

Universidad Católica de Santa María
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales**
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE PMI Y FRONT END
LOADING PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE
INTEGRACIÓN EN MEGAPROYECTO MINERO- CASO:
CONSTRUCCIÓN DE UN PIPELINE PARA PLANTA
CONCENTRADORA 2023**

Tesis presentada por la Bachiller:

Cornejo Luna, Mónica Patricia

Para optar el Título Profesional
de Ingeniero Industrial

Asesor:

**Mg. Montoya Delgado, Luis
Amador**

Arequipa – Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 06 de Diciembre del 2023

Dictamen: 008940-C-EPII-2023

Visto el borrador del expediente 008940, presentado por:

2007240322 - CORNEJO LUNA MONICA PATRICIA

Titulado:

**APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DEL PMI Y FRONT END LOADING PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INTEGRACIÓN EN MEGAPROYECTO MINERO- CASO:
CONSTRUCCIÓN DE UN PIPELINE PARA PLANTA CONCENTRADORA 2023**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29686902 - LLAZA LOAYZA MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR**



**40926859 - VALDIVIA LLERENA CESAR ALONSO RENATO
DICTAMINADOR**



**41922787 - FLORES SANCHEZ MARIELA ROSA
DICTAMINADOR**



APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE PMI Y FRONT END LOADING PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INTEGRACIÓN EN MEGAPROYECTO MINERO- CASO: CONSTRUCCIÓN DE UN PIPELINE PARA PLANTA CONCENTRADORA 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	www.academia.edu Fuente de Internet	1%
3	www.liderdeproyecto.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	1%
5	biblioteca2.ucab.edu.ve Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Con todo el amor del mundo, a mi mamá Honoria que siempre fue mi fortaleza y motivación, gracias por ser mi ejemplo de fortaleza, por enseñarme que con esfuerzo y trabajo duro se puede lograr nuestras metas, por tus enseñanzas en valores, los consejos, por todo el amor y disciplina que me inculco en los años más importantes de mi vida y sigue guiando mis pasos desde el cielo.

Dedico esta tesis a mis padres Isela y Baleno, agradezco el sacrificio y esfuerzo que hicieron para sacarnos adelante a mi hermana y a mí, agradezco también el ejemplo que me dan y esas ganas increíbles de salir adelante que fueron y siempre serán mi motivo para seguir creciendo tanto personal como profesionalmente.

Esta tesis también va dedicada a mi hermana Claudia, que desde pequeña siempre me impulso para seguir creciendo y mejorando, que sin darse cuenta ha sido mi ejemplo, agradezco todo su apoyo y esas risas incontables que siempre me dan ese soporte para continuar.

A mis abuelos, que con sus consejos y amor brindado me dieron fuerzas para conseguir lo que me propuse y me enseñaron a nunca rendirme a pesar de las adversidades.

De manera muy especial para mi novio, Francisco, quien siempre logro darme la fortaleza y soporte que necesitaba para iniciar y concluir esta investigación, gracias por tu amor, amistad, paciencia, comprensión y compañía. Por siempre creer en mí, por el apoyo y ánimo que me brindas día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

MÓNICA PATRICIA CORNEJO LUNA

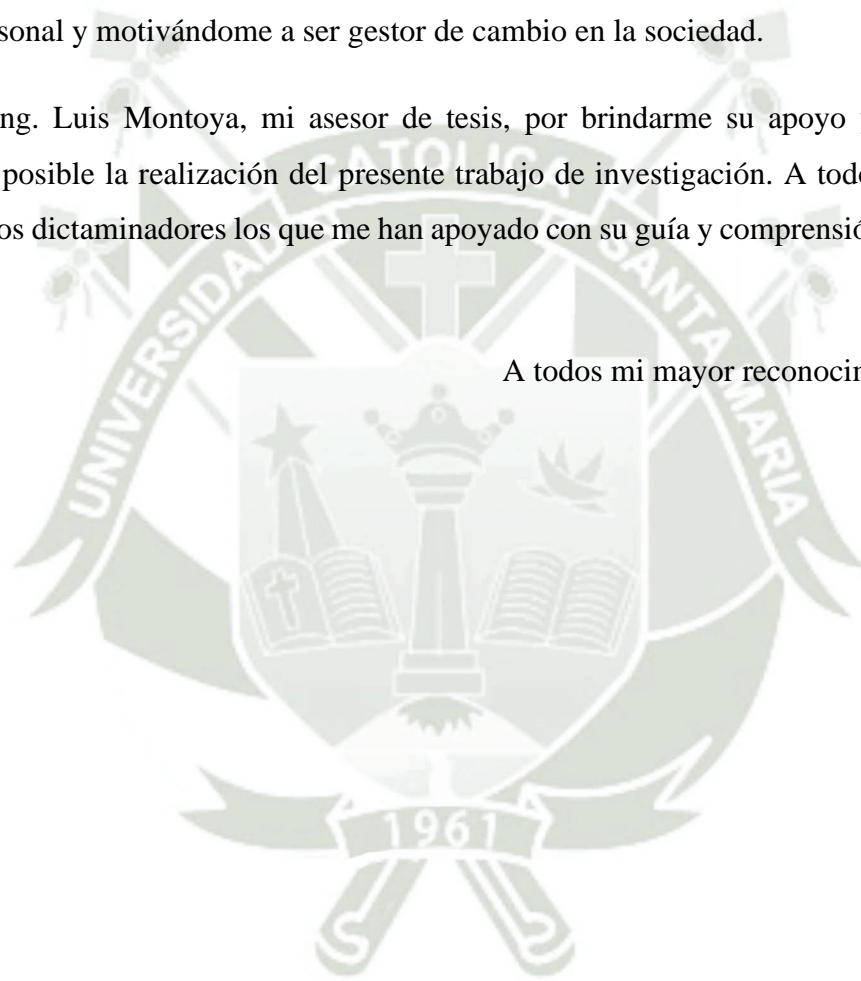
AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Virgen por iluminar mi camino y darme la fuerza necesaria para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban y enseñándome a superar las adversidades y darme la fortaleza para seguir avanzando, los tiempos de Dios son perfectos.

A la Universidad Católica de Santa María, y a todos mis docentes por compartir sus conocimientos y experiencias que fueron de gran valor para mi formación tanto profesional como personal y motivándome a ser gestor de cambio en la sociedad.

Al Mg. Ing. Luis Montoya, mi asesor de tesis, por brindarme su apoyo y asesoramiento, haciendo posible la realización del presente trabajo de investigación. A todos y cada uno de mis jurados dictaminadores los que me han apoyado con su guía y comprensión para hacer esto posible.

A todos mi mayor reconocimiento y gratitud.



RESUMEN

La presente tesis, tiene como objetivo una propuesta de implementación de la gestión de la integración basada en la guía PMBOK complementada con metodología Front End Loading (FEL), para mejorar la ejecución de la construcción de un pipeline para una planta concentradora de un proyecto minero en el sur del Perú, mediante los procesos de la triple restricción del alcance, tiempo y costo, todo esto teniendo como soporte el proceso de calidad.

La situación actual del proyecto reflejo una falta de gestión de integración en alcance, tiempo, costo y calidad, teniendo como principal problema el desprendimiento del revestimiento interno FBE de la tubería de agua fresca, el cual significó aumento de 473 días adicional al plazo contractual, lo que significa un SPI de 0.52 , el cual nos indica un retraso y un sobre costo de \$38,466,366.94, la situación actual afecto directamente el plazo y afectar el inicio de la operación de la planta concentradora de mineral.

Después de analizar la situación actual del proyecto e identificar los factores que afectaron la gestión de integración en alcance, costo, tiempo y calidad. Como resultado de este análisis, se ha obtenido una propuesta para implementar una gestión de integración, la cual consiste en utilizar el híbrido de la metodología Front End Loading con la guía de las buenas prácticas del PMBOK 6ta edición, al utilizar FEL ayuda a complementar las buenas prácticas del PMBOK determinar todas las variables sean tomadas en cuenta, recortar plazos y costo, además incrementando la calidad de los entregables finales.

Finalmente, una vez realizada la implementación de la propuesta de mejora el costo total de la implementación de esta propuesta de mejora es de \$ 32,787,488.25 y el beneficio cuantitativo que se obtendría sería de \$ 5, 678,878.68, con ello se obtuvo un SPI de 0.98 y como beneficios cualitativos se tuvo la satisfacción del cliente entregando en el tiempo planificado la tubería de agua fresca para la operación de la planta concentradora cumpliendo con el tiempo indicado de vida útil de 30 años.

Palabras Clave: Guía PMBOK, gestión de proyectos, alcance, cronograma, costo, metodología FEL, concentradora.

ABSTRACT

The objective of this thesis is a proposal for the implementation of integration management based on the PMBOK guide complemented by Front End Loading (FEL) methodology, to improve the execution of the construction of a pipeline for a concentrator plant of a mining project in the south of Peru, through the processes of the triple restriction of scope, time and cost, all of this having the quality process as support.

The current situation of the project reflects a lack of integration management in scope, time, cost and quality, with the main problem being the detachment of the internal FBE lining from the fresh water pipe, which significantly increased the contractual period of 473 additional days. . to the contractual term, which means an SPI of 0.52 which indicates a delay and an extra cost of \$38,466,366.94, the current situation directly affects the term and will affect the start of operation of the mineral concentration plant.

After analyzing the current situation of the project and identifying the factors that will affect the integration management in scope, cost, time and quality. As a result of this analysis, a proposal has been obtained to implement integration management, which consists of using the hybrid of the Front-End Loading methodology with the good practices guide of the PMBOK 6th edition, by using FEL it helps to complement the PMBOK good practices determine that all variables are taken into account, reducing deadlines and costs, in addition to increasing the quality of the final deliverables.

Finally, once the implementation of the improvement proposal has been carried out, the total cost of the implementation of this improvement proposal is \$32,787,488.25 and the quantitative benefit that would be obtained would be \$5,678,878.68, with this an SPI of 0.98 was obtained and Qualitative benefits included customer satisfaction by delivering the freshwater pipe for the operation of the concentrator plant within the planned time, complying with the indicated useful life of 40 years.

Keywords: PMBOK guide, project management, scope, schedule, cost, FEL methodology, concentrator.

ABREVIATURAS Y LISTAS DE SÍMBOLOS

Abreviaturas

BAC	Presupuesto al terminar
CPI	Índice de desempeño de costos
CPTR	Valor ganado. Costo directo
CPTP	Valor ganado. Costo programado.
CRTP	Valor ganado. Costo real
CRP	Construction Release Package
CWP	Paquetes de trabajo
DCN	Gestión de cambio / Desviation Change Notification
EPCM	Ingeniería, adquisiciones, construcción y gestión.
EIA	Evaluación de impacto ambiental
EPP	Elementos de protección personal
FBE	Epoxy adhesivo por fusión
FEL	Front End Loading
HH	Horas hombre
KP	Kilómetro de tubería
KOM	Kick-Off-Meeting / Reunión de inicio
MMC	Millones de metros cúbicos
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
NPS	Tamaño nominal de la tubería
PB	Puentes de tubería (Pipe Bridge)
PTAP	Planta de tratamiento de agua potable
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
PMI	Instituto de gestión de proyectos
PMBOK	Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos
PQR	Procedimientos de calificación
PDN	Identificación de cambio potencial / Potencial Desviation Notice
SOW	Alcance de trabajo
RBS	Estructura de desglose de los riesgos

RFI	Request for Information / Requerimiento de información
ROM	Costo de estimación según el orden de magnitud
TOP	Carpetas Turn Over Package
TMPD	Toneladas métricas por día
WBS	Estructura de desglose de trabajo
WPS	Soldadura de tubería



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ABREVIATURAS Y LISTAS DE SÍMBOLOS	VIII
INTRODUCCIÓN	XXII
CAPÍTULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1.1. Identificación del Problema.....	1
1.2. Descripción del Problema.....	1
1.3. Formulación del Problema	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Hipótesis	5
1.6. Variables.....	5
1.6.1. Variable independiente	5
1.6.2. Variable dependiente	5
1.7. Alcance	5
1.8. Justificación	7
1.8.1. Teórica	7
1.8.2. Metodológica.....	7
1.8.3. Práctica	7
1.9. Aspectos Metodológicos de la Investigación	8
1.9.1. Nivel de investigación	8
1.9.2. Método de investigación.....	8

1.9.3. Diseño de investigación.....	9
1.9.4. Población muestra.....	9
1.9.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	9
1.10. Limitaciones	10
1.10.1. Conceptual	10
1.10.2. Espacial.....	11
1.10.3. Temporal.....	13
CAPÍTULO II	14
2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes de la investigación.....	14
2.1.1. Antecedentes Internacionales	14
2.1.2. Antecedentes nacionales	15
2.1.3. Antecedentes Locales	15
2.2. Bases Teóricas	16
2.2.1. Marco Teórico	16
2.2.1.1. La guía del PMBOK – 6ta edición	16
2.2.1.2. Cambios de la 6ta edición a la 7ma edición del PMBOK	26
2.2.1.3. Contratos EPC (Engineering, Procurement and Construction)	32
2.2.1.4. Contratos EPCM (Engineering, Procurement and Construction Management).....	34
2.2.1.5. Metodología Front – End- Loading (FEL)	36
2.2.2. Marco conceptual	40
2.2.2.1. Terminología	40
CAPÍTULO III.....	46
3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROYECTO	46
3.1. Descripción de la Empresa	46
3.1.1. Organización.....	47
3.1.2. Proyectos Principales.....	47
3.2. Antecedentes del Proyecto	48
3.3. Descripción General del Proyecto.	49
3.3.1. Localización Del Proyecto.....	49

3.3.2. Áreas del Proyecto.....	51
3.3.2.1. Área 1000 del Proyecto Minero	56
3.3.2.1.1. Ubicación Geográfica.....	56
3.3.2.1.2. Sistema de Suministro de Agua.....	56
3.4. Caso estudio subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo	62
3.4.1. Descripción línea de agua fresca y estaciones de bombeo	62
3.4.2. Diagrama de Ejecución de Línea de Agua Fresca.....	66
3.5. Gerenciamiento de Construcción del Subproyecto	67
3.5.1. Gestión de la integración en el subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo.....	70
3.5.2. Fases Del Subproyecto	72
3.5.3. Grupo de Procesos	78
3.5.3.1. Grupo de Inicio.....	78
3.5.3.1.1. Acta de Constitución del Subproyecto	79
3.5.4. Grupo de Planificación	88
3.5.4.1. Declaración del Alcance.....	88
3.5.4.2. Work Breakdown Structure (Estructura de Desglose de Trabajo - EDT) – Proyecto Minero	104
3.5.4.3. Work Breakdown Structure (Estructura de Desglose de Trabajo - EDT) – Área 1000	105
3.5.4.4. Listado del WBS.....	106
3.5.4.5. Cronograma del Proyecto.....	108
3.5.4.6. Lista de Hitos del Proyecto.....	109
3.5.4.7. Cronograma de línea de agua fresca y estaciones de bombeo.....	110
3.5.4.8. Presupuesto Base del Proyecto.....	112
3.5.4.9. Gestión de la Calidad.....	113
3.5.4.9.1. Control de la Calidad.....	114
3.5.4.9.2. Control de no Conformidades	115
3.5.4.9.3. Acción Correctiva.....	115
3.5.4.9.4. Acción Preventiva.....	116
3.5.4.9.5. Auditorias De Calidad	116
3.5.4.10. Gestión de Recurso Humanos	116
3.5.4.11. Gestión de las Comunicaciones.....	119
3.5.4.12. Gestión de Riesgos	121

3.5.4.12.1. Identificación y Valoración de Probabilidad e Impacto	124
3.5.4.13. Gestión de Adquisiciones	146
3.5.4.13.1. Contrato.	147
3.5.4.14. Transferencia de Proyecto	147
3.5.4.15. Gestión de Cambios.....	148
3.5.4.15.1. Formulario de notificación desviación potencial (PDN)	152
3.5.5. Ejecución del Subproyecto	153
3.5.5.1. Ejecución de la Construcción Fases Indirectas	155
3.5.5.1.1. Administración del Proyecto	155
3.5.5.1.2. Planeamiento y Control de Costos	155
3.5.5.1.3. Recursos Humanos (Jornadas Laborales y Régimen De Trabajo)	156
3.5.5.1.4. Procura.....	158
3.5.5.1.5. Oficina Técnica.....	158
3.5.5.1.6. Servicios Generales	159
3.5.5.2. HSEC – Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Comunidades	160
3.5.5.2.1. Departamento de Seguridad y Salud:	160
3.5.5.2.2. Departamento de Medio Ambiente / Patrimonio Cultural:	161
3.5.5.3. Calidad QA/QC	162
3.5.5.4. Construcción – Fases Directas.....	162
3.5.5.4.1. Frente Línea de Agua Fresca.....	163
3.5.5.4.2. Frente de Estaciones de Bombeo y Facilidades Superficiales	164
3.5.5.4.3. Movilización.....	164
3.5.5.4.4. Construcción de Campamentos	164
3.5.5.4.5. Calificación de procedimientos de soldadura y Calificación de Soldadores	165
3.5.5.4.6. Certificación de Operadores	166
3.5.5.4.7. Construcción de Nuevos Accesos y Acopios	166
3.5.5.4.8. Obras de Geotecnia.....	167
3.5.5.5. Ejecución de Construcción de Línea de Agua Fresca	168

3.5.5.5.1.	Transporte de Tuberías 24” /28”	168
3.5.5.5.2.	Topografía Inicial	169
3.5.5.5.3.	Apertura de Pista	169
3.5.5.5.4.	Actividades de Apertura de Pista.....	170
3.5.5.5.5.	Movimiento de suelos, limpieza y nivelación de la Pista	171
3.5.5.5.6.	Cruces de Bofedales	172
3.5.5.5.7.	Zanjeo	172
3.5.5.5.8.	Voladura	173
3.5.5.5.9.	Desfile.....	173
3.5.5.5.10.	Curvado	174
3.5.5.5.11.	Soldadura.....	175
3.5.5.5.12.	Ensayos no destructivos (END).....	175
3.5.5.5.13.	Internal Coating	176
3.5.5.5.14.	Aplicación del revestimiento FBE/LE con robot	176
3.5.5.5.15.	Inspección del revestimiento FBE con robot.....	176
3.5.5.5.16.	Reparación de fallas del revestimiento de campo	176
3.5.5.5.17.	Bajada de la Tubería.....	177
3.5.5.5.18.	Tapada	177
3.5.5.6.	Estaciones de bombeo, instalaciones de superficie y puentes.....	179
3.5.5.6.1.	Construcción Estación Vizcachas (KP 14+700).....	179
3.5.5.6.2.	Obras Civiles	179
3.5.5.6.3.	Zona de bombas y soportes de tuberías	179
3.5.5.6.4.	Montaje Mecánico	180
3.5.5.6.5.	Montaje de Tuberías	180
3.5.5.6.6.	Controles e Inspecciones	180
3.5.5.6.7.	Pruebas Hidrostáticas	181
3.5.5.6.8.	Montaje de Válvulas	181
3.5.5.6.9.	Calibración de Instrumentos	181
3.5.5.6.10.	Montaje de Instrumentación	181
3.5.5.6.11.	Aislamiento de tuberías	181
3.5.5.6.12.	Inspección visual	181
3.5.5.6.13.	Instalación de aislamiento térmico	182
3.5.5.7.	Construcción Estación Titire KP 0+000.....	182

3.5.5.7.1.	Montaje Mecánico	183
3.5.5.7.2.	Montaje de Bomba	183
3.5.5.7.3.	Montaje de Motor	183
3.5.5.7.4.	Montaje de Tuberías	183
3.5.5.7.5.	Aislamiento de tuberías	184
3.5.5.7.6.	Construcción Estación Pelluta KP 22+500.....	184
3.5.5.7.7.	Obras Civiles	184
3.5.5.7.8.	Montaje de Tuberías	185
3.5.5.7.9.	Aislamiento de Tuberías	185
3.5.5.8.	Construcción Estación Size Change (KP 51+700), Choke (KP 79+700), Tie-In (KP 85+670)	185
3.5.5.8.1.	Obras Civiles	186
3.5.5.8.2.	Montaje de Tuberías	186
3.5.5.8.3.	Aislamiento de Tuberías	187
3.5.5.8.4.	Montaje de Pipe bridge (PB)	187
3.5.5.8.5.	Preparación del área de trabajo.....	187
3.5.5.8.6.	Estructuras Provisorias	188
3.5.5.8.7.	Transporte y acopio de materiales	188
3.5.5.9.	Pre-armados de los puentes	188
3.5.5.10.	Montaje de Puentes.....	188
3.5.5.10.1.	Pipe Bridge N°1 (cruce río Vizcachas)	188
3.5.5.10.2.	Pipe Bridge N°2 (cruce río Vizcachas)	189
3.5.5.10.3.	Pipe Bridge N°3 (cruce río Vizcachas)	189
3.5.5.11.	Asistencia al Commissioning	190
3.5.5.12.	Comunicaciones y Entregables.....	190
3.6.	Situación Actual del Subproyecto	193
3.7.	Descripción de la Falla	198
3.8.	Análisis de la Gestión durante la Ejecución	200
3.8.1.	Análisis del Alcance del Subproyecto	200
3.8.2.	Análisis del Cronograma del Subproyecto	201
3.8.3.	Análisis del Costo del Subproyecto.....	209
3.8.4.	Análisis de la gestión de cambios.....	210
3.8.5.	Diagnóstico de la Situación Actual	212

CAPÍTULO IV	214
4. PROPUESTA DE MEJORA	214
4.1. Análisis de la Problemática	214
4.2. Propuesta de mejora de gestión de integración bajo la modalidad del PMBOK y FEL	217
4.3. Desarrollo de la propuesta solución	219
4.3.1. Descripción de las Alternativas	220
4.3.2. Evaluación de las Alternativas	221
4.3.3. Gestión de la Implementación con PMBOK	229
4.3.3.1. Alcance	229
4.3.3.2. Costo.....	233
4.3.3.3. Cronograma	236
4.3.3.4. Calidad.....	241
4.4. Cierre del Proyecto	243
 CAPÍTULO V.....	 245
5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	245
5.1. Análisis de la Situación luego de la Propuesta.....	245
5.1.1. Lecciones Aprendidas.....	251
5.2. Actualización de la 6ta edición a la 7ma edición del PMBOK en la gestión de alcance, costo y cronograma.....	254
5.2.1. Dominio de Desempeño Enfoque.....	255
5.2.2. Dominio de Desempeño Planificación.	256
5.3. Análisis económico de la propuesta	268
5.3.1. Costo de la propuesta.....	268
5.3.1.1. Análisis de los costos sin la gestión de integración.....	269
5.3.1.2. Análisis de los costos con la gestión de la integración.....	270
5.3.2. Beneficio de la propuesta	272
5.3.2.1. Beneficio cualitativo.....	272
5.3.3. Costo – Beneficio (Costo de oportunidad del proyecto)	273
5.3.4. Análisis de la hipótesis	274

CONCLUSIONES.....	275
RECOMENDACIONES	277
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	278
ANEXOS.....	281
ANEXO 1: FLUJOGRAMA DE RUTA REPORTE DE NO CONFORMIDAD – PROCEDIMIENTO MANUAL.....	282
ANEXO 2: FLUJOGRAMA REPORTE ACCIÓN CORRECTIVA	283
ANEXO 3: FLUJOGRAMA ACCIÓN PREVENTIVA.....	284
ANEXO 4: FLUJOGRAMA AUDITORIA QMS	285
ANEXO 5: CRONOGRAMA TRISEMANAL. 3W.....	286
ANEXO 6: EJEMPLO INFORME SEMANAL	287
ANEXO 7: EJEMPLO INFORME MENSUAL	289
ANEXO 8: FORMULARIO DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)...	290
ANEXO 9: GESTIÓN DE CAMBIO (DCN).....	291
ANEXO 10: NOTIFICACIÓN DESVIACIÓN POTENCIAL (PDN)	292
ANEXO 11: CERTIFICADO DE TRANSFERENCIA, CUIDADO, CUSTODIA Y CONTROL	293
ANEXO 12: CONSTRUTION COMPLETION NOTICIE	294

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Cuadro de Variables.....	6
Tabla 2 Estructura de desglose (WBS) área 1000.....	57
Tabla 3 Fechas de hitos de línea de agua fresca y estaciones de bombeo	109
Tabla 4 Criterios de probabilidad y escalas de impacto.....	122
Tabla 5 Evaluación del impacto	123
Tabla 6 Entregables y frecuencias de entregas requeridas	191
Tabla 7 Entregables de control y planificación - frecuencias de entregas requeridas	192
Tabla 8 Matriz de informes	192
Tabla 9 Matriz de reuniones.....	193
Tabla 10 Log de control de impactos -cronograma línea base.....	202
Tabla 11 Hitos de contrato impactados.....	205
Tabla 12 Resumen de duración de cronogramas.....	206
Tabla 13 Resumen de adicionales	210
Tabla 14 Capex Rom Estimate: Liner interior de HDPE al pipeline de agua fresca	227
Tabla 15 Capex ROM Liner interior de HDPE.....	234
Tabla 16 Modificaciones contractuales.....	235
Tabla 17 Variación de tiempos en el cronograma.....	246
Tabla 18 Avance de HH del proyecto para la LB 03.	246
Tabla 19 Integración de la 7ma edición del PMBOK con la 6ta	255
Tabla 20 Aumento de días para ejecución del proyecto.	269
Tabla 21 Costo sin Gestión de Integración	270
Tabla 22 Costo con Gestión de Integración	271
Tabla 23 Comparación de costos	272

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación del proyecto	12
Figura 2 Ciclo de vida de un proyecto.....	17
Figura 3 Interacción entre los grupos de procesos dentro un proyecto o fase.....	18
Figura 4 Áreas de conocimiento del PMBOK Sexta edición	19
Figura 5 Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos	20
Figura 6 Principios y desempeño de la dirección de proyectos, según el PMBOK 7ma	28
Figura 7 Etapas del Método FEL - IPA.....	37
Figura 8 Diagrama del ciclo FEL-EPCC-Operación.....	38
Figura 9 Mapa del Perú, localización del proyecto	50
Figura 10 Localización del proyecto	51
Figura 11 Proyecto Minero.....	54
Figura 12 Áreas del proyecto minero	55
Figura 13 Subproyectos área 1000	58
Figura 14 Ubicación de instalaciones en alta montaña.	60
Figura 15 Ubicación general del proyecto.....	61
Figura 16 Ruta de la tubería y las instalaciones asociadas	64
Figura 17 Zona del proyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo.....	65
Figura 18 Diagrama de ejecución de línea de agua fresca	66
Figura 19 Integración de la metodología FEL y guía de buenas prácticas PMBOK	69
Figura 20 Diagrama de grupo de procesos	71
Figura 21 Integración de las fases del proyecto con FEL3	73
Figura 22 Áreas de conocimiento aplicadas en esta tesis.....	77
Figura 23 WBS.....	104
Figura 24 WBS ÁREA 1000	105
Figura 25 Work Breakdown Structure (WBS) proyecto minero.....	106
Figura 26 Lista de actividades del proyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo.....	110
Figura 27 Cronograma de línea de agua fresca y estaciones de bombeo	111
Figura 28 Presupuesto base del proyecto	112

Figura 29	Organigrama área 1000	118
Figura 30	Risk Breakdown Structure (RBS)	121
Figura 31	Matriz de probabilidad e impacto	124
Figura 32	Matriz de riesgos del proyecto	125
Figura 33	Distribución por nivel de importancia	130
Figura 34	Impacto de los Riesgos.	131
Figura 35	Impacto de riesgo en base a su probabilidad.....	132
Figura 36	Riesgos técnicos	133
Figura 37	Impacto de riesgos técnicos	134
Figura 38	Riesgos externos	134
Figura 39	Impacto de riesgos externos	135
Figura 40	Riesgos de gestión.....	135
Figura 41	Impacto de Riesgos de gestión.....	136
Figura 42	Riesgos comerciales	136
Figura 43	Impacto de riesgos comerciales	137
Figura 44	Riesgos de la organización.....	137
Figura 45	Impacto de riesgos de la organización	138
Figura 46	Impacto muy importante	138
Figura 47	Impacto categoría importante.....	139
Figura 48	Impacto categoría poco importante	139
Figura 49	Identificación de riesgo positivos	140
Figura 50	Distribución por nivel de importancia riesgos positivos.....	142
Figura 51	Grado de oportunidad de los riesgos positivos	143
Figura 52	Impacto de riesgo en base a su probabilidad.....	144
Figura 53	Flujograma de la gestión de cambio	150
Figura 54	Organigrama de la contratista de construcción	158
Figura 55	Frentes de ejecución del subproyecto	163
Figura 56	Esquema de almacenamiento de tuberías.....	169
Figura 57	Apertura de caminos para línea de agua fresca.....	170
Figura 58	Desfile de tuberías área 1000	174
Figura 59	Proceso de curvado de tuberías	175
Figura 60	Bajada de Tubería	177

Figura 61	Vista isométrica de ubicación de ensamble de Pipe Bridge N°2	189
Figura 62	Impacto de pandemia Covid-19	206
Figura 63	Impacto en los adicionales	207
Figura 64	Comparación de curva de avance del proyecto LB1 vs LB2.....	207
Figura 65	Resumen de cambios – cronograma línea base.....	208
Figura 66	DCN: Design Change Notice	212
Figura 67	Fase 3 de la metodología FEL.....	219
Figura 68	PDN: Potential Deviation Notice	226
Figura 69	Triple restricción PMBOK.....	228
Figura 70	Organigrama proyecto solución	233
Figura 71	Cronograma de subcontrato de experto	238
Figura 72	Cronograma LB3.....	239
Figura 73	Extracto de cronograma impacto en ingeniería de los cambios.....	240
Figura 74	Extracto de hitos del subcontrato	241
Figura 75	Cordón de termofusión o rebaba de HDPE.....	242
Figura 76	Microclima para la termofusión	243
Figura 77	Curva de avance proyecto	247
Figura 78	HH Acumulada y % Avance Acumulado.	248
Figura 79	Modificaciones al contrato	251
Figura 80	Hitos principales de la línea base 03	256
Figura 81	Actividades del Cronograma en Clase 5	263
Figura 82	Actividades del Cronograma en Clase 3 a Nivel De Entregable	264
Figura 83	Extracto de hitos principales	265
Figura 84	Extracto del cronograma por entregables.....	266
Figura 85	Curva de avance proyecto LB1-LB2-LB3-LB4.....	267

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de construcción están sujetos a importante incertidumbres y cambios, a su vez se hace muy complicado manejar las variables externas e internas que influyen en el cumplimiento de los objetivos principales y la satisfacción del cliente. Actualmente, varios de los proyectos de construcción como de otra disciplina no se llevan a cabo exitosamente y una de sus principales causas es la falta de gestión de integración de todos los procesos y del equipo de proyectos, lo cual tiene como consecuencia retrasos, sobrecostos, modificación en el alcance e insatisfacción del cliente.

