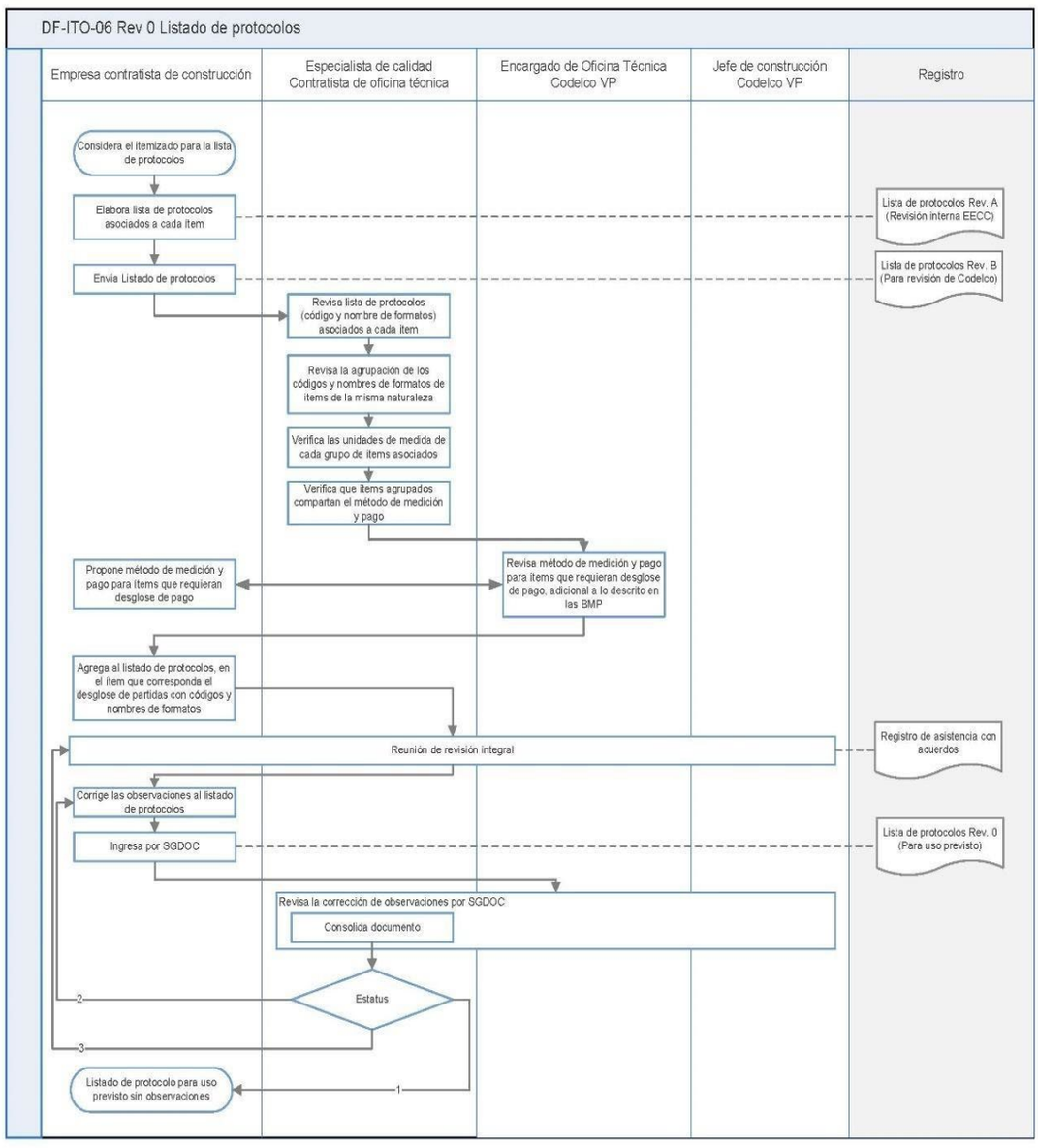


Ilustración 18: Diagrama de flujo – Listado de protocolos
Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.3. Plan de inspección y ensayos

El jefe de calidad de la empresa contratista analiza los antecedentes del contrato, específicamente en los documentos “Mínimo estándar para la elaboración un PIE” por especialidad, requisitos técnicos indicados en las “Bases técnicas del contrato” y los requisitos técnicos indicados en los planos y especificaciones del contrato. Una vez analizado estos documentos el jefe de calidad del contratista elabora los planes de inspección y ensayos por cada especialidad.

El plan de inspección y ensayos de indicar el protocolo y el código del formato a utilizar, el cual, se encuentra en el listado de protocolo ya aprobado por Codelco VP.

El o los planes de inspección y ensayos, se envía a revisión por parte de las áreas de ingeniería de Codelco VP, Construcción Codelco VP y Calidad Codelco VP. Una vez aprobado el o los PIES se debe implementar en cada área del contrato.

En la figura 3.7 se observa el diagrama de flujo para la elaboración y aprobación de los diferentes planes de inspección y ensayos del contrato.

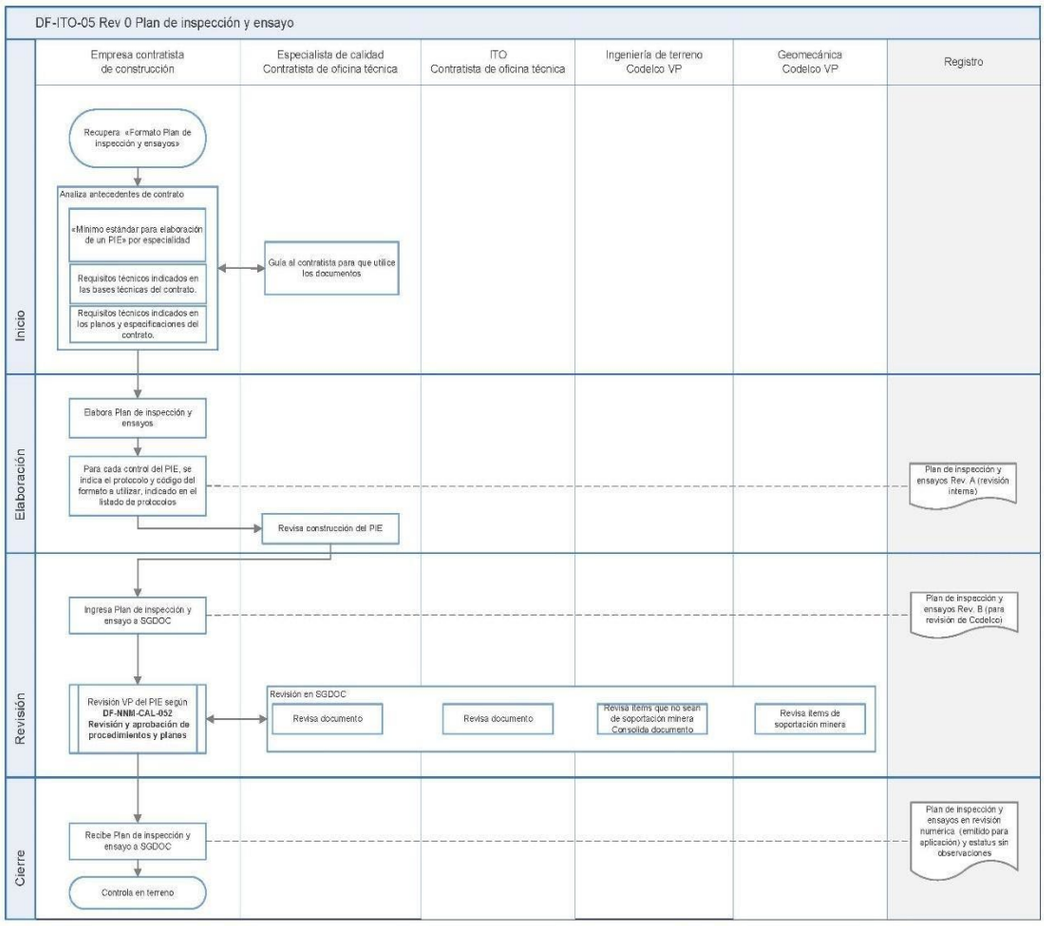


Ilustración 19: Diagrama de flujo – Plan de inspección y ensayos
Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Control de materiales

El control de los materiales corresponde al seguimiento de la conformidad de los materiales críticos a utilizar en la construcción, para el aseguramiento del cumplimiento de las fichas técnicas y las certificaciones, exigidas por el contrato.

3.2.4.1 Validación de fichas técnicas y certificados de materiales

El jefe de calidad del contratista una vez adquirido el material, envía a revisión por parte de Codelco VP un extracto de la especificación técnica, la ficha técnica y el certificado de calidad del material crítico, todo esto consolidado en un documento denomina SAM (Solicitud de Aprobación de Material), una vez aprobado el material, se almacena la documentación para posterior ingresarla a la carpeta de cierre del contrato.

En la figura 3.8 se observa el diagrama de flujo aplicable a la validación de fichas técnicas y certificados de materiales críticos de la obra.

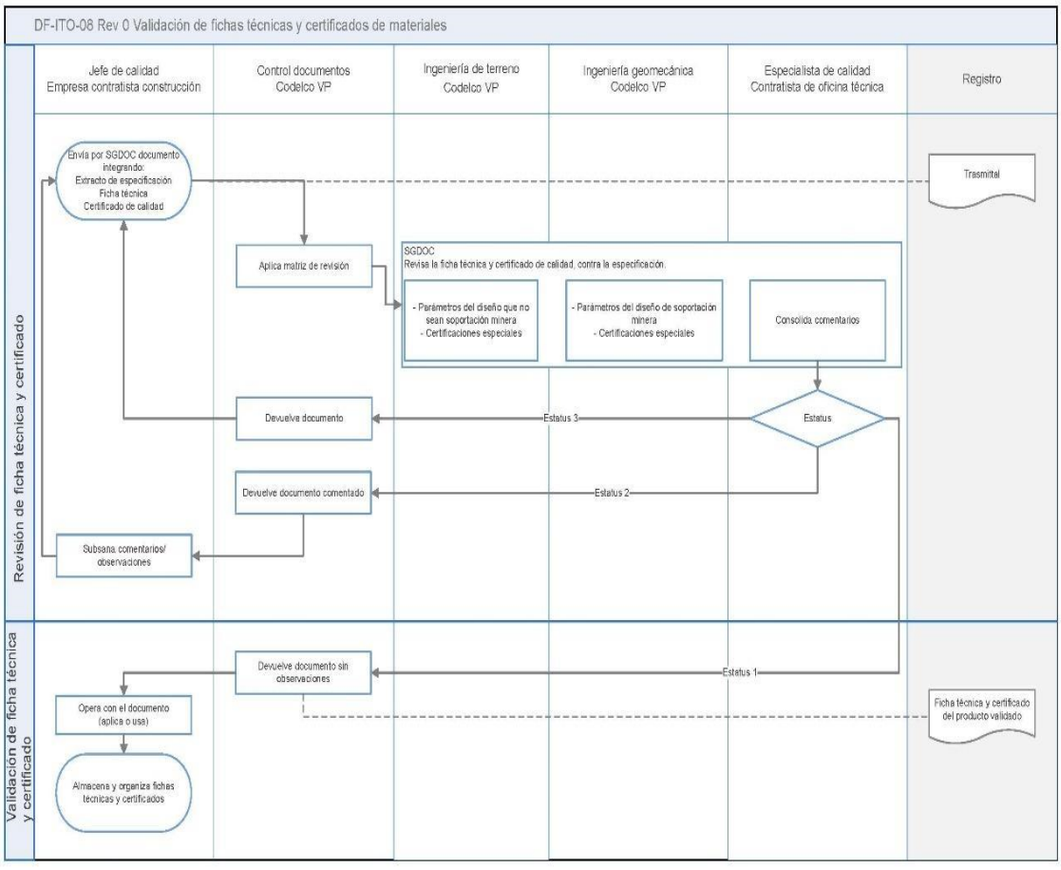


Ilustración 20: Diagrama de flujo – Validación de fichas técnicas y certificados de materiales
Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.2 Revisión semanal de LOG de materiales

Semanalmente el jefe de calidad de la empresa constructora actualiza el log de materiales con los certificados y fichas técnicas validadas en el período para revisión de los especialistas de Codelco VP, en el coso que existen observaciones devuelve LOG para el levantamiento de las observaciones por parte de la empresa contratista, una vez subsanas, el log y sus registros son almacenados para posteriormente ingresados como respaldos al estado de pago mensual.

En la figura 3.9 se observa el diagrama de flujo para la revisión y validación de los materiales ingresados a obra en la semana.

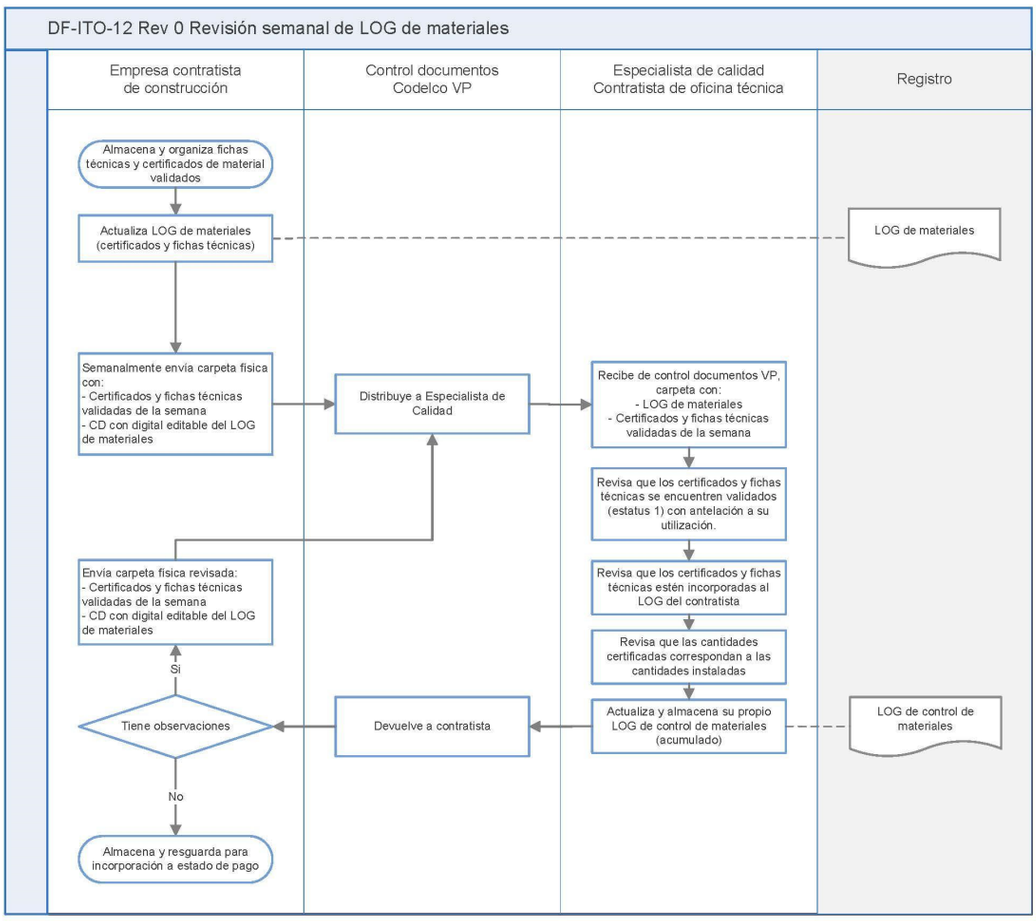


Ilustración 21: Diagrama de flujo – Revisión semanal de LOG de materiales
Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Control de ensayos

Corresponde al seguimiento a la ejecución de los diferentes tipos de ensayos, ya sean destructivos y no destructivos, los cuales están establecidos en los planes de inspección y ensayos de las diferentes disciplinas del contrato de construcción.

3.2.5.1. Ejecución de ensayos

El departamento de calidad debe realizar el seguimiento permanente a las actividades de construcción en cada disciplina del contrato, cada vez que se debe realizar un ensayo declarado como punto de espera en el plan de inspección y ensayo se debe dar aviso a Codelco VP con al menos 1 día de anticipación.

Los registros de ensayos se almacenan para ingresarlos al estado de pago como evidencia de la ejecución y además se ingresa a la carpeta de entrega del contrato.

En la figura 3.10 se observa el diagrama de flujo para la ejecución de los ensayos declarados en los planes de inspección y ensayos.