La investigación nace a raíz de la realidad problemática que afectaba la ejecución del proyecto, antes de la paralización por la pandemia COVID 19, y posterior a ella se evidencia una falla detectada por la calidad y lo cual empieza a impactar en un desfase de plazo y costos establecidos en los estudios iniciales.

Se ha utilizado la guía PMBOK la cual nos brinda los lineamientos y estándares para identificar las necesidades, herramientas y formatos necesarios para el proyecto. Asimismo, en complemento con la metodología Front End Loading (FEL) nos ayudará con una definición más clara del alcance, evaluación de diferentes alternativas y cumplir con parámetros antes de su ejecución. La investigación se realizó teniendo cuenta las actividades, secuencia, constructibilidad, costo, disponibilidad, procura, así como también la disponibilidad de recursos y sus rendimientos.

Es así como, la presente investigación ha sido estructurada en cinco capítulos:

En el primer capítulo se describe la situación problemática que da origen a la investigación y justificó la realización del presente trabajo de investigación, así como los objetivos y la metodología utilizada. En el segundo capítulo se detalla los conceptos, metodologías y definiciones que servirán como base para poder realizar el diagnóstico actual de la empresa, así como conceptos que ayudarán posteriormente a realizar la propuesta de mejora de la gestión de integración de proyectos. En el tercer capítulo se describe el caso estudio, se presenta la situación real del proyecto, se realiza el análisis, se hizo la medición de los indicadores y la problemática actual del proyecto. En el cuarto capítulo, se presenta el análisis, los resultados obtenidos y la implementación de la propuesta mejorada de la metodología de la guía del PMBOK complementada Front End Loading (FEL) de tiempo,

alcance, costo y calidad, así como también, con los datos obtenidos se hizo la actualización de una gestión de integración adaptada a la 7ma edición de la guía PMBOK.

Por último, en el quinto capítulo, se presenta el análisis la propuesta desarrollada con la finalidad de verificar el costo beneficio de la propuesta como resultado final.



CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Identificación del Problema

Implementar una gestión de integración entre las fases del desarrollo de ingeniería, planificación, ejecución y cierre de la construcción que nos permita mitigar desviaciones en tiempo, alcance, costo y calidad por una incorrecta integración de procesos en la ejecución de la planificación de la construcción de un pipeline para una planta concentradora de un proyecto minero.

1.2. Descripción del Problema

En los proyectos de construcción se tiene un alcance, tiempo, y un costo definido, por lo cual es necesario una adecuada gestión de integración de estos tres principales grupos de procesos, para mitigar cambios y riesgos, obteniendo como resultado un proyecto exitoso.

Durante la ejecución de un proyecto se realizan cambios y correcciones a la ingeniería inicial por diversos motivos como morfologías del terreno, cambios en el alcance por parte de los interesados, estudios geológicos, problemas ambientales.

Estos cambios responden a una falta de integración durante las fases del desarrollo de la ingeniería básica, definición del alcance y planificación en la cual no se consideran las técnicas, procedimientos constructivos, así como también un diseño basado en la gestión de calidad y procura, todo ello soportado por la gestión de riesgos y recursos humanos, el cual debe asegurar que el personal cumpla con las calificaciones y experiencia adecuado al proyecto.

De acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior, al tener un proyecto con brechas de información y coordinaciones en la fase de inicio, se encuentra un desequilibrio entre los beneficios, riesgos y recursos del proyecto, esto llamado también como un proyecto fuera de costo y plazo; Por ello es importante definir bien un proyecto para obtener mayores beneficios, haciéndolo exitoso.

Asimismo, se observó un problema importante en la inadecuada planificación, ejecución, monitoreo y control de la gestión de integración que poco aseguran el desarrollo de las obras dentro de la triple restricción: alcance, costo y tiempo planificados en los estudios iniciales de ingeniería.

El proyecto minero en el cual realizaremos la investigación genera la necesidad para su operación de la instalación de un pipeline, la cual alimente a la planta concentradora de 127500 TMPD (Toneladas métricas por día).

Este pipeline se construirá en acero al carbono con FBE y tiene una longitud de 86 KM durante la instalación y debido al curvado en obra que se le realizaba en las tuberías el FBE, se desprende poniendo en riesgo la operación de la planta en fecha planificada.

El proyecto de la línea de agua fresca (pipeline) para la concentradora se caracterizó por una carencia de coordinación e integración desde el inicio de ingeniería con los otros interesados en el proyecto en este caso construcción, calidad y control de proyectos, esto trae como consecuencias correcciones como cambio de diseño en el revestimiento interior de la tubería por las propiedades del agua que se maneja en el proyecto minero; por otro lado no se tomó en consideración el proceso constructivo de la empresa especialista en la instalación, la cual contaba con juicio de experto por tener amplia experiencia en la construcción de diversas líneas de agua para plantas mineras a nivel mundial; esto ocasionando tiempos de entrega ajustados, afectando la ruta crítica del proyecto para la operación de la planta, y por lo tanto impacta directamente al propietario.

Esta situación originó problemas en las fases de inicio hasta el cierre del proyecto, por ampliaciones de plazo, costo, adendas al contrato e incremento de recursos para cumplir con los tiempos para la operación de la planta; entre los principales problemas encontramos los siguientes:

- Ampliaciones de plazo.
- Aumento de costos y recursos.
- Trabajo bajo presión pudiendo provocar accidentes laborales.
- Incumplimiento de hitos del proyecto.

- Problemas de calidad.
- Sobrecostos de construcción.

Como resultado no se llega a un desarrollo de un proyecto exitoso teniendo como resultado, revisiones, rediseños y nuevas estimaciones hasta encontrar la gestión adecuada, procesos en los que se perdieron cifras significativas de tiempo y recursos, reduciendo el valor final que el cliente y en su defecto la empresa esperaba recibir.

Se buscó proponer una mejora a la gerencia de construcción con la aplicación una gestión de integración bajo los lineamientos de la guía de fundamentos para la dirección de proyecto (PMBOK) 6ta edición y una actualización a las 7ma complementándola con la metodología Front End Loading (FEL), a fin de optimizar los procesos de gestión de alcance, tiempo, costos y calidad, reflejándose en la ejecución de los mismo, así mismo asegurar como indica el enfoque de la última edición del PMBOK de generar valor y de la mano con la metodología FEL mitigar los impactos teniendo un alcance bien definido con la correcta integración de la triple restricción.

Además, esta investigación busca ser un registro de lecciones aprendidas ya que aún existen proyectos mineros con la misma tipología por ejecutar en el país.

1.3. Formulación del Problema

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se ha formulado la siguiente problemática de investigación:

1.3.1. Problema general

¿De qué manera se obtendrá una mejora en la gestión de la integración en la ejecución de la construcción del pipeline para la planta concentradora y reducir el riesgo de retrasar el inicio de operaciones de un proyecto minero, aplicando la combinación de dos metodologías, Front End Loading (FEL) y guía de fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) 6ta y 7ma edición?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles fueron los impactos de la falta de gestión de integración en la ejecución y puesta en marcha del proyecto?

- ¿De qué manera la implementación de la gestión de integración del alcance, costo, tiempo y calidad bajo el enfoque del PMBOK 6ta y 7ma edición complementada con la metodología Front End Loading influirá en las soluciones del impacto y mitigación para la operación de la planta concentradora del megaproyecto minero?
- ¿De qué manera influye la aplicación de la metodología Front End Loading (FEL) durante la gestión de integración del alcance, tiempo, costo y calidad mitiga el impacto y disminución de riesgos para el cierre del proyecto?
- ¿Cuál será el costo-beneficio de la propuesta de gestión que permita la mejora en la gestión de integración y mitiga el impacto para el cierre del proyecto?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Proponer la implementación de una gestión de integración aplicando la guía del PMBOK 6ta Edición complementándola con la metodología Front End Loading (FEL), con la finalidad de mejorar el cumplimiento del alcance, costo, tiempo y calidad durante la ejecución de la construcción de un pipeline.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los factores y causas que intervinieron en los principales problemas de la integración del equipo de proyecto.
- Realizar el análisis para determinar los impactos de la falta de integración en la ejecución de la construcción del pipeline para una planta concentradora.
- Realizar la aplicación en la integración del alcance, tiempo, costo y calidad utilizando la guía del PMBOK 6ta edición complementada con la fase III de la metodología Front End Loading (FEL), y a fin de realizar un análisis de las opciones, y obtener los indicadores de gestión en cada área de conocimiento.
- Evaluar los beneficios obtenidos de forma cualitativa y cuantitativa de la propuesta de gestión que permita una mejora en la gestión de integración.

1.5. Hipótesis

Al proponer una gestión de integración aplicando las buenas prácticas de la guía PMBOK 6ta edición complementándola con la metodología Front End Loading (FEL) es posible que, se logre mejorar el alcance, tiempo, costo y calidad mitigando los cambios durante su etapa de ejecución de la construcción del pipeline para una planta concentradora.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

Propuesta de Gestión de integración

1.6.2. Variable dependiente

- Alcance con la fase III de la metodología FEL
 - Control de cambios
 - Hitos contractuales
- Tiempo
 - Indicador SPI (Índice de desempeño del cronograma)
- Costo
 - Indicador CPI (Índice de desempeño del costo)
 - Indicador PV (Valor Planificado)
 - Indicador EV (Valor Ganado)
- Calidad
 - Criterios de aceptación

1.7. Alcance

El alcance de este estudio es aplicar la gestión de integración en la construcción de un pipeline para una planta concentradora de un megaproyecto minero.

Tabla 1

Cuadro de Variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	
Independiente	Gestión de integración basada en PMBOK y FEL	Cronograma de seguimiento.	Seguimiento a las tareas de la programación detallada del proyecto.	
		Control de cambios.	Solicitudes de cambios e integrarlas al EDT inicial.	
		Hitos contractuales.	Objetivos para cumplir en una determinada fecha.	
		Personas capacitadas en ambas metodologías.	Recursos humanos del proyecto.	
		EDT.	Estructura de desglose de trabajo o WBS siglas en inglés.	
		Presupuesto meta.	Plan en el que se detalla cuanto se gastará por los trabajos realizados de acuerdo con el WBS.	
		Riesgos.	Identificación de riesgos.	
		Planos As Built.	Planos de diseño.	
		Días de retraso.	Días de desfase de la fecha contractual.	
		Alcance inicial y criterios de aceptación.	Descripción del trabajo a realizar y requisitos que deben cumplir con las condiciones esenciales que debe cumplir el proyecto antes de ser entregado.	
Dependiente	Alcance	DCN control de cambios	Registro de modificaciones al contrato, actualización de la línea base.	
		Acta de constitución	Descripción del alcance de trabajo, criterios de aceptación, restricciones, interesados y presupuesto inicial	
	Tiempo	Índice de desempeño del cronograma	$SPI = EV/PV$	
	Costo	Índice de desempeño del costo	$CPI = EV/AC$	
		Índices de variación de costo y cronograma		$CV = EV - AC$
				$SV = EV - PV$
		Valor ganado	Indicador del trabajo realizado o terminado con relación a la fecha de corte.	
Calidad	Entrega de planos As Built.	Planos finales de construcción.		
	Acta de recepción del proyecto	Documento de entrega y conformidad del propietario.		

1.8. Justificación

1.8.1. Teórica

La implementación de la gestión de integración basado en los lineamientos del PMBOK 6ta Edición del PMI complementada con la metodología Front End Loading (FEL), en la construcción de un megaproyecto minero implicará la aplicación de herramientas que permitan mejorar los resultados finales de los proyectos, mitigando los riesgos e impactos durante la ejecución y cierre de proyecto, para lo cual se pueda analizar y poder sustentar que la implementación tendrá un adecuado funcionamiento que garantice resultados eficientes, cumpliendo con los resultados técnicos, así como también con la calidad y tiempo de entrega.

1.8.2. Metodológica

Para desarrollar el estudio de la gestión de integración se ha revisado y analizado diversos métodos y/o herramientas como se ha nombrado la guía del PMBOK 6ta edición y la metodología Front End Loading (FEL) como métodos para lograr un resultado, como es el caso de un alcance con mayor definición tomando en cuenta las aportaciones de todos los involucrados y las herramientas como el juicio de expertos para la resolución de problemas y mitigar los impactos en el plazo, costo y calidad.

1.8.3. Práctica

La dinámica actual en el sector construcción en los últimos años se ha orientado al desarrollo de proyectos más complejos en menor tiempo, desde las etapas de diseño e ingeniería como en la construcción, en la mayoría de los casos han tenido problemas relacionados en avances, como también problemas frecuentes entre cliente – supervisión – constructor, donde los errores o en su defecto omisiones cometidos desde el diseño o en alguna de las fases del proyecto. Aun cuando tienen las metodologías de gestión y/o lineamientos con sus respectivas herramientas asociadas han experimentado actualizaciones a lo largo del tiempo, lo cual no ha evitado la ocurrencia de errores y con ello se evidencia incrementos de los montos de inversión en la fase de ejecución con respecto a lo planificado, y con ello presenta atrasos en diferentes actividades programadas, lo cual afecta los resultados operativos para todos los Stakeholder del

proyecto, impactos en el valor y el plazo del contrato inicial. Por lo cual nace la necesidad de realizar una gestión de integración basada en buenas prácticas y recomendaciones siguiendo los lineamientos del Project Management Institute (PMI), de la Guía del PMBOK, además de contribuir con la mejora de la gestión de proyectos de construcción, de manera que las empresas constructoras cumplan con los clientes en tiempo, costo, alcance y calidad a fin de tener proyectos exitosos.

1.9. Aspectos Metodológicos de la Investigación

1.9.1. Nivel de investigación

Según el ámbito, el presente trabajo de investigación es:

Por su Finalidad: Aplicada, porque la orientación de la investigación estará enfocada en analizar, describir y hacer uso de los principios, herramientas y técnicas del PMBOK y metodología Front End Loading, con el fin de proponer una mejora a la gestión de la integración del alcance, tiempo, costo y calidad.

Por su Nivel: Descriptiva nos permite describir la situación y eventos, es decir como es, como se manifestó el proyecto y determinar la causa-efecto que existe en el presente proyecto.

Por su Tipo: Transversal- explicativa, esto porque se recolectan los datos en un tiempo determinado, buscando describir las variables al momento del estudio y no se modificará ninguna de las variables independientes.

1.9.2. Método de investigación.

El método de investigación es de tipo cuantitativa, la cual busca analizar las variables tanto dependiente como independientes, así como la relación causa-efecto, ya que las variables serán expresadas y medidas en valores numéricos. Esta investigación busca explicar como a través de una propuesta de combinar dos metodologías PMBOK y FEL, puede mejorar la gestión de integración en la ejecución de construcción de un pipeline de un proyecto minero.

1.9.3. Diseño de investigación.

Se considera una investigación no experimental, se busca establecer la relación entre las variables, teniendo como objetivo describir de manera puntual los cambios y estudio de un caso. A su vez es transversal debido a que la recolección de datos se presenta durante la ejecución del proyecto.

1.9.4. Población muestra.

Para el trabajo de investigación la población estuvo conformado por todo el equipo del subproyecto que están directamente involucrados en la gestión del alcance, tiempo, costo y calidad, entre ellos:

- Directo del proyecto.
- Equipo de ingeniería de terreno.
- Administradores de obra.
- Área de planeamiento y control.
- Área de calidad.
- Gerente de construcción.
- Área logística y compras.

La muestra utilizada es no probabilística – intencional, está conformada por el equipo del subproyecto construcción de una línea de agua fresca y estaciones de bombeo, entre ellos se encuentra personal profesional desde la dirección técnica y expertos con conocimientos en metodología FEL los mismo que cuentan con certificación PMP, por conveniencia y accesibilidad.

No probabilístico debido a que se investigará en base a un proyecto en específico e intencional para obtener muestras representativas y cumple con brindarnos la información para cumplir con los objetivos previamente establecidos.

1.9.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para realizar la investigación se usara la técnicas de análisis documental, se observará el proceso constructivo del proyecto en el lugar de ejecución para la obtención de datos concretos, observación de tareas internas de la empresa, contratos de adquisición, metodología corporativa para la gestión de proyectos, informes de

adquisiciones, los informes de avance, cronogramas, adquisiciones, presupuestos, control de costos, valorizaciones, minutas de reunión, planes de ejecución de proyectos, plan de gestión de subcontratistas, adicional a ello la operación actual para el seguimiento y control, así como también manuales de calidad y control de calidad.

Para procesar y analizar la información, se ha utilizado lo siguiente: ordenes de cambio, cronogramas contractuales y actualizados, desempeño del costo, reportes de avance, figuras, tablas comparativas, el análisis de los índices actuales versus los índices planificados, informes de variación y tendencia.

Para el análisis utilizaremos las herramientas de:

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- AutoCAD
- Navisworks
- Primavera P6
- Hojas de cálculo excel y tablas dinámicas.

La información obtenida es debidamente ordenada, luego procesada mediante softwares excel, primavera P6 (WBS, RISK), word para emitir documentos como SOW, DCN, procedimientos y planos en AutoCAD, todos los datos son interpretados en el excel para tener una medida y control de avance de la gestión, con ello obtener los datos para poder realizar la aplicación de ambas metodologías. Se hace una referencia especial al software Primavera P6, el cual nos permitirá realizar el control de proyecto en función a la línea base del cronograma, línea base de costo, el WBS y los riesgos asociados, todos los anteriores son procedimientos de ambas metodologías. Así mismo, se obtienen datos de AutoCAD para el control de diseño, lo cual debe cumplir con los criterios de aceptación.

1.10. Limitaciones

1.10.1. Conceptual

La presente investigación tendrá como finalidad el desarrollo de un modelo de gestión de integración de costo, tiempo, calidad y alcance basado en los lineamientos

del estándar del PMI complementándola con la metodología Front End Loading (FEL), para mejorar los resultados operativos y con ello la satisfacción de todos los interesados. Solo nos enfocaremos en los procesos antes nombrados tomados de la metodología del PMBOK 6ta edición, por otro lado, se tomará en consideración solo la identificación de riesgos como ayuda para hacer el análisis de los impactos en el alcance, costo, tiempo y calidad, mas no se abarca el estudio de la gestión de riesgos para esta tesis.

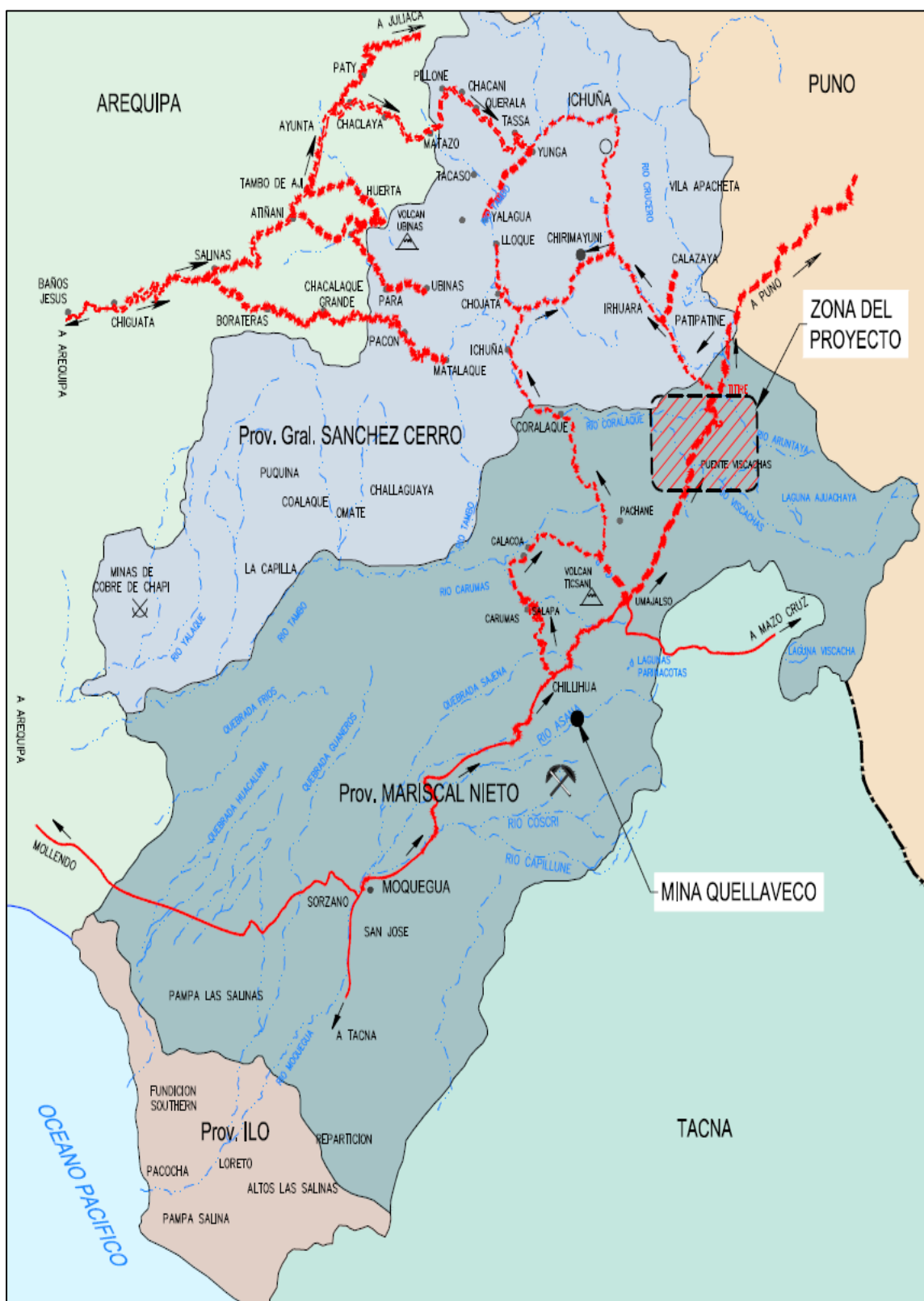
1.10.2. Espacial

La investigación se desarrolló teniendo como base la aplicación del proyecto “construcción de una línea de agua fresca y estaciones de bombeo para una planta concentradora” ubicada al sur del Perú. Como se muestra a continuación, en la Figura 1, ubicación del proyecto.



Figura 1

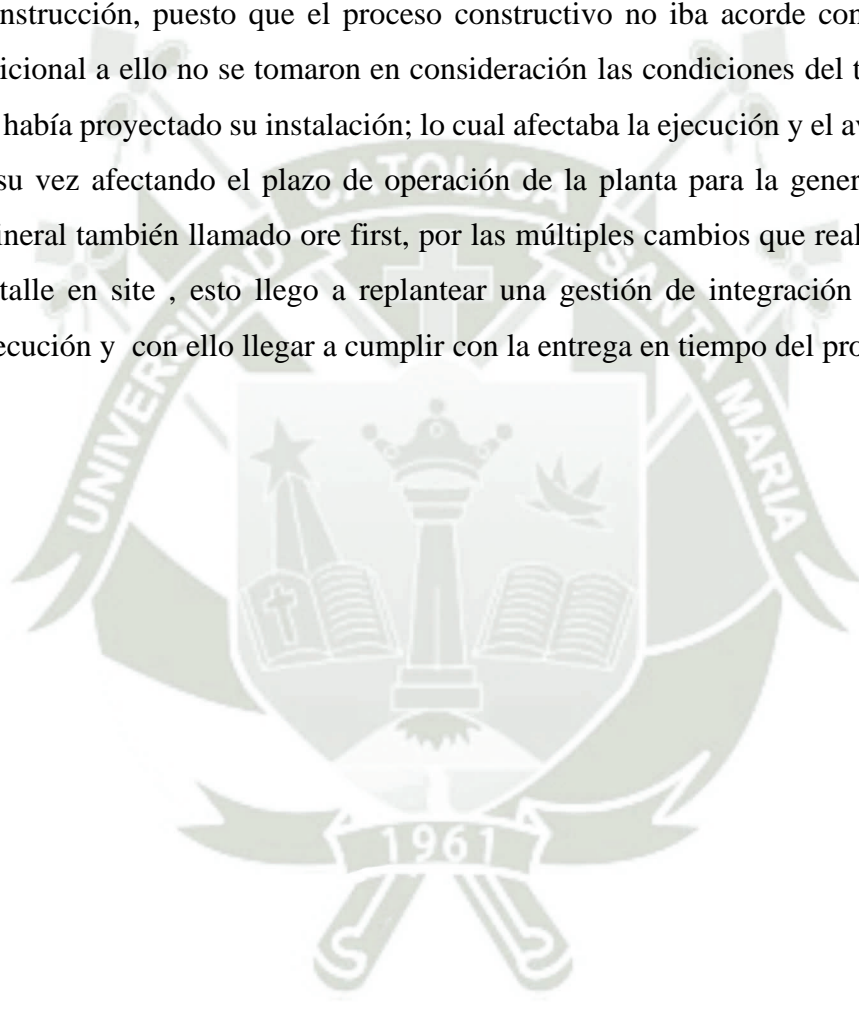
Ubicación del proyecto



Nota: Extraída del proyecto

1.10.3. Temporal

La investigación comprendido el análisis de un período de 3 años en que se ejecutaba la construcción del pipeline, el cual es fundamental para la operación de la planta concentradora del proyecto minero, se planificaba concluir la construcción en calidad, tiempo, costo y alcance; sin embargo se detectaron problemas, incongruencias de alcance y a nivel de diseño e ingeniería de detalle, que habían generado errores en la construcción, puesto que el proceso constructivo no iba acorde con los materiales , adicional a ello no se tomaron en consideración las condiciones del terreno en el cual se había proyectado su instalación; lo cual afectaba la ejecución y el avance del mismo, a su vez afectando el plazo de operación de la planta para la generación del primer mineral también llamado ore first, por las múltiples cambios que realizo ingeniería de detalle en site , esto llego a replantear una gestión de integración para su correcta ejecución y con ello llegar a cumplir con la entrega en tiempo del proyecto.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Flores (2006), presento la tesis en la facultad de química de la Universidad Nacional Autónoma de México, “Definición inicial del proyecto (FEL), una mejor practica para incrementar el desempeño en los proyectos”, tiene como objetivo documentar el origen, fundamentos, ventajas y beneficios en términos de costos, programación y alcance, que se pueden obtener del empleado adecuado de la mejor práctica FEL, para aprovechamiento en proyectos en México para su mejor entendimiento.

Guerrero (2013), presento la tesis de postgrado en la Universidad Nacional de Colombia, “Metodología para la gestión de proyectos bajo los lineamientos del Project Management Institute en una empresa del sector eléctrico”, tiene como objetivo desarrollar la metodología formulados por el PMI en empresas dedicadas a la distribución de energía eléctrica, primero haciendo un diagnóstico del estado de la organización, seguido de una capacitación preliminar para unificar conceptos, herramientas y técnicas para así pasar a la fase de diseños, implementación y monitoreo de los beneficios logrados por la iniciativa en operación.

Banda & Manya (2018), Presento la tesis en la facultad de ingeniería en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, “Gestión de proyectos con la metodología estándar del PMBOK 6.0 del Project Management Institute en el tramo de las estaciones la magdalena y san francisco en la construcción de la línea 1 del metro de Quito”, tiene como objetivo principal realizar la gestión de proyectos con la metodología PMBOK, para lo cual primero determinará la situación actual del proyecto, con lo cual elaborará los modelos de gestión de proyectos para la etapa de construcción, con esta implementación se realizará el seguimiento detallado y disminución de errores en el desarrollo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Fuente & Huallparimachi (2021), presento la tesis de maestría de gestión de construcción en la universidad tecnológica del Perú, “Análisis de la gestión de riesgos, costo y cronograma en la construcción del campamento en el proyecto del terminal portuario multipropósito de chancay, de propiedad de cosco shipping ports Chancay Peru S.A aplicando la guía del estándar PMBOK 6ta edición” tiene por objetivo general evaluar los resultados de aplicar la guía PMBOK en conjunto con las áreas de conocimiento para la gestión de proyectos, en el proyecto mencionado se carece de metodología para la gestión de proyectos, después del análisis se concluye con implementar una oficina de proyectos (PMO) y con lo cual esta tendrá la finalidad de realizar un plan de dirección de proyectos para la planificación de las áreas de proyectos del riesgo, costo y cronograma, como resultado de esta implementación se obtuvo la optimización de los plazos establecidos.

Rodríguez & Montalvo (2021), presento la tesis en la facultad de ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, “Propuesta de gestión de proyecto basada en la guía PMBOK para mejorar la ejecución de carretera de acceso en proyecto minero, Antamina – 2021”, tiene como objetivo implementar un sistema de gestión de proyectos en las obras de la unidad minera Antamina bajo el enfoque de la gestión del alcance, costos y cronograma, puesto que la empresa no cuenta con una herramienta de gestión, con esta implementación obtuvo una reducción en los tiempos de ejecución del proyecto y logro incrementar la ganancia económica acumulada.

2.1.3. Antecedentes Locales

García- Velarde & Morales (2017), presentó la tesis de pregrado en la facultad de ingeniería y computación de la Universidad Católica San Pablo, “Propuesta de implementación de la gestión de la planificación para proyectos en base a los lineamientos del PMBOK del PMI, para la reducción de costos de una empresa de proyectos industriales y mineros, caso: Proyecto obras eléctricas e instrumentación – reubicación de ciclones etapa II” tiene por objetivo general implementar la gestión de la planificación para proyectos en base a los lineamientos del PMBOK con el fin de reducir los costos en la ejecución del proyecto, puesto que la empresa en estudio no

cuenta con una metodología y en su lugar tratan de utilizar conceptos tradicionales de administración.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Marco Teórico

2.2.1.1. La guía del PMBOK – 6ta edición

El Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es una guía de buenas prácticas relacionadas con la gestión, administración y dirección de proyectos que reúne los conocimientos, procesos, prácticas recomendadas, conceptos, técnicas y destrezas dentro de la profesión de Project Management y que está centrada en cómo enfocar los proyectos para dotarlos de valor. Contiene 47 diferentes procesos, clasificados en 5 grupos y 10 áreas de conocimiento.

Aporte de la Guía PMBOK

Según la PMBOK guide 7 (2021) “pone el foco en el valor generado por los proyectos concediéndole mayor importancia en lugar de los entregables y sorprende por haber dado el giro necesario para alinearse con la nueva forma en la que los Project Managers organizan sus trabajos: predictiva, adaptativa y ágil.

La aplicación de esta guía en la dirección de proyectos aporta numerosos beneficios para las empresas destacando entre ellos los siguientes:

- Mayor control y seguimiento de todas las etapas del desarrollo del proyecto.
- Análisis más asertivo.
- Una comunicación fluida entre las partes implicadas al adoptar la misma terminología y los conceptos básicos.
- Uso eficiente de los recursos disponibles.
- Aumento de la seguridad del proyecto al tener una visión global del mismo y optimizar el riesgo”.

Ciclo de vida de un proyecto

Según la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyecto guía del PMBOK (2017) indica que “El ciclo de vida del proyecto se desarrolla en grupos de procesos para llevar a cabo el alcance que hemos definido para el proyecto, es decir, aquello que pretendemos obtener como resultado de la ejecución del proyecto. Como se puede apreciar en la siguiente Figura 2, ciclo de vida de un proyecto.

Figura 2

Ciclo de vida de un proyecto



Nota: Extraído de PMBOK Sexta edición & Project Management Institute (2017)

Grupo de procesos para la dirección de proyectos

Los grupos de procesos responden a un objetivo global de los mismos. Se pueden distinguir hasta cinco grupos distintos según el PMBOK Guide®. Como se puede visualizar en la figura 3, Interacción entre los grupos de procesos dentro un proyecto o fase y son los siguientes:

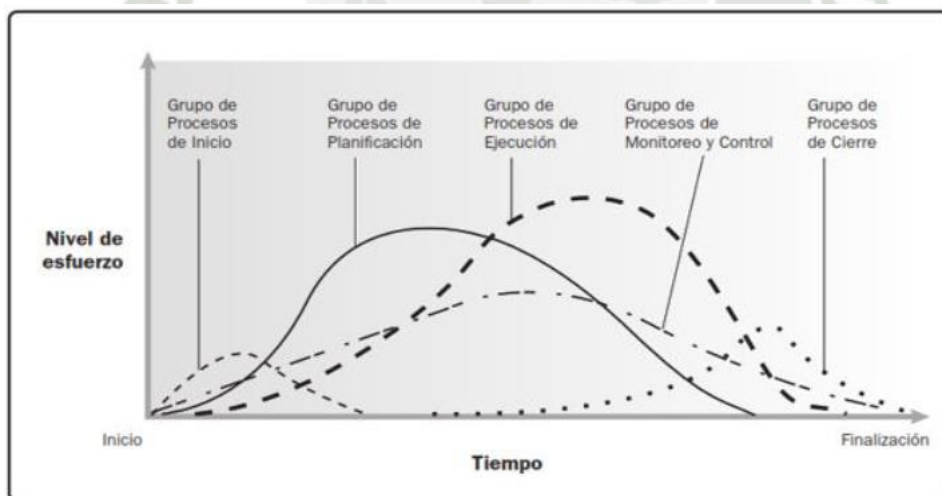
- Grupos de procesos de inicio: En este grupo se incluyen todos los procesos orientados a definir un nuevo proyecto o fase, o bien a obtener la autorización para iniciarlo.
- Grupos de procesos de planificación: En el se incluyen los procesos que definen el alcance, los objetivos y establecen las acciones necesarias para conseguir los objetivos del proyecto.

- Conjunto de procesos de ejecución: Estos procesos están orientados a obtener y completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto, completando los requisitos del proyecto.
- Grupos de procesos de monitoreo y control: Se trata de todos los procesos que ayudan a realizar el seguimiento, análisis, regular el progreso y desempeño del proyecto. Con este grupo se conseguirá detectar aquellas áreas o procesos que requieran cambios para un correcto desarrollo de este.
- Grupos de procesos de cierre: Aquí están incluidos los procesos que nos facilitan completar o cerrar formalmente el proyecto o fase.

En la Figura 3, Interacción entre los grupos de procesos dentro un proyecto o fase, se puede ver la relación.

Figura 3

Interacción entre los grupos de procesos dentro un proyecto o fase



Nota: Extraído de PMBOK Sexta edición & Project Management Institute (2017)

Áreas de conocimiento de la dirección de proyectos

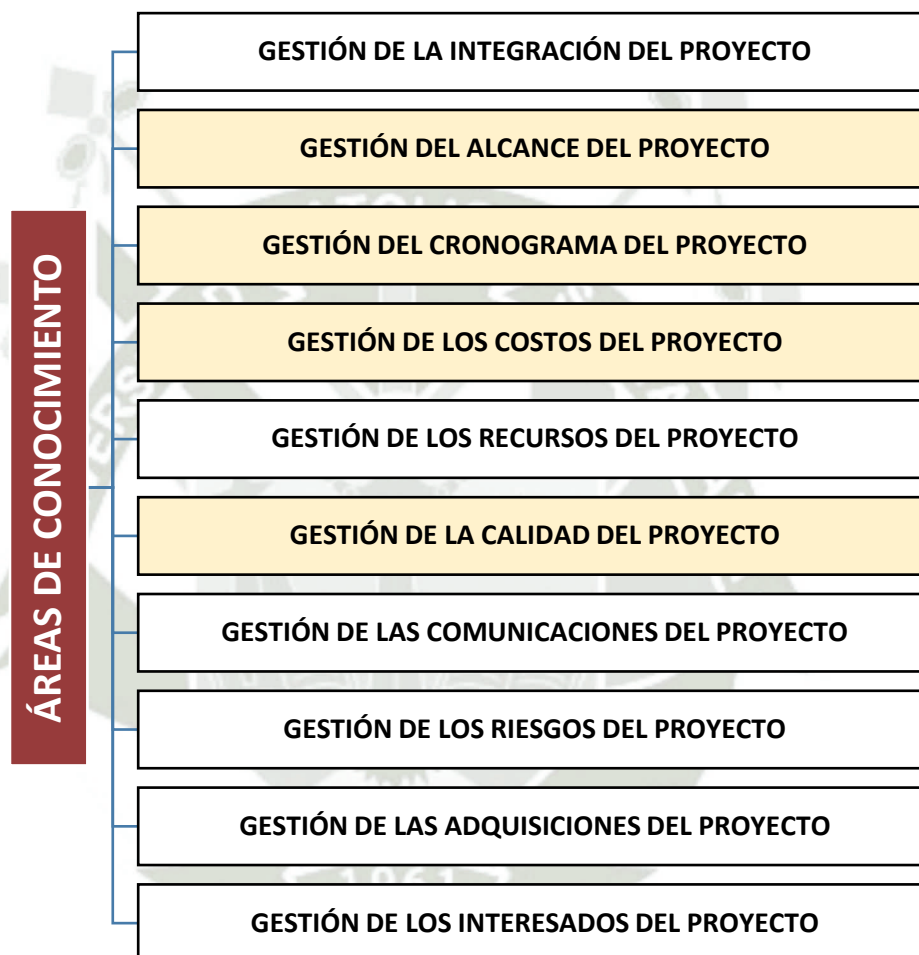
Área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de sus procesos, prácticas, datos iniciales, resultados, herramientas y técnicas que los componen.

Básicamente, cada área de conocimiento, digamos que es una categoría de conceptos y procesos con un objetivo común. Pongamos un ejemplo, si quieres hacer

una gestión de la calidad exitosa en tu proyecto, debes referirte al área de conocimiento de gestión de calidad. En la figura 4, Áreas de conocimiento del PMBOK 6ta edición, se han marcado las áreas que serán de estudio en esta tesis.

Figura 4

Áreas de conocimiento del PMBOK Sexta edición



Rol de las áreas de conocimiento

Los 47 procesos de la dirección de proyectos identificados en la guía del PMBOK® se agrupan a su vez en diez áreas de conocimiento diferenciadas.

La guía del PMBOK® define los aspectos importantes de cada una de las áreas de conocimiento y cómo éstas se integran con los cinco grupos de procesos. Como elementos de apoyo, las áreas de conocimiento proporcionan una descripción detallada de las entradas y salidas de los procesos, junto con una explicación descriptiva de las herramientas y técnicas de uso más frecuente en los procesos de la

dirección de proyectos para producir cada uno de los resultados. Se detalla la correspondencia de las áreas con los grupos de procesos en la figura 5, correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la dirección de proyectos”.

Figura 5

Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	4.4 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.5 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.6 Cerrar Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar los Recursos de las Actividades 6.5 Estimar la Duración de las Actividades 6.6 Desarrollar el Cronograma		6.7 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costes del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Realizar el Aseguramiento de Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	9.2 Adquirir el Equipo del Proyecto 9.3 Desarrollar el Equipo del Proyecto 9.4 Dirigir el Equipo del Proyecto		
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Controlar las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos		11.6 Controlar los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	12.4 Cerrar las Adquisiciones
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar la Gestión de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Controlar la Participación de los Interesados	

Nota: Extraído de PMBOK Sexta edición & Project Management Institute (2017)

Gestión del alcance del proyecto

“La gestión del alcance del proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito, gestionar el alcance del proyecto, se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.

Los procesos de gestión del alcance del proyecto son:

- Planificar la gestión del alcance: Es el proceso de crear un plan de gestión del alcance que documente cómo se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto y/o producto.
- Recopilar requisitos: Es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Definir el alcance: Es el proceso de desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto.
- Crear la EDT/WBS: Es el proceso de subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar.
- Validar el alcance: Es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado.
- Controlar el alcance: Es el proceso de monitorear el estado del proyecto y del alcance del producto, de gestionar cambios a la línea base del alcance.” (Rodríguez & Montalvo, 2021, págs. 18-19)

Gestión del cronograma del proyecto

“La Gestión del cronograma del proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo. Los procesos de gestión del cronograma del proyecto son:

- Planificar la gestión del cronograma: Es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos, la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
- Definir las actividades: Es el proceso de identificar, documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.
- Secuenciar las actividades: Es el proceso de identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto.
- Estimar la duración de las actividades: Es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
- Desarrollar el cronograma: Es el proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo del cronograma del proyecto para la ejecución, el monitoreo y el control del proyecto.
- Controlar el cronograma: Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma” (Rodríguez & Montalvo, 2021, pág. 24)

Gestión de los costos del proyecto

“La Gestión de los costos del proyecto incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Los procesos de gestión de los costos del proyecto son:

- Planificar la gestión de los costos: Es el proceso de definir como se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto.
- Estimar los costos: Es el proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto.

- Determinar el presupuesto: Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada.
- Controlar los costos: Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos.” (Rodríguez & Montalvo, 2021, pág. 34)
- **Valor planificado:** Es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado. Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS), sin contar con la reserva de gestión.
- **Valor ganado:** El valor ganado (EV) es la medida del trabajo realizado expresado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo.
- **Variación del cronograma:** La variación del cronograma (SV) es una medida de desempeño del cronograma que se expresa como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado. Determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega, en un momento determinado. Es recomendable utilizar la variación del cronograma en conjunto con el método de programación de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos.

Fórmula:

$$SV = EV - PV.$$

- **Variación del costo:** La variación del costo (CV) es el monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real. Es una medida del desempeño del costo en un proyecto.

Fórmula:

$$CV = EV - AC.$$

- **Índice de desempeño del cronograma:** El índice de desempeño del cronograma (SPI) es una medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado. Refleja la medida de la eficiencia con que el equipo del proyecto está llevando a cabo el trabajo. En ocasiones se utiliza en combinación con el índice de desempeño del costo (CPI) para proyectar las estimaciones finales a la conclusión del proyecto. Un valor de SPI inferior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo llevada a cabo es menor que la prevista.

Fórmula:

$$SPI = EV/PV.$$

- **Índice de desempeño del costo:** El índice de desempeño del costo (CPI) es una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados, expresado como la razón entre el valor ganado y el costo real. Se considera la métrica más crítica del EVA y mide la eficiencia del costo para el trabajo completado. Un valor de CPI inferior a 1,0 indica un costo superior al planificado con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1,0 indica un costo inferior con respecto al desempeño hasta la fecha. El CPI es igual a la razón entre el EV y el AC.

Fórmula:

$$CPI = EV/AC.$$

- **Análisis de reserva:** Durante el control de los costos se utiliza el análisis de reservas para monitorear el estado de las reservas para contingencias y de gestión, a fin de determinar si el proyecto todavía necesita de estas reservas o si se han de solicitar reservas adicionales.” (Rodríguez & Montalvo, 2021, págs. 41-43)

Gestión de calidad del proyecto

La gestión de la calidad trata sobre la gestión tanto de la calidad del proyecto como del producto resultado del proyecto. La calidad se aplica a todos los proyectos, independientemente de la naturaleza de su producto. Las técnicas y medidas a adoptar, relativas a la calidad del producto final, serán específicas para cada producto resultado del proyecto.

- Planificar la gestión de la calidad: Identifica los requisitos de calidad y/o normas para el proyecto y el producto, documentando la manera en que el proyecto demostrará el cumplimiento de estos.
- Realizar el aseguramiento de la calidad: Audita los requisitos de calidad y los resultados obtenidos a partir de medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilicen definiciones operacionales y normas de calidad adecuadas. Cubre también la mejora continua del proceso, que reduce las pérdidas y elimina las actividades que no agregan valor.
- Realizar el control de calidad: Es el proceso por el cual se monitorean y registran los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar cambios necesarios. Se lleva a cabo durante todo el proyecto. Permite validar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados.

Gestión del riesgo

“La Gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión de riesgos. Así como la identificación y el análisis de riesgos y la planificación de respuestas a los riesgos. Incluyendo también, el seguimiento y control de estos. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son, por un lado, aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos. Así mismo, disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos.

Los riesgos del proyecto tienen su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos.

- Riesgos conocidos son aquéllos que han sido identificados y analizados. Por lo tanto, se hace posible planificar respuestas para ellos.
- Riesgos desconocidos específicos son los que no pueden gestionarse de manera proactiva. Lo que sugiere que el equipo del proyecto deba crear un plan de contingencia.
- Planificar la gestión de riesgos: Consiste en definir como realizar las actividades de gestión de los riesgos para un proyecto.

- Identificar los riesgos: Consiste en determinar los riesgos que pueden afectar el proyecto y documentar sus características.
- Realizar el análisis cualitativo de riesgos: Consiste en priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores. Evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos.
- Realizar el análisis cuantitativo de riesgos: Consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.
- Planificar la respuesta a los riesgos: Consiste en desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- Monitorear y controlar los riesgos: Consiste en implementar planes de respuesta a los riesgos. De modo que se rastrean los riesgos identificados y se monitorean los riesgos residuales. Esto permite identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso contra riesgos a través del proyecto.” (Gbegnedji, 2016)

2.2.1.2. Cambios de la 6ta edición a la 7ma edición del PMBOK

La séptima edición de la guía PMBOK® busca adaptarse a estas nuevas tendencias y proporcionar enfoques predictivos, ágiles e híbridos. Ayudando así a que pueda ser utilizada en todos los sectores e industrias que gestionen proyectos. La idea es que estándares en gestión de proyectos se deben centrar en asegurar el éxito del proyecto y proporcionar resultados de valor.

PMBOK 7 ha sido diseñado para ser una herramienta útil para todos los Stakeholders del proyecto, no únicamente para el project management o el equipo de gestión. La primera parte del manual que define el estándar trabaja conceptos de estrategia, principios y sobre todo enfoque en la entrega de valor. Se podría pensar que el PMBOK 7 se constituye en un complemento a otros estándares, metodologías y herramientas existentes.

Para la gestión integral de un proyecto, se deberá contar con el PMBOK 7, el cual deberá ser complementado con otros textos de la literatura especializada; lo anterior implica que se puede usar PMBOK 7 y los enfoques predictivos de PMBOK 6, o usar PMBOK 7 y prácticas ágiles (Scrum, Kanban) o usar PMBOK y metodología

PM2 o Prince2 (es una herramienta de trabajo complementaria, no excluyente de otras metodologías o enfoques de gestión.)

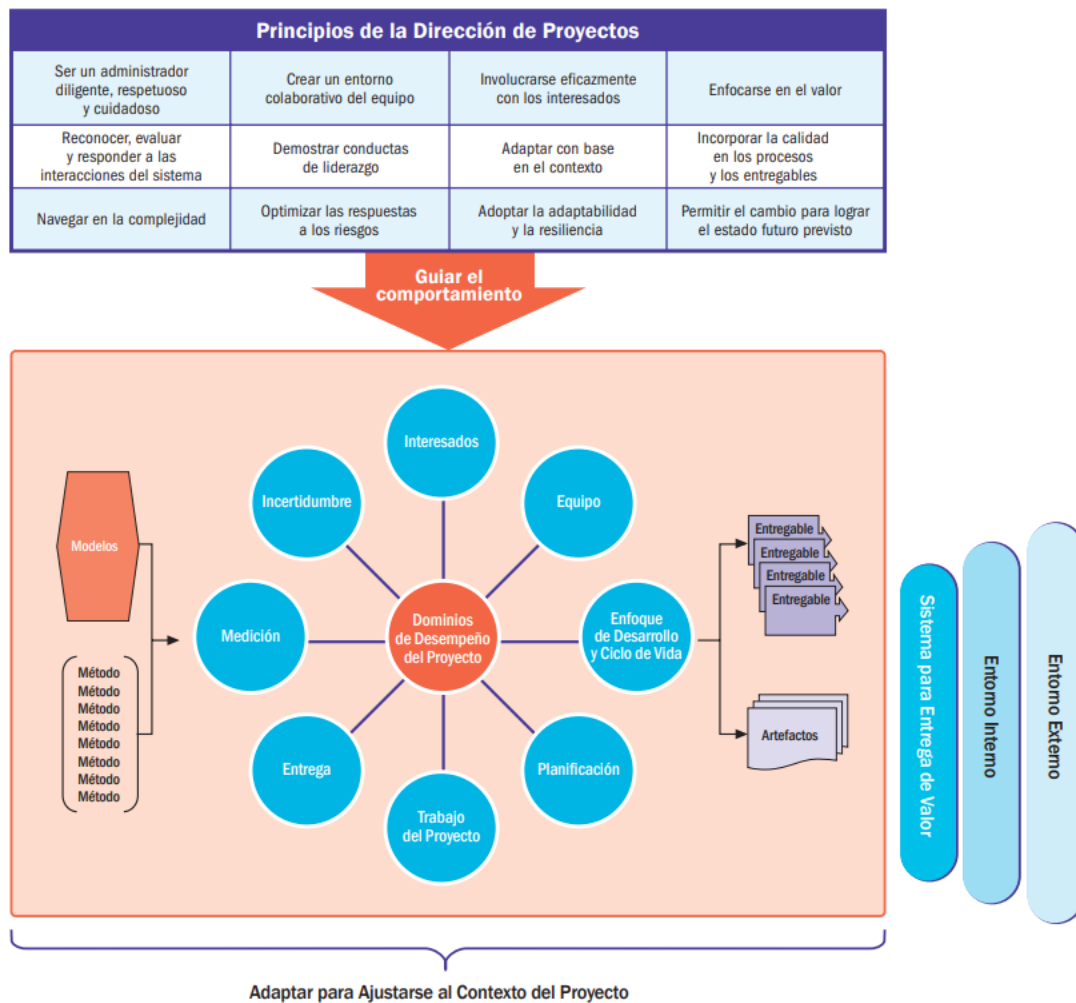
La principal conclusión de lo anteriormente expuesto es que se puede utilizar cualquier metodología, pero se debe tener presente estos principios, definida una buena estrategia para el proyecto y enfoque en el valor entregado, para garantizar la consecución de buenos resultados.

Se extracta del PMBOK7, se tienen dos partes relevantes en el estándar:

- Una primera parte que se basa en el estándar ANSI (American National Standards Institute) para administración de proyectos. En este estándar se cubren los 12 principios para la administración de proyectos.
- La segunda parte es la Guía PMBOK®. Esta es la respuesta del Project Management Institute (PMI), a través de 8 dominios. Las cuales se explican a continuación en la figura 6, principios y desempeño de la dirección de proyectos, según el PMBOK 7ma edición.

Figura 6

Principios y desempeño de la dirección de proyectos, según el PMBOK 7ma



Nota: Extraído de PMBOK 7ma edición & Project Management Institute (2021) p. 5.

Los 12 principios de la guía del PMBOK® 7.