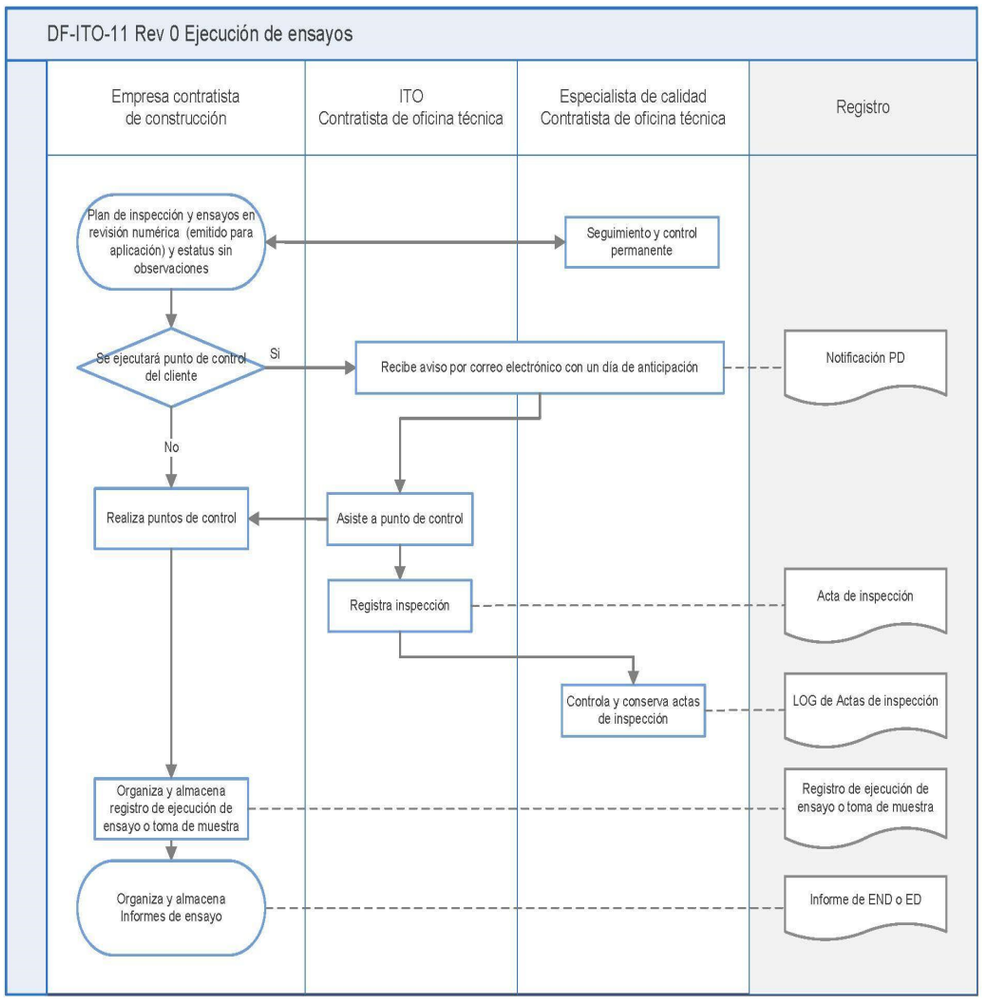


Ilustración 22: Diagrama de flujo – Ejecución de ensayos
Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.2. Revisión semanal de LOG de ensayos

El jefe de calidad semanalmente actualiza LOG de ensayos con sus registros respectivos, los envía a especialista calidad Codelco VP para su revisión y comentarios, verifica la frecuencia según lo indicado en el plan de inspección y ensayos, resultados de los ensayos. En el caso que no se cumpla con la frecuencia o que los resultados no cumplan con el criterio de aceptación procede a levantar un hallazgo el cual puede tener la categoría de No Conformidad o Producto No Conforme.

En la figura 3.12 se observa el diagrama de flujo que establece la revisión semanal del LOG de ensayos y sus registros.

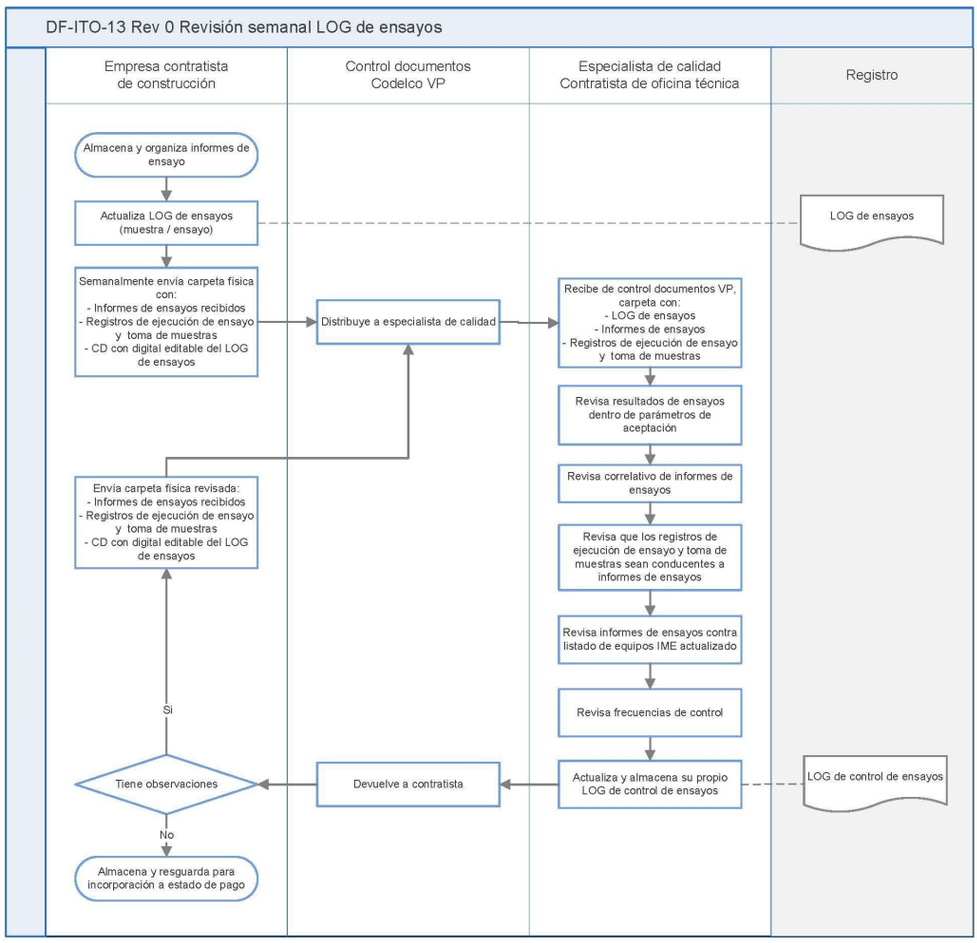


Ilustración 23: Diagrama de flujo – Revisión semanal de LOG de ensayos
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6. Control de protocolos

El control de los protocolos corresponde al seguimiento de la generación de los registros de construcción, los cuales deben cumplir con los variables establecidas en los planos de inspección y ensayos, para lo anterior se establece los formatos y se hace el seguimiento semanal a la generación de dichos registros.

3.2.6.1. Formato de protocolos

El jefe de calidad genera el archivo de acuerdo con el listado de protocolos, éste debe incluir las variables como: trazabilidad, variables, resultados y sus responsables, pasos del método constructivo, unidades y cantidades a controlar. Además, debe incorporar el sistema o subsistema a cuál pertenece, el área, el plano de referencia y la fecha en que se realizó la actividad, debe incorporar las variables indicadas en el plan de inspección y ensayos con sus criterios de aceptación. Una vez generados todos los protocolos (registros de construcción), los envía revisión por parte de los ingenieros especialistas de Codelco VP para su revisión y comentarios, una vez aprobados éstos son utilizados para respaldo de conformidad de los trabajos y a su vez utilizados como evidencia para los estados de pago.

En la figura 3.12 se observa el diagrama de flujo para la generación de los formatos de los protocolos a utilizar en el contrato.

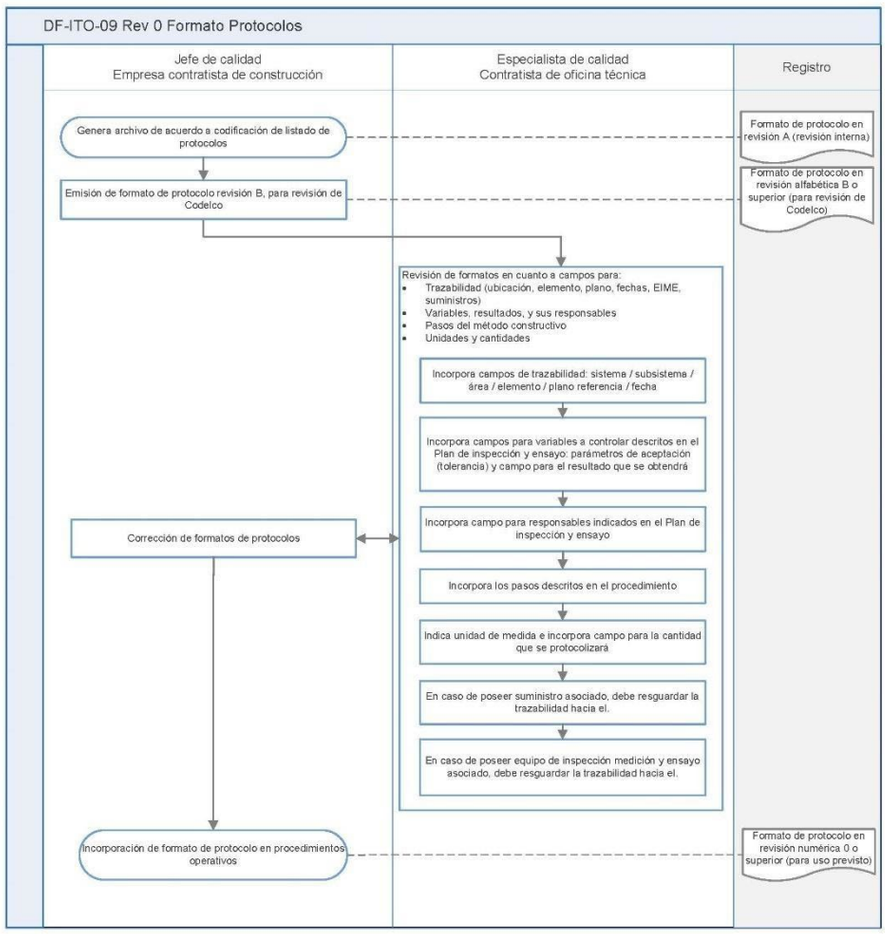


Ilustración 24: Diagrama de flujo – Formatos de protocolos
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.2. Revisión semanal de log de protocolos

El jefe de calidad es el encargado de la recibir los protocolos validados (firmados) por los ITO de terreno, les asigna el correlativo a los protocolos y actualiza el LOG de protocolos. Semanalmente envía la información del período a Calidad Codelco VP, el cual revisa y aprueba el LOG y los protocolos, los cuales son utilizados para respaldo para los estados de pago.

En la figura 3.14 se observa el diagrama de flujo para la revisión y aprobación de los protocolos semanales.

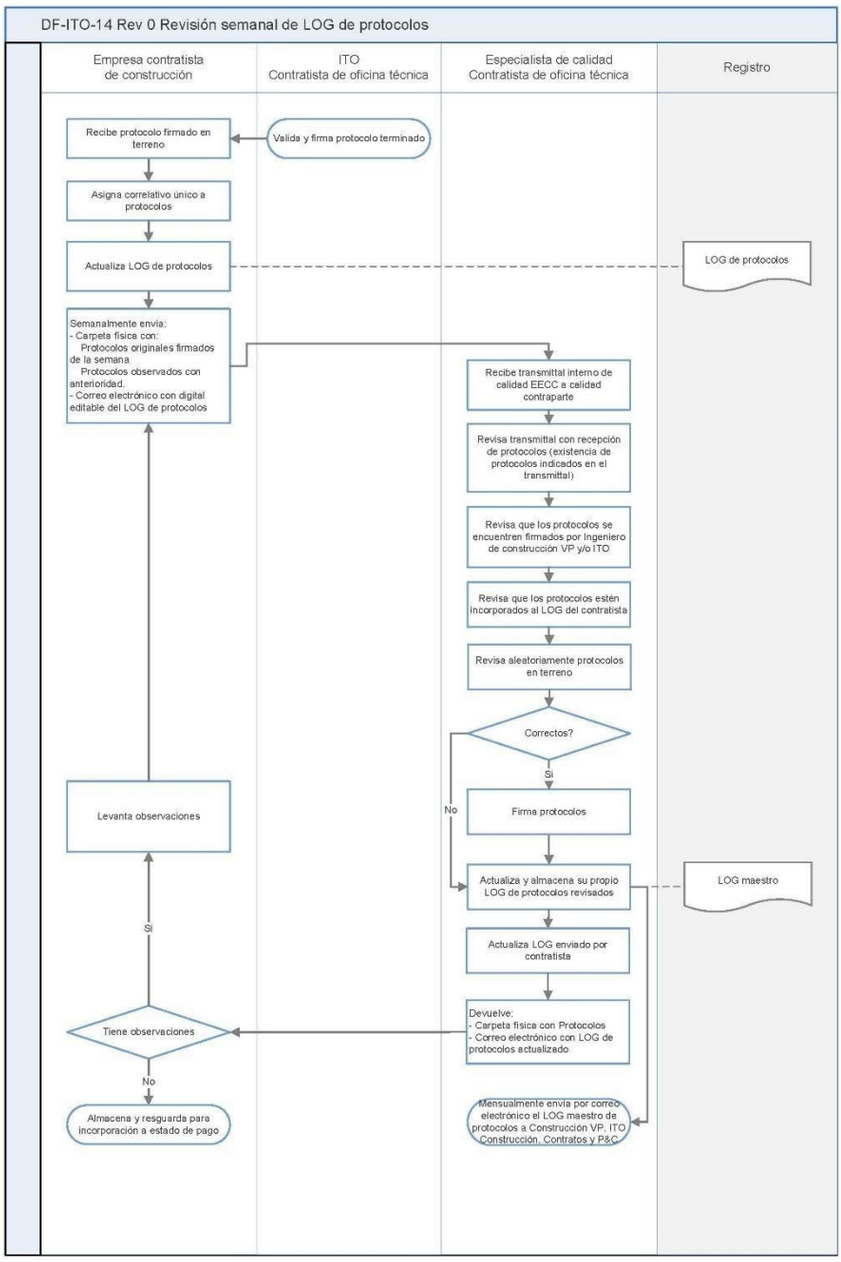


Ilustración 25: Diagrama de flujo – Revisión semanal de LOG protocolos
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.3. Formatos de protocolos pruebas de construcción

El jefe de calidad es el encargado de generar los formatos de los protocolos de las pruebas de construcción en concordancia con la Matriz de Pruebas de Construcción, en donde debe incorporar en cada formato las variables como: trazabilidad (ubicación, elemento, sistema y subsistema, elemento, plano de referencia, fecha, ítem). Se debe incorporar identificación de los equipos de medición y ensayos para resguardar la trazabilidad poniendo énfasis en la calibración de éstos.

En la figura 3.15 se observa el diagrama de flujo para la generación de los formatos de los protocolos de pruebas de construcción.

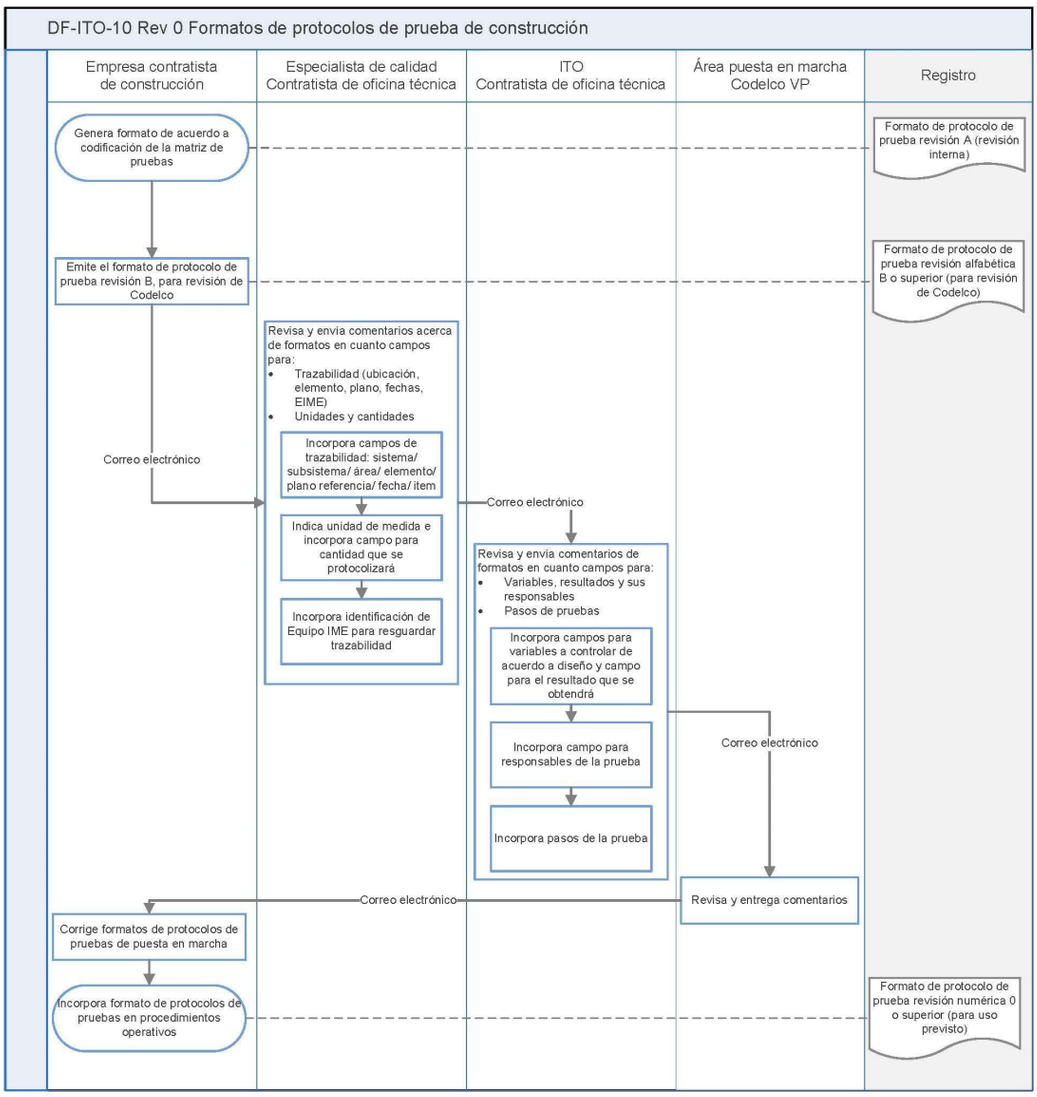


Ilustración 26: Diagrama de flujo – Formatos de protocolos pruebas de construcción
Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.4. Revisión semanal de LOG de protocolos de prueba de construcción

El jefe de calidad es el encargado de recibir los protocolos validados (firmados) de terreno por los ITO especialistas, les asigna correlativos, actualiza el LOG de protocolos de pruebas de construcción y semanalmente a Calidad Codelco VP para la revisión y comentarios. Una vez validados los protocolos y LOG por Calidad Codelco VP, se utilizan como respaldo para el estado de pago.