1. Administración – atención

Según Estruga (2023) manifiesta que “Ser un profesional honesto, diligente, respetuoso, seguir una ética a la hora de llevar a cabo un proyecto. Además, a nivel administrativo es importante tener en cuenta el cumplimiento de regulaciones y leyes que afecten al proyecto. De esta forma, la nueva edición del PMBOK tiene en cuenta el compromiso en la dirección de proyectos.

2. Trabajo en equipo y colaboraciones

Para que un proyecto tenga éxito es importante implementar una cultura de responsabilidad y trabajo en equipo en un entorno respetuoso. Un entorno colaborativo servirá para mejorar las habilidades y conocimientos profesionales de todos los integrantes.

3. Interesados

No solamente es importante gestionar a las partes interesadas en el proyecto o Stakeholders, también es importante involucrarlas de forma activa para dar un valor añadido al Project Management.

4. Entrega de valor

Es importante evaluar de forma continua el proyecto y realizar los cambios y modificaciones necesarias para lograr cumplir con los objetivos del proyecto.

5. Pensamiento holístico

Si se aplica una visión holística que va más allá del proyecto, teniendo en cuenta todos los sistemas que interactúan, tanto dentro como fuera de la organización, será posible mejorar todo el proceso. Además, este tipo de pensamiento también sirve para evitar o prevenir posibles riesgos o problemas.

6. Liderazgo

Motivar, influir y acompañar a todos los integrantes del equipo, ser uno más y fomentar el aprendizaje de todos los integrantes servirá para lograr los mejores resultados.

7. Tailoring

Personalizar el proyecto según las circunstancias únicas que lo rodean, entendiendo que cada uno al que se dirija será diferente. Los objetivos, los equipos, los interesados, la administración, etc. Todo será único cada vez que se lleve a cabo un proyecto.

8. Calidad

Aseguramiento de la calidad desde el inicio hasta el final del proceso, para que el resultado final sea excelente.

9. Complejidad

Los proyectos no son fáciles, son procesos complejos y es importante para un buen Project Manager ser capaz de optimizar las oportunidades y reducir al máximo las posibles amenazas.

10. Riesgo

Cualquier proceso o actividad dentro del desarrollo de un proyecto tiene un riesgo. Un buen gestor de proyectos debe ser capaz de minimizar su impacto al máximo.

11. Adaptabilidad y resiliencia

Es importante saber responder a los diferentes cambios del entorno y poder adaptarse al máximo a los nuevos contextos para poder llevar a cabo el proyecto con éxito.

12. Cambio

Es importante adaptarse a los cambios, llevando a cabo una transición del presente hacia nuevas situaciones, llevando a cabo un proceso de evolución. Quedarse estancado es, a corto y largo plazo, negativo para el proyecto.”

Los 8 dominios de la guía del PMBOK® 7.

Según Cagua (2021), los 8 dominios de la guía del PMBOK® 7 son:

“Equipo: Se ocupa de las actividades y funciones asociadas con las personas responsables de producir los entregables del proyecto que hacen realidad los resultados de negocio. Todos los miembros del equipo demuestran liderazgo aplicable y otras habilidades interpersonales.

Interesados: Tiene en cuenta las actividades y funciones asociadas con los interesados

Procura establecer una relación de trabajo productiva con los interesados a lo largo del proyecto. Establece acuerdo de los interesados con los objetivos del proyecto. Los interesados que son beneficiarios del proyecto brindan apoyo y están satisfechos. Los interesados que pueden oponerse no afectan negativamente al resultado del proyecto.

Enfoque de desarrollo y ciclo de vida: Tiene en cuenta las actividades y funciones asociadas con el enfoque de desarrollo, la cadencia y las fases del ciclo de vida del proyecto.

Realiza enfoques de desarrollo consistentes a los entregables del proyecto. Ciclo de vida del proyecto consistente en fases, conecta valor negocio/interesados. Ciclo de vida del proyecto con fases que facilitan la cadencia de entrega y el enfoque de desarrollo necesarios para elaborar los entregables del proyecto.

Planificación: Tiene en cuenta las actividades y funciones asociadas con la organización, coordinaciones necesarias para la entrega de los elementos entregables y resultados del proyecto. El proyecto avance de manera organizada, coordinada y deliberada. Que se realice enfoque holístico para entregar los resultados del proyecto.

Se elabora información evolutiva para obtener los entregables y resultados deseados.

Trabajo del proyecto: Tiene en cuenta las actividades y funciones asociadas con el establecimiento de los procesos del proyecto, la gestión de recursos físicos y fomentar un entorno de aprendizaje. Que se tenga un desempeño eficiente del proyecto. Que se tenga una gestión eficiente de recursos físicos. Que haya una comunicación adecuada con los interesados. Gestión eficaz de las adquisiciones. Procesos de proyecto apropiados para el proyecto y el entorno. Capacidad mejorada del equipo por el aprendizaje continuo y la mejora de proceso.

Entrega: Tiene en cuenta las actividades y funciones asociadas con la entrega del alcance y la calidad. Los proyectos contribuyen a los objetivos de negocio y al avance

de la estrategia. Los proyectos materialicen los resultados para los que fueron iniciados. Que los beneficios del proyecto se obtengan en el plazo en que se planificaron.

Que el equipo de proyecto tenga una clara comprensión de los requisitos. Que los interesados acepten y estén satisfechos con los entregables del proyecto.

Medición: Tiene en cuenta las actividades y funciones asociadas con la evaluación del desempeño de los proyectos y la adopción de medidas apropiadas mantenerlos aceptables.

Que se tenga comprensión del estado proyecto. Que se tenga datos procesables para toma de decisiones. La realización de las acciones oportunas/apropiadas para mantener el desempeño de acuerdo con el plan. Lograr objetivos y generar valor de negocio mediante la toma de decisiones informadas y oportunas basadas en pronósticos/evaluaciones confiables.

Incertidumbre: Se ocupa las actividades y funciones asociadas el riesgo y la incertidumbre concienciación del entorno en el que se producen los proyectos (técnico, social, etc.). Exploración proactiva y respuesta a la incertidumbre. Concienciación de la interdependencia de múltiples variables en el proyecto. Capacidad de anticipar amenazas/oportunidades y comprender las consecuencias. Entrega de proyectos con poco o ningún impacto negativo por eventos imprevistos. Aprovechar oportunidades para mejorar el desempeño y resultados del proyecto. Reservas de cronograma/costos utilizados de manera efectiva para los objetivos”.

2.2.1.3. Contratos EPC (Engineering, Procurement and Construction)

Para Medina (2020), “los contratos EPC son un tipo de contratos de diseño y construcción en los que, como lo indican sus siglas en inglés, en líneas generales, el contratista es responsable del desarrollo de la ingeniería, las adquisiciones o contrataciones necesarias para el proyecto y la construcción de la infraestructura. Este tipo de contratos se utilizan para importantes proyectos petroquímicos, energéticos, mineros, entre otros.

El contratista EPC contratará a los subcontratistas que sean necesarios para ejecutar sus obligaciones, siendo el único responsable frente al contratista de cualquier incumplimiento de estos subcontratistas, pues, como hemos mencionado, en estos contratos la responsabilidad se concentra en el contratista EPC.

Entre las principales ventajas del Contrato EPC se encuentran las siguientes:

- El propietario tiene una sola relación contractual que coordina y gestiona la relación con el contratista EPC.
- El propietario tiene al contratista EPC como único centro de imputación de responsabilidad ante incumplimientos en el proyecto, de esta manera, la responsabilidad no se diluye ni se traslapa entre diferentes contratistas.
- Normalmente el precio y cronograma son fijos.
- El contratista EPC es una empresa con experiencia y capacidad, por lo que el proyecto se ejecuta con más eficiencia.
- Existe incentivo del contratista de encontrar soluciones técnicas a menor costo, sin sacrificar la calidad.
- El contratista EPC puede garantizar la calidad y correcto funcionamiento de la obra que entrega, debido a que este ejecutó todas las actividades de esta, desde su ingeniería hasta su entrega lista para operar.

Entre las principales desventajas del Contrato EPC se encuentran las siguientes:

- Dado que el contratista asume mayores riesgos, el precio se incrementa.
- Podría existir menos mercado para seleccionar al contratista, pues se trata de proyectos importantes y bastante costosos en los que todas las obligaciones deberán ser asumidas íntegramente por un único contratista. Mientras mayor sea la complejidad y envergadura del proyecto, existirá una menor cantidad de contratistas en capacidad de ejecutarla.
- El incumplimiento del contratista tiene impacto alto en el proyecto.

- Menor control del propietario respecto del diseño y la ejecución del proyecto”.

2.2.1.4. Contratos EPCM (Engineering, Procurement and Construction Management)

Según Medina (2020) manifiesta que “En los contratos EPCM, el contratista es responsable de la ingeniería, facilite la procura y realice la gerencia del proyecto, es decir, la gestión y supervisión del proyecto. En este tipo de contratos, a diferencia del EPC, el contratista no tiene a su cargo los trabajos de construcción del proyecto. Como puede apreciarse, el contrato EPCM es una variante de la categoría del gerenciamiento de obra, teniendo la particularidad de que el contratista va a encargarse del diseño del proyecto y algunas otras actividades adicionales.

En este tipo de contratos, el propietario contrata al contratista EPCM para que administre la fase constructiva del proyecto, pero es el propietario quien se encarga de contratar a los contratistas que ejecutan las diferentes actividades de la obra, siendo el contratista solo un agente del propietario. Esto es, el contratista EPCM es un intermediario entre el propietario y los contratistas que ejecuten la obra. Como puede advertirse, en este caso no existe una única relación contractual entre el contratista y el propietario, como ocurría en el contrato EPC, sino que los trabajos de las obras serán ejecutados por varios contratistas administrados por el contratista EPCM. Así, el propietario tendrá tantas relaciones contractuales como contratistas ejecutores de la obra en el proyecto.

En este caso, el contratista EPCM no asumirá todos los riesgos de la ejecución de la obra, pues sus actividades serán de medios, al tener que ser diligente en la gestión del proyecto. Tiene una responsabilidad más limitada que en el caso de los contratos EPC. Sin embargo, dada la capacidad y experiencia del contratista EPCM en la administración de proyectos de construcción, su intervención permitirá el ahorro de tiempo y dinero, así como una correcta dirección técnica del proyecto.

Cabe precisar que, en este caso, si bien existe un gran número de contratistas y subcontratistas que intervienen en la ejecución del proyecto, el contratista EPCM, al ser solo un agente, no asume directamente la responsabilidad por los incumplimientos de estos. Será el cliente el que se encargue de imputar responsabilidad y reclamar incumplimientos a cada uno de estos contratistas, por ser

quien tiene vínculo obligacional con estos, respecto del cual el contratista EPCM es solo un tercero.

Entre las principales ventajas de los contratos EPCM tenemos las siguientes:

- Se reduce el impacto del riesgo de incumplimiento del contratista. Ello, debido a que, a diferencia de lo que ocurre en los contratos EPC, aquí la responsabilidad por la ejecución del proyecto no se concentra en un único contratista, sino en varios que son administrados por el contratista EPCM. De esta manera, si alguno de dichos contratistas incumple sus obligaciones, el impacto no será tan grande como ocurriría en el contrato EPC.
- Se obtiene una gestión especializada del proyecto, administrando mejor a los diferentes contratistas que participan en la ejecución de este.
- El propietario tiene mayor flexibilidad para conseguir contratistas en el mercado, al no tener que encontrar a un único contratista con la capacidad técnica y económica para asumir la totalidad del proyecto, como ocurre en los contratos EPC.

Entre las principales desventajas de los contratos EPCM se encuentran las siguientes:

- Toda vez que el contratista EPCM es un agente del propietario, corresponde a este último ejecutar los diferentes contratos con los contratistas que intervienen en el proyecto.
- La responsabilidad se diluye. El cliente deberá determinar, ante un incumplimiento, a qué contratista corresponde imputar la responsabilidad e iniciar las acciones correspondientes contra este.
- Mayor dificultad en demostrar fehacientemente en todos los casos que el contratista EPCM, como agente, ha incurrido en responsabilidad por el incumplimiento de su obligación de gestionar el proyecto, así como de diferenciar esta responsabilidad de la de los demás contratistas que incurrieron en incumplimiento.

- Se requiere mayor involucramiento y trabajo del propietario, pues este juega un rol activo al ser quien tiene la relación contractual con todos los distintos contratistas que ejecutan las diferentes actividades del proyecto.
- El contratista EPCM no puede asegurar que el precio y los plazos del proyecto”

2.2.1.5. Metodología Front – End- Loading (FEL)

“La metodología FEL (Front-End Loading), es una metodología que consiste en un conjunto de procesos para el desarrollo de proyectos de inversión, basados en la consideración gradual y comprensiva de todos los factores claves que permitan traducir la estrategia de una compañía en un proyecto clave. Esta metodología se basa en el concepto de portones de aprobación, donde en cada portón se aprueba, o no, el pase a la siguiente etapa; se aplica a la gestión de proyectos de inversión para reducir costos, mejorar el proceso de toma de decisiones y mantener el proyecto alineado con la línea base, ya que cada fase, antes de ser iniciada, debe estar planificada y aprobada.

El concepto de los portones abiertos consiste en que, para avanzar al siguiente pasillo, primero debe cerrarse el portón previo. El uso de esta metodología por las grandes corporaciones de energía es porque genera grandes ahorros, pues permite mantener el proyecto alineado con la línea base, reduce los riesgos y asegura que cada fase preliminar sea debidamente planificada y aprobada antes de ser iniciada la fase de ejecución.

El término Front-End Loading, fue acuñado inicialmente la compañía DuPont en 1987, y usado de forma generalizada por las industrias químicas, refinerías y gas. A partir de un trabajo de benchmarking desde 1993 hasta 2003, y sobre la base de la experiencia en varias empresas consultadas que usaban la definición y desarrollo para sus proyectos.

La Independent Project Analysis Inc. (IPA), denominó ciclo FEL (Front End Loading) a las fases de la metodología para la definición del proyecto, mientras que al otro grupo de fases para la implantación las denominó ciclo EPCC (Engineering, Procurement, Construction, Commissioning – Ingeniería, Procura, Construcción y Puesta en Marcha), siendo la fase de Operación la última fase. La metodología FEL

fue presentada por la IPA Inc. en las 30va y 32va Annual Engineering & Construction Contracting Conference, en los años 1998 y 2000 respectivamente.

FEL 1: Esta primera etapa es conocida como la fase de identificación de la oportunidad, sirve para validar la oportunidad del negocio y se basa en estudios de factibilidad técnico-económicos.

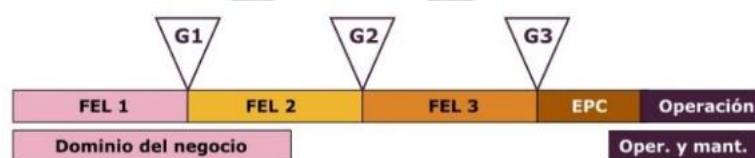
FEL 2: Conocida como la fase de proyecto conceptual, es la etapa en la que se inicia el planeamiento del proyecto a fin de seleccionar una alternativa y avanzar en las definiciones de esta.

FEL 3: La última etapa, llamada también fase de proyecto básico, consiste en el desarrollo detallado del alcance, se elabora la ingeniería básica, se crea el plan de ejecución, la formación del equipo y la estructura necesaria, y la estimación final de las inversiones, con un margen mínimo de error. Una vez culminada esta fase ya se cuenta con un nivel de detalle de la inversión suficiente como para solicitar el financiamiento de las obras para su implantación.

Fase de ejecución: Luego de completar las tres fases, se procede a la ejecución del proyecto, considerando la ingeniería de detalle, la construcción y el montaje. Es la fase en la que más tiempo y dinero se invierten (representa más del 80% de la inversión), y su éxito en parte queda determinado por la calidad de las fases anteriores.

Figura 7

Etapas del Método FEL - IPA



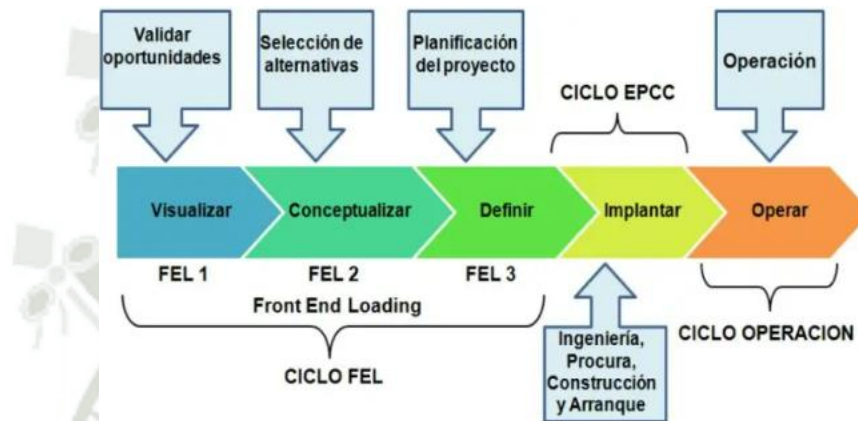
Nota: Extraído de artículo de abfreddy.wordpress.com

Las fases de la metodología FEL, mostradas en la figura 7, etapas del método FEL -IPA, también son conocidas como: Fase de visualización (identificación de oportunidades), Fase de conceptualización (selección de alternativas), y fase de definición (planificación del proyecto). El producto del proceso FEL, es el paquete

de las bases de diseño de requisitos particulares para soportar la implantación de un proyecto o ciclo EPCC.

Figura 8

Diagrama del ciclo FEL-EPCC-Operación



Nota: Extraído de artículo de abfreddy.wordpress.com

Como se puede visualizar en la figura 8, diagrama del ciclo FEL-EPCC-Operación. La IPA Inc. también define tres fases de ingeniería que denomina FEED (Front End Engineering Development), como: Ingeniería conceptual (fase de conceptualización), ingeniería básica (fase de definición), ingeniería de detalle (fase de ingeniería). Solo las fases de ingeniería conceptual y la de ingeniería básica, están presentes en el ciclo FEL; (FEL 2 y FEL 3, respectivamente), la fase de ingeniería de detalle pertenece al ciclo EPCC.

Cada fase de procesos, antes de ser iniciada, debe estar correctamente planificada, y su fase anterior auditada y aprobada. Cada una debe cumplir una serie de actividades y puntos de verificación y control, y así obtener la correspondiente autorización de los niveles de autoridad de la organización, antes de avanzar a la siguiente fase de procesos y comprometer recursos del proyecto. En cada una de las fases se van incorporando elementos de información y análisis, que permitan una mayor definición del alcance, una minimización de los riesgos e incertidumbres, así como un estimado de costos y programas de ejecución mucho más preciso.

En todas las fases antes mencionadas existen metas y objetivos muy importantes para el éxito del proyecto, entre los cuales hay algunos comunes que cabe mencionar:

- 1) Integración de funciones y requerimientos: dueño o unidad de negocios, proyectos, contratista y operaciones, de tal forma que el proyecto o la instalación cumpla con los requisitos de todos en el tiempo establecido para ello.
- 2) Construcción al más bajo costo de instalaciones de la calidad requerida, en el menor tiempo posible.
- 3) Información a los niveles decisorios del negocio que permita predecir:
 - Metas de calidad de las instalaciones y de los productos.
 - Proyecciones de culminación trabajos y de costos.
 - Comparación de costos reales con costos estimados.
 - Riesgo implícito del negocio.
 - Incremento de la rentabilidad del negocio.
 - Registro y divulgación de lecciones aprendidas

El método FEL se enfoca en las fases donde hay mayores posibilidades de mejorar la eficiencia en el proceso de ejecución.

Investigaciones realizadas a nivel internacional por el “Construction Industry Institute” (CII) de los Estados Unidos indican que desarrollar una buena etapa de definición y desarrollo (FEL) en los proyectos, basada en unas mejores prácticas de calidad, puede reducir los costos en un intervalo del 10 al 20%, si se comparan con el costo promedio de los proyectos que tienen una deficiente etapa de “definición y desarrollo”.

Está demostrado también que la “gerencia del riesgo” del negocio es la fuerza que mueve el proyecto durante las fases tempranas; las pobres definiciones de los proyectos se deben a menudo a la falla en la reducción o mitigación de los riesgos,

con los consecuentes problemas que se suscitan luego en la ejecución. En estas etapas iniciales es cuando menos podemos corregir el rumbo del proyecto, para enderezarlo sin incurrir en grandes costos y/o penalidades de tiempo.” (Sánchez, 2019)

2.2.2. Marco conceptual

2.2.2.1. Terminología

Administración de la integración del proyecto

Es una parte de la administración de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar que los elementos varios del proyecto están adecuadamente coordinados. Y consiste en desarrollo del plan del proyecto, ejecución del plan de proyecto y control de cambios general.

Alcance

Es el trabajo que tiene que ser hecho para entregar los resultados planteados. Se refiere a los requerimientos a satisfacer en el proyecto.

Aseguramiento de calidad

Es el proceso sistemático de revisión de un procedimiento, producto o sistema apoyado por normas o estándares que establecen los niveles de eficacia.

Cambio

Diferencia en un valor o un acontecimiento previsto. Los cambios más significativos de la gerencia de proyecto se relacionan con la definición del alcance, la disponibilidad de recursos, el horario y el presupuesto.

Control de cambio

Consiste en hacer la identificación, documentación, aprobación o rechazo, así como la inspección de las modificaciones en las líneas base de un proyecto.

Costo real del trabajo realizado (CRTR)

Los costos totales incurridos (directos e indirectos) en la realización de trabajo durante un período de tiempo determinado.

Costo real (AC)

Costos totales incurridos y registrados para llevar a cabo un trabajo realizado en un período determinado para una actividad del cronograma o componente de la estructura de desglose del trabajo. En ocasiones, los costos reales pueden ser horas de mano de obra directa únicamente, costos directos únicamente o todos los costos, incluidos los costos indirectos. También se le conoce como el costo real del trabajo realizado.

Cuantificación de riesgo

Consiste en evaluar la probabilidad de la ocurrencia de eventos de riesgo y sus efectos.

Curva-S

Muestra gráfica de acumulados de costos, horas hombre, u otras cantidades, graficadas contra tiempo. El nombre se deriva de forma de "S" de la curva producida en un proyecto que comienza lentamente, se acelera y luego decae.

Dirección de proyectos

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este. "Es la aplicación e integración adecuadas de los 49 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco grupos de procesos. De su definición se puede deducir algunas de las peculiaridades que determinan a este proceso, como los elementos que intervienen o su carácter dinámico.

Equipo del proyecto

El equipo del proyecto incluye al director del proyecto, al personal de dirección del proyecto y a otros miembros del equipo que desarrollan el trabajo, pero que no

necesariamente participan en la dirección del proyecto. Este equipo está compuesto por individuos procedentes de diferentes grupos, con conocimientos en una materia específica o con un conjunto de habilidades específicas para llevar a cabo el trabajo del proyecto. La estructura y las características de un equipo de proyecto pueden variar ampliamente, pero una constante es el rol del director del proyecto como líder del equipo, independientemente de la autoridad que éste pueda tener sobre sus miembros.

Ejecución del plan de proyecto

Llevar a cabo el plan del proyecto al ejecutar las actividades incluidas en el.

Estructura de desglose del riesgo

Es una representación jerárquica de los eventos inciertos, los cuales son identificados y ordenados por categoría de riesgo y subcategoría, reconociendo las distintas áreas y causas de probables riesgos.

Estructura desglosada de trabajo (WBS)

Agrupamiento orientado a entregables de componentes, que organiza y define el alcance total del proyecto. El trabajo que no esté considerado en el WBS (Work Breakdown Structure) se considera fuera del alcance del proyecto. Cada elemento en el WBS generalmente es asignado a un identificador único. Este identificador puede proveer una estructura para la sumatoria jerárquica de recursos de costos. Debe de usarse para verificar el trabajo del proyecto.

Gestión de proyectos

La guía de los fundamentos de la gestión de proyectos (PMBOK guía – sexta edición) establece que un proyecto puede considerarse como "aquella actividad temporal que se realiza para desarrollar un producto, servicio o resultado único". También dice que "a través de la creación de entregables, se ponen en marcha iniciativas para alcanzar objetivos.

Hitos o Milestones

Eventos significativos o de trascendencia en el proyecto, generalmente la terminación de un entregable principal del proyecto.

Juicio de expertos

Es un criterio que se otorga fundamentado en la experiencia dentro de un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, entre otras.

Lecciones aprendidas

Es lo que se asimila durante un proyecto y estas enseñanzas pueden ser identificadas en cualquier momento del proyecto. Para que éstas queden aprendidas han de registrarse como una base de conocimiento para que pueda ser revisada y estudiada en ocasiones futuras.

Línea Base

El plan original (para un proyecto, para un paquete de trabajo, o una actividad), presentado más o menos con los cambios autorizados.

Límite de batería

Se hace referencia a los puntos límites de alcances distintos suministradores o sistemas.

Matriz de probabilidad e impacto

Es una forma usual de establecer si un riesgo se califica bajo, intermedio o elevado a través de la mezcla de las dos dimensiones de un riesgo: su posibilidad de que suceda y su impacto en los objetivos, si el riesgo llegase a ocurrir.

- No se incrementarán respecto del presupuesto y cronograma previstos.

Megaproyecto

Es un proyecto de inversión a escala muy grande, generalmente con costo que sobrepasan los \$25 millones, atraen la atención del público por los impactos en comunidades, medio ambiente y economía. Tienen como principales características que exigen grandes recursos físico y financieros, generalmente son en climas hostiles, tienen una infraestructura básica inadecuada, sus matrices de comunicación son complicadas, diversas áreas funcionales, varios contratistas, elevados riesgos, alta

frecuencia de cambio de personal, difícil clima regulatorio para licencias medioambientales.

Paquete de trabajo

Entrega al nivel más bajo de la estructura de desglose de trabajo. Se puede dividir en actividades.

Proyecto

Es un esfuerzo temporal que se emprende con el objetivo de crear un producto o servicio único. Una iniciativa de este tipo requiere de una planificación, orientada al largo plazo, donde se diseñe el modo en que se utilizarán los recursos de la organización para alcanzar las metas planteadas. En este sentido, puede determinarse que todo proyecto tiene un principio y un final, recursos definidos y unos objetivos. Proyectos medianos tienen una inversión entre \$10 a \$ 25 millones. Proyectos pequeños son aquellos con menos de \$ 10 millones de inversión.

Precomisionamiento

Conjunto de actividades de inspección de pruebas y ensayos sin energía o fluido del proceso.

Reserva para contingencias

La cantidad de fondos, presupuesto o tiempo, que supera la estimación y que serán utilizados para la reducción de riesgos de sobrecoste de los objetivos del proyecto, la cual será presentada dentro de un nivel aceptable para la organización.

Ruta crítica

Son las actividades que determinan la terminación temprana del proyecto en un diagrama de red de proyecto, esta ruta se modifica durante el desarrollo del proyecto, depende del término de las actividades, este se calcula regularmente para todo el proyecto, sin embargo, puede hacerse solo para una parte del proyecto.

Stakeholder

Término utilizado por primera vez por R. E. Freeman, para referirse a quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa. Estos grupos o individuos son los interesados "Stakeholders", que según Freeman deben ser considerados como un elemento esencial en la planeación estratégica de negocios.