En la figura 3.16 se observa el diagrama de flujo para la revisión y validación del LOG de protocolos de pruebas de construcción y protocolos.

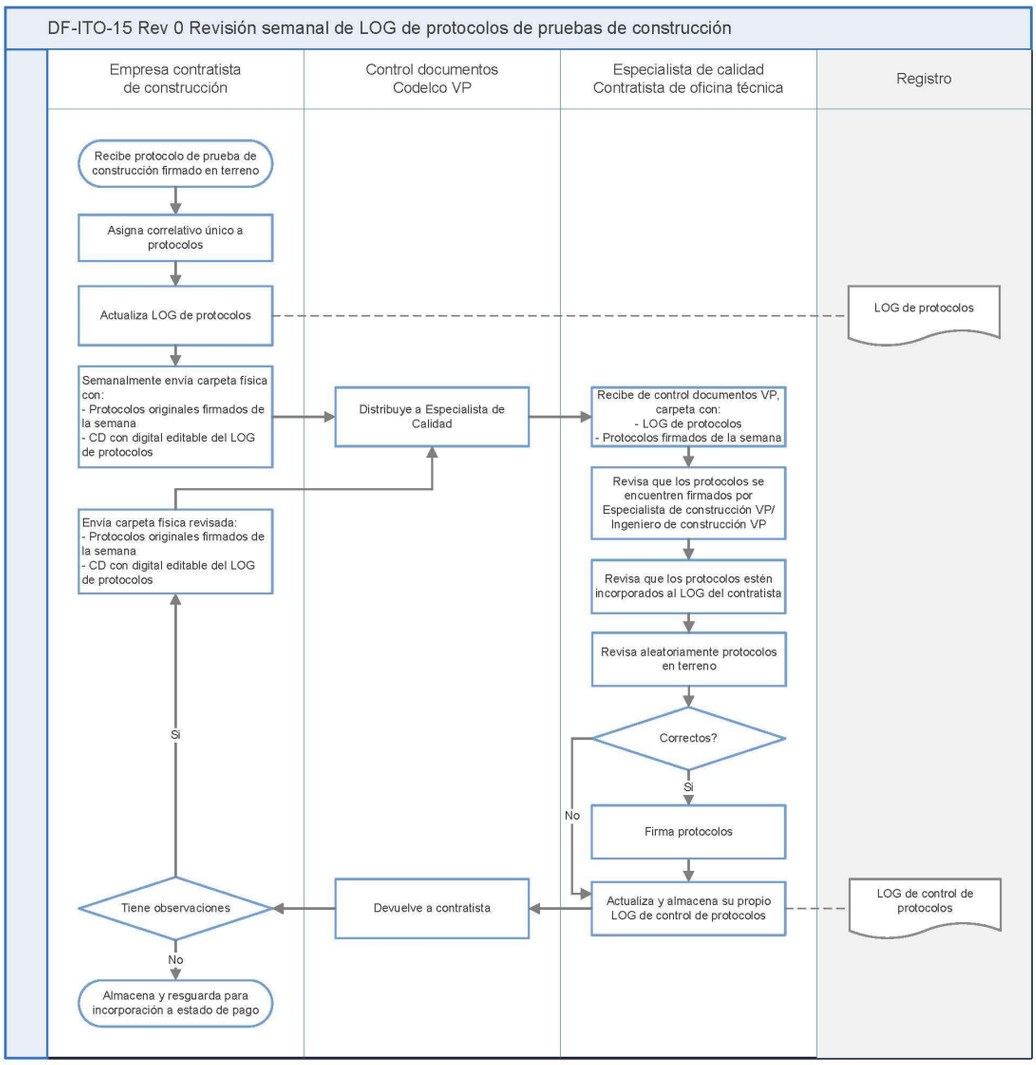


Ilustración 27: Diagrama de flujo – Revisión semanal de LOG de protocolos de pruebas de construcción
Fuente: Elaboración propia.

3.2.7. Control de cierre progresivo

El control de cierre progresivo corresponde al seguimiento a realizar con el fin de levantar posibles detalles de terminación de los trabajos, con el fin de comprometer recursos para subsanar dichos detalles en forma oportuna, antes del término de las obras.

3.2.7.1. Caminata de avance mensuales

Mensualmente el jefe de Calidad es el encargado de organizar una caminata a los avances de cada subsistema del contrato, para esto en la reunión contractual semanal deja establecido el día y hora en que se realizará, esto debe ser con al menos 3 días de anticipación para que las áreas involucradas como Construcción, Ingeniería de terreno, Calidad coordinen su asistencia.

En la caminata se verifican los estados de avance y se identifican detalles de terminación de la construcción, los cuales se priorizan, se les asigna un responsable de cierre y fecha de compromiso para el cierre.

Los detalles de terminación son enviados al encargado del sistema SIC3PRO de Codelco VP, el cual carga al sistema para posteriormente realizar el seguimiento semanal del estatus de éstos.

En la figura 3.17 se observa el diagrama de flujo para la realización de las caminatas de avance mensuales.

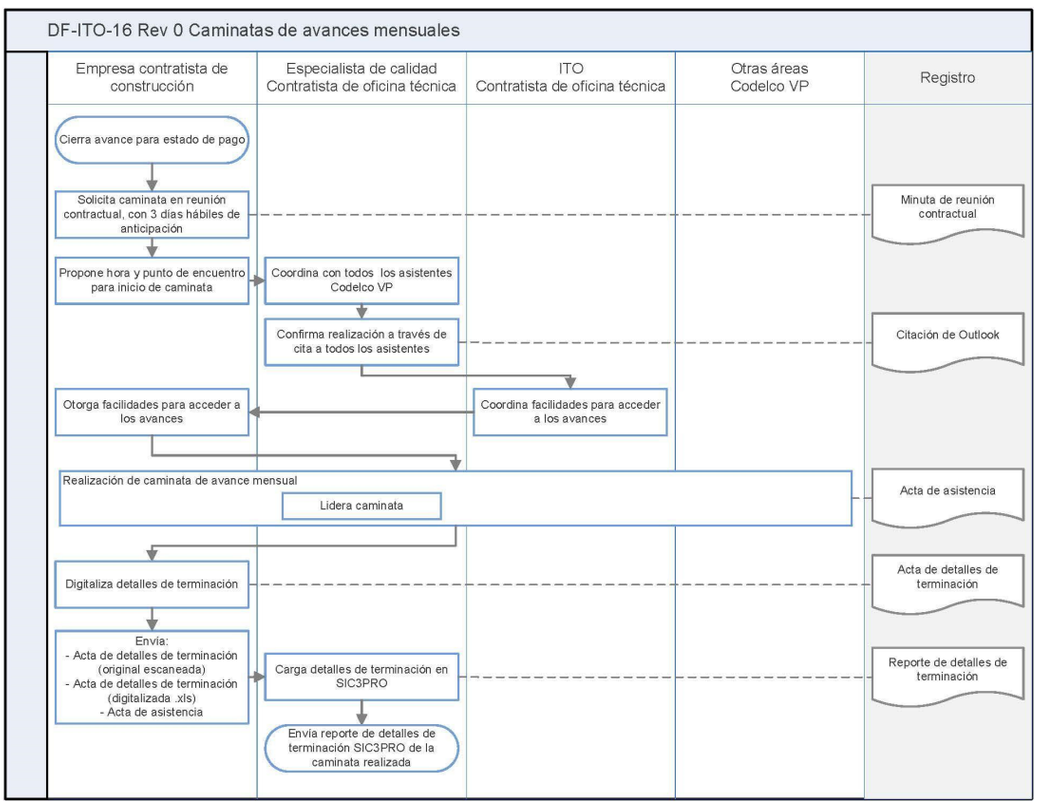


Ilustración 28: Diagrama de flujo – Caminatas de avance mensual
Fuente: Elaboración propia.

3.2.7.2. Cierre de detalles de terminación

El departamento de calidad semanalmente recepciona el reporte de los detalles de terminación los cuales vienes con la prioridad asignada (P1 y P2) y el estatus según la fecha de compromiso de cierre (abiertos o atrasados), este reporte es enviado por el encargado del sistema SIC3PRO.

Una vez recepcionado junto con el jefe de construcción verifican si fueron subsanados, se solicita al ingeniero construcción Codelco VP su validación (firma), para enviar el registro de cierre al encargado de SIC3PRO para rebajar en el sistema.

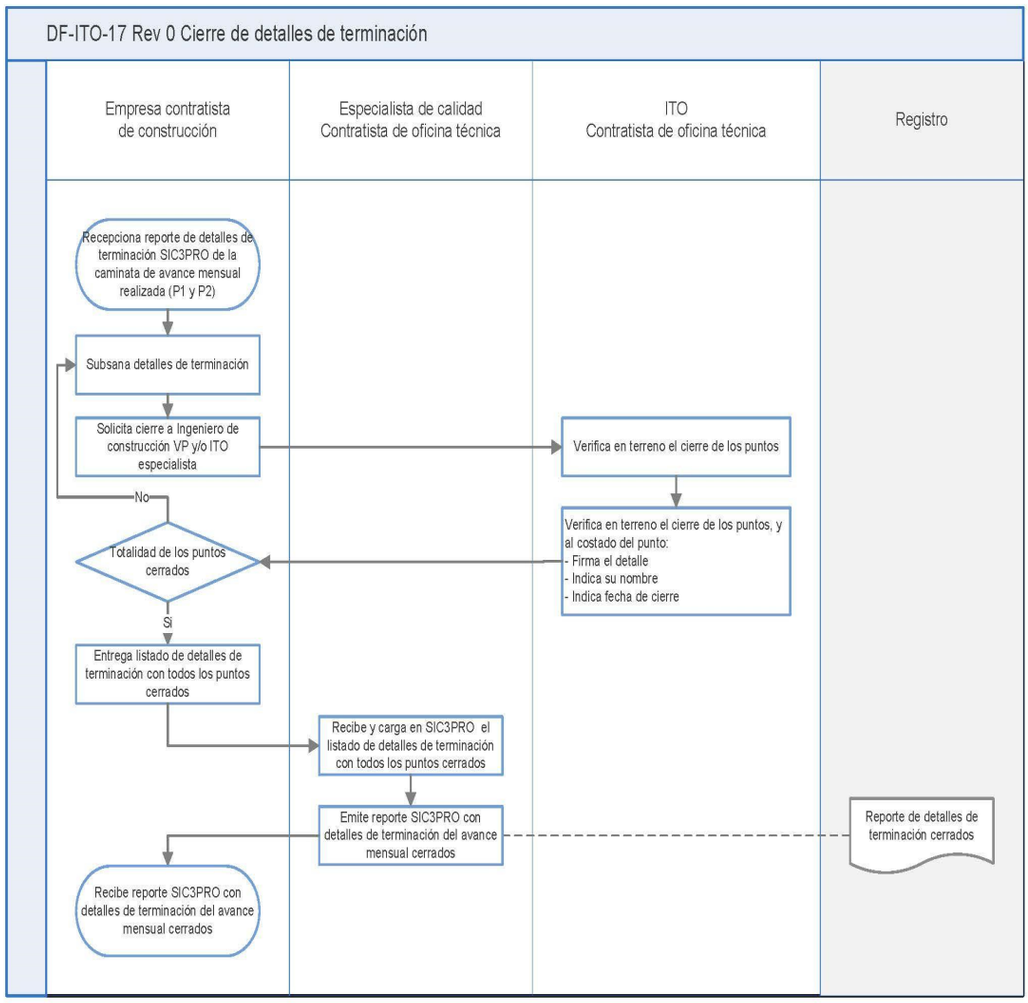


Ilustración 29: Diagrama de flujo – Cierre de detalles de terminación
Fuente: Elaboración propia.

3.2.7.3. Carpeta mensual

El departamento de calidad junto con la oficina técnica elabora la carpeta mensual, cual incorpora: el avance del estado de pago del período con los LOG de protocolos de construcción, de pruebas, topografías, informes y ensayos, certificados de materiales, además el avance del estado de pago anterior, LOG e informes rezagados y reporte de detalles de terminación. Toda esta información se entrega para revisión de las diferentes áreas de Codelco VP, en el caso que existan observaciones, es devuelta para levantar dichas observaciones.

Con la carpeta aprobada, ésta se adjunta al estado de pago como respaldo a las cantidades ejecutadas.

En la figura 3.19 se observa el Diagrama de Flujo de la preparación, revisión y validación de la Carpeta Mensual de respaldo para el estado de pago.

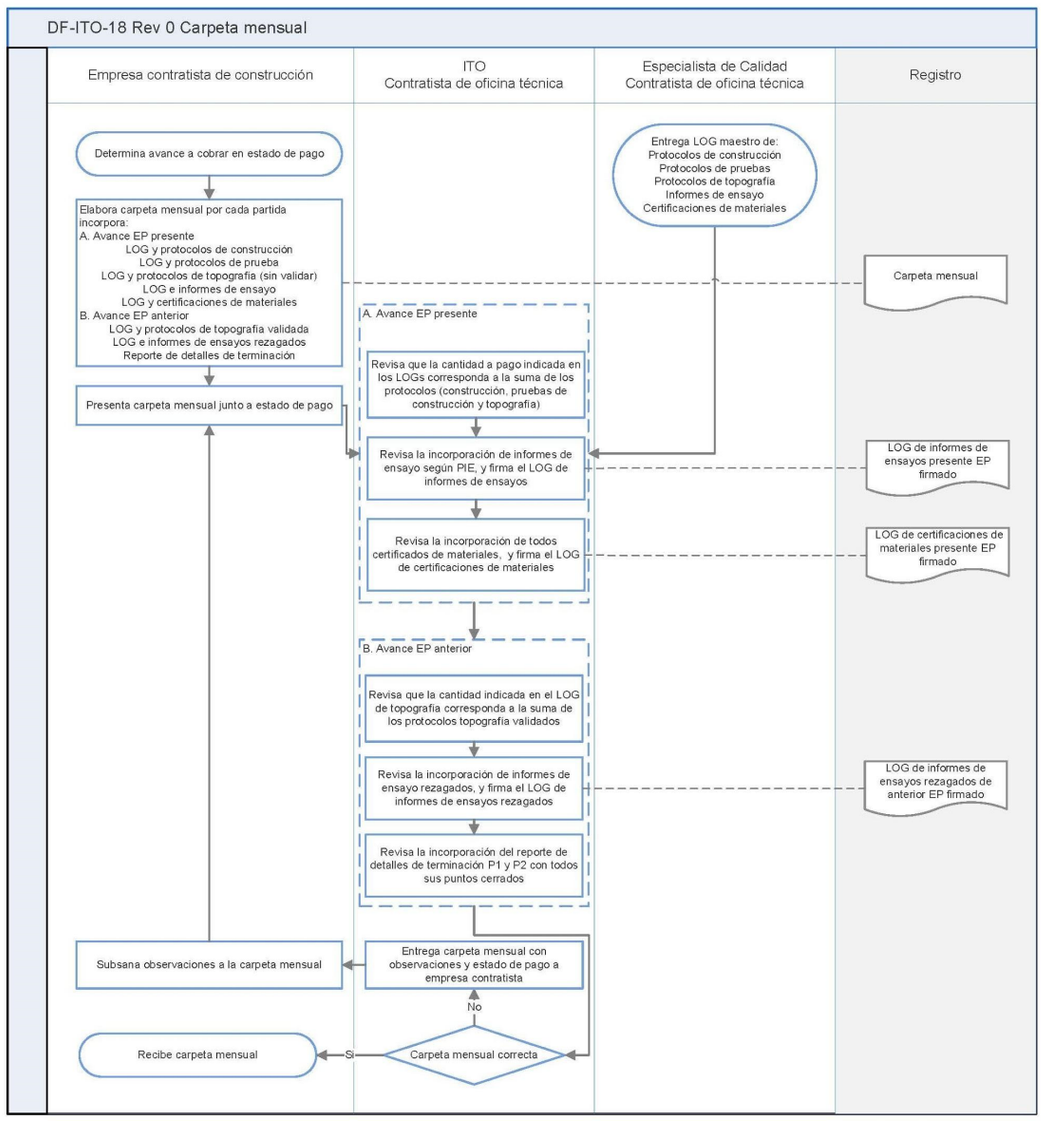


Ilustración 30: Diagrama de flujo – Carpeta mensual
Fuente: Elaboración propia.

3.2.8. Seguimiento y Medición de proceso

Codelco VP realiza constantemente el seguimiento y la medición de los procesos, para esto cuenta con un contrato denominado “Aseguramiento de la Calidad”, el cual está encargado de realizar: Auditorias, Inspecciones de terreno, inspecciones de productos, reuniones de calidad, detectar no conformidades y productos no conformes y ensayos de contramuestras.

3.2.8.1. Auditorías a Empresas Contratistas

Codelco VP a través de su contrato de “Aseguramiento de Calidad”, realiza periódicamente Auditorias a las empresas Contratistas, estas auditorias tiene la finalidad de realizar el seguimiento al cumplimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad presentado por las empresas contratistas.

Según la duración del contrato, la cantidad varia, pero al menos se realizan 3 auditorias, la primera al mes de inicio de construcción, la segunda al 50% de avance y la tercera al 95%. Las auditorias son las siguientes:

- Implementación del Plan de Calidad (Planes, formatos, procedimientos, capacitaciones, programa de auditorías internas.
- Seguimiento al cumplimiento de los planes de inspección y ensayos.
- Cierre de Contrato (revisión de carpetas de cierre).

Los hallazgos detectados la empresa contratista debe realizar el levantamiento y debe evidenciar las gestiones realizadas para evitar la recurrencia.

3.2.8.2. No Conformidades

Las No Conformidades pueden ser detectadas por la vía de Auditorías o por las inspecciones que realiza Codelco VP, para ambos casos una vez recibido el reporte de no conformidad por parte de calidad, el Jefe de Calidad con el departamento involucrado en la No Conformidad, realiza el análisis causal de la No Conformidad, establece la Causa Raíz, propone la corrección y estable las acciones correctivas a implementar para evitar la recurrencia de la desviación, además debe establecer la fecha de cierre de la No Conformidad con la finalidad de realizar el seguimiento al cumplimiento de esta.