Subproyecto

Es una parte más reducida del proyecto general, la cual se genera al fragmentar un proyecto en componentes más fáciles de administrar.

Valor planificado

El importe autorizado asignado al trabajo planificado que debe ejecutarse en cuanto a una actividad del cronograma o componente de la estructura de desglose del trabajo.

Verificación del alcance

Proceso para asegurarse de que todos los entregables del proyecto se terminarán satisfactoriamente. Está relacionado directamente con la aceptación de los resultados del proyecto por el cliente.

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROYECTO

El presente capítulo contiene el diagnóstico realizado a la gestión de integración basado en las buenas prácticas del guía PMBOK y metodología FEL de un megaproyecto minero, este tiene como finalidad la construcción de una línea de agua fresca y estaciones de bombeo, para la operación de la planta concentradora de mineral.

El levantamiento de información tuvo como objetivo identificar como se desarrolló el proyecto desde el inicio hasta su cierre del proyecto, y a la vez la respuesta del equipo de proyecto ante los posibles problemas que siempre existen en megaproyectos como el que describimos en el presente capítulo.

La evaluación del proyecto se ha realizado en cinco partes como se va a desarrollar a continuación:

En la primera parte se encuentra una breve descripción de la empresa encargada de la supervisión, puesto que este proyecto se trabajó bajo la modalidad de contrato EPCM.

En la segunda parte se realizará la descripción de los antecedentes del proyecto en su totalidad. En la tercera parte se desarrollará la descripción del caso estudio para efecto de esta tesis será del subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo. Posteriormente, se describirá el gerenciamiento de construcción basada en la guía de buenas prácticas PMBOK y como complemento para algunos procesos la metodología FEL.

Como cuarta parte se realizará el análisis de la situación actual del proyecto en el proceso de monitoreo y control. Por último, se desarrollará un diagnóstico de la situación actual con los hallazgos más importante identificados los cuales se ha obtenido de recopilación de información del proyecto durante esta gestión, con el fin de revisar como afectan los objetivos principales del proyecto, estos vinculados a la gestión de integración como son el alcance, costo, tiempo y calidad del proyecto.

3.1. Descripción de la Empresa

La empresa evaluada en este capítulo esta encargada de supervisar el contrato y la construcción del megaproyecto minero es una empresa multinacional estadounidense

de ingeniería, procura, fabricación, construcción y mantenimiento con sede en Estados Unidos.

Brinda servicios a través de sus subsidiarias en cuatro áreas: petróleo y gas, la gestión de proyectos a clientes en diversas industrias en el mundo entero y energía, industrial e infraestructura. Es una empresa de ingeniería y construcción se encuentra clasificada como una de la compañía más grande de construcción.

Es una empresa que no solo se enfoca en proyectos inmensos y desafiantes. Creció rápidamente mediante la construcción de refinerías de petróleo, oleoductos y otras instalaciones para la industria del petróleo y gas, primero en California y luego en Medio Oriente y a nivel mundial.

3.1.1. Organización

La empresa de supervisión es una organización líder en el mundo de ingeniería, construcción y empresa de servicios de mantenimiento. Se ha hecho un líder confiable en el negocio global proporcionando la maestría excepcional y el conocimiento técnico a través de cada fase de un proyecto.

Tiene más de 35,000 empleados en más de 25 países a través de los cinco continentes (Echevarría, 2009), Muchas de las operaciones están ubicadas cerca de los recursos naturales, como uranio en Canadá, reservas de petróleo en el Medio Oriente y minas en Australia.

3.1.2. Proyectos Principales

Construyo refinerías en Texas, así como oleoductos y estaciones de compresión desde Panhandle, Texas, hasta Indianápolis.

2007 construyo la modernización de la fundación y refinería de Ilo su alcance fue la ingeniería, adquisiciones y administración de la construcción

2012 construcción de un nuevo puente Tappan Zee sobre el río Hudson.

2012 construcción de expansión mina cerro verde Arequipa Perú

2018 proyecto expansión toromocho, Morococha Minera Chinalco

2018 proyecto Quellaveco, Moquegua

3.2. Antecedentes del Proyecto

En los últimos diez años, la región sur ha tenido población migrante, las principales son Arequipa, Puno, Lima y Tacna, esto en consecuencia de las oportunidades laborales que se han generado por la inversión en proyectos mineros.

La región sur tiene un potencial para el desarrollo de proyectos mineros principalmente en la extracción de cobre. En esta región se encuentra Southern Peru Cooper, la Minera Aruntani y la empresa minera Pampa de Cobre.

Pese a que hay grandes compañías que se encuentran ejecutando proyectos o explorándolos en la zona, el nuevo megaproyecto minero tuvo conflictos con la comunidad para operar la planta concentradora, requería de 700 litros de agua por segundo. El conflicto socio-ambiental empezó en el año 2001 con un EIA que autorizaba el uso de aguas superficiales para la explotación del proyecto, no obstante con ello seguía la oposición de las organizaciones sociales así como de las autoridades, es por ello que se lleva a cabo una primera modificatoria y luego una segunda del EIA este procedimiento llegó a su fin el 2010 y es así como el proyecto tenía aprobado el EIA para la explotación del yacimiento de cobre y en febrero del 2011 se da el primer espacio de diálogo para empezar a solucionar el conflicto y después de 18 meses a mediados del 2012 se dio por terminado el proceso de diálogo que duró 18 meses. (Toro, 2021)

Aclarando el punto anterior se define que la causa principal del impedimento para el inicio de la explotación minera es el impacto negativo en el recurso hídrico y la escasez que provocaría el proceso de desviar el cauce del río Asana para dar paso a la explotación del cobre. (Huamán, 2012, pp. 52-53)

En el 2013 el ministro Jorge Merino aprobó las licencias pendientes para el inicio de la construcción del megaproyecto, El propietario del megaproyecto ya había empezado a desarrollar las inversiones preliminares.

El propietario aprobó el 26 de julio del 2018, el inicio de su fase de construcción, la cual tendrá una duración aproximadamente de 41 meses, y la primera producción de cobre se esperó en el año 2022.

En resumen, en 2001, el propietario del megaproyecto minero (Huamán, 2012) culmina el estudio de impacto ambiental y en agosto del 2018 el propietario del proyecto minero adjudica a la empresa de supervisión el desarrollo de la ingeniería, adquisición y gestión de la construcción del proyecto minero. Cabe mencionar que la empresa de supervisión ha sido responsable del desarrollo temprano de la infraestructura del sitio desde el 2014. (Bnamericas, 2018)

3.3. Descripción General del Proyecto.

El megaproyecto minero desarrollado en el sur del país tiene una sociedad en la cual interviene un socio adicional con un aporte del 40% de participación de una inversión de US\$ 5.500 Millones (Diario Gestión de Economía y Finanzas, 2018) para la explotación de cobre y molibdeno la cual tendrá una capacidad nominal de 127,500 tpd (toneladas por día), equivalente a 31 millones de toneladas al año , y serán extraídos por método de tajo abierto y la recuperación se realizará mediante el proceso de flotación estándar para producir el concentrado de cobre , con el subproducto de molibdeno (Silva, 2019, p. 25), y con ello producir 330 mil toneladas en los primeros cinco años de operación y 300 mil toneladas de cobre por año en los primeros diez. La reserva tiene una vida estimada de 30 años y de la cual se espera un retorno de inversión en un tiempo estimado de 10 años (Quispe, 2021).

El proyecto minero utilizará dos fuentes de agua superficiales ubicadas en la cuenca del río Tambo.

3.3.1. Localización Del Proyecto

El proyecto minero se ubica entre dos operaciones mineras de Southern Copper Peru, Cuajone y Toquepala, aproximadamente a 100 km al noreste de la ciudad de Tacna, 130 km de Arequipa y 90 km al noreste de la ciudad de Moquegua en el distrito de Torata, en la provincia de Mariscal Nieto, a una elevación entre los 3500 m.s.n.m. en la quebrada y la concentradora está en la quebrada de Papujune a una elevación entre 3400 y 3700 ms.n.m. El tajo se ubicará en el valle del río Asana y la planta se encuentra en una elevación de 4300 m.s.n.m. Como se muestra en la Figura 9, Mapa de localización del proyecto y Figura 10, Localización del proyecto.

Figura 9

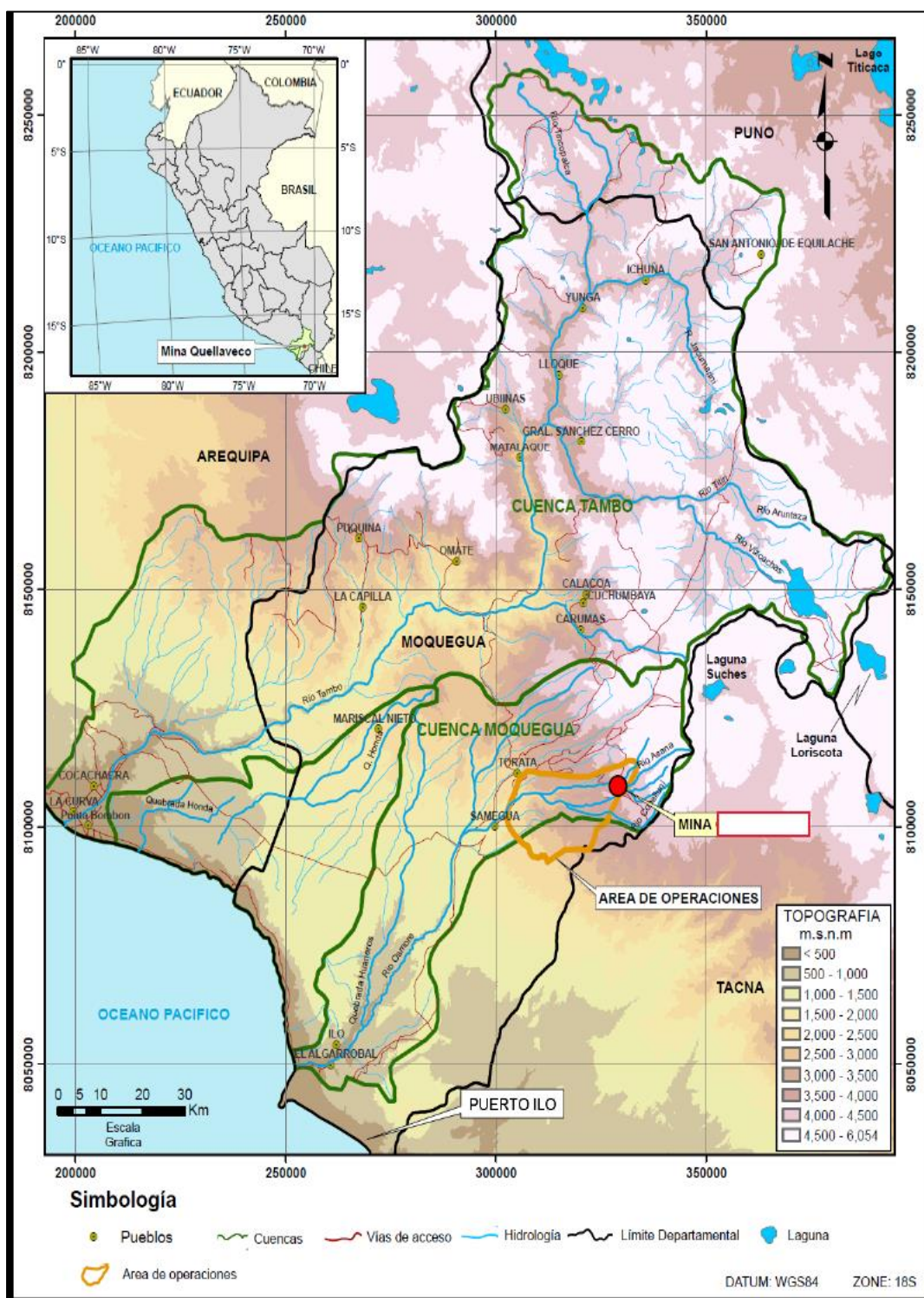
Mapa del Perú, localización del proyecto



Nota: Extraído empresa (2019)

Figura 10

Localización del proyecto



Nota: Empresa de Supervisión (2019)

3.3.2. Áreas del Proyecto

Según la EDT del proyecto se divide las principales áreas son las siguientes:

1. El área de abastecimiento de agua se inicia a 4500 m.s.n.m. zona denominada alta montaña la cual incluye la estación de toma y bombeo del río Titire que tiene agua no apta para el consumo humano por contener niveles altos de boro y arsénico, la presa Vizcachas de 60 millones de m³ y planta de bombeo de río Vizcacha que captarán excedentes de agua de lluvias y proveerá a un flujo menor de agua en temporada de bajo caudal del río Titire , la tubería de agua dulce instalada de acero al carbono con una longitud de 86 km para abastecer de agua del río a la planta de procesamiento (área 3000) en Papujune y el resto para la comunidad. (Quispe, 2021, pág. 27), el túnel de derivación del río Vizcacha y la subestación eléctrica Chilota. Esta será para efecto de la gestión en el proyecto con el nombre **Área 1000**.
2. El área de la mina incluye tajo de mina a tajo abierto se encuentra a 3500 m.s.n.m. en esta área se encuentra el chancado primario, manejo de mineral grueso, taller de mantenimiento de camiones y otros equipos, las primeras tres palas eléctricas de grandes dimensiones, barrera de desvío del río Asada, túnel de transporte de mineral grueso y camino de derivación. Se denomina **Área 2000**.
3. La planta de proceso Papujune tendrá la capacidad de procesar más de 127.5 toneladas de mineral al día (Quispe, 2021, pág. 27), incluye acopio de mineral grueso, área de molienda, planta de flotación y remolienda, planta de cal y reactivos, espesador, filtrado y almacenamiento de concentrado de cobre, espesador de relaves, subestación principal de energía de 220 kV, edificio de administración y sala de control principal. Se denomina **Área 3000**.
4. Área de disposición de relaves ubicada en Cortadera, 16 kilómetros al sureste de Papujune, incluye transporte y distribución de relaves (con dos túneles y un puente de acero), depósito de relave, depósito y recirculación de agua y línea de suministro eléctrico. Se denomina **Área 4000**.
5. Las áreas de infraestructura general incluyen: caminos principales de accesos Moquegua- Papujune, camino de Evitamiento, caminos de operación Planta Papujune – Mina e interior de planta las instalaciones correspondientes a la subestación eléctrica principal, planta de tratamiento de aguas servidas y suministro de red eléctrica de alta tensión subestación Montalvo – Papujune – construcción y campamentos permanentes y garita de control. Se denomina **área 5000**.

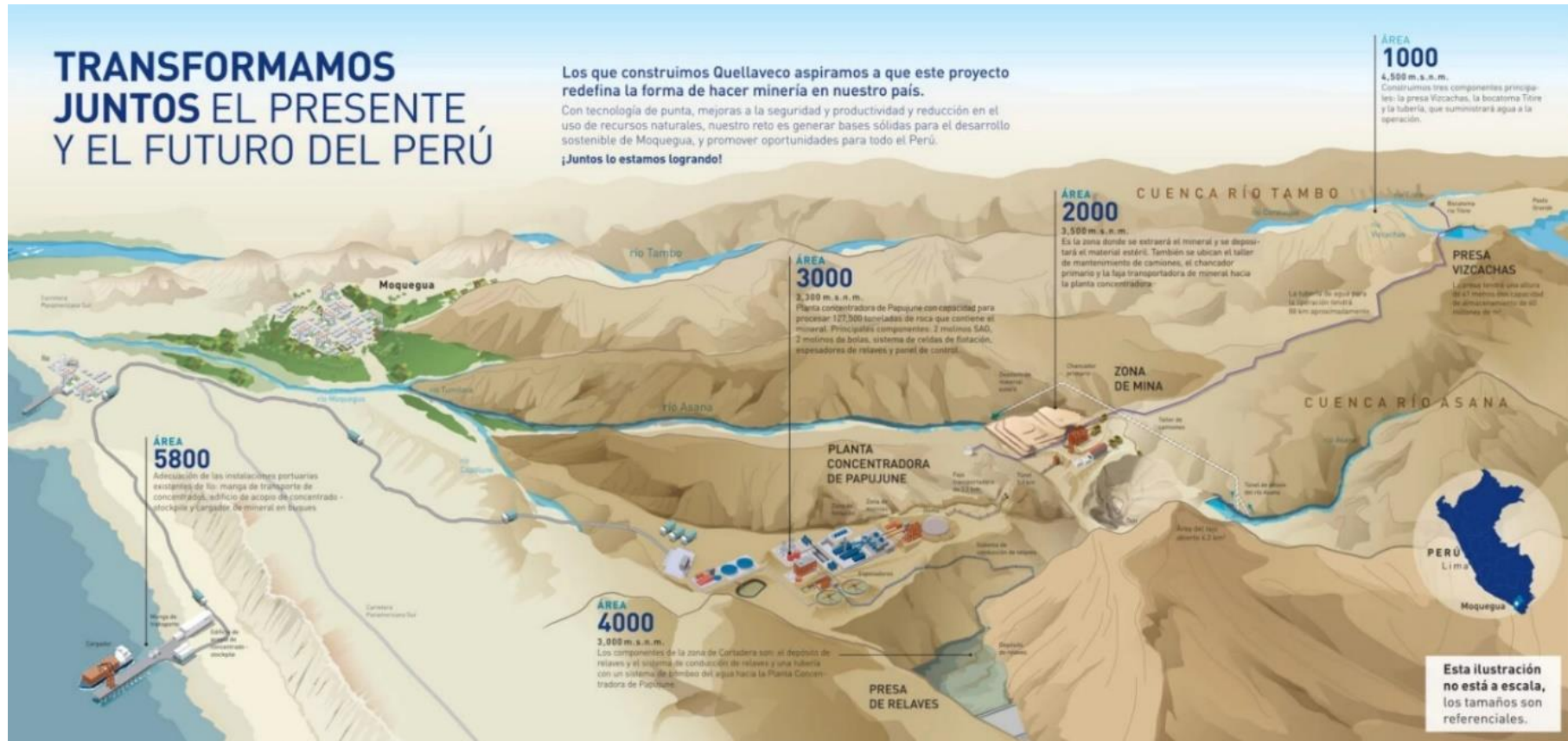
6. Instalaciones portuarias para embarque de concentrado de cobre. Las instalaciones portuarias están ubicadas junto a la central eléctrica alimentada con carbón de Engie a 25 km al sur de la ciudad de Ilo en el suroeste del Perú. Las instalaciones portuarias incluyen, estación de recepción de camiones, concentrado de almacenamiento y transportador, área de acerca e infraestructura. Se denomina **área 5800**.

Como se muestra en la Figura 11 proyecto minero y Figura 12 áreas del proyecto.



Figura 11

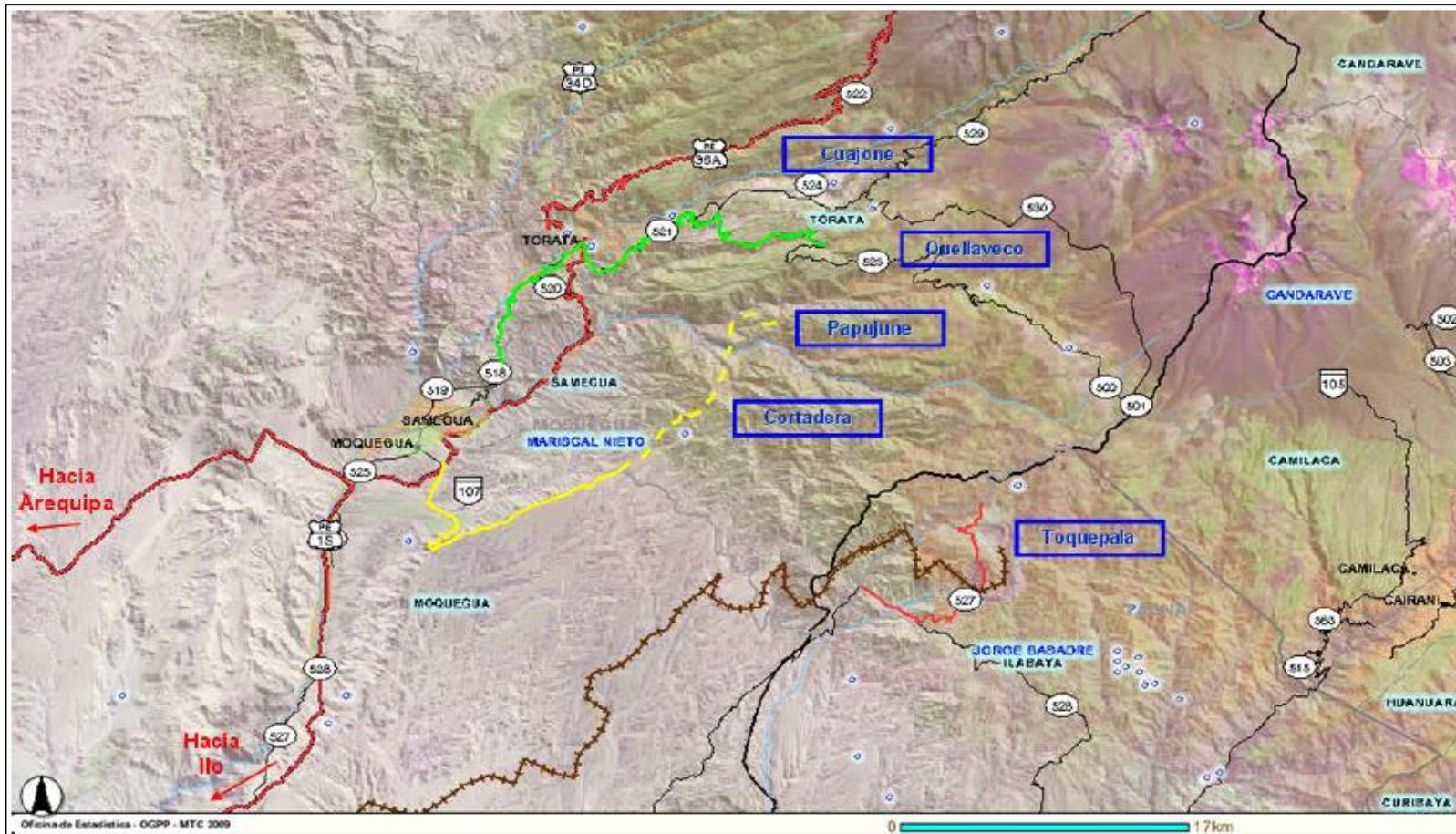
Proyecto Minero



Nota: Extraído de Anglo American

Figura 12

Áreas del proyecto minero



Nota: Extraído de www.mtc.gob.pe

3.3.2.1. Área 1000 del Proyecto Minero

Como se mencionó el megaproyecto es una mina de cobre y molibdeno de tajo abierto, dicho tajo se ubica en el valle del río Asana y las instalaciones para su procesamiento se ubicarán en la quebrada Papujune.

El megaproyecto como se ha dividido en seis áreas para su mayor control y gestión; a su vez cada área tendrá subproyectos, en adelante lo veremos en una estructura de desglose de trabajo (WBS, siglas en inglés) esta con la finalidad de controlar los entregables en cada una de las áreas.

Para efectos de este estudio describiremos el área 1000, dicha área tiene como principal propósito la captación de agua para el funcionamiento de la planta de procesamiento del mineral. La captación de agua fresca para el proceso se ubicará en los ríos Titire y Vizcachas a 4300 msnm

3.3.2.1.1. Ubicación Geográfica

Ubicada en la zona altoandina del sur, en los distritos de Carumas y San Cristóbal, provincia de Mariscal Nieto. Está al límite con el departamento de Puno aproximadamente a 1276 km de Lima (Aproximadamente a 21 horas en horas de transporte terrestre).

La zona de abastecimiento de agua está situada a 66 km en línea recta al noreste de la ciudad de Moquegua, con una altitud entre 4300 y 4500 msnm. Abarca una superficie aproximada de 63500 hectáreas.

El acceso es a través de la carretera Interoceánica Sur (vía asfaltada) que conduce a la ciudad de Puno. Se entra a través de un desvío que se encuentra aproximadamente en el kilómetro 140 de la carretera Interoceánica.

3.3.2.1.2. Sistema de Suministro de Agua

- Según lo descrito en la estructura de desglose (“Work Breakdown Structure” - WBS) del megaproyecto minero, el área 1000 corresponde a las instalaciones y obras de interés esta se denomina alta montaña, en la cual se desarrollará el sistema de suministro de agua fresca y está conformado fundamentalmente por

las siguientes áreas físicas 1120 - bocatoma Titire y estación de bombeo, 1130 – presa Vizcachas y estación de Bombeo y 1140 – línea de agua fresca a Papujune. Lo indicado se puede observar en la tabla 2, estructura de desglose (WBS) área1000.

Tabla 2

Estructura de desglose (WBS) área 1000

Nombre	Área	Descripción
General	1000	<ul style="list-style-type: none"> • Ningún equipo está incluido en el área general. Se incluye para documentos que cubren múltiples áreas
Bocatoma Titire y estación de Bombeo	1120	<ul style="list-style-type: none"> • Bocatoma Titire • Bombas Titire
Presa Vizcachas y estación de Bombeo	1130	<ul style="list-style-type: none"> • Presa Vizcachas • Bombas Vizcachas • Empalme de tubería de alimentación Titire - Vizcachas
Línea de agua fresca a Papujune	1140	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de descarga de 24" • Punto más alto Pelluta (4828 msnm) • Pipeline 28" • Estación Choke (reductores de presión) • Empalme con la existente de línea HDPE • Tubería de 8 " para alimentación del tanque • Poza de descarga Caracoles.

La operación de la planta concentradora depende del recurso hídrico proveniente del sistema de suministro de agua, donde se encuentran las afluentes autorizadas, Si bien es cierto, como se indicado el tajo se ubicará en el valle del río Asana y las instalaciones necesarias para su procesamiento, se ubicará en la quebrada Papujune.

El agua requerida para la operación de las instalaciones industriales es de 770 l/s, para su obtención se considera dos fuentes: el río Titire y el río Vizcachas. Siendo el aportante principal de agua el río Titire. Lo indicado, se puede observar en la figura 13, subproyectos área 1000.

Figura 13

Subproyectos área 1000



- **1120 – Bocatoma Titire y estación de bombeo:** Las obras de captación e impulsión de agua que alimentará la planta concentradora, ubicadas aproximadamente a una elevación de 4.300 m.s.n.m. El tránsito a estas obras obliga a moverse a altitudes mayores, para el caso de Titire, el acceso inicia a unos 5 km al sur del centro poblado de Titire, en la elevación 4.300 m.s.n.m. llegando hasta los 4.600 m.s.n.m. cerca del centro poblado de Aruntaya para luego descender hasta la presa.

La captación de agua en Titire está conformada por una bocatoma, un canal de conexión, un desarenador, estación de bombeo, subestación y sala eléctrica.

1130 – Presa y bombeo Vizcachas: El río Vizcachas es considerado la segunda fuente que aportará el complemento de agua requerida, en la cual se

construirá una presa esta se construirá en una sola etapa, tendrá una capacidad de almacenamiento de 28.5 MMC en su primera etapa y 60 MMC en su segunda etapa al nivel normal máximo de operación de 4.373,80 m.n.s.m. Desde el punto de entrega de la presa será conformada por concreto compactado con rodillo y se impulsará el agua al tanque de cerro Pelluta. De este último tanque, el agua será conducida gravitacionalmente a la planta concentradora.

La presa Vizcacha, ubicada en el río del mismo nombre, está conformada por el cuerpo de presa, sus obras conexas, estación de bombeo, subestación y sala eléctrica.

- **1140 – Línea de agua fresca y estaciones de bombeo:** La línea de agua fresca tendrá una longitud aproximada de 86 km y diámetros que varían entre 24” y 28”. El caudal de agua fresca requerida para la operación de la planta concentradora en Papujune.

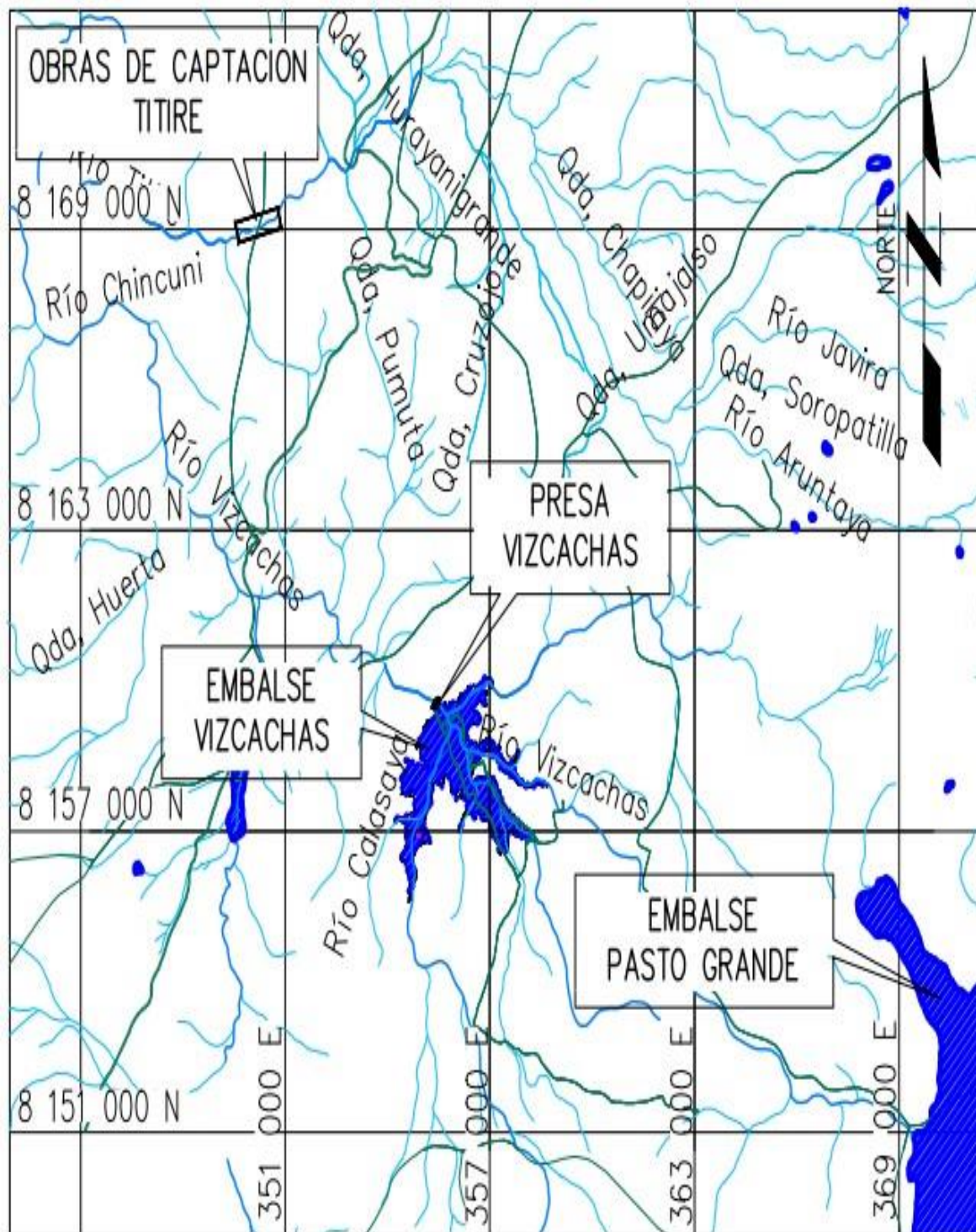
El sistema de abastecimiento de agua, la fuente prioritaria corresponderá al río Titire, mientras que la presa Vizcachas será su complemento en aquellos períodos en que el río Titire sea bajo en los meses de baja lluvia.

Un hito fundamental del proyecto es tener construidas y comisionadas las obras requeridas para presa Vizcacha para que pueda lograrse la aceptación e inicio de llenado de la presa de forma continua desde los compromisos contraídos por todos los permisos, entre ellos la descarga de agua, control y monitoreo de caudales y calidad de agua.

Como se muestra en la figura 14, ubicación de instalaciones en alta montaña y figura 15, ubicación general del proyecto.

Figura 14

Ubicación de instalaciones en alta montaña.



Nota: Extraído de la empresa de supervisión.

Figura 15

Ubicación general del proyecto



Nota: Extraído de la empresa de supervisión

3.4. Caso estudio subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo

El sistema de abastecimiento de agua que abastecerá a la planta Papujune, como se mencionó anteriormente considera dos fuentes de alimentación; los ríos Vizcacha y Titire. Se utilizarán las dos estaciones de bombeo independientes para extraer agua de ambas fuentes. Sin embargo, la principal fuente de alimentación será la estación de bombeo Titire, que se encuentra a 4342 msnm.

El uso de agua del río Vizcachas (reservorio durante temporada de lluvias) se reservará para los períodos en que el río Titire no pueda proporcionar volumen suficiente. Esta agua será almacenada en la presa Vizcacha a una altura de 4343 msnm. Desde la salida se ubicará una bocatoma por el fondo del río, la cual abastecerá a la estación de bombeo Vizcacha.

Una línea de agua fresca de 87 km de (NPS24" y NSP 28"), (NSP – Tamaño nominal de la tubería) transportará el agua desde ambas estaciones de bombeo hacia el tanque ubicado en mina y lo demás será transportado a la poza de alimentación a planta de procesos.

3.4.1. Descripción línea de agua fresca y estaciones de bombeo

La línea de agua fresca consta de una tubería de acero al carbono, la cual debido a las características del agua se le colocó un revestimiento en la parte externa e interna denominado FBE (Epoxy Adhesivo por Fusión).

La línea de agua fresca será construida dentro del límite de propiedad de la empresa. El sistema de captación de agua inicia en el río Titire principal fuente hídrica del proyecto, se realiza mediante una bocatoma. Esta captará el 770 l/s caudal que será canalizado hacia la primera estación de bombeo que tiene 05 bombas y es considerado el punto de inicio de la línea de agua fresca, KP 0+000 (KP – Kilometro de tubería) a una elevación de 4327.505 msnm y empezará a encaminar hacia la planta de procesos ubicada en el sur.

La línea de agua fresca en su instalación será enterrada a un metro (1 m) de profundidad a excepción de tres puntos principales denominados puentes (PB), el recorrido de la línea será de manera aérea, los dos primeros puentes responden a temas

ambientales de protección de bofedales y el tercer y último puente requerido para empalmar con una segunda estación.

La línea de agua fresca sigue su recorrido enterrada hasta llegar al primer puente de tubería PB 1(pipe bridge) ubicado en el KP 12+410, en este puente su recorrido será de manera aerea por 175 metros, luego vuelve a enterrarse y continua hasta el segundo puente de tubería PB2 (pipe bridge) ubicado en el KP 12+740, de igual manera de forma aerea un recorrido 65 metros, luego continua su recorrido enterrada hasta llegar a la segunda estación de bombeo Vizcachas la cual consta de 08 bombas ubicadas en KP 14+700 a una elevación de 4341.250 msnm, estas bombas son alimentadas por la presa Vizcachas, la cual capta 700 l/s caudal de agua como flujo máximo del río Vizcachas.

La línea de agua continuará su recorrido de manera aerea y siguiendo con su recorrido atraviesa el tercer puente de tubería PB 3 ubicado en KP 14+700, con una extensión de 50 metros, luego de los cuales la línea sigue su recorrido enterrada hasta llegar a la estación Pelluta considerada el punto más alto de todo el recorrido que constas de válvulas para el lanzamiento y recepción del caudal de agua ubicada en el KP 20+500 a una elevación de 4820.850 msnm.

Desde esta ubicación, la tubería aumenta de diametro de (NSP 24" a NSP 28"), esto debido a lo requerido por el calculo hidráulico. La línea de agua continuará su ruta hacia otra estación de válvulas denominada estación de cambio de diámetro ubicada en el KP 51+700 a una elevación de 4620.073 msnm.

Una vez que se alcance este punto, el diámetro de la tubería se reducirá de NPS 28" a NSP 24". El agua continuará fluyendo hacia la estación reductora de presión denominada choke station ubicada en el KP 79+700 a una elevación de 3925.940 msnm. Desde esta choke station, se hará una conexión a una tubería de Flexsteel NSP 8".

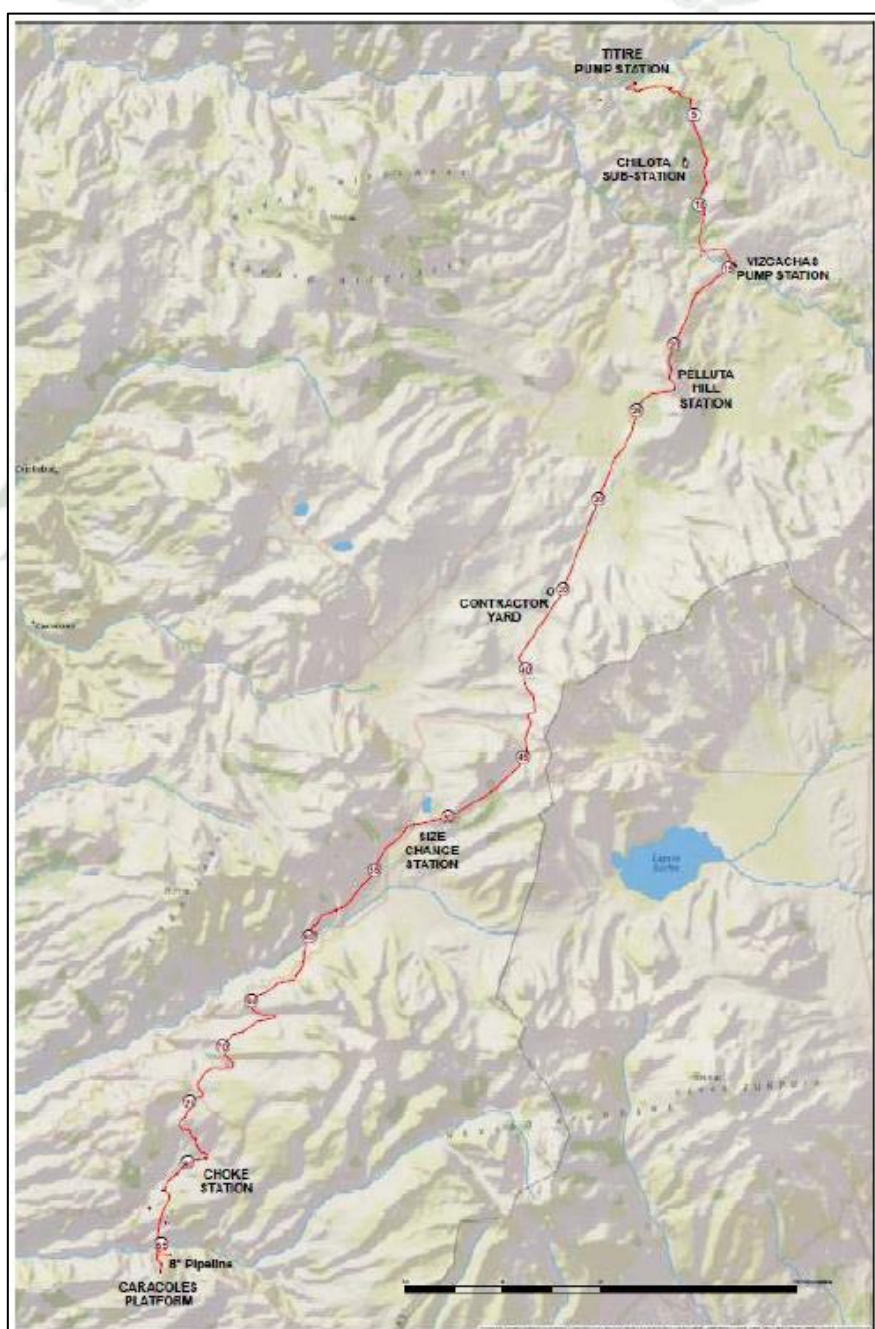
En este punto el 3% del caudal se desviará al tanque de agua contra incendio y agua fresca ubicada en chanchador primario (2910-TK-001), aproximadamente a 0.7 km de la tubería principal de transporte.

El agua remanente seguira fluyendo hacia el punto de conexión (TIE-IN 24") ubicado en KP 86+739 a una elevación de 3920.151 la cual se conectará con la tubería

HDPE existente (NSP 24") hacia la poza de alimentación de planta de procesos Papujune. A continuación se muestra en la figura 16, ruta de la tubería y instalaciones asociadas y en la figura 17, zona del proyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo. Y por último se muestra en la figura 18, diagrama de ejecución de línea de agua fresca, para una mejor ubicación espacial.

Figura 16

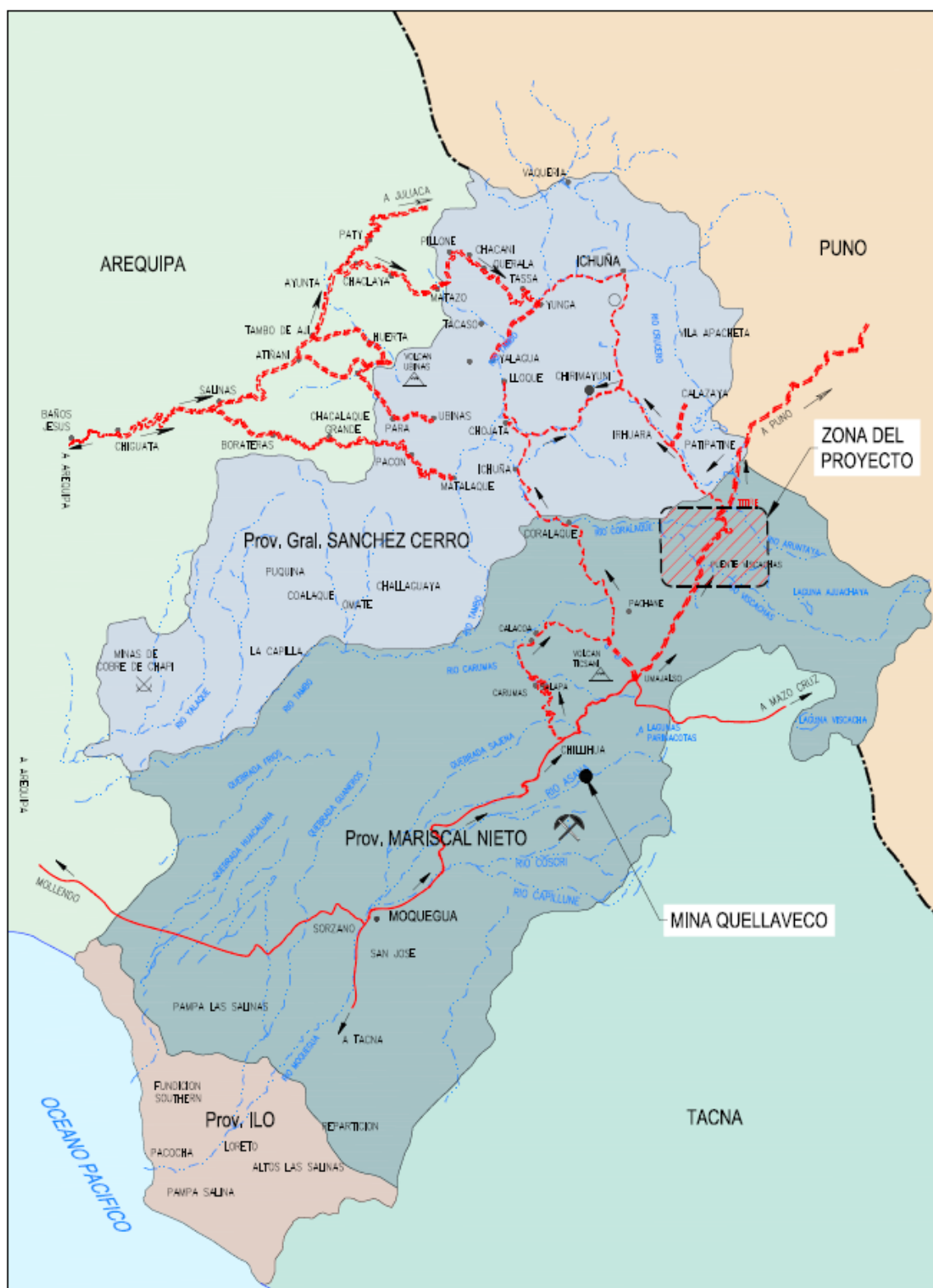
Ruta de la tubería y las instalaciones asociadas



Nota: Extraído del proyecto

Figura 17

Zona del proyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo

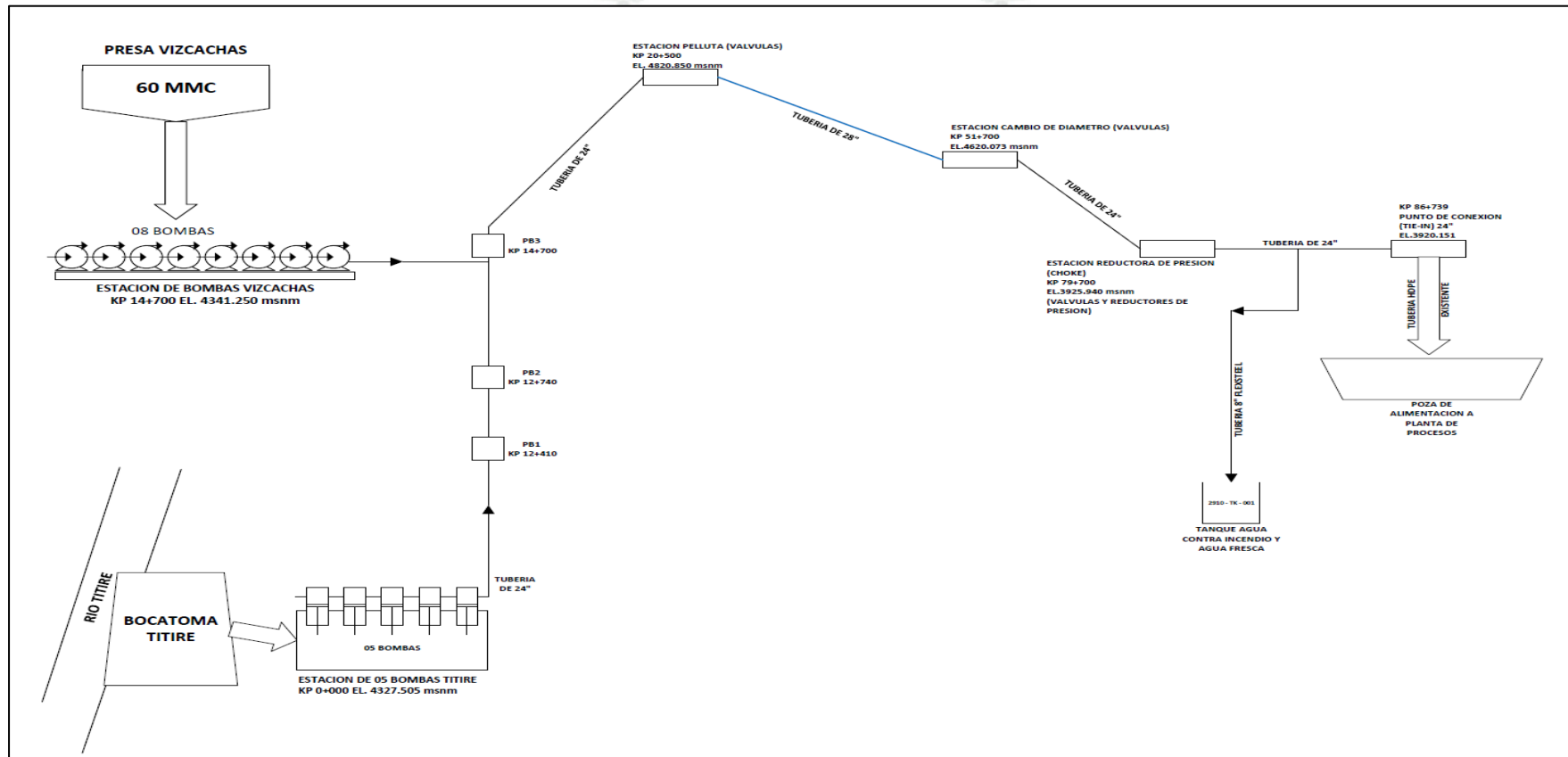


Nota: Extraído del proyecto

3.4.2. Diagrama de Ejecución de Línea de Agua Fresca

Figura 18

Diagrama de ejecución de línea de agua fresca



3.5. Gerenciamiento de Construcción del Subproyecto

La empresa de supervisión tiene establecido el uso y recomendaciones de dirección de proyectos de la guía PMBOK y metodología Front End Loading (FEL) en el desarrollo de sus proyectos, haciendo uso parcial de las dos metodologías en todos sus estándares.

A lo largo de todos los proyectos desarrollados por la supervisión ha ayudado a incrementar la eficiencia y la rentabilidad en los nuevos proyectos. Esto depende del tipo del proyecto que se adopte, ya que como sabemos cada proyecto es diferente y los equipos de proyectos bajo un plan de dirección que debe seleccionar y adoptar el enfoque que consideren apropiada para el tipo de proyecto a desarrollar.

La empresa de supervisión en sus procesos están orientados de acuerdo a cada disciplina y se encuentran estandarizados por cada área. Como sabemos según la guía del PMBOK y la metodología Front End Loading (FEL), lo aplicado por la empresa de supervisión dentro de sus estándares y los procesos de gestión dan como resultado desarrollar de manera eficaz un proyecto en todas sus fases y los ciclos del proyecto.

Es por ello que la tesis se centrará en los procesos principales de la gestión de la integración basada en el PMBOK complementados con la metodología Front End Loading, estas nos brindan la oportunidad de ver una mejora en algunos procesos que como se describirán en adelante llevan los estándares mencionados al siguiente nivel y darán un resultado óptimo.

Este megaproyecto se desarrollo bajo el tipo de contrato EPCM (Sigla en inglés Engineering, Procurement, Construction Management) traducidas literalmente al español corresponde a Ingeniería, Adquisiciones y gestión de construcción.

El megaproyecto minero fue desarrollado por la empresa de supervisión como un proyecto EPCM, debido a nivel de envergadura clasificado como un megaproyecto, con el fin de tener un mayor control sobre la construcción, con ello se puede asegurar que el proyecto se planifique y ejecute de manera eficiente. Este tipo de contrato y gerenciamiento hace responsable a la supervisión de la ingeniería, facilita la procura y realiza la gerencia del proyecto, es decir, la gestión y supervisión del proyecto.

Para este subproyecto el propietario, contrato a la empresa de supervisión para administrar la fase constructiva en la cual sea el intermediario entre el propietario y los contratistas que ejecuten la obra. La empresa de supervisión posee la capacidad, experiencia y altos estándares en la administración de proyectos de construcción lo cual podría permitir una correcta dirección técnica del proyecto.

La supervisión debe asegurarse que la ingeniería del proyecto se encuentre acorde con las especificaciones técnicas y rendimiento definidos por el propietario, posterior a ello se debe ejecutar el control, seguimiento, administración y coordinación en cada una de las fases constructivas, para que se lleve de manera correcta la ejecución de acuerdo a la ingeniería desarrollada y aprobada por el propietario.

La supervisión en la fase de construcción debe gestionar y administrar, en representación del propietario todo el proceso, así como su organización, deberá documentar cada una de las actividades para respaldar los intereses del propietario y con ello de manera oportuna asesorar a la toma de acciones que correspondan frente al contratista de construcción con el fin de conseguir el éxito del proyecto.

La supervisión, cuenta con amplios estándares basados en la metodología PMBOK y FEL la cual aplica en los proyectos gestionados a lo largo de su trayectoria y posee lecciones aprendidas de cada una de ellas.

Como se describió este megaproyecto en particular se han dividido en áreas y cada área a su vez se a dividido en subproyectos, lo cual permite manejar de manera independiente, es decir que tienen entregables lo cual facilita el seguimiento y control, cumpliendo con el alcance, costos y tiempo llamado también la triple restricción a su vez se soporta en procesos de calidad y la gestión de riesgos.

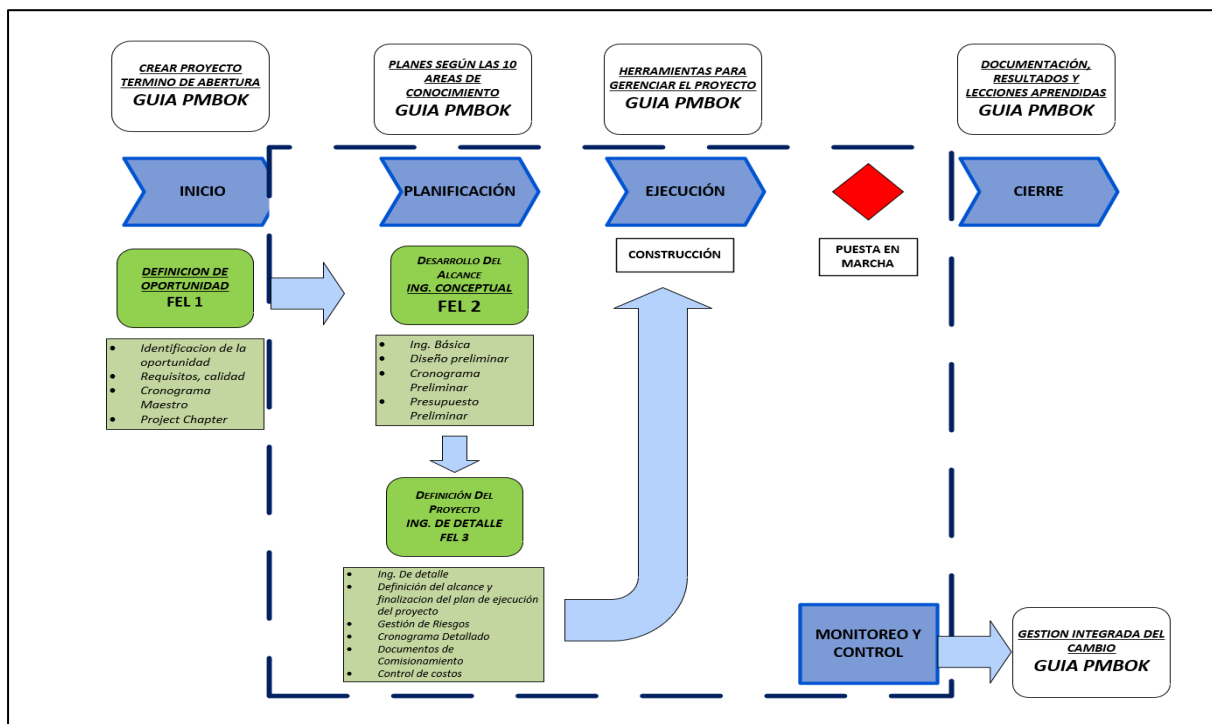
La empresa de supervisión gerenciará el megaproyecto desde su concepción, es decir desde la ingeniería básica y de factibilidad, precomisionamiento, puesta en marcha y cierre de proyecto de la planta minera.