En la figura 3.20 se observa el Diagrama de Flujo para la gestión de No Conformidades.

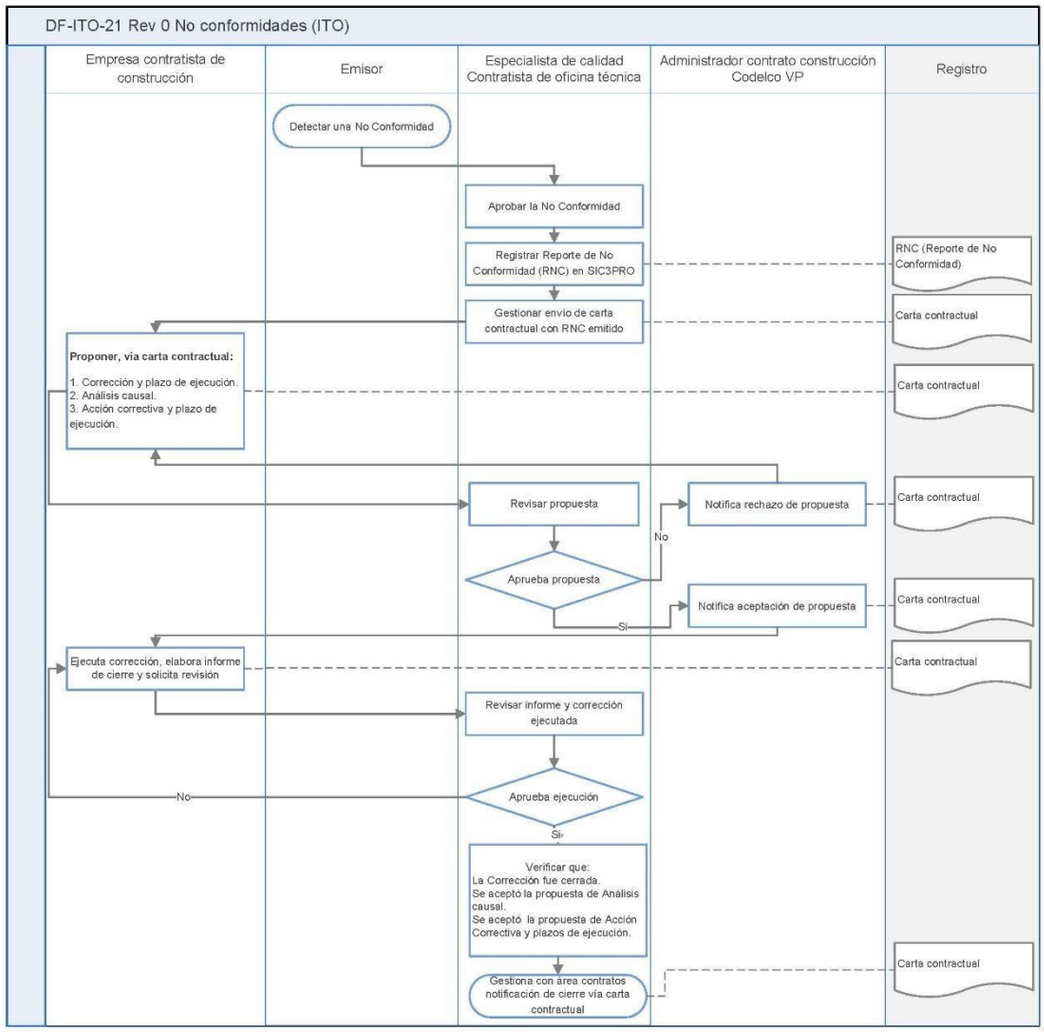


Ilustración 31: Diagrama de flujo – No conformidades
Fuente: Elaboración propia.

3.2.8.2. Inspecciones

Codelco VP a través de contrato de Aseguramiento de Calidad, realiza periódicamente inspecciones a los diferentes procesos constructivos, en la cual puede detectar desviaciones y según su criticidad se categorizan en No Conformidades y Productos No Conformes, para ambos casos el jefe de Calidad se basa en el diagrama de flujo de No Conformidades.

En el caso que la inspección no genera No Conformidad o Producto No Conforme, el jefe de calidad gestiona el levantamiento de las observaciones con el jefe de la especialidad involucrada, responde la inspección a través del sistema documental de Codelco VP (SGDOC), adjuntando la evidencia. Codelco VP cierra la inspección ya sea con la evidencia o inspeccionando nuevamente, de esta manera asegura que se realizó la reparación.

En la Figura 3.21 se observa el Diagrama de Flujo para la gestión de las inspecciones de terreno.

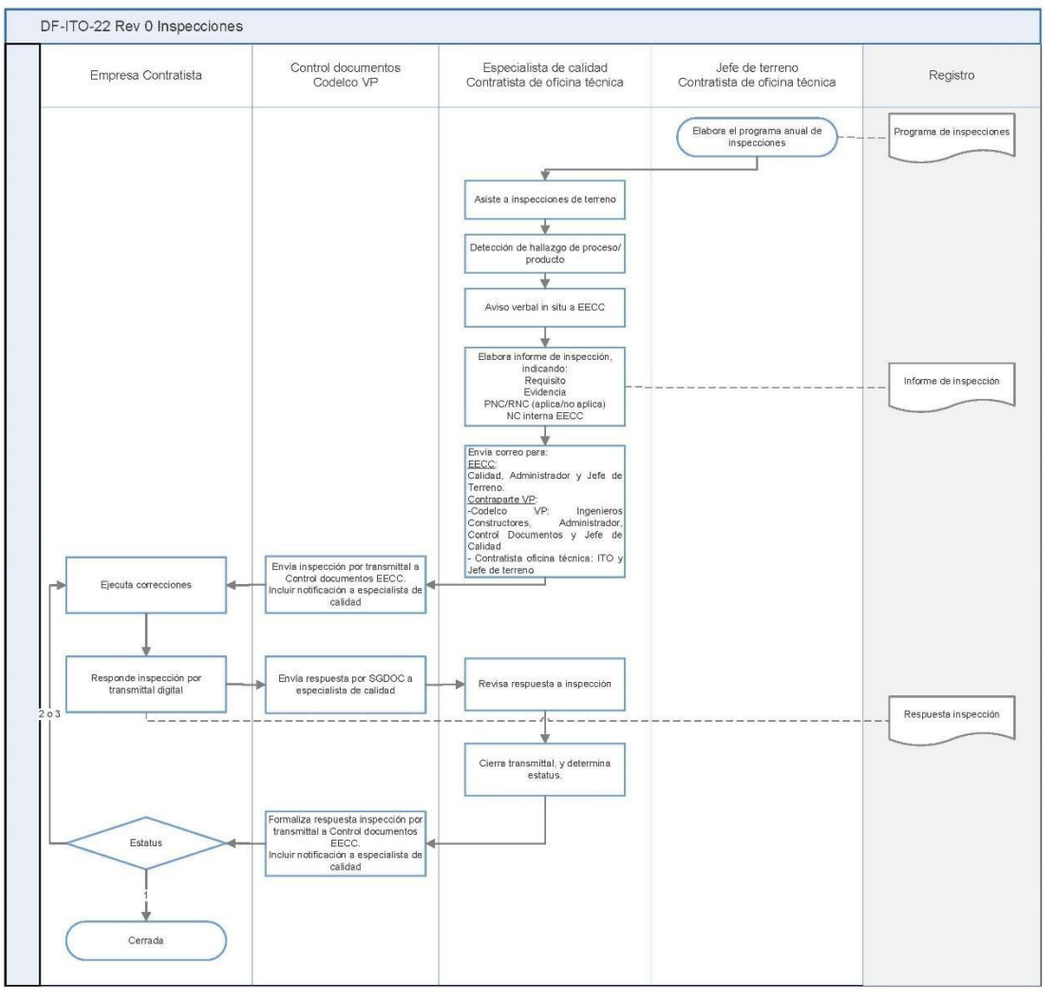


Ilustración 32: Diagrama de flujo – Inspecciones
Fuente: Elaboración propia.

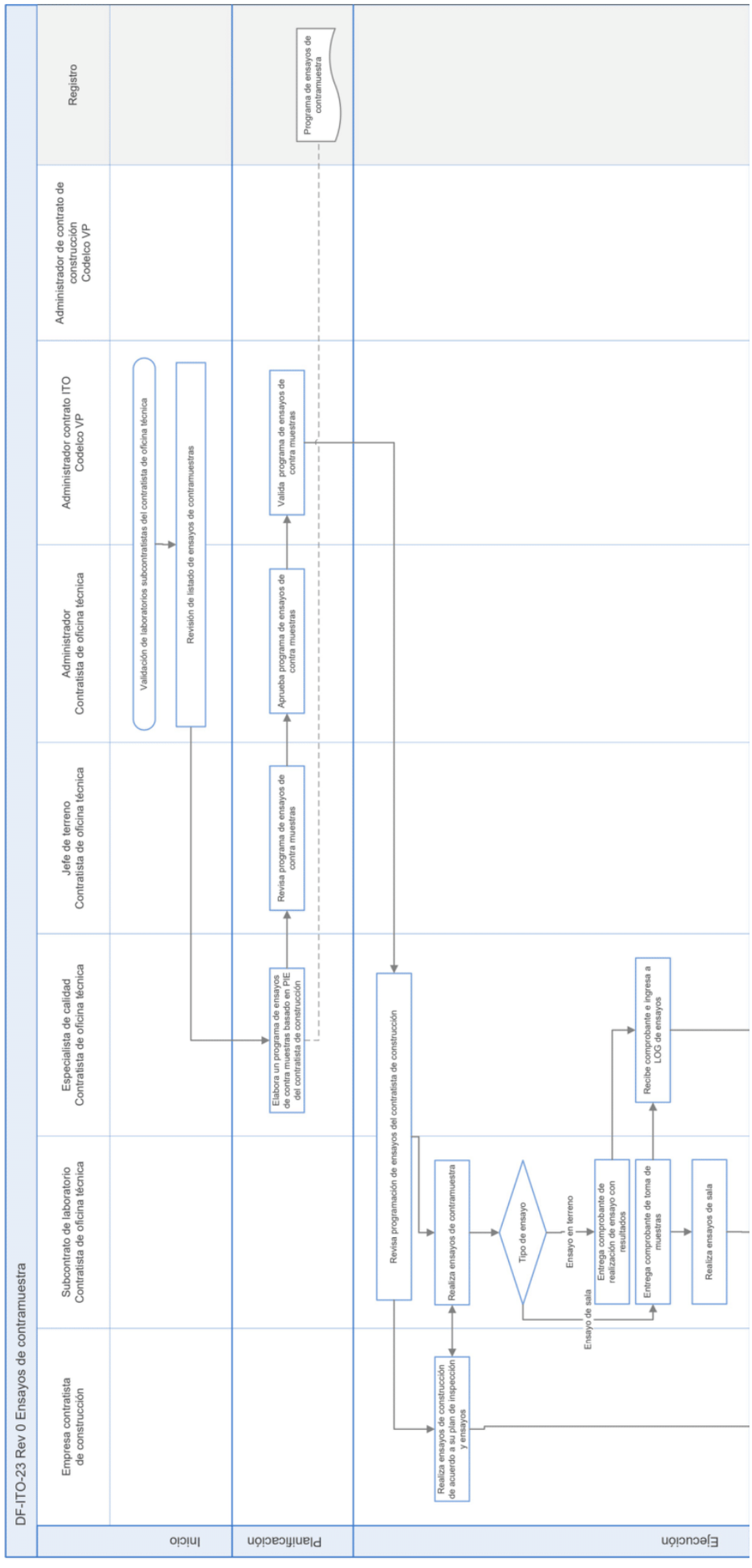
3.2.8.3. Ensayos de contramuestras

Codelco VP, en función a los planes de inspección y ensayos del contratista y en concordancia con el programa de obra, programa ensayos de contramuestras, para esto el acreditado por parte de Codelco VP.

Los resultados de los ensayos de contramuestra son revisados por Calidad VP, compra los resultados de los ensayos del contratista, en el caso que existan diferencias, se informa a la empresa contratista, analiza las diferencias y solicita informe a la empresa contratista, la cual debe generar un informe con la trazabilidad y las certificaciones de los equipos utilizados, para analizar y establecer las causas.

Posteriormente se corrigen los informes, se actualiza el LOG de ensayos de contramuestras y se incorporan el estado de pago.

En la figura 3.22 se observa el diagrama de flujo para la gestión de la realización de los ensayos de contramuestras por parte de Codelco VP.


DF-ITO-23 Rev 0 Ensayos de contramuestra
Empresa contratista de construcción
Subcontrato de laboratorio Contratista de oficina técnica
Especialista de calidad Contratista de oficina técnica
Jefe de terreno Contratista de oficina técnica
Administrador Contratista de oficina técnica
Administrador contrato ITO Codelco VP
Administrador de contrato de construcción Codelco VP
Registro
Inicio
Planificación
Ejecución
Validación de laboratorios subcontratistas del contratista de oficina técnica
Revisión de listado de ensayos de contramuestras
Elabora un programa de ensayos de contra muestras basado en PIE del contratista de construcción
Revisa programa de ensayos de contra muestras
Aprueba programa de ensayos de contra muestras
Valida programa de ensayos de contra muestras
Programa de ensayos de contramuestra
Revisa programación de ensayos del contratista de construcción
Realiza ensayos de construcción de acuerdo a su plan de inspección y ensayos
Realiza ensayos de contramuestra
Tipo de ensayo
Ensayo en terreno
Ensayo de sala
Entrega comprobante de realización de ensayo con resultados
Entrega comprobante de toma de muestras
Recibe comprobante e ingresa a LOG de ensayos
Realiza ensayos de sala

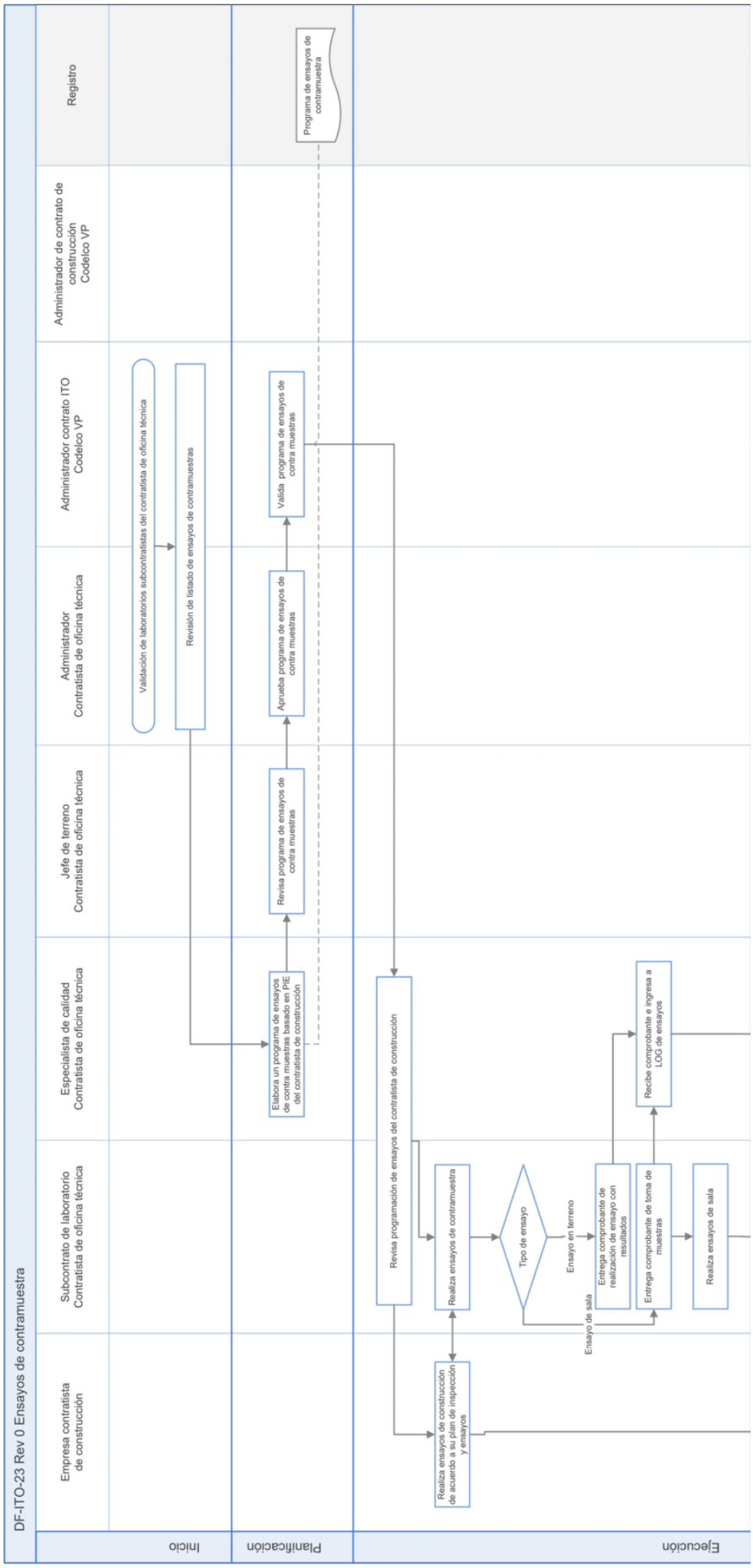


Ilustración 33: Diagrama de flujo – Ensayos de contramuestras
Fuente: Elaboración propia.

3.2.8.4. Reuniones de reportabilidad

Semanalmente, el jefe de Calidad se reúne con Calidad VP para informar los avances de la semana relacionados con: materiales, ensayos, protocolos, caminatas y detalles de terminación. De esta reunión se emite un reporte (minuta), la cual se realiza seguimiento en la próxima reunión.