El marco de trabajo utilizado para analizar y desarrollar una mejora en el subproyecto “línea de agua fresca y estaciones de bombeo” será la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK 6ta edición. El subproyecto se estructuro bajo estándares desarrollado por la empresa de supervisión basados en la guía

del PMBOK y complementado con procesos de la metodología Front end loading (FEL). Como se muestra en la Figura 19, integración de la metodología FEL y guía de buenas prácticas PMBOK.

Figura 19

Integración de la metodología FEL y guía de buenas prácticas PMBOK



La aplicación de la metodología PMBOK habla principalmente de la gestión de integración, la cual cumple un rol fundamental dentro de la dirección de proyectos, este rol es el de integrar cada proceso del proyecto, el cual se debe de alinear y hacer una conexión con los demás procesos a lo largo del ciclo del proyecto; por otro lado el éxito de esta gestión de integración principalmente está llevado de la mano a gestionar la interacción de todos los procesos, para así también interrelacionar sus dependencias entre cada una de ellas, sin dejar de lado ninguna, para asegurar correctamente este proceso requiere que en algunas ocasiones se repita las interacciones en algunos procesos para asegurar y alcanzar el resultado planificado.

La empresa de supervisión tiene implementados dentro de su gestión, los estándares de la guía PMBOK y la metodología FEL, como ya es de conocimiento estos estándares son reconocidos a nivel mundial, empleado en varias empresas del mundo de

la construcción y se ha comprobado que tiene buenos resultados en su aplicación en cada de los proyectos.

3.5.1. Gestión de la integración en el subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo

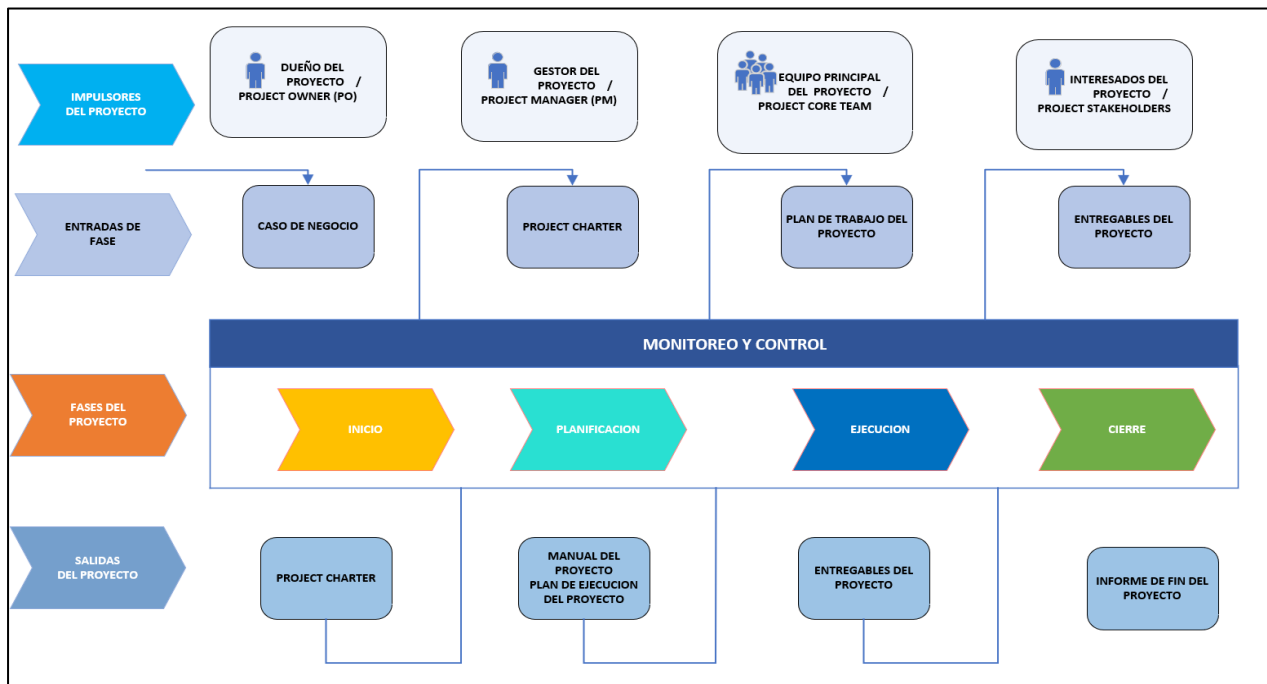
En la guía del PMBOK para la gestión de integración a través de una dirección de proyecto, se distribuye y gestiona en cinco áreas de conocimiento en un proyecto y siendo las tradicionalmente utilizadas, se ha tomado los principales procesos que intervienen para el estudio de esta tesis y el subproyecto en estudio.

Las cinco áreas de conocimiento, cada una de ellas esta relacionas con los impulsores del proyecto en este caso en el inicio, es el dueño del proyecto quien tiene como entrada principal el caso de negocio en la cual se define el propósito y la necesidad para desarrollar el proyecto y como salida se origina el project charter o el acta de constitución, durante la planificación se encuentra el gestor del proyecto, en la fase de planificación en la cual tenemos la entrada del project charter y como salida el plan de ejecución del proyecto, en la fase ejecución interactua todo el equipo de proyecto con la gestión, monitoreo y control del plan de trabajo del proyecto y en la cual se ejecuta los entregables de proyecto, y por último en el grupo de cierre, tenemos los entregables de proyectos los cuales con recepción por los interesados del proyecto, su salida es el acta de cierre o recepcion y el informe de fin del proyecto.

Es importante entender la interacción de todas las áreas de conocimiento en cada una de las fases para llevar el control , monitoreo y sobre todo la integración de toda la información para un proyecto exitoso, como se puede visualizar ,en la figura 20, diagrama de grupo de procesos.

Figura 20

Diagrama de grupo de procesos



Se pasa en definir cada una de las área relacionas con el subproyecto “línea de agua fresca y estaciones de bombeo”

- Inicio:** Se define los objetivos del proyecto, se identifican los principales interesados en este caso el propietario , la supervisión , las constratistas de construcción , luego de ello se nombra al director del proyecto o en este caso el subproyecto , el cual veremos en el organigrama del subproyecto del área 1000 en donde esta ubicada la línea de agua fresca y estaciones de bombeo, con lo cual se autoriza el inicio del proyecto mediante un acta de constitución la cual tiene como principal factor el alcance ya definido, los interesados y el EDT o WBS.
- Planificación:** Se define el alcance del proyecto, el cual es enviado por el propietario, los cuales cuenta con términos de referencia e ingeniería de detalle, con ello se definen los objetivos del proyecto y se completa el plan para la dirección del proyecto, en este plan de dirección esta incluido el plan de ejecución del servicio de construcción e instalación de la tubería de acero al carbono revestida externa e interna por FBE de 24@28” x 87 km la cual transportará agua desde la estación de bombeo Titire hasta la planta de procesos Papujune, el cual será controlado por la

empresa de supervisión y aprobado por el propietario, lo cual significa que es el medio para llevar a cabo un proyecto exitoso.

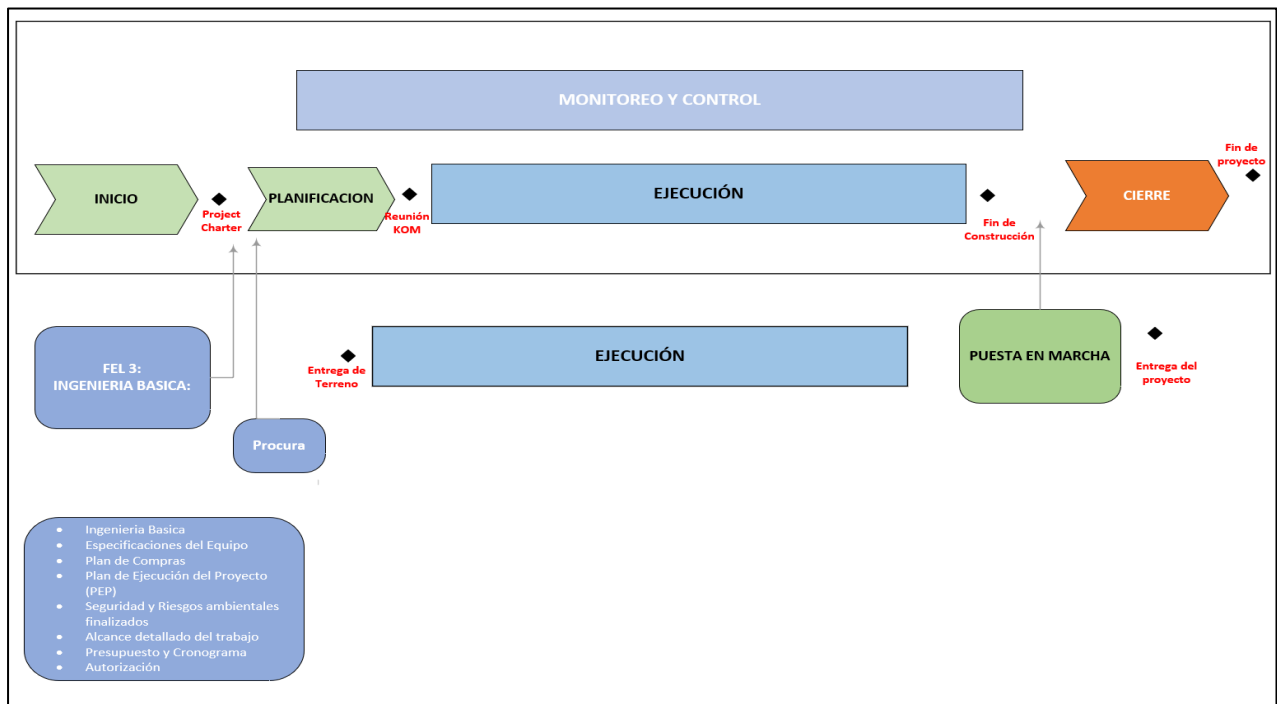
- **Ejecución:** En esta fase se da inicio a la integración de todos los recursos por parte del propietario, la empresa de supervisión, los contratistas, con la finalidad de lograr un proyecto exitoso y se respeta el cronograma contractual con el cual se da inicio a la construcción, así mismo se implementa toda la gestión, como son RFI, gestiones de cambio, procura y gestiones de calidad.
- **Seguimiento y control:** Se empieza a supervisar el avance del proyecto, en esta fase es vital aplicar acciones correctivas frente a malas prácticas, así como también estar atentos a controles en puntos críticos de construcción, de procura, revisando los procedimientos presentados y aprobados por parte de la supervisión. La última en mención se encarga de evaluar el avance diario en campo, sin dejar de lado un soporte primordial de calidad, el cual se hará a través de informes, inspecciones en puntos críticos, en base a un manual de terreno, respetando los estándares dados por la ingeniería de detalle, por otro lado se verificará el avance mediante controles de curva “s” e informes mensuales LOOKAHEAD. Una vez finalizada la construcción se hace el precomisionamiento, el cual consiste en probar en vacío sin energía la línea de agua y el comisionamiento, el cual dejará en operación la línea de agua y a su vez la planta concentradora.
- **Cierre:** Una vez finalizada la construcción y el comisionamiento se formaliza con la aceptación del entregable del proyecto por medio de carpetas Construction Release Package (siglas en inglés, CRP) las cuales se entregan al cliente con toda la documentación, esta incluye todos los protocolos de pruebas, planos aprobados finales de lo que se ha construido y documentación técnica adicional, una vez revisados forman parte del dossier de calidad.

3.5.2. Fases Del Subproyecto

La supervisión realiza las siguientes actividades para gestionar el proyecto como una EPCM y comprende cinco fases, podemos ver la interacción con la fase 3 de la metodología FEL, en donde se ve la ingeniería básica y todos los entregables que ingresan para una correcta gestión de proyectos. Como se muestra en la Figura 21, integración de las fases del proyecto con FEL3.

Figura 21

Integración de las fases del proyecto con FEL3



1. **Ingeniería Básica:** En esta fase se realiza la lista de materiales y pasar a describir detalladamente los cálculos, con ello se pueda elaborar el diseño de la línea de agua fresca (Pipeline). Para lo cual se hicieron cálculos hidráulicos, cálculos mecánicos como el factor de estrés de la tubería, hojas de datos de los equipos e instrumentación a utilizar en las estaciones de bombeo, cálculos civiles para las excavaciones y rellenos utilizados, se incluye hojas de cálculos emitidos por los software de diseño que se utilizaron.
2. **Procura:** En base a la elaboración de la ingeniería del diseño preliminar se hace el detalle y entrega de los materiales, equipos y componentes, en este caso serán materiales de piping y equipos, ambas son dos listas independiente y se toman como dos entregables de acuerdo a la ingeniería desarrollada, estas conformarán la línea de agua fresca y estaciones de bombeo. Con el listado de ambas se debe entregar las especificaciones técnicas, hojas de datos de los equipos y materiales a utilizar, se nombran algunos de ellos en el siguiente listado:
 - a. Movilización y/o desmovilización, trabajos preliminares o en su defecto obras preliminares.

- b. Limpieza general del área de trabajo.
- c. Obras civiles (creación de accesos, bermas de seguridad, canales para manejo de lluvias, etc).
- d. Obras Provisionales (oficinas, baños, comedor, campamento para el personal y almacén).
- e. Caminos de accesos provisionales.
- f. Excavaciones de zanjas y/o maquinarias para el tendido de la tubería a lo largo de los 87 km.
- g. Relleno compactado.
- h. Recomposición final.
- i. Doblado de tuberías en campo y fabricación de soportes y spools.
- j. Transporte, instalación y pruebas de tuberías.
- k. Transporte y tendido de tuberías desde almacén hasta el terreno.
- l. Soldadura de tubería.
- m. Alíneamiento, doblado, fabricación, soldadura de la tubería enterrada incluyendo en los cruces aéreos.
- n. Instalación de válvulas.
- o. Instalación de bombas en ambas estaciones de bombeo.
- p. Prueba hidrostática.
- q. Pruebas no destructivas para soldadura de las tuberías.
- r. Limpieza interior de la línea de agua.
- s. Señalización de la tubería a lo largo y el sentido de flujo , así como en las estaciones reductoras de presión.

- t. Precomisionamiento y puesta en marcha.
 - u. Completación mecánica.
 - v. Entrega final de obra.
3. **Construcción:** En base a la ingeniería , se desarrollan los procedimientos de trabajo y ejecución, de acuerdo a ellos también se desarrolla el manual de calidad los cuales contienen los protocolos y plan de puntos de inspección , en base a lo anterior se debe cumplir los pasos detallados para la instalación de los diversos componentes de piping y equipos detallados en la ingeniería para la construcción de la línea de agua fresca. Además para el desarrollo de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo se respalda en las siguientes normas:
- AWS D1.1 - Código de soldadura estructural.
 - ASME B31.3 Código para tubería de procesos.
 - ASME Sec. IX Código para la calificación de procedimientos y soldadores.
 - ASME Sec. VIII Código para la construcción de recipientes a presión.
 - API 1104 Código soldadura en línea de tuberías y facilidades relacionadas.
 - ISO 9001:2015 - Sistema de gestión de calidad.
 - Ley 29783 - Ley de seguridad y salud en el trabajo.
 - Especificaciones técnicas del proyecto.
 - ASTM A350 Standard specification for carbon and Low-Alloy Steel Forgings, Requiring.
 - Notch toughness testing for piping components.
 - Alloy-Steel and stainless steel bolting for high temperature or high pressure service.

- NACE RP0169 Standard practice-control of external corrosion on underground or submerged metallic piping systems nondestructive-examination.
 - ASTM 194 Carbon and alloy steel for bolts for high pressure or high temperature service or both.
4. **Control y seguimiento:** Durante la construcción se debe respetar los pasos señalados en los procedimientos, en esta fase se identificará cualquier desviación para su corrección sin poner en riesgo la calidad, los tiempos de entrega y los costos que esten asociados a cualquier desvío.
 5. **Puesta en Marcha:** Se harán las pruebas en vacío es decir en la etapa de precomisionamiento sin carga , una vez aprobadas las pruebas, se procede a hacer el comisionamiento las cuales consisten en pruebas con carga, en esta fase una vez culminadas las pruebas con carga se deja operando la línea hasta que alcance su capacidad total según el diseño de ingeniería. Es aquí donde se hace la entrega final de la línea, el manual de operaciones y el dossier de calidad o en su defecto para efectos de este proyecto las carpetas denominas Construction Release Package (siglas en inglés, CRP) las cuales contiene los documentos que desarrollo el contratista de construcción , la recopilación de las pruebas de calidad e incluyen los planos as built , conocido también como expediente final de obra y también las denominas Carpetas Turn Over Package (TOP), estas carpetas contiene la información técnica relevante y de gestión de las distintas etapas del proyecto, es decir la ingeniería de detalle, de construcción, el precomisionamiento y comisionamiento para documentar la puesta en marcha.

Para efectos de esta tesis solo se tomo en cuenta los siguientes procesos , ya que fueron los más criticos para efectos de esta investigación, como se muestra, en la figura 22, áreas de conocimiento aplicadas en esta tesis.

Figura 22

Áreas de conocimiento aplicadas en esta tesis

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Nota: Extraído de guía PMBOK pág. 556(2021)

Como podemos ver en la figura 22, áreas de conocimiento aplicadas en esta tesis, se esta tomando las áreas de conocimiento de alcance, tiempo, costo y calidad.

3.5.3. Grupo de Procesos

3.5.3.1. Grupo de Inicio.

En base a la guía PMBOK nos describe que el inicio de un proyecto tiene dos procesos importantes, pero para efecto de esta tesis nos centraremos en el acta de constitución.

Para un proyecto este es el punto más importante de partida ya que es aquí en este procesos donde se define el alcance inicial de todo proyecto, los recursos, los supuestos y los posibles riesgos, a su vez se nombra al director del proyecto.

En nuestro caso estudio el proyecto “línea de agua fresca y estaciones de bombeo”, el propietario ya tenía definidas las principales entradas de esta fase:

- Caso de negocio, la justificación y la necesidad de construir una línea de agua y estaciones de bombeo, que transporte los recursos hídricos hacia la planta de procesos.
- Acuerdos contractuales: los contratos, servicios con la supervisión, con el contratista de construcción, así como también acuerdos verbales y manejos con las comunidades para evitar problemas sociales.

Como salidas de este proceso se tiene lo siguiente:

- Acta de constitución del proyecto, en la cual se detalla el alcance principal, supuestos, riesgos y el monto de inversión.

En base a lo anterior descrito, y en el caso de nuestro subproyecto “línea de agua fresca y estaciones de bombeo”, esta en el acta de constitución correspondiente al área 1000, por lo cual se pondrá la justificación de la realización del subproyecto, objetivos del proyecto, límites de baterías y riesgos asociados, siendo esta información confidencial por parte del propietario.

3.5.3.1.1. Acta de Constitución del Subproyecto

Proyecto:	Instalación línea de agua fresca y estaciones de bombeo.
Empresa	La supervisión
Patrocinador Principal	El propietario
Gerente del Proyecto	L. Pajuelo – Gerente de construcción

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO

El propietario como parte de la construcción de la planta de procesamiento requiere como parte de su proceso constructivo la instalación de un sistema de abastecimiento de agua, una parte importante es la línea de agua fresca y estaciones de bombeo desde Titire hasta la planta de procesos.

La supervisión ha sido adjudicada por el propietario, a través de ella se contrato a una empresa especializada para la construcción e instalación del subproyecto “línea de agua fresca y estaciones de bombeo”.

El proyecto consiste en la instalación de una línea de agua fresca, será a través una tubería de acero al carbono de 24” @ 28”, con un revestimiento externo e interno de FBE (Epoxy Adhesivo por Fusion). Esta línea de agua tendrá una longitud de 87 km, su recorrido inicia desde la primera estación de bombeo Titire y trasladará un caudal de 770 l/s obtenidas de la bocatoma Titire, esta estación de bombas constará de 05 bombas y el fluido se empezará a encaminar hacia la planta de procesos ubicada en el sur. La línea de agua fresca en su instalación debe estar enterrada un metro de profundidad a excepción de 03 puntos principales denominado puentes, el recorrido de la línea será de manera área, los dos primeros puentes responden a temas ambientales de protección de bofedales y el tercer puente se requiere para empalmar con una segunda estación, esta ultima constará de 08 bombas que son alimentadas por la presa Vizcachas, la cual capta un flujo máximo de 700 l/s, la línea de agua continua su recorrido hasta la estación Pelluta punto más alto la cual tiene instaladas válvulas, desde esta ubicación la tubería cambiará de diametro de 24 a 28”

debido al diseño hidráulico. La línea de agua continuará su recorrido hasta la estación cambio de diámetro y en esta volverá a su diámetro inicial de 24". El flujo seguirá su camino hacia la estación reductora de presión y desde esta se hará una conexión a una tubería de 8" para hacer un desvío hacia el tanque de agua contra incendio ubicada en el chancador primario. El agua remanente seguira fluyendo hacia el punto de conexión donde se conectará con la tubería HDPE existente de 24" la cual terminará su recorrido en la poza de alimentación de planta de procesos Papujune.

ALÍNEAMIENTO DEL PROYECTO	
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA ORGANIZACIÓN	PROPÓSITO DEL PROYECTO
<p>Generar beneficio al propietario con la correcta ejecución del proyecto bajo los estándares de ingeniería y calidad, cumplimiento en plazo, costo y alcance.</p> <p>Gerenciamiento y supervisión del proyecto con el liderazgo en los servicios como una EPCM.</p>	<p>Satisfacción del cliente e incrementar el conocimiento en el desarrollo de plantas mineras con la ingeniería y gestión que nos caracteriza.</p> <p>Entrega del proyecto en tiempo para poder transportar agua hacia la planta concentradora y poder obtener el primer mineral (Firts Ore).</p>

OBJETIVO DEL PROYECTO		
Área	Objetivo	Criterio
Alcance	Construir la línea de agua fresca con las sus estaciones de bombeo para el abastecimiento de agua a la	<p>-Disponibilidad de información.</p> <p>-Profesionales expertos.</p>

	planta de procesos ubicada en Papujune.	
Cronograma	Terminar los trabajos de instalación y construcción en el tiempo planificado.	Estimación de tiempo adecuado a los trabajos, con las contingencias de acuerdo con la gestión de riesgos.
Costo	Cumplir con el presupuesto inicial pactado por el cliente para las actividades destinadas a la construcción.	Estimación de costos adecuados, incluyendo costos de no calidad.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

- Construcción de la línea de agua fresca y las estaciones de bombeo Titire y Vizcachas se construirán para el abastecimiento y con el cual pueda operar la planta de procesos en Papujune.

INTERESADOS CLAVES

- La supervisión.
- El equipo de supervisión del área 1000.
- Las autoridades de la zona sur.
- El equipo de proyecto del contratista de construcción.
- El equipo de proyecto del propietario.
- El directorio de la organización del propietario.
- Proveedores de equipos mecánicos (vendedor).
- Proveedores de materiales de piping (vendedor).
- Ministerio de energía y minas.
- Ministerio del ambiente.

CRITERIOS DE ÉXITO DEL PROYECTO	
Área	Objetivo
Técnicos	Desarrollar la construcción la línea de agua fresca con una tubería de acero al carbono en diámetros de 24"@28" con revestimiento externo e interno por el tipo de agentes corrosivos que contiene el agua y las condiciones del terreno en la cual será enterrada, se debe cumplir con los parámetros de ingeniería.
Administrativos	Las observaciones críticas y no críticas de acuerdo con los parámetros y manuales de calidad deben ser corregidos y aprobados.
Calidad	Asegurar la calidad del producto entregado, el cual debe cumplir con los requisitos y la ingeniería, así como también su funcionalidad y la entrega del proyecto, esta debe ser aprobada por la supervisión y el propietario, debe ser documentada para hacer la entrega formal y para gestiones antes el ministerio.
Comerciales	Cumplir con los puntos definidos en el contrato del proyecto.
Sociales	Reducir el impacto ambiental así como también en el aspecto social (comunidades aledañas).
REQUISITOS DE ALTO NIVEL	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de la línea de agua fresca de 87 km y estaciones de bombeo, su recorrido empieza en la estación de bombeo Titire hasta la planta de procesos Papujune. • La línea de agua cuenta con el inicio en la primera estación de bombeo Titire la cual tiene 05 bombas , luego sigue hacia la estación de bombeo Vizcachas de 08 bombas, pasa por dos estaciones de la primera en el punto más alto en Pelluta en donde hay un cambio de diametro de la tubería de 24" a 28" y luego pasará a una estación de reducción de presión donde la tubería vuelve a cambiar su diametro de 28 a 24". 	

- Soldar toda la línea en cada uno de los tramos y enterrarla a un metro de profundidad a lo largo de su recorrido , a excepción de los tres puntos en los puentes donde serán aéreos y esta sumará 290 metros de forma aérea.
- Documentación necesaria para la planificación, ejecución, monitoreo y gestión como son planos de ubicación, topografía, trazo, estudios geotécnicos, permisos, estimados de costos, planes de calidad y políticas medio ambientales.
- Solicitud de capacitaciones en seguridad y calidad.
- Normativa vigente y procedimientos.
- Los entregables deben estar entregados en los plazos establecidos contractualmente.
- Presentación de avances de actividades de forma diaria, semanal y mensual.
- Los costos no deben superar lo estimado.
- Las actividades deben ser completadas y culminadas en los tiempos estimados.
- El sistema de la línea de agua debe cumplir con el tiempo de vida útil acordado en el contrato.
- El proyecto se debe ejecutar bajo las normativas nacionales, así como las especificaciones definidas por el cliente.

DESCRIPCIÓN DE ALTO NIVEL DE PRODUCTOS/ ENTREGABLES CLAVES DEL PROYECTO:

El entregable clave del proyecto consiste en la construcción e instalación de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo. Los entregables más importantes son los siguientes:

- Planos a nivel de detalle
- Hojas de metrado, hojas de datos de los equipos y materiales.