Mensualmente, el jefe de Calidad emite el “Informe Mensual de Control de Calidad”, el cual se ingresa a revisión a través del sistema documental de Codelco VP (SGDOC). Una vez ingresado, se cita a una reunión de periodicidad mensual, para revisar en conjunto dicho informe, en donde se verifican las evidencias de las actividades realizadas.

En esta actividad se verifica el cumplimiento de los KPIs establecidos por Codelco VP.
En la figura 3.23 se observa el diagrama de flujo para la gestión de reportabilidad.

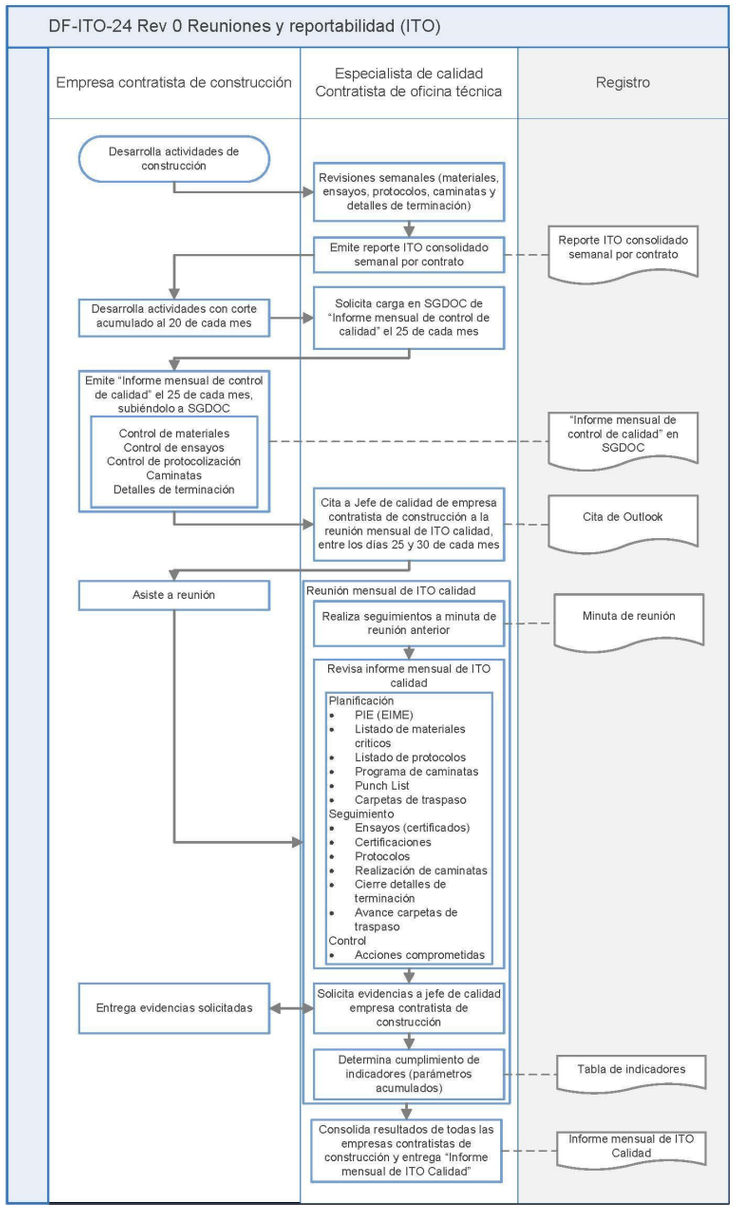


Ilustración 34: Diagrama de flujo – Reuniones y reportabilidad.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.9. Cierre de Contrato

Una vez alcanzado el 100% de avance de cada uno de los subsistema del contrato, calidad Codelco VP solicita al jefe de Calidad de la empresa constructora la entrega de la carpeta de traspaso para su revisión y comentarios por parte de la ITO de construcción, la cual realiza las observaciones y comentarios para posteriormente derivar a calidad Codelco VP, quien revisa las otras secciones de dicha carpeta e ingresa los comentarios al sistema SIC3PRO, en el caso que existan comentarios u observaciones, se devuelve carpeta al jefe de Calidad adjuntando el reporte originado del sistema, una vez subsanado las observaciones o comentarios, calidad Codelco VP gestiona las firmas de actas de entrega (provisoria y final), se devuelve a Jefe de Calidad para la digitalización de dicha carpeta, ya digitalizada, calidad Codelco VP ingresa al sistema documental SGDOC la carpeta digitalizada y deriva la carpeta original a la biblioteca documental del proyecto.

En la Figura 3.24 se observa el diagrama de flujo para la revisión e ingreso al sistema documental de la carpeta de traspaso.

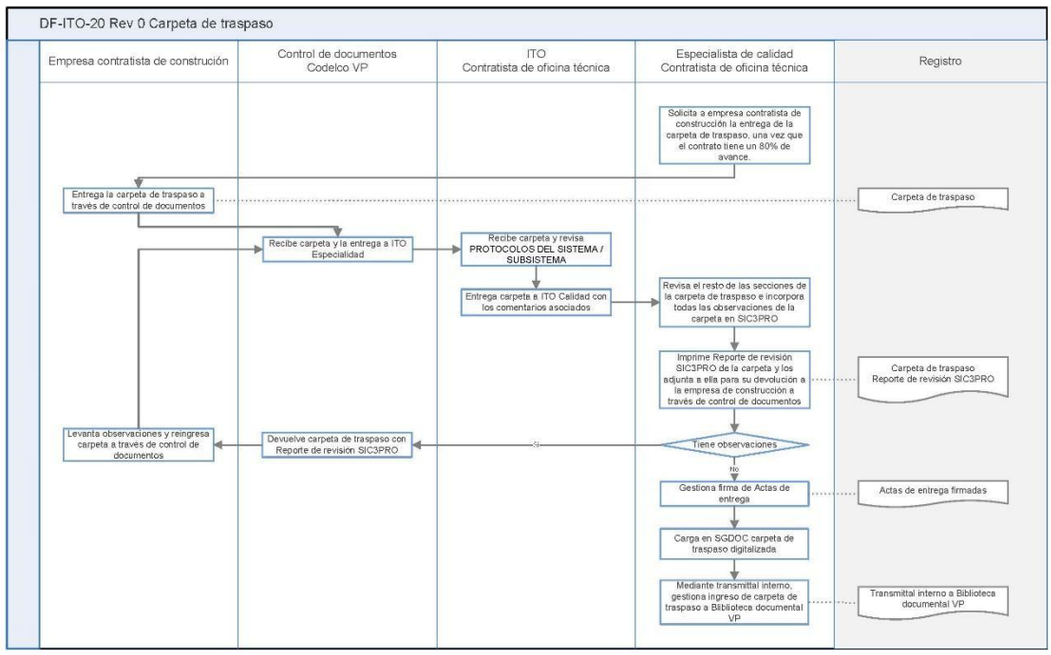


Ilustración 35: Diagrama de flujo – Carpeta de traspaso
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

4. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

4.1. EVALUACIÓN FINANCIERA

Esta evaluación busca determinar las fuentes y costos de financiamientos, teniendo en cuenta las consideraciones económicas para obtener los recursos necesarios para la implementación del proyecto

4.1.1. Consideraciones económicas

4.1.1.1. Tasa de descuento

Se realiza el cálculo de la tasa de descuento basado en el modelo CAPM, donde el valor da 9,2%

WACC Calculation Key Assumptions Summary

Compañía	**Codelco**
Country	Chile
Currency	US$
Industry	Mining
Risk Free Rate (Rf)	
10 yr U.S. Bond (25-01-2022)	1,78%
Country Risk Premium (Rc)	
Damoradan NYU July 2020	0,70%
Market Risk Premium (Rm) (BNP Report April 2021)	6,00%
Beta (B)	
Unleveraged Beta - Sector	1,13
D/EV (Estimated)	18%
E/EV (Estimated)	82%
D/E (Estimated)	0,2
Releveraged Beta - Company	**1,31**
Cost of Debt (Kd)	
10 yr Sovereign Bond (Proxy)	2,48%
Corporate Spread	3,00%
Tax Rate	27,0%
Cost of Debt after Tax	**4,00%**
Cost of Equity	**10,36%**
WACC (Nominal)	**9,20%**

WACC Calculation Key Assumptions Summary

Compañía	Codelco
Country	Chile

Currency	US$
Industry	Mining
Risk Free Rate (Rf)	
10 yr U.S. Bond (25-01-2022)	1,78%
Country Risk Premium (Rc)	
Damoradan NYU July 2020	0,70%
Market Risk Premium (Rm) (BNP Report April 2021)	6,00%
Beta (B)	
Unleveraged Beta - Sector	1,13
D/EV (Estimated)	18%
E/EV (Estimated)	**82%**
D/E (Estimated)	0,2
Releveraged Beta - Company	1,31
Cost of Debt (Kd)	
10 yr Sovereign Bond (Proxy)	2,48%
Corporate Spread	**3,00%**
Tax Rate	**27,0%**
Cost of Debt after Tax	**4,00%**

Tabla 20: Cálculo de tasa de descuento
Fuente: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html
https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

4.1.1.2. Horizonte del proyecto

Se ha considerado una evaluación del horizonte del proyecto a 5 años plazo, para demostrar la conveniencia de implementar el proyecto.

4.1.1.3. Moneda a utilizar

La moneda que se utilizará en los cálculos será el peso chileno con un reajuste de IPC al 4% por año. Así el proyecto considera la inflación en sus correcciones monetarias.

4.1.1.4. Impuestos

La tasa impositiva a la que se encontraran afectas las utilidades percibidas en el ejercicio del presente estudio será según la Reforma Tributaria, ley 20.780. Desde el año 2018 y siguientes, la cual corresponde al 27% sobre las utilidades. (SII)

4.1.2. Fuentes y costos del financiamiento

El financiamiento que será considerado en los créditos de largo plazo será el propuesto por el Banco Santander, el cual corresponde a Créditos Comerciales de Tasa Nominal, el cual se ajusta a una tasa anual de

- 14,88% anual para un periodo de 5 años para 34,5 millones, correspondiente al 75% del capital inicial requerido.
- 15,48% anual para un periodo de 5 años para 23 millones, correspondiente al 50% del capital inicial requerido.
- 17,40% anual para un periodo de 5 años para 11,5 millones, correspondiente al 25% del capital inicial requerido.

A continuación, se desglosan los costos de financiamiento en los distintos escenarios:

Total préstamo a solicitar	$11.500.000
Plazo (Meses)	60
Tasa de interés mensual	1,45%
Cuota mensual	$ 288.284
Cuota anual	$ 3.459.406

Tabla Amortización	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
interés	$ 1.878.883	$1.580.844	$ 1.226.605	$ 805.566	$ 305.133
Amortización	$ 1.580.523	$1.878.562	$ 2.232.801	$ 2.653.840	$3.154.273
Total	$ 3.459.406	$3.459.406	$ 3.459.406	$ 3.459.406	$3.459.406
Saldo	$ 9.919.477	$8.040.915	$ 5.808.113	$ 3.154.273	$ 0

Tabla 21: Financiamiento de proyecto al 25%
Fuente: Elaboración propia

Total préstamo a solicitar	$23.000.000
Plazo (Meses)	60
Tasa de interés mensual	1,29%
Cuota mensual	$ 552.980
Cuota anual	$ 6.635.766

Tabla Amortización	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
interés	$ 3.332.542	$ 2.783.318	$ 2.142.774	$ 1.395.727	$ 524.469
Amortización	$ 3.303.224	$ 3.852.448	$ 4.492.992	$ 5.240.039	$6.111.297
Total	$ 6.635.766	$ 6.635.766	$ 6.635.766	$ 6.635.766	$6.635.766
Saldo	$19.696.776	$ 15.844.328	$11.351.336	$ 6.111.297	$ 0

Tabla 22: Financiamiento de proyecto al 50%
Fuente: Elaboración propia

Total préstamo a solicitar	$34.500.000
Plazo (Meses)	60
Tasa de interés mensual	1,24%
Cuota mensual	$ 818.581
Cuota anual	$ 9.822.973

Tabla Amortización	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
interés	$ 4.800.190	$ 3.999.661	$ 3.071.544	$ 1.995.504	$ 747.965
Amortización	$ 5.022.783	$ 5.823.312	$ 6.751.429	$ 7.827.469	$9.075.007
Total	$ 9.822.973	$ 9.822.973	$ 9.822.973	$ 9.822.973	$9.822.973
Saldo	$29.477.217	$ 23.653.905	$16.902.476	$ 9.075.007	$ 0

Tabla 23: Financiamiento de proyecto al 75%
Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Indicadores económicos

Los indicadores utilizados en este proyecto serán:

El Valor Actual Neto (VAN)

Es un criterio financiero para el análisis de proyectos de inversión que consiste en determinar el valor actual de los flujos de caja que se esperan en el transcurso de la inversión, tanto de los flujos positivos como de las salidas de capital (incluida la inversión inicial), donde éstas se representan con signo negativo. Según este criterio, se recomienda realizar aquellas inversiones cuyo valor actual neto sea positivo.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es el tipo de descuento que hace que el VAN (Valor Actual Neto) sea igual a cero, es decir, el tipo de descuento que iguala el valor actual de los flujos de entrada (positivos) con el flujo de salida inicial y otros flujos negativos actualizados de un proyecto de inversión. En el análisis de inversiones, para que un proyecto se considere rentable, su TIR debe ser superior al coste del capital empleado.

4.1.4. Resumen de inversiones

A partir del monto requerido para la implementación del proyecto, considerando el total de los activos tangibles y los activos intangibles,

INVERSIÓN INICIAL

	ITEM	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD	TOTAL C/IVA
ACTIVOS TANGIBLES	**Mobiliario**	Escritorio	5	$249.950
		Silla escritorio	5	$194.500
		Sillas de reunión	6	$210.000
		Mesa de reunión	1	$230.000
	Tecnología	Notebook	9	$3.411.000
		Computador escritorio	1	$379.000
		Impresora	1	$379.000
		Proyector	1	$290.000
		Smart tv 55"	1	$349.000
	Equipos de medición y ensayos	Medidor de punto de rocío	1	$185.000
		Medidor de espesor	1	$95.000
		Medidor digital de perfil de superficie	1	$105.000
		Medidor de Soldadura	1	$35.000
		Termómetro Infrarrojo	4	$280.000
		Termohigrómetro	2	$120.000
		Medidor espesor de pintura	1	$151.000
		Detector Orificio	1	$120.000
		Calibrador de Tensión de Pernos	2	$1.500.000
		Llave de Torque	4	$300.000
			SUBTOTAL	**$8.583.450**

ACTIVOS INTANGIBLES	ITEM	CONCEPTOS	CANTIDAD	TOTAL C/IVA

	Constitución de Empresa	*Escritura*	*1*	$150.000
		Notaria	*1*	$40.000
	Firma	*Firma digital*	*1*	$28.500
		Firma electrónica	*1*	$20.000
	Registro de marca	*Enapi*	*1*	$130.000
		Nickname	*1*	$28.000
	Otros intangibles	*Patente*	*1*	$50.000
		Licencias	*4*	$320.000
			SUBTOTAL	**$766.500**

TOTAL INVERSIÓN (TANGIBLES E INTANGIBLES)	**$9.349.950**

Tabla 24: Inversión inicial.
Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Depreciaciones

La depreciación de los bienes del activo de una empresa corresponde al menor valor que tiene un bien, producto de su uso o desgaste, tema que está contenido en los N° 5 y 5 bis del Artículo 31 de la Ley sobre Impuesto a la Renta, que reconoce una cuota anual por concepto de depreciación de los bienes del activo inmovilizado como gasto necesario para producir la renta, determinada de acuerdo con la vida útil fijada por el Servicio de Impuestos Internos para tal bien.(SII)

A continuación, se muestra como resumen el cuadro de depreciación:

INVERSIÓN INICIAL				**DEPRECIACIÓN ACUMULADA ACTIVOS TANGIBLES**					
ITEM	**Especificaciones**	**#**	**TOTAL C/IVA**	**AÑOS Depr**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Mobiliario	Escritorio	5	$249.950	**5**	$42.008	$42.008	$42.008	$42.008	$42.008
	Silla escritorio	5	$194.500	**5**	$32.689	$32.689	$32.689	$32.689	$32.689
	Sillas de reunión	6	$210.000	**5**	$35.294	$35.294	$35.294	$35.294	$35.294
	Mesa de reunión	1	$230.000	**5**	$38.655	$38.655	$38.655	$38.655	$38.655
Tecnología	Notebook	9	$3.411.000	**3**	$955.462	$955.462	$955.462	$0	$0
	Computador escritorio	1	$379.000	**3**	$106.162	$106.162	$106.162	$0	$0
	Impresora	1	$379.000	**3**	$106.162	$106.162	$106.162	$0	$0
	Proyector	1	$290.000	**3**	$81.232	$81.232	$81.232	$0	$0
	Smart tv 55"	1	$349.000	**3**	$97.759	$97.759	$97.759	$0	$0
Equipos de medición y ensayos	Medidor de punto de rocio	1	$185.000	**3**	$51.821	$51.821	$51.821	$0	$0
	Medidor de espesor	1	$95.000	**3**	$26.611	$26.611	$26.611	$0	$0
	Medidor digital de perfil de superficie	1	$105.000	**3**	$29.412	$29.412	$29.412	$0	$0
	Medidor de Soldadura	1	$35.000	**3**	$9.804	$9.804	$9.804	$0	$0
	Termometro Infrarojo	4	$280.000	**3**	$78.431	$78.431	$78.431	$0	$0
	Termo-Higrometro	2	$120.000	**3**	$33.613	$33.613	$33.613	$0	$0
	Medidor espesor de pintura	1	$151.000	**3**	$42.297	$42.297	$42.297	$0	$0
	Detector Orificio	1	$120.000	**3**	$33.613	$33.613	$33.613	$0	$0
	Calibrador de Tensión de Pernos	2	$1.500.000	**3**	$420.168	$420.168	$420.168	$0	$0
	Llave de Torque	4	$300.000	**3**	$84.034	$84.034	$84.034	$0	$0

		Total $8.583.450		$2.305.230	$2.305.230	$2.305.230	$148.647	$148.647

Tabla 25: Cuadro de depreciaciones
Fuente: Elaboración propia

4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Esta sección considera la evaluación de los flujos proyectados en los estudios de mercado, de costos, técnico y las consideraciones económicas, para calcular el VAN, TIR y PRI.

Se realizarán los flujos de caja a lo largo de los 5 años que dura el proyecto, donde se evaluará en distintos escenarios, por ello se realizará flujos de caja en proyecto puro como financiado externamente en 25%, 50% y 75%.

Se considera como concepto de ingreso, el 10% de los costos asociados al servicio entregado (fee).

4.2.1. Flujo de caja puro

Con la información anterior se procedió a elaborar un flujo de caja para cada escenario. Se consideró un costo de capital (o tasa de descuento) de 9,2% obtenido con el modelo de cálculo de WACC.

WACC Calculation Key Assumptions Summary	
Compañía	**Codelco**
Country	Chile
Currency	US$
Industry	Mining
Risk Free Rate (Rf)	
10 yr U.S. Bond (25-01-2022)	1,78%
Country Risk Premium (Rc)	
Damoradan NYU July 2020	0,70%
Market Risk Premium (Rm) (BNP Report April 2021)	6,00%
Beta (B)	
Unleveraged Beta - Sector	1,13
D/EV (Estimated)	18%
E/EV (Estimated)	82%
D/E (Estimated)	0,2
Releveraged Beta - Company	**1,31**
Cost of Debt (Kd)	
10 yr Sovereign Bond (Proxy)	2,48%
Corporate Spread	3,00%

Tax Rate	27,0%
Cost of Debt after Tax	**4,00%**
Cost of Equity	**10,36%**
WACC (Nominal)	**9,20%**

Tabla 26: Cálculo tasa de descuento
Fuente: Elaboración propia

La evaluación se realizará a 5 años plazo, que es el plazo estimado de la recuperación de la inversión.

Flujo de caja puro

ESTADO DE RESULTADOS

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Venta	**[CLP]**		**164.365.553**	**154.100.042**	**203.588.853**	**220.466.744**	**276.161.681**
Costos de Operación	**[CLP]**		**(149.423.230)**	**(140.090.947)**	**(185.080.776)**	**(200.424.313)**	**(251.056.074)**
Costo Fijo Personal	[CLP]		(109.500.000)	(98.696.000)	(142.122.240)	(156.018.637)	(204.959.220)
Costo Fijo Oficina	[CLP]		(7.500.000)	(7.800.000)	(8.112.000)	(8.436.480)	(8.773.939)
Costo Variable	[CLP]		(30.118.000)	(31.289.717)	(32.541.306)	(33.842.958)	(35.196.677)
Depreciación	[CLP]		(2.305.230)	(2.305.230)	(2.305.230)	(2.126.238)	(2.126.238)
Interes Crédito	[CLP]		0	0	0	0	0
Margen de Explotación	**[CLP]**	**0**	**14.942.323**	**14.009.095**	**18.508.078**	**20.042.431**	**25.105.607**
Gastos de administración	[CLP]		0	0	0	0	0
EBIT	**[CLP]**	**0**	**14.942.323**	**14.009.095**	**18.508.078**	**20.042.431**	**25.105.607**
Venta de Activos Fijos	**[CLP]**		0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuestos	**[CLP]**	**0**	**14.942.323**	**14.009.095**	**18.508.078**	**20.042.431**	**25.105.607**
Impuestos	**[CLP]**	0	(4.034.427)	(3.782.456)	(4.997.181)	(5.411.456)	(6.778.514)
Tasa Impositiva	[%]	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%
Utilidad Neta	**[CLP]**	**0**	**10.907.896**	**10.226.639**	**13.510.897**	**14.630.975**	**18.327.093**

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Resultado Operacional Neto							
EBIT	[clp]		14.942.323	14.009.095	18.508.078	20.042.431	25.105.607
Impuestos	[clp]		(4.034.427)	(3.782.456)	(4.997.181)	(5.411.456)	(6.778.514)
Depreciación	[clp]		2.305.230	2.305.230	2.305.230	2.126.238	2.126.238
Amortización	[clp]		0	0	0	0	0
Resultado Operacional Neto	**[clp]**		**13.213.125**	**12.531.869**	**15.816.126**	**16.757.213**	**20.453.331**
Capital de Trabajo							
Días de Pago a Proveedores	[días]	90					
Costos fijos y variables	[clp]	36.275.671					
Necesidad de KdeT	**[clp]**	**(36.275.671)**					
Capex							
Activos tangibles		(8.583.450)					
Activos intangibles		(766.500)					
CAPEX	**[clp]**	**(9.349.950)**					
FCF							
Resultado Operacional Neto (+)	[clp]	0	13.213.125	12.531.869	15.816.126	16.757.213	20.453.331
Necesidad de K de Trabajo (-)	[clp]	(36.275.671)	0	0	0	0	0
Capex (-)	[clp]	(9.349.950)	0	0	0	0	0
Prestamo LP	[clp]	0	0	0	0	0	0
Venta Activos Recuperables	[clp]	0	0	0	0	0	0
FCF	**[clp]**	**(45.625.621)**	**13.213.125**	**12.531.869**	**15.816.126**	**16.757.213**	**20.453.331**

VAN	14.079.900
TIR	19,58%
Payback	3,2

Tabla 27: Flujo de caja Puro
Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Flujo de caja financiado

En este ítem se desarrollará el análisis económico de proyecto con el financiamiento de un 25%, 50% y 75% en base a crédito simulado en Banco Estado, a una tasa del 13,82% a 5 años.

A continuación, se presentarán los flujos financiados y los indicadores para cada escenario:

ESTADO DE RESULTADOS

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Venta	**[CLP]**		**164.365.553**	**154.100.042**	**203.588.853**	**220.466.744**	**276.161.681**
Costos de Operación	**[CLP]**		**(151.302.113)**	**(141.671.791)**	**(186.307.380)**	**(201.229.879)**	**(251.361.206)**
Costo Fijo Personal	[CLP]		(109.500.000)	(98.696.000)	(142.122.240)	(156.018.637)	(204.959.220)
Costo Fijo Oficina	[CLP]		(7.500.000)	(7.800.000)	(8.112.000)	(8.436.480)	(8.773.939)
Costo Variable	[CLP]		(30.118.000)	(31.289.717)	(32.541.306)	(33.842.958)	(35.196.677)
Depreciación	[CLP]		(2.305.230)	(2.305.230)	(2.305.230)	(2.126.238)	(2.126.238)
Interes Crédito	[CLP]		(1.878.883)	(1.580.844)	(1.226.605)	(805.566)	(305.133)
Margen de Explotación	**[CLP]**	**0**	**13.063.440**	**12.428.250**	**17.281.473**	**19.236.865**	**24.800.475**
Gastos de administración	[CLP]		0	0	0	0	0
EBIT	**[CLP]**	**0**	**13.063.440**	**12.428.250**	**17.281.473**	**19.236.865**	**24.800.475**
Venta de Activos Fijos	**[CLP]**		0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuestos	**[CLP]**	**0**	**13.063.440**	**12.428.250**	**17.281.473**	**19.236.865**	**24.800.475**
Impuestos	**[CLP]**	0	(3.527.129)	(3.355.628)	(4.665.998)	(5.193.954)	(6.696.128)
Tasa Impositiva	[%]	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%
Utilidad Neta	**[CLP]**	**0**	**9.536.311**	**9.072.623**	**12.615.475**	**14.042.912**	**18.104.347**

Flujo de caja - financiado 25%

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Resultado Operacional Neto							
EBIT	[clp]		13.063.440	12.428.250	17.281.473	19.236.865	24.800.475
Impuestos	[clp]		(3.527.129)	(3.355.628)	(4.665.998)	(5.193.954)	(6.696.128)
Depreciación	[clp]		2.305.230	2.305.230	2.305.230	2.126.238	2.126.238
Amortización	[clp]		(1.580.523)	(1.878.562)	(2.232.801)	(2.653.840)	(3.154.273)
Resultado Operacional Neto	**[clp]**		**10.261.018**	**9.499.291**	**12.687.903**	**13.515.310**	**17.076.311**
Capital de Trabajo							
Días de Pago a Proveedores	[días]	90					
Costos fijos y variables	[clp]	36.275.671					
Necesidad de KdeT	**[clp]**	**(36.275.671)**					
Capex							
Activos tangibles		(8.583.450)					
Activos intangibles		(766.500)					
CAPEX	**[clp]**	**(9.349.950)**					
FCF							
Resultado Operacional Neto (+)	[clp]	0	10.261.018	9.499.291	12.687.903	13.515.310	17.076.311
Necesidad de K de Trabajo (-)	[clp]	(36.275.671)	0	0	0	0	0
Capex (-)	[clp]	(9.349.950)	0	0	0	0	0
Prestamo LP	[clp]	11.500.000	0	0	0	0	0
Venta Activos Recuperables	[clp]	0	0	0	0	0	0
FCF	**[clp]**	**(34.125.621)**	**10.261.018**	**9.499.291**	**12.687.903**	**13.515.310**	**17.076.311**

VAN	13.477.564
TIR	22,09%
Payback	3,1

Tabla 28: Flujo de caja financiado al 25%
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE RESULTADOS

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Venta	**[CLP]**		**164.365.553**	**154.100.042**	**203.588.853**	**220.466.744**	**276.161.681**
Costos de Operación	**[CLP]**		**(152.755.772)**	**(142.874.265)**	**(187.223.549)**	**(201.820.040)**	**(251.580.543)**
Costo Fijo Personal	[CLP]		(109.500.000)	(98.696.000)	(142.122.240)	(156.018.637)	(204.959.220)
Costo Fijo Oficina	[CLP]		(7.500.000)	(7.800.000)	(8.112.000)	(8.436.480)	(8.773.939)
Costo Variable	[CLP]		(30.118.000)	(31.289.717)	(32.541.306)	(33.842.958)	(35.196.677)
Depreciación	[CLP]		(2.305.230)	(2.305.230)	(2.305.230)	(2.126.238)	(2.126.238)
Interes Crédito	[CLP]		(3.332.542)	(2.783.318)	(2.142.774)	(1.395.727)	(524.469)
Margen de Explotación	**[CLP]**	**0**	**11.609.781**	**11.225.777**	**16.365.304**	**18.646.705**	**24.581.138**
Gastos de administración	[CLP]		0	0	0	0	0
EBIT	**[CLP]**	**0**	**11.609.781**	**11.225.777**	**16.365.304**	**18.646.705**	**24.581.138**
Venta de Activos Fijos	**[CLP]**		0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuestos	**[CLP]**	**0**	**11.609.781**	**11.225.777**	**16.365.304**	**18.646.705**	**24.581.138**
Impuestos	**[CLP]**	0	(3.134.641)	(3.030.960)	(4.418.632)	(5.034.610)	(6.636.907)
Tasa Impositiva	[%]	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%
Utilidad Neta	**[CLP]**	**0**	**8.475.140**	**8.194.817**	**11.946.672**	**13.612.094**	**17.944.231**

Flujo de caja - financiado 50%

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Resultado Operacional Neto							
EBIT	[clp]		11.609.781	11.225.777	16.365.304	18.646.705	24.581.138
Impuestos	[clp]		(3.134.641)	(3.030.960)	(4.418.632)	(5.034.610)	(6.636.907)
Depreciación	[clp]		2.305.230	2.305.230	2.305.230	2.126.238	2.126.238
Amortización	[clp]		(3.303.224)	(3.852.448)	(4.492.992)	(5.240.039)	(6.111.297)
Resultado Operacional Neto	**[clp]**		**7.477.146**	**6.647.599**	**9.758.909**	**10.498.293**	**13.959.172**
Capital de Trabajo							
Días de Pago a Proveedores	[días]	90					
Costos fijos y variables	[clp]	36.275.671					
Necesidad de KdeT	**[clp]**	**(36.275.671)**					
Capex							
Activos tangibles		(8.583.450)					
Activos intangibles		(766.500)					
CAPEX	**[clp]**	**(9.349.950)**					
FCF							
Resultado Operacional Neto (+)	[clp]	0	7.477.146	6.647.599	9.758.909	10.498.293	13.959.172
Necesidad de K de Trabajo (-)	[clp]	(36.275.671)	0	0	0	0	0
Capex (-)	[clp]	(9.349.950)	0	0	0	0	0
Prestamo LP	[clp]	23.000.000	0	0	0	0	0
Venta Activos Recuperables	[clp]	0	0	0	0	0	0
FCF	**[clp]**	**(22.625.621)**	**7.477.146**	**6.647.599**	**9.758.909**	**10.498.293**	**13.959.172**

VAN	13.659.414
TIR	27,80%
Payback	2,9

Tabla 29: Flujo de caja financiado al 50%
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE RESULTADOS

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Venta	**[CLP]**		**164.365.553**	**154.100.042**	**203.588.853**	**220.466.744**	**276.161.681**
Costos de Operación	**[CLP]**		**(154.223.419)**	**(144.090.608)**	**(188.152.319)**	**(202.419.817)**	**(251.804.039)**
Costo Fijo Personal	[CLP]		(109.500.000)	(98.696.000)	(142.122.240)	(156.018.637)	(204.959.220)
Costo Fijo Oficina	[CLP]		(7.500.000)	(7.800.000)	(8.112.000)	(8.436.480)	(8.773.939)
Costo Variable	[CLP]		(30.118.000)	(31.289.717)	(32.541.306)	(33.842.958)	(35.196.677)
Depreciación	[CLP]		(2.305.230)	(2.305.230)	(2.305.230)	(2.126.238)	(2.126.238)
Interes Crédito	[CLP]		(4.800.190)	(3.999.661)	(3.071.544)	(1.995.504)	(747.965)
Margen de Explotación	**[CLP]**	**0**	**10.142.133**	**10.009.434**	**15.436.534**	**18.046.927**	**24.357.642**
Gastos de administración	[CLP]		0	0	0	0	0
EBIT	**[CLP]**	**0**	**10.142.133**	**10.009.434**	**15.436.534**	**18.046.927**	**24.357.642**
Venta de Activos Fijos	**[CLP]**		0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuestos	**[CLP]**	**0**	**10.142.133**	**10.009.434**	**15.436.534**	**18.046.927**	**24.357.642**
Impuestos	**[CLP]**	0	(2.738.376)	(2.702.547)	(4.167.864)	(4.872.670)	(6.576.563)
Tasa Impositiva	[%]	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%	-27,0%
Utilidad Neta	**[CLP]**	**0**	**7.403.757**	**7.306.887**	**11.268.670**	**13.174.257**	**17.781.079**

Flujo de caja - financiado 75%

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Resultado Operacional Neto							
EBIT	[clp]		10.142.133	10.009.434	15.436.534	18.046.927	24.357.642
Impuestos	[clp]		(2.738.376)	(2.702.547)	(4.167.864)	(4.872.670)	(6.576.563)
Depreciación	[clp]		2.305.230	2.305.230	2.305.230	2.126.238	2.126.238
Amortización	[clp]		(5.022.783)	(5.823.312)	(6.751.429)	(7.827.469)	(9.075.007)
Resultado Operacional Neto	**[clp]**		**4.686.204**	**3.788.805**	**6.822.470**	**7.473.026**	**10.832.310**
Capital de Trabajo							
Días de Pago a Proveedores	[días]	90					
Costos fijos y variables	[clp]	36.275.671					
Necesidad de KdeT	**[clp]**	**(36.275.671)**					
Capex							
Activos tangibles		(8.583.450)					
Activos intangibles		(766.500)					
CAPEX	**[clp]**	**(9.349.950)**					
FCF							
Resultado Operacional Neto (+)	[clp]	0	4.686.204	3.788.805	6.822.470	7.473.026	10.832.310
Necesidad de K de Trabajo (-)	[clp]	(36.275.671)	0	0	0	0	0
Capex (-)	[clp]	(9.349.950)	0	0	0	0	0
Prestamo LP	[clp]	34.500.000	0	0	0	0	0
Venta Activos Recuperables	[clp]	0	0	0	0	0	0
FCF	**[clp]**	**(11.125.621)**	**4.686.204**	**3.788.805**	**6.822.470**	**7.473.026**	**10.832.310**

VAN	13.811.056
TIR	42,70%
Payback	2,4

Tabla 30: Flujo de caja financiado al 75%
Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Resumen y análisis de indicadores económicos

En el siguiente cuadro se presenta un resumen obtenido de los indicadores económicos para los distintos tipos de financiamiento, para así poder comparar los resultados obtenidos.

Resumen de indicadores económicos

% de financiamiento	TIR	Payback
0%	19,58%	3,2
25%	22,09%	3,1
50%	27,80%	2,9
75%	42,70%	2,4

Tabla 31: Resumen de indicadores económicos
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos es posible afirmar que el proyecto en todas sus configuraciones es rentable debido al VAN positivo obtenido. La alternativa de financiamiento más con mayor VAN es con el proyecto financiado al 75%. Respecto al periodo de retorno de la inversión, la alternativa con el periodo más corto es el proyecto financiado al 75%.

El TIR nos indica la tasa interna de retorno del proyecto, y se puede apreciar como aumenta junto con él VAN a medida que crece el porcentaje de financiamiento. Llegando a obtener un 42,7% de retorno al quinto año del proyecto financiado al 75%.

4.2.4. Análisis de sensibilidad

Se realiza análisis de sensibilidad para saber cuánto % de los costos se puede cobrar sin que el proyecto deje de ser rentable.

Según el análisis realizado, el fee no puede ser menor a 8% para que la TIR sea de 12,5%, que es la tasa de descuento exigida para el proyecto.

Bajo ese porcentaje, el proyecto deja de ser rentable, obteniendo TIR como se muestra en el siguiente gráfico.

En la tabla 4.14 se muestra el análisis de sensibilidad del costo de servicio.

Análisis de sensibilidad costos del servicio (FEE)

TIR	FEE
-51,3%	1,0%
-31,0%	2,0%
-20,0%	3,0%
-11,6%	4,0%
-4,5%	5,0%
1,7%	6,0%
7,3%	7,0%
12,5%	8,0%
17,4%	9,0%
22,1%	10,0%
26,6%	11,0%
30,9%	12,0%
35,0%	13,0%
39,1%	14,0%
43,0%	15,0%
46,9%	16,0%
50,7%	17,0%
54,5%	18,0%

Tabla 32: Análisis de sensibilidad costos del servicio (FEE)
Fuente: Elaboración propia

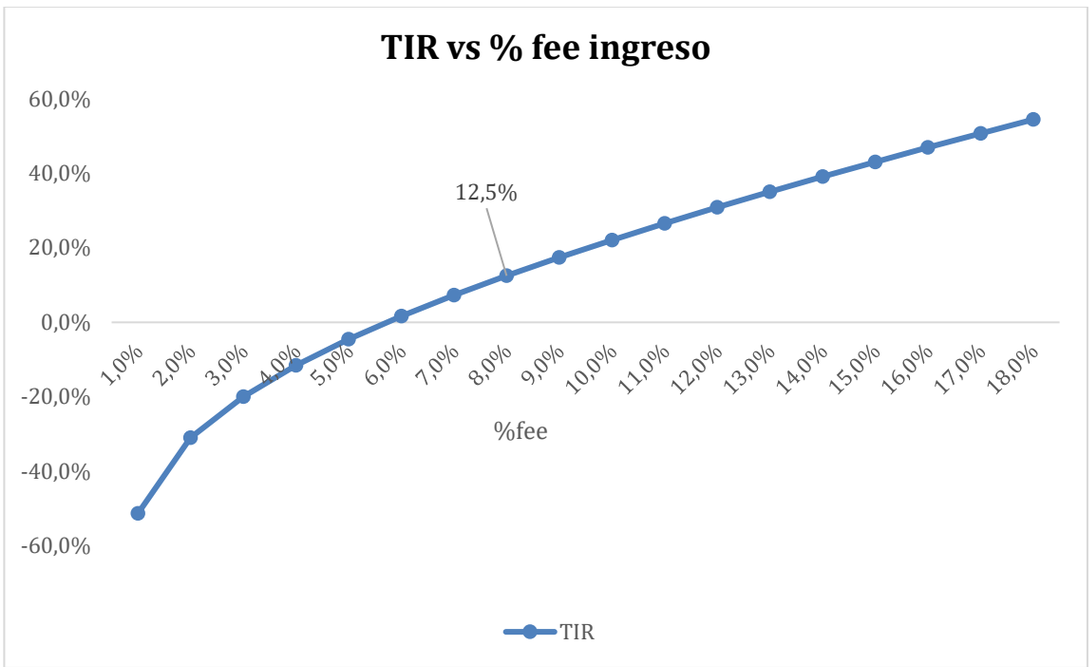


Gráfico 2: Análisis de sensibilidad TIR vs % fee de ingreso
Fuente: Elaboración propia.

Se interpreta que el fee no puede ser menos de un 8%, ya que de esta manera deja de ser rentable con servicio.

4.2.5. Análisis de Riesgo

Situación sanitaria Mundial

Debido a la pandemia que estamos viviendo desde el año 2019, se vuelve inestable la situación de los proyectos mineros, esto básicamente por los aforos dentro de las dependencias de la división el teniente en los sectores comunes como: casa de cambios, casino y buses de traslados, lo cual principalmente se restringe la ida a terreno de las áreas asesoras como el departamento de Calidad.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Según la evaluación económica basada en la proyección de entrega de servicios reales y con indicadores económicos favorables, los que nos confirma la rentabilidad y vialidad del proyecto, además se destaca el los conocimiento de los profesionales con respecto a la implementación de planes de aseguramiento de la Calidad en los diferentes proyectos estructurales de la Corporación Nacional del Cobre (Codelco).

El estudio ofrece un servicio de calidad, con altos estándares en capacitaciones, ejecución de los diferentes procesos, resolución de problemas y aplicación de mejoras continuas a los diferentes procesos, con el fin de aplicar la optimización y mejorar la productividad.

En relación a incorporar a un departamento del Calidad externo a la organización del contratista para la ejecución del proyecto, corresponde a una gran oportunidad de tener una mirada externa a la organización, la cual asesore en las diferentes etapas de la ejecución del encargo, con el fin de asegurar la entrega de los trabajos con la calidad solicitada por el mandante.

Como recomendación, la contratación de un Departamento de Aseguramiento de la Calidad, externo en el contrato asegura la imparcialidad y la correcta ejecución de los trabajos respetando las especificaciones técnicas, planos y normativa aplicable.

Anexos

Fichas técnicas de equipos de mediciones

- Medidor de punto de rocío Elcomet 319s

Elcometer 319 **Medidor de punto de rocío**

Características Técnicas

Modelo	Modelo S	Modelo T	Certificado
Referencia	G319----S	G319----T	•
Parámetros de Lectura - HR, Ta, Ts (Te[6]), Tr, DT, Tbs, Tbh[1], HE[1]	■	■	
Estadísticas - Número de lecturas, desviación estándar, media, coeficiente de variación, máximo, mínimo	■	■	
A prueba de polvo y agua con sensores completamente sellados - equivalente a IP66	■	■	
Imanes Integrados - Para sujetar el medidor durante la prueba	■	■	
Límites Altos/Bajos - Alarmas Rojo/Verde iluminadas, visibles, audibles se pueden determinar contra cualquiera de los parámetros	■	■	
Menus Multi Idiomas	■	■	
Retroiluminación - Seleccionable por el usuario	■	■	
Conexión de Medición Externa tipo K	■	■	
Memoria - Con revisión de lecturas y estadística	Últimos 10 registros	25.000 registros en 999 lotes	
Registro manual	■	■	
Registro Intervalo[2]		Ajustable entre 1 segundo y 24 horas	
Salida de datos			
USB		■	
Bluetooth® *a ordenador y dispositivos Android™ e iOS*[4]		■	
Software ElcoMaster® y cable USB		■	

	Rango de Temperatura	Precisión	Resolución
Medidor[5]	-20 a +80°C (-4 a +176°F)	±0,5°C (±1°F)	0,1°C (0,1°F)
Temperatura del aire (Ta)	-20 a +80°C (-4 a +176°F)	±0,5°C (±1°F)[7]	0,1°C (0,1°F)
Temperatura de superficie (Ts)	-20 a +80°C (-4 a +176°F)	±0,5°C (±1°F)	0,1°C (0,1°F)
Termopar externo tipo K (Te)	-40 a +200°C (-40 a +392°F)	±0,5°C (±1°F)[8]	0,1°C (0,1°F)
Humedad relativa (HR)	0 a 100%HR	±3%HR[3]	0,1%
Rango de operación del medidor y la pantalla	-20°C a +80°C (-4°F a +176°F)		
Fuente de alimentación	Software ElcoMaster® y cable USB		
Duración de la pila	Modo Manual: Mayor a 40 horas (Retroiluminación apagada) Registro de Intervalo: Hasta 400 horas (1 lectura 10 cada 10minutos)		
Dimensiones 180 x 75 x 35mm (7 x 3 x 1,4")	Peso	300g (0,66lb)	
Lista de empaque	Medidor de punto de rocío Elcometer 319, 2 pilas AA, correa, estuche de transporte, certificado de calibración, cable USB[9], software ElcoMaster®[6,9] e instrucciones de funcionamiento		

Accesorios

T31920162	Sonda magnética de temperatura de la superficie; -40 a +80°C (-40 a +176°F)
T9996390-	Sonda de temperatura de líquidos; -200 a +1.100°C (-328 a +2.012°F)
T99921325	Cable USB
T99916063	Correa de Muñeca
T99923480	Estuche/ Bolsa de protección

[1] Valor Calculado [2] Con Referencia T31920162 [3] a 1 m/s
[4] Visite www.elcometer.com/sdk para averiguar cómo integrar productos con certificado MFI de Elcometer en su aplicación.
[5] No exponga el medidor a temperaturas fuera del rango de operación del medidor y la pantalla LCD
[6] Precisión de ±2°C (±4°F) con sondas tipo K suministradas por Elcometer. Medidor comprobado con entrada de tensión
[7] Precisión de ±0,75°C por debajo de 10°C (±1,35°F por debajo de 50°F) [8] Modelo T únicamente.
• Certificado incluido.

- Medidor de espesor Elcoment 456

Elcometer 456 Medidor de Espesor de Revestimiento Independiente

Características del medidor	■ Estándar □ Opcional		
	Modelo B	Modelo S	Modelo T
Mediciones rápidas y precisas; *más de 70 por minuto*	■	■	■
Mediciones repetibles y reproducibles	■	■	■
Estructura de menú sencilla; *en más de 30 idiomas*	■	■	■
Robusto, resistente al agua, al polvo y a los golpes; *equivalente al IP64*	■	■	■
Pantalla color luminosa; *con retroiluminación permanente*	■	■	■
Pantalla resistente a los rayones y a los solventes; *2,4" (6cm) TFT*	■	■	■
Teclas grandes con buena reactividad	■	■	■
Toma de alimentación USB; *a través de un PC*	■	■	■
Certificado de prueba	■	■	■
2 años de garantía[1]	■	■	■
Pantalla auto-rotativa; *0°, 90°, 180° y 270°*	■	■	■
Sensor de luz; *con ajuste automático de la luminosidad*	■	■	■
Modo iluminación de emergencia	■	■	■
Toque o golpe para re encender	■	■	■
Actualización del programa del medidor[2]; *con el programa ElcoMaster®*	■	■	■
Toma de transferencia de datos	■	■	■
Toma USB; *a ordenador*	■	■	■
Conexión Bluetooth®; *a ordenador, dispositivos Android™ e iOS*[3]		■	■
Estadísticas visibles en la pantalla	■	■	■
Cantidad de mediciones η; Media $\bar{x}$; Desviación estándar σ; Lectura máxima *Hi*; Lectura mínima *Lo*; Coeficiente de variación *CV%*; Valor del indicador Elcometer[4] *EIV*	■	■	■
Espesor nominal de la película seca; *NDFT*		■	■
IMO PSPC; *%>NDFT, %>90*		■	■
Límites de valor máximo y mínimo; alarmas auditivas y visuales definibles		■	■
Mediciones superiores al límite máximo		■	■
Mediciones inferiores al límite mínimo;		■	■
Gráfica de tendencia de lectura en vivo; en modo de lote		■	■
Programa ElcoMaster® y cable USB	□	■	■
Protectores de pantalla reemplazables	□	■	■
Estuche de protección	■	■	■
Maletín de transporte de plástico	□	□	■
Modelos con sonda integrada; *se encienden automáticamente*	■	■	■
Tipo de sonda; *Ferroso (F), No-Ferroso (N), Dual (FNF)*[5]	F, N, FNF	F, N, FNF	F, N, FNF
Rango de medición; *consulte la página 8 para la selección de sonda*	0-31mm 0-1.220mils	0-31mm 0-1.220mils	0-31mm 0-1.220mils
Modelos con sonda separada; *se encienden automáticamente*	■	■	■
Métodos múltiples de calibración	■	■	■
Fábrica; *vuelve a la calibración de fábrica*	■	■	■
2-puntos; *para superficies lisas y rugosas*	■	■	■
1-punto; *cero de calibración*	■	■	■
Compensación cero[6]; *para una calibración cumpliendo con ISO19840*	■	■	■
Métodos de calibración y de medición predefinidos		■	■
ISO, SSPC PA2, sueco, australiano		■	■

[1] Los medidores Elcometer 456 se suministran con una garantía de un año para defectos de fabricación. La garantía puede ampliarse a dos años a través de www.elcometer.com.
[2] Conexión Internet necesaria [3] Visite www.elcometer.com/sdk para averiguar cómo integrar productos con certificado MFi de Elcometer en su aplicación.
[4] Los valores del indicador Elcometer se utilizan en la industria automotriz para evaluar la calidad general del revestimiento; numero de patente americano US7606671B2
[5] Número de patente FNF EEUU: 5886522 [6] Número de patente americano de Compensación Cero US6243661

Medidor de Espesor de Revestimiento Independiente

Elcometer 456

Características del medidor

■ Estándar □ Opcional

	Modelo B	Modelo S	Modelo T
Calibración automática; *para una calibración rápida*		■	■
Tipo de memoria de calibración; *medidor (m) o medidor y lote (ml)*	m	ml	ml
Cantidad de lotes; *con calibraciones únicas*		1	2.500
Memorias de calibración; *3 memorias programables*			■
Alerta de mediciones fuera de la calibración			■
Bloqueo de calibración; *con desbloqueo con código PIN opcional*	■	■	■
Borrar última medición	■	■	■
Memoria del medidor; *cantidad de mediciones*	últimas 5	1.500	150.000
Calibraciones de lotes individuales; *enviadas a un PC con ElcoMaster®*		■	■
Límites; *alertas de audio y visuales de medición conforme/no conforme definibles*		■	■
Límites específicos para el medidor (m) o medidor y lote (ml)		m	ml
Fecha y hora de la medición		■	■
Modificar y borrar lotes		■	■
Tipos de lote; *normal, media calculada, IMO PSPC*		■	■
Modo Navsea			■
Gráfica de revisión de lote			■
Copiar lotes y ajustes de calibración			■
Nombres de lote alfanuméricos; *definibles en el medidor*			■
Modos de escaneo y repetición automática, *con sonda Escan conectada*			■
Modo tamaño fijo de lote; *con conexión del lote*			■

Características Técnicas

Modelo	Modelo B	Modelo S	Modelo T	Certificado
Elcometer 456 Ferroso con sonda separada	A456CFBS	A456CFSS	A456CFTS	•
Elcometer 456 No Ferroso con sonda separada	A456CNBS	A456CNSS	A456CNTS	•
Elcometer 456 Dual FNF con sonda separada	A456CFNFBS	A456CFNFSS	A456CFNFTS	•
Características de la pantalla	Pantalla TFT color QVGA de 2,4" (6cm), 320 x 240 pixeles			
Tipo de pila	2 pilas AA; también pueden utilizarse pilas recargables			
Vida de la pila	24 horas de uso continuo tomando una medición por segundo*			
Dimensiones del medidor (A x L x A)	141 x 73 x 37mm (5,55 x 2,87 x 1,46")			
Peso del medidor (pilas incluidas)	161g (5,68oz)			
Temperatura de funcionamiento	-10 a 50°C (14 a 122°F)			
Lista de empaque	Medidor Elcometer 456, correa de muñeca, estuche de transporte (T), estuche de protección (B, S, T), 1 x protector de pantalla (S, T), 2 pilas AA, instrucciones de uso, cable USB (S, T), programa ElcoMaster® (S, T) Para ver opciones independientes de sonda de medidor, consulte la página 8			

NORMAS:

AS 2331.1.4, AS 3894.3-B, AS/NZS 1580.108.1, ASTM B 499, ASTM D 1186-B, ASTM D 1400, ASTM D 7091, ASTM E 376, ASTM G 12, BS 3900-C5-6B, BS 3900-C5-6A, BS 5411-11, BS 5411-3, BS 5599, DIN 50981, DIN 50984, ECCA T1, EN 13523-1, IMO MSC.215(82), IMO MSC.244 (83), ISO 1461, ISO 19840, ISO 2063, ISO 2178, ISO 2360, ISO 2808-6A, ISO 2808-6B, ISO 2808-7C, ISO 2808-7D, ISO 2808-12, JIS K 5600-1-7, NF T30-124, SS 184159, SSPC PA 2, US Navy PPI 63101-000, US Navy NSI 009-32

* Empleando la configuración predeterminada y pilas de litio; puede variar con pilas alcalinas o recargables

• Certificado incluido

- Medidor digital de perfil de superficie Elcomet 224B

Medidor digital de perfil de superficie

Elcometer 224

Características del medidor

	Modelo B	Modelo T
Mediciones rápidas y precisas; *más de 50 por minuto^*	■	■
Mediciones repetibles y reproducibles	■	■
Estructura de menú sencilla; *en más de 30 idiomas*	■	■
Robusto, resistente al agua, al polvo y a los golpes; *equivalente al IP64*	■	■
Pantalla a color brillante; *con luz de fondo permanente*	■	■
Pantalla resistente a ralladuras y solventes; *2,4" (6cm) TFT*	■	■
Teclas grandes con buena reactividad	■	■
Superficies Planas y Convexas*	■	■
Toma de alimentación USB; *a través de un PC*	■	■
Certificado de prueba	■	■
2 años de garantía†	■	■
Pantalla auto-rotativa; *0°, 90°, 180° y 270°*	■	■
Sensor de luz; *con ajuste automático de la luminosidad*	■	■
Modo iluminación de emergencia	■	■
Actualización del programa del medidor‡; *con el programa ElcoMaster®*	■	■
Toma de transferencia de datos	■	■
Toma USB; *a computadora*	■	■
Bluetooth®: *a ordenador, dispositivos Android™ e iOS‡*		■
Estadísticas visibles en la pantalla	■	■
Cantidad de mediciones; *n,* Media; $\overline{x}$, Desviación estándar; σ, Lectura máxima; *Hi,* Lectura mínima; *Lo,* Coeficiente de variación; *CV%*	■	■
Limites de valor máximo y mínimo; *alarmas auditivas y visuales definibles*		■
Mediciones superiores al limite máximo;		■
Mediciones inferiores al limite mínimo;		■
Programa ElcoMaster® y cable USB		■
Sello de hora y fecha *por cada lectura*		■
Protectores de pantalla reemplazables	■	■
Estuche de protección	■	■
Maletín de transporte de plástico	□	■
Rango de medición	0-500µm (20mils)	0-500µm (20mils)
Instrucciones de calibración en la pantalla; *en + de 30 idiomas*	■	■
Numero de lotes		2.500
Memoria del medidor; *número de lecturas*	últimas 5	150.000
Borrar última lectura	■#	■
Limites; *alertas de audio y visuales de medición conforme/no conforme definibles*		■
Limites específicos para el medidor (m) o medidor y lote (ml)		ml
Tipos de lote; *normal, media calculada*		■
Revisar, modificar y borrar lotes		■
Copiar lotes y ajustes de calibración		■
Nombres de lote alfanuméricos; *definibles en el medidor*		■
Modo tamaño fijo de lote; *con conexión del lote*		■
Gráfica de tendencia; *últimas 20 lecturas*		■
Revisar grafica de lote		■

■ Estándar □ Opcional ‡ Visite www.elcometer.com/sdk para averiguar cómo integrar productos con certificado MFI de Elcometer en su aplicación.

* Numero de patente EEUU: 9,261,345 ‡ Conexión Internet necesaria # Hasta las últimas 5 lecturas pueden ser borradas ^Hasta 25 lecturas por minuto con la sonda convexa

† la garantía del Elcometer 224 puede ampliarse durante 60 días desde la fecha de compra y de forma gratuita a 2 años a través de www.elcometer.com

Elcometer 224 Medidor digital de perfil de superficie

Opciones de modelos

Referencia		Descripción	Certificado
Medidor Integral	Medidor Separado^		
E224C-BI	E224C-BS	Elcometer 224 Modelo B Medidor Digital de Perfil de la Superficie	•
E224C-TI	E224C-TS	Elcometer 224 Modelo T Medidor Digital de Perfil de la Superficie	•

Características Técnicas

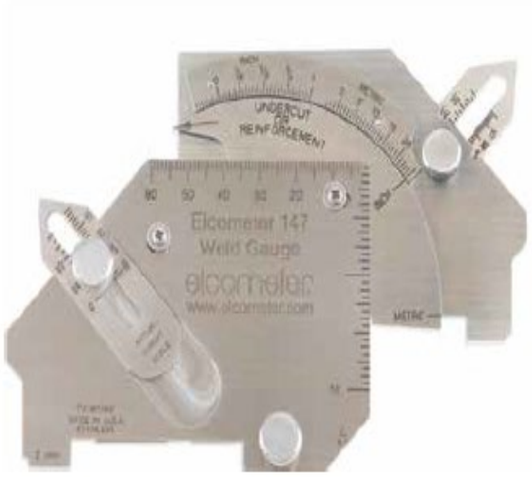
Características de la pantalla	Pantalla TFT color QVGA de 2.4" (6cm), 320 x 240 pixeles	
Tipo de pila	2 pilas AA; también pueden utilizarse pilas recargables	
Vida de las pilas	24 horas de uso continuo tomando una medición por segundo#	
Espacio mínimo para cabezal	Integrada:	185mm (7.3")
	Separada:	ver página 7
Dimensiones del medidor (A x L x A)	Integrada:	168 x 73 x 37mm (5.61 x 2.87 x 1.46")
	Separada:	141 x 73 x 37mm (5.55 x 2.87 x 1.46")
Peso del medidor (pilas incluidas)	Integrada:	218g (7.69oz)
	Separada:	161g (5.68oz)
Rango de medición	0-500µm (0-20mils)	
Punta de la Sonda	Punta de carburo de tungsteno angulo 60° ; Radio de la punta: 50µm (2mil)	
Temperatura de funcionamiento	-10 a 50°C (14 a 122°F)	Temperatura de Almacenaje -10 a 60°C (14 a 140°F)
Precisión y Resolución	Precisión*: ±5% a ±5µm (±0.2mil); Resolución: 1µm (0.1mil)	
Lista de empaque†	Medidor Elcometer 224, azulejo de vidrio cero†, 2 x laminillas de calibración†, correa de muñeca, estuche plástico de transporte (T), caja de protección protector de pantalla, tapa protectora de la sonda†, 2 x Pilas AA, certificado de prueba, instrucciones de operación, cable USB (T) y Software ElcoMaster® (T)	

- Medidor de Soldadura Elcometer 147

Elcometer 147 Medidor de soldaduras

El medidor de soldaduras Elcometer 147 mide diferentes aspectos de las soldaduras en unidades métricas e imperiales e incluye:

- ángulo de preparación de 0 a 60°
- tamaño del cuello del cordón de soldadura
- desalineación (alta - baja)
- longitud del cordón de soldadura
- 2mm (0.79") de prueba borde redondez
- exceso de metal de soldadura (tamaño del cordón)
- profundidad de la indentación marginal
- profundidad de la corrosión
- medidas lineales generales hasta 60mm (2")



Características Técnicas

Referencia	Descripción
H147---1	Medidor de soldaduras Elcometer 147
Escala del ángulo de preparación	0 - 60° en divisiones de 5°
Escala de desalineación	0 - 25mm en divisiones de 1mm y 0 - 1" en divisiones de 1/16"
Escala de longitud y exceso del cordón de soldadura	0 - 25mm en divisiones de 1mm y 0 - 1" en divisiones de 1/16"
Escala del cuello de soldadura	0 - 20mm en divisiones de 1mm y 0 - 3/4" en divisiones de 1/16"
Escala de la indentación	0 - 4mm en divisiones de 1mm y 0 - 1/4" en divisiones de 1/16"
Tamaño	100 x 68mm (3.9 x 2.7")
Peso	154g (5.4oz)
Lista de empaque	Medidor de soldaduras Elcometer 147 y tarjeta de instrucciones

- Termómetro infrarrojo Fluke 62 Max

	64 MAX	62 MAX+	62 MAX
Características principales			
Rango de temperatura	-30 °C a 600 °C (-22 °F a 1112 °F)	-30 °C a 650 °C (-22 °F a 1202 °F)	-30 °C a 500 °C (-22 °F a 932 °F)
Precisión (geometría de calibración con temperatura ambiente de 23 °C +/- 2 °C)	± 1,0 °C o ± 1,0 % de la lectura, la mayor de ambas ± 2,0 °C entre -10 °C y 0 °C ± 3,0 °C entre -30 °C y -10 °C		± 1,5 °C o ± 1,5 % de la lectura, la mayor de ambas ± 2,0 °C entre -10 °C y 0 °C ± 3,0 °C entre -30 °C y -10 °C
Resolución óptica	20:1 (calculado al 90 % de la energía)	12:1 (calculado al 90 % de la energía)	10:1 (calculado al 90 % de la energía)
Tiempo de respuesta (95 %)	< 500 ms (95 % de la lectura)	< 300 ms (95 % de la lectura)	< 500 ms (95 % de la lectura)
Respuesta espectral	8 a 14 micras		
Emisividad	0,10 a 1,00		
Resolución de la pantalla	0,1 °C (0,2 °F)		
Repetibilidad (% de la lectura)	± 0,5 % de la lectura o 0,5 °C (la mayor de ambas)		± 0,8 % de la lectura o ± 1 °C (la mayor de ambas)
Captura automática	Establezca la hora y el intervalo para capturar hasta 99 medidas	-	
Memoria interna	Capacidad de registro de 99 puntos de datos	-	
Linterna	Sí	-	
Alimentación	1 pila alcalina AA		
Autonomía de la batería	30 horas con el láser y la iluminación de pantalla activadas	8 horas con el láser y la iluminación de pantalla activadas	10 horas con el láser y la iluminación de pantalla activadas
Peso	255 g (8,99 onzas)		
Dimensiones	175 x 85 x 75 mm (6,88 x 3,34 x 2,95 pulgadas)		
Temperatura de funcionamiento	0 °C a 50 °C (32 °F a 122°F)		
Temperatura de almacenamiento	-20 a 60 °C (-4 a 140 °F) (sin pila)		
Humedad de funcionamiento	Sin condensación a <10 °C (< 50 °F) ≤90 % HR entre 10 °C y 30 °C (50 °F a 86 °F) ≤75 % HR entre 30 °C y 40 °C (86 °F a 104 °F) ≤45 % HR entre 40 °C y 50 °C (104 °F a 122 °F)		
Altitud de funcionamiento	2.000 m sobre el nivel del mar		
Altitud de almacenamiento	12.000 m sobre el nivel del mar		
Prueba de caída	3 m		
Norma aplicada	Q/ASF01		
Normas y certificaciones			
Conformidad	IEC 61010-1: Grado de contaminación 2		
Seguridad láser	IEC 60825-1 Clase 2, 650 nm, < 1 mW		
Clasificación de protección de entrada	IP 54 según IEC 60529		
Garantía	3 años		

- Termo-Higrometro Elitech RC-4HC

TERMO HIGROMETRO DIGITAL DATALOGGER

Este registrador de datos se utiliza principalmente para registrar la temperatura y humedad durante el almacenamiento y transporte marítimo/aéreo/ por carretera de alimentos, medicinas, productos químicos y otros productos, especialmente ampliamente utilizados en todo tipo de almacenamiento, logística y cadena de frío, como contenedores refrigerados, camiones refrigerados paquete refrigerado, almacenamiento en frío laboratorio, Etc. o en grandes empresas de la cadena de suministro global.

DATO GENERAL.

- Marca: ELITECH
- Modelo: RC-4HC
- Cod. Int.: 19500

CARACTERISTICAS:

El equipo RC-4HC Muestra temperatura, humedad relativa, tiempo, alarma por sobre temperatura, límite de temperatura superior/inferior, temperatura máx./Min. valor en la pantalla LCD. Amplio rango de medición, alta precisión e intervalo de registro ajustable, memoria interna 16000 lecturas.

Opciones de grabación	multiuso
Rango de temperatura	-30 ° C a 60 ° C (sensor interno)
	-40 ° C a 85 ° C (sensor externo opcional)
Rango de humedad	10% -99%
Exactitud	± 0,5 (-20 ° C / + 40 ° C);
	± 1.0 (otro rango)
	± 3% de HR (25 ° C, 20% de HR a 90% de HR),
	± 5% RH (otro rango)
Resolución de temperatura	0.1 ° C, 0.1% HR
Vida útil de bateria	/ Batería 1 años1 / CR2450 botón de la célula
Intervalo de grabación	15 minutos (estándar, otros bajo configura-cion)
Botón de modo de parada,	software o detener cuando esté lleno
Certificaciones	EN12830, CE, RoHS
Certificado de validación	en papel.
Software	ElitechLog Win o Mac (última versión)
Report Generation	PDF & Excel report por el software Elitech
Interfaz de conexión	Mini USB
Capacidad de almacenamiento	de datos 16,000 lecturas（RC-4HC）
Protección de contraseña	NINGUNA
Configuración de alarma opcio-nal,	solo 2 puntos.
Reprogramable	con el software gratuito Elitech Win o MAC
Modo de inicio	Botón
1. Dependiendo de las condiciones óptimas de almacenamiento	
(± 15 ° C a + 23 ° C / 45% a 75% HR)	

ESPECIFICACIONES:

PESO Y TAMAÑO

- Tamaño del artículo: 84 X 44 X 20 mm
- Peso del artículo: aprox. 35g (sin batería)

CONTENIDOS DEL PAQUETE

- 1 x registrador de temperatura y humedad
- 1 x Cable USB
- 1 x Software
- 1 x Sensor externo
- 1 x Manual de Usuario en Ingle y español.

- Detector Orificio Elcometer 270

Características Técnicas			C
Modelo	Elcometer 270/3	Elcometer 270/4	Certificado
Referencia	D270----3	D270----4	
Número de pieza con certificado	D270----3C	D270----4C	•
Voltaje	9V y 90V	9V, 67.5V y 90V	
Rango Máximo de Medición	500µm (20mils)	500µm (20mils)	
Sensibilidad	9V: 90kΩ ±5% 90V: 400kΩ ±5%	9V: 90kΩ ±5% 67.5V: 125kΩ ±5% 90V: 400kΩ ±5%	
Duración de la pila (uso continuo)	9V: hasta 200 horas 90V: hasta 80 horas	9V: hasta 200 horas 67.5V: hasta 100 horas 90V: hasta 80 horas	
Tipo de pila	3 pilas AA (también pueden utilizarse pilas recargables; la duración de las pilas se reducirá hasta en un 75%)		
Precisión de ajustes	±5%		
Dimensiones	Sin la sonda 210 x 42 x 37mm (8.3 x 1.7 x 1.5")		
	Sonda estándar 175mm (6.9") de largo (esponja incluida)		
Peso	610g (21oz) sonda, cable y pila incluidos		
Lista de Empaque	Detector de Microorificios, sonda estándar, esponja plana, cable de retorno de señal de tierra de 4m (13' 2") con clip cocodrilo, 3 x pilas AA (LR1600) e instrucciones de uso		

- Calibrador de Tensión de Pernos Skidmore MS

Model MS

Capacity: 90,000 lbs. Of Bolt Tension

For Accurate Measurement of Bolt Tension In Short Structural Fasteners

Two developments in construction practice have created a demand for the Model MS bolt tension calibrator: thinner sections of structural steel and the use of tension-control bolts. Designed to accept shorter grip length bolts, the Model MS provides all the features and capabilities of our standard Model M calibrator.

Whether calibrating power wrenches or testing fasteners, you need no special training, no additional equipment. Simply clamp the calibrator to a beam or column and insert your fastener. Tightening it gives a direct dial pressure reading equivalent to the tension created in the fastener—guaranteed accurate within 2% every time.

For Economical Quality Assurance

With a Skidmore-Wilhelm Model MS, you can accurately simulate joint conditions, then transfer your tightening procedure to the joint itself. Result: consistent tightening to bolt tension specifications.

The Research Council on Structural Connections recommends that a tension measuring device such as the Model MS be available at every job site.* Obsolete torque checking methods will not let you meet approved bolt tension specifications.

The Model MS Bolt Tension Calibrator Allows You to Verify:

- Fasteners meet minimum bolt tension specifications.
- Impact wrenches are properly calibrated.
- Tension-control fasteners sheer off at the correct tension.
- Bolting crew understands how to achieve proper tension in all types of fasteners
- Have the right installation tools and equipment.

Avoid Costly Rework and Re-inspection.

How do you give the best evident of properly installed fasteners? First demonstrate with the calibrator that your tightening procedures produce proper bolt tension. Then consistently apply these procedures to the job itself.

Skidmore-Wilhelm Bolt Tension Calibrators let you build the inspection into your selected bolt tightening procedure. Proof of correct bolt tightening is right on the Model MS calibrator dial.

*Research Council On Structural Connections, "Specification for Structural Joints Using ASTM or A490 Bolts."

Skidmore Wilhelm

How The Model MS Works:

Tightening a fastener inserted into the calibrator creates pressure, which is transmitted through hydraulic fluid to a gage. The gage gives a direct reading equivalent to fastener tension in pounds. Recommended minimum tensions for various bolt sizes are indicated on the face of the gage.

How To Use The Model MS:

1. Clamp the calibrator on a convenient beam or column.
2. Install the proper size plate (item 5) and bushing (item 6) for the fastener being tested, either round or hex head.
3. Conventional fasteners: Tighten the fastener according to Research Council procedures for your selected tightening method until the gage reads the required minimum tension. Test at least three representative samples.
   Tension-control bolts: Using the installation tool required for your fastener,
   Tighten the tension-control bolt, according to the manufacturer's instructions until twist-off.
4. Tighten the fasteners on the job itself using the same wrench control mechanism and air pressure settings from step 3.

Detailed operating instructions and a test report are included with your Model MS Bolt Tension Calibrator. If desired, test reports can be made traceable to NIST specifications

How To Order The Model MS:

The Model MS bolt tension calibrator comes with complete sets of plates and bushings for round head or hex head bolts. Please specify preference when ordering.

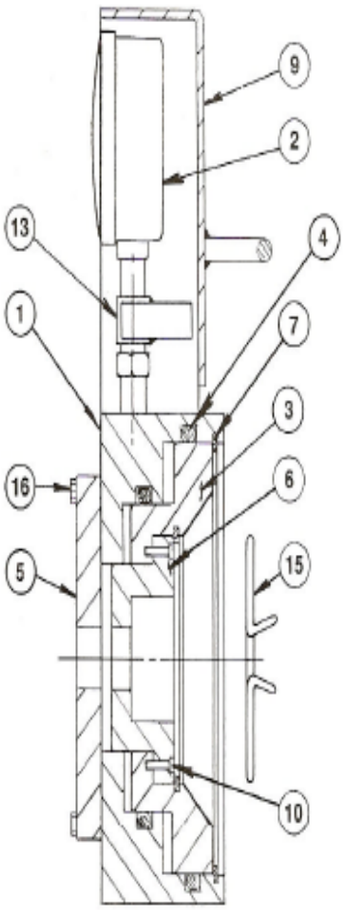
The Model MS provides a grip length as short as 1-1/8" for bolts with the following specifications:

Bolt Diameter	Minimum Bolt Length
5/8"	2.00"
3/4"	2.00"
7/8"	2.25"
1"	2.50"

The Model MS comes complete in its own Pelican carrying case.

Skidmore-Wilhelm BOLT TENSION CALIBRATORS

Over forty years of providing measureable quality control in thousands of
Jobs worldwide. **Portable, Direct reading, Self-contained, Accurate**



Parts List

Item No.	Part No.	Name
1	MS-001	Body
2	MS-002	90,000# gage (or 42,000 kg.)
3	MS-003	Piston
4	MS-004	Packing
5	MS-500	Bolt plate
6	MS-600	Round head bolt bushing
	MS-700	Heavy hex bolt bushing
		When ordering parts MS-500, MS-600, and MS-700, specify size: 5/8, 3/4, 7/8, or 1 inch. Metric equivalents are available at no extra cost.
7	MS-007	Snap ring
8	M-008	Mounting screw *(not shown)*
9	M-009	Gage guard
10	M-010	Bushing dowel pin
13	M-013	Gage saver
15	MS-015	Bushing retainer
16	M-016	1" Plate screw

Bibliografía

- Bases técnicas Construcción Puente Correa CV-02 (Codelco VP)
- SGP-09ASE-PROGS-00001 Procedimiento y Control de la Calidad de las Empresas Contratistas (Codelco VP)
- ISO 10005:2018 Directrices para los planes de Calidad.
- ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad.
- http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html
- https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- www.elcomet.cl