- Modelamiento en 3D en software Navisworks.
- Criteríos de diseño, especificaciones técnicas, memorias de cálculo y memorias descriptivas.
- Soldadura de tubería, doblado de tuberías en campo y fabricación de spools.
- Montaje mecánico, pruebas hidráulicas e inspecciones.
- Revestimiento externo.
- Montaje de válvulas.
- Montaje de bombas.
- Para el precomisionamiento y comisionado la completación mecánica (paso de construcción a Precom) y la entrega final de obra (planos As Built)

RIESGOS

- Retrasos de la procura de los materiales en este caso, la llega de la tubería con el revestimiento externo e interno de FBE.
- Problemas sociales con la comunidades aledañas, lo cual puede originar bloqueos en vias de comunicación así paralizando la construcción.
- Falta de personal capacitado para soldadura, esto conlleva a retrasos en el proyecto.
- Condiciones de clima en la zona de alta montaña, puesto que todo el tiempo hay lluvias y las temperaturas son a -0°C .
- Probabilidad de derrumbes por la características del terreno ya es que es una zona montañosa con quiebres pronunciados.

SUPUESTOS

- El propietario cuenta con los permisos medioambientales correspondientes para realizar la instalación de la línea.
- La supervisión proporcionará el suministro de agua para construcción, energía, así como áreas para localizar sus oficinas, servicios y campamentos.
- La supervisión, proporcionará la información requerida para empezar el desarrollo de la construcción de la línea.
- La supervisión dará las facilidades para el ingreso y salida del personal, para que sea transportado desde los puntos de recojos en las diferentes ciudades hacia la mina a través de transporte, así como también las facilidades correspondientes para el ingreso y salida de las maquinarias y equipamiento para la implementación del proyecto.

CONDICIONES

- Los procedimientos internos de la mina, así como el régimen de trabajo o de permanencia dentro de la unidad minera, será definida por el propietario a través de la supervisión.
- Los procedimientos estarán alineados bajo los procesos que defina el propietario a través de la supervisión.
- La contratación de mano de obra calificada, será definida por el propietario, en el cual definirá cuanto personal puede ser foráneo y cuanto personal local debe de contratar para el desarrollo de sus actividades, lo cual puede crear un factor de riesgos en las actividades críticas.

RESTRICCIONES	
Factores	Descripción
Internos	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizarán los recursos humanos, equipos y maquinarias que este asignado al proyecto. -El presupuesto es una suma fija la cual no puede ser superada a la propuesta inicial. -Cualquier trabajo adicional que no esté dentro del alcance de trabajo, será presentado como un adicional al contrato de obra y el cual está aprobado solo si este es presentado por una orden de cambio. -Falta de seguimiento y control en la ejecución durante la construcción. -Falta de información técnica.
Ambientales o Externos	<ul style="list-style-type: none"> -Paralización por conflictos sociales. -Retrasos por parte de la supervisión en la aprobación y/o observación de los entregables, como planes de seguridad, calidad, procedimientos, planos y consultas, pueden generar retrasos en el desarrollo de la construcción. -Especificaciones o requerimientos por parte del propietario y/o supervisión podrían generar reprocesos, con ellos reprogramar el cronograma, incremento de mano de obra , con ello incremento de costos lo cual daría como resultados obstáculos en el desarrollo del proyecto.

HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Activity ID	HITOS	Contrato
	Adjudicación de Contrato	2/20/2019
A8590	Comienzo de Construcción	4/20/2019
A8610	Completamiento de Acueducto (Mainline)	7/6/2020
A8600	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Titire	6/15/2020
A8630	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Vizcachas	7/8/2020
A8620	Completamiento de Construcción de Apertura de Pista & Limpieza Final	7/6/2020
A8640	Completamiento de todos los trabajos	7/23/2020

PRESUPUESTO INICIAL ASIGNADO DEL PROYECTO

A partir del análisis de la funciones necesarias, trabajos a ejecutar, la calidad de los profesionales, personal calificado para la ejecución de trabajos en campo, el plazo en que se requiere la entrega del proyecto, las excepciones y los criterios de aceptación. El presupuesto asignado para el servicio asciende a la suma de **USD 90,556,605.40**.

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
A.1	MOVILIZACION	USD 4,463,856.38
A.2	DESMOVILIZACION	USD 1,674,999.34
A.3	SOPORTE DE OPERACIÓN DEL CONTRATISTA (INDIRECTO)	USD 27,751,501.49
A.4	SOPORTE DE OPERACIÓN DEL CONTRATISTA (DIRECTO)	USD 1,944,903.08
	USD	35,835,260.29
PARTE B: PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
B.1	00 CIVIL Y MOVIMIENTO DE TIERRA	USD 461,954.22
B.2	10 CONCRETO	USD 449,319.89
B.3	20 ACERO ESTRUCTURAL	USD 906,700.52
B.4	40 MAQUINAS Y EQUIPAMIENTO	USD 382,199.68
B.5	50 TUBERIAS	USD 15,977.45
B.6	55 PIPELINE	USD 38,295,503.89
B.7	60 ELECTRICIDAD	USD 1,147,870.85
B.8	70 INSTRUMENTACION Y CONTROL	USD 288,231.78
B.9	81 PINTURA Y REVESTIMIENTO	USD 149,735.02
B.10	82 AISLACION	USD 275,512.64
	USD	42,373,005.94
C.1	RESERVA DE CONTINGENCIA	USD 5,640,442.47
PARTE D: UTILIDAD		USD 84,284,057.66
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
D.1	Profit	USD 6,707,896.70
	USD	6,707,896.70
TOTAL DEL CONTRATO [PARTE A + PARTE B + PARTE C]		USD 90,556,605.40

*La reserva de contingencia se utiliza para los riesgos identificados y reserva de gestión.

3.5.4. Grupo de Planificación

3.5.4.1. Declaración del Alcance.

Construcción e instalación de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo del megaproyecto minero.

NOMBRE DEL PROYECTO
Construcción e instalación de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo del megaproyecto minero.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
ANTECEDENTES
La construcción de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo es parte fundamental para completa el sistema de abastecimiento de agua y será la encargada de transporta agua desde la principal fuente hídrica que se encuentra en Titire en la zona denominada de alta montaña hasta la planta de procesos Papujune con la llegada de agua se empieza el procesamiento del mineral y con ello lograr el primer mineral.
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO /SERVICIO
<p>Una de las necesidades primordial es construir y precomisionar la línea de agua fresca y estaciones de bombeo, esta debe cumplir con las características de diseño y especificaciones técnicas para su correcto funcionamiento.</p> <p>La línea de agua fresca y estaciones de bombeo se ejecutará en una sola fase con una longitud de 87 km , cumpliendo con normas nacionales e internacionales y sus características principales son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tubería de diametro de 24” / 28” pulgadas, enterrada bajo un metro de profundidad a excepción de tres puntos que será el montaje aéreo. • Tubería revestida externa e interna con FBE (Epoxy Adhesivo por Fusion).

- Dos estaciones de bombeo:
 - Estación de bombeo Titire de 05 bombas.
 - Estación de bombeo Vizcacha de 08 bombas.
- Estación de válvulas de lanzamiento y recepción de caudal denominada estación Pelluta el punto más alto del proyecto.
- En la estación del punto anterior aumentará el diámetro de la tubería de 24 a 28”.
- Estación de válvulas denominada estación cambio de diámetro , en esta estación se reduce el diámetro de la tubería de 28 a 24” en función a los cálculos hidráulicos.
- Estación reductora denominada Choke Station desde esta se conectará con una tubería de 8” para un tanque de agua contraincendio y agua fresca ubicada en el chancador primario.
- El agua remanente seguirá hacia la poza de alimentación de la planta de procesos.
- Trabajos civiles de excavación, estructural, relleno estructural, relleno y hormigonado.
- Instrumentación y control, montaje de instrumentos y tendido de fibra óptica.
- Construcción de campamentos: oficinas y almacenes, planta de tratamiento de agua potable, planta de tratamiento de aguas residuales, generación eléctrica, áreas comunes y de recreación, comedores, cocinas y contenedores refrigerados para alimentos, talleres y patio de mantenimiento de equipos.
- Topografía inicial para el trazado del recorrido de la línea.
- Actividades de voladura para las excavaciones de zanja.
- Curvado de tubería en terreno.
- Soldadura de tubería.

- Ensayos no destructivos.
- Pintura en el interior de tubería.
- Inspección de revestimiento FBE con robot.
- Pruebas hidráulicas.
- Trabajos de recomposición y limpieza.
- Protección catódica.
- Asistencia al comisionamiento, personal de apoyo para trabajos de comisionado.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Alcance	Es construir la línea de agua fresca y estaciones de bombeo para el abastecimiento de agua para la planta de procesos ubicada en Papujune.
Tiempo	El plazo contractual es de 518 días.
Costo	USD 90,556,605.40
Calidad	Se cuenta con un manual de terreno en base a las especificaciones, las normas técnicas y los criterios de diseño de la ingeniería, con la cual se verificará el estado de la construcción e instalación, serán documentados en protocolos, certificados de calidad de acuerdo con el cumplimiento de estándares y criterios de calidad.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	
Área	Objetivo
Técnicos	Desarrollar la construcción la línea de agua fresca y estaciones de bombeo con una tubería de acero al carbono en diámetros de 24" @ 28" con revestimiento externo e interno por el tipo de agentes corrosivos que contiene el agua y las condiciones del terreno en la cual será enterrada, se debe cumplir con los parámetros de ingeniería.
Administrativos	Las observaciones críticas y no críticas de acuerdo con los parámetros y manuales de calidad deben ser corregidos y/o aprobados.
Calidad	Asegurar la calidad del producto entregado, el cual debe cumplir con los requisitos y la ingeniería, así como también su funcionalidad , la entrega del proyecto debe ser aprobada por la supervisión y el propietario, debe ser documentada para hacer la entrega formar y para gestiones ante el ministerio.
Comerciales	Cumplir con los puntos definidos en el contrato del proyecto.
Sociales	Reducir el impacto ambiental así como también en el aspecto social (comunidades aledañas).

ENTREGABLES DEL PROYECTO	
CWP 1100-0006	Vías de acceso - obras civiles: Se realizarán actividades y suministrará material para la instalación de caminos de acceso permanentes a la estación Pelluta, la estación cambio de diámetro y la estación Choke station.
CWP 1120-0005	Estación de bombeo Titire.
CWP 1120-005-0000	Estación de bombeo Titire – obras civiles:

	<p>Se realiza la instalación de vallas perimetrales y bolardos. Incluye la nivelación final del sitio, el apedreado, la señalización y el cercado.</p>
CWP 1120-005-0001	<p>Estación de bombeo Titire – obras de concreto:</p> <p>Vertido de cimientos y desagües, incluye la excavación, el drenaje y la finalización de trabajo de encofrado, instalar acero de refuerzo, colocar cimientos de soporte de canalización y bandeja de cables, caja de válvulas de hormigón y aplicación de losas de concreto.</p>
CWP 1120-005-0002	<p>Estación de bombeo Titire – estructuras:</p> <p>Colocación, fabricación e instalación de todas las estructuras, como los soportes de tuberías.</p>
CWP 1120-005-0004	<p>Estación de bombeo Titire – obras mecánicas:</p> <p>Actividades requeridas para la descarga, configurar, instalar y probar todas las bombas verticales y motores eléctricos asociados.</p>
CWP 1120-005-0005	<p>Estación de bombeo Titire – obras tuberías:</p> <p>Fabricación en el sitio y fuera del mismo, así como instalar todas las tuberías, válvulas y ensamblajes fabricados, incluido el biselado, la soldadura, las pruebas no destructivas, el recubrimiento, pruebas de presión y montaje en obra. En cuanto a la fabricación fuera del sitio, el contratista es responsable de todo el manejo y almacenamiento de los materiales y transporte al sitio.</p>
CWP 1120-005-0006	<p>Estación de bombeo Titire – obras tuberías:</p> <p>Fabricar e instalar todos los sistemas de dispositivos de energía eléctrica como por ejemplo luces, interruptores, conexión a tierra, protección contra rayos, completar con terminaciones y pruebas.</p>
CWP 1120-005-0007	<p>Estación de bombeo Titire – obras de instrumentación y control:</p>

	<p>Instalar toda la instrumentación, dispositivos como transmisores, interruptores, sistema de seguridad, paneles de sistema de control, completar las terminaciones y las pruebas.</p>
CWP 1130-008 -0000	<p>Estación de bombeo Vizcachas – obras civiles:</p> <p>Instalación de vallas perimetrales y bolardos, el acceso de caminos incluye nivelación final del sitio, la pavimentación de grava, la señalización y el cercado.</p>
CWP 1130-008 -0001	<p>Estación de bombeo Vizcachas – obras de concreto:</p> <p>Vertido de cimientos, incluida la excavación, la finalización de trabajos de encofrado, instalación de acero de refuerzo, barras de refuerzo y pernos de anclaje, verter los cimientos para las bombas, plataformas de acero e instalar losas de concreto para donde sea necesario.</p>
CWP 1130-008 -0002	<p>Estación de bombeo Vizcachas – estructuras:</p> <p>Descarga, colocar, fabricar e instalar todas las estructuras, como soportes para tuberías, plataformas y escaleras.</p>
CWP 1130-008 -0004	<p>Estación de bombeo Vizcachas – obras mecánicas:</p> <p>Descarga, configurar, instalar y probar todas las bombas horizontales y los motores eléctricos asociados.</p>
CWP 1130-008 -0005	<p>Estación de bombeo Vizcachas – obras tuberías:</p> <p>Fabricación e instalación de todas las tuberías, válvulas y ensamblajes fabricados, incluido el biselado, la soldadura, las pruebas no destructivas, el recubrimiento, pruebas de presión y montaje en obra.</p>
CWP 1130-008 -0006	<p>Estación de bombeo Vizcachas – obras eléctricas:</p>

	<p>Fabricar e instalar todos los sistemas de dispositivos de energía eléctrica, conexión a tierra, protección contra rayos, completar terminaciones y pruebas.</p>
CWP 1140-020 -000A	<p>Línea de tubería principal zona alta (estación de bombeo Titire) – obras líneas de tubería:</p> <p>Instalación, montaje y conexionado de todas las tuberías, válvulas, instrumentación, cajas de conexiones, instalación de soportes, biselado, soldadura, revestimiento de juntas internas y externas, prueba de presión interna e instalación de bridas de aislamiento. Incluye también la excavación, el relleno, el concreto, la pintura, la limpieza y la restauración finales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soldadura de tuberías y todas las actividades asociadas con el desarrollo, como también todas las pruebas no destructivas. • Revestimiento interno y externo: incluye el suministro y aplicación de revestimientos aprobados para todas las uniones de tuberías en campo, la detección de fallas y reparaciones del revestimiento, tanto interno como externo. Las tuberías, codos y accesorios serán suministrados por la compañía. • Pruebas de presión: estará a cargo del constructor y este debe suministrar un plan de prueba hidráulica.
CWP 1140-020 -0006	<p>Línea de tubería principal zona alta (estación de bombeo Titire) – obras eléctricas (protección catódica):</p> <p>Suministro e instalación de todos los demás materiales necesarios para proporcionar el sistema de protección, este incluye todos los dispositivos necesarios (cinta de zinc o cobres, desacopladores y/o rejillas de puesta a tierra).</p>
CWP 1140-022 -0001	<p>Cruce de línea de agua sobre el suelo cruces de estructuras de zona alta de los ríos principales:</p>

	<p>Esto aplica para conectar con la presa Vizcacha, en la cual se requiere los principales requisitos de instalación de la línea base de la tubería principal. Se hará toda la instalación a través de puentes diseñados, incluidos los trabajos de concreto y trabajo de estructuras.</p>
CWP 1140-024 -000A	<p>Línea de agua instalación de estación Pelluta – obra línea de tubería:</p> <p>Ensamblaje, instalación y conexiones de los lanzadores, receptores, las tuberías de interconexión y las válvulas de control.</p> <p>Esta también incluye la instalación, montaje y conexión de todas las tuberías, válvulas, instrumentación, cableado eléctrico, instalación de soportes, biselado, soldadura, revestimiento, prueba de presión interna, instalación de bridas de aislamiento, trabajos civiles y de cimentación, también incluye limpieza, nivelación, excavación, relleno, pintura y restauración del sitio.</p>
CWP 1140-025 -000A	<p>Línea de agua instalación de estación de cambio de diámetro– obras líneas de tubería:</p> <p>Ensamblaje, instalación y conexiones de los lanzadores, receptores, las tuberías de interconexión y las válvulas de control.</p> <p>Esta también incluye la instalación, montaje y conexión de todas las tuberías, válvulas, instrumentación, cableado eléctrico, instalación de soportes, biselado, soldadura, revestimiento, prueba de presión interna, instalación de bridas de aislamiento, trabajos civiles y de cimentación, también incluye limpieza, nivelación, excavación, relleno, pintura y restauración del sitio.</p>
CWP 1140-028-0005	<p>Instalación de tubería de estación reductora de presión (choke station):</p>

	<p>Ensamblaje, instalación y conexiones de los lanzadores, receptores, las tuberías de interconexión y las válvulas de control.</p> <p>Esta también incluye la instalación, montaje y conexión de todas las tuberías, válvulas, instrumentación, cableado eléctrico, instalación de soportes, biselado, soldadura, revestimiento, prueba de presión interna, instalación de bridas de aislamiento, trabajos civiles y de cimentación, también incluye limpieza, nivelación, excavación, relleno, pintura y restauración del sitio. En esta estación se conexionan 5 líneas de agua, las cuales tiene 04 reductores de presión y una válvula de sobrepresión que alivia en la línea de agua una sobrepresión.</p>
<p>CWP 1140-028-0005</p>	<p>Instalación de tubería hacia tanque de agua contra incendio 2910-TK-001:</p> <p>Instalación, montaje y conexión de todas las tuberías, válvulas, instrumentación, instalación de soportes, biselado, soldadura, revestimiento, prueba de presión interno, instalación de bridas de aislamiento, realización de todos los trabajos de cimentación relacionados, este también incluye despejar, nivelar, excavar, rellenar, pintar, realizar limpieza final y restaurar el sitio.</p>
<p>CWP 1140-030-0005</p>	<p>Tubería de 24” hacia punto de conexión Tie-In hacia tubería HDPE existente – Poza de Alimentación Planta de Procesos:</p> <p>Instalación de tubería principal hacia conexionado con el TIE-IN de tubería existente esta actividad incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivelación. • Tendido de tubería: movimiento de tubería desde el patio de almacenamiento y distribución de diversas juntas de tubería al largo de derecho de vía.

	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura: actividades en relación con la soldadura y con ella incluir procedimientos de soldadura como WPS y PQR. Incluye pruebas no destructivas de todas las soldaduras. • Revestimiento Interno y Externo: Revestimiento de tubería y accesorios, incluido el suministro y la aplicación de revestimientos aprobados para todas las uniones de tuberías en el campo y detección de fallas y reparaciones del revestimiento tanto interno como externo. • TIE-IN: Actividades necesarias para levantar la tubería, preparar el fondo de la zanja y todas las conexiones, incluidas las conexiones finales. • Prueba de presión. • Se debe desarrollar un plan de gestión de aguas pluviales e instalar sistemas de control de agua pluviales según sea necesario para mantener la estabilidad de taludes en áreas de excavación o rellenos.
<p>CWP 6010-107</p>	<p>Camino de acceso a la construcción y contratista general: Instalación de caminos de acceso temporales a la derecha de paso de la tubería, así como a todos los campamentos, áreas de depósito y otras instalaciones temporales, incluye limpieza, excavaciones, topografía, nivelación, material de relleno, compactación, mantenimiento. Todos los caminos de accesos temporales continuarán brindando accesos continuos a tráfico local y público.</p>

EXCLUSIONES

Queda excluidos de la obra los siguientes elementos:

- Estudios básicos de topografía, mecánica de suelos, hidrología y geología.
- Suministro de combustible por parte del propietario.
- Suministro de alimentación, el cual será suministrado por el constructor.
- Gestión de permisos necesario al ministerio de energía y minas correspondiente para la construcción.
- Ambas estaciones de bombeo las vías de acceso.
- Ambas plataformas de estaciones de bombeo.
- Presa Vizcachas y tubería de interconexión al punto de interfaz.
- Bocatoma Titire.
- Subestación Chillota.
- Las líneas eléctricas aéreas las estaciones de bombeo.
- Material suministrado por el propietario.
- Revestimiento externo e interno FBE.

LÍMITES DE BATERÍA

En el siguiente apartado se detalla los puntos límites de alcances en cada uno de los sistemas, es decir cómo se conectará línea de agua fresca con cada uno de los otros subproyectos, en este caso con la presa Vizcacha y con la bocatoma Titire.

CWP	Comenzar	Finalizar
1110-006: Acceso permanente Camino.	Vía de acceso público.	Puerta estación cerro Pelluta, línea estación de cambio de tamaño en la puerta del KM 51+8 y la puerta de la Choke station.
1120-005: Entrada de Río Titire. Estación de bombeo.	El amarre de brida de 30" a la bocatoma Titire.	La brida mira hacia Pipeline Lanzador 1140-XP-001.
1120-006: Estación de bombeo Titire. Subestación eléctrica /sala eléctrica.	Contenido al límite de la sala eléctrica y su base.	
1130-008: Río Vizcachas estación de bombeo de la presa.	La brida de amarre de 30" a la entrada de la presa.	El extremo de la brida aguas debajo de 1130-HOC-101.
1130-006 Vizcachas subestación/sala electrónica.	El cableado a la E-Room en el cerco de las Vizcachas estación de bombeo.	El contenido de E-Room y su obra civil asociada y fundación.
1140-020: Línea principal del área superior tubería desde la estación de bombeo Titire en el KM 0+000.	La brida que se encuentra en un lado de la línea de agua fresca hacia el lanzador 1140-XP-001.	Cruce en el KM 44+608 (incluidas todas las instalaciones intermedias).

<p>1140-025: Área inferior de la línea principal desde el KM 44+608 al tanque caracoles en el KM 86+638.</p>	<p>Aguas debajo en el KM 44+608.</p>	<p>Caracoles Tie-In a línea 30" HDPE existente y la conexión al tanque de agua contraincendios 2910-TK-001 (Incluidas todas las estas).</p>
<p>6010-107: Acceso a la construcción caminos obra civil.</p>	<p>Todos los caminos de acceso temporales al derecho de paso y campamentos temporales del contratista, áreas de descanso y otras instalaciones requeridas.</p>	

REQUISITOS

La supervisión emitirá especificaciones, planos y otros documentos para la construcción.

Por parte de la empresa encargada de construir se debe entregar:

- El plan de ejecución el cual debe tener lo siguiente:
 - Movilización y desmovilización.
 - Organigrama de personal.
 - Establecimiento de instalaciones temporales.
 - Recepción y control de materiales.
 - Inspecciones de construcción.
 - Preparación de accesos.
 - Gestión de seguridad.
 - Procedimiento de soldadura de tuberías (WPS).
 - Registro de calificación de procedimientos (PQR).
 - Instalaciones de cruces.
 - Planos de pruebas hidrostáticas.
 - Registros de prueba hidrostática.
 - Actividades previas a la puesta en marcha.
 - Instalación de señales de advertencia de tubería, sentido y marcadores aéreos.
 - Inspecciones conforme a obra y registros de construcción.

- Plan de gestión de residuos.
- Evaluación de riesgos.

- Plan de seguridad.

- Plan de calidad.

- Cronograma de contrato.

- Se revisará los certificados de los materiales y así también las pruebas de estos para la construcción.

- Registro de cambios en terreno.

- Reuniones semanales en las cuales se presentará horas hombre acumuladas versus el proceso planificado y programado versus el progreso.

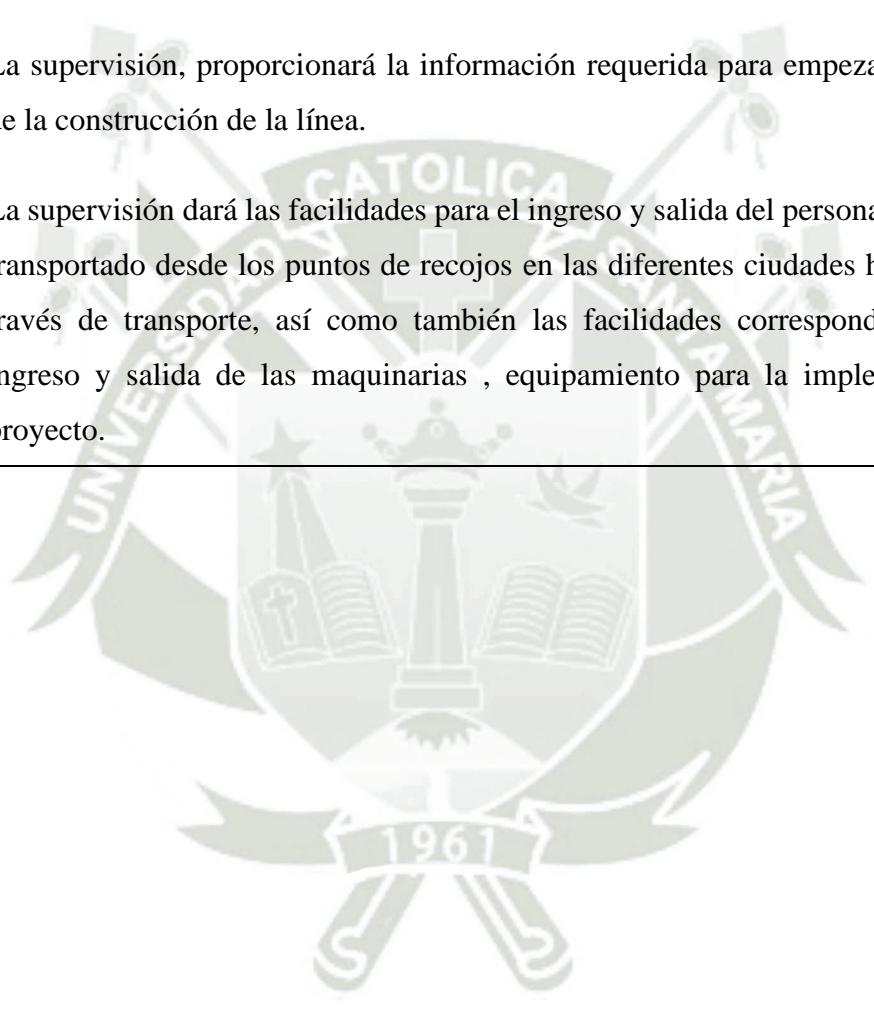
- El organigrama debe cumplir con los requisitos legales para realizar trabajos de ingeniería y construcción en el Perú.

- EL contratista debe alinearse la manual SSOMA del proyecto.

- EL contratista debe presentar un plan de gestión de materiales.

SUPUESTOS

- El propietario cuenta con los permisos medioambientales correspondientes para realizar la instalación de la línea.
- La supervisión proporcionará el suministro de agua para construcción, energía, así como áreas para localizar sus oficinas, servicios y campamentos.
- La supervisión, proporcionará la información requerida para empezar el desarrollo de la construcción de la línea.
- La supervisión dará las facilidades para el ingreso y salida del personal, para que sea transportado desde los puntos de recojos en las diferentes ciudades hacia la mina a través de transporte, así como también las facilidades correspondientes para el ingreso y salida de las maquinarias , equipamiento para la implementación del proyecto.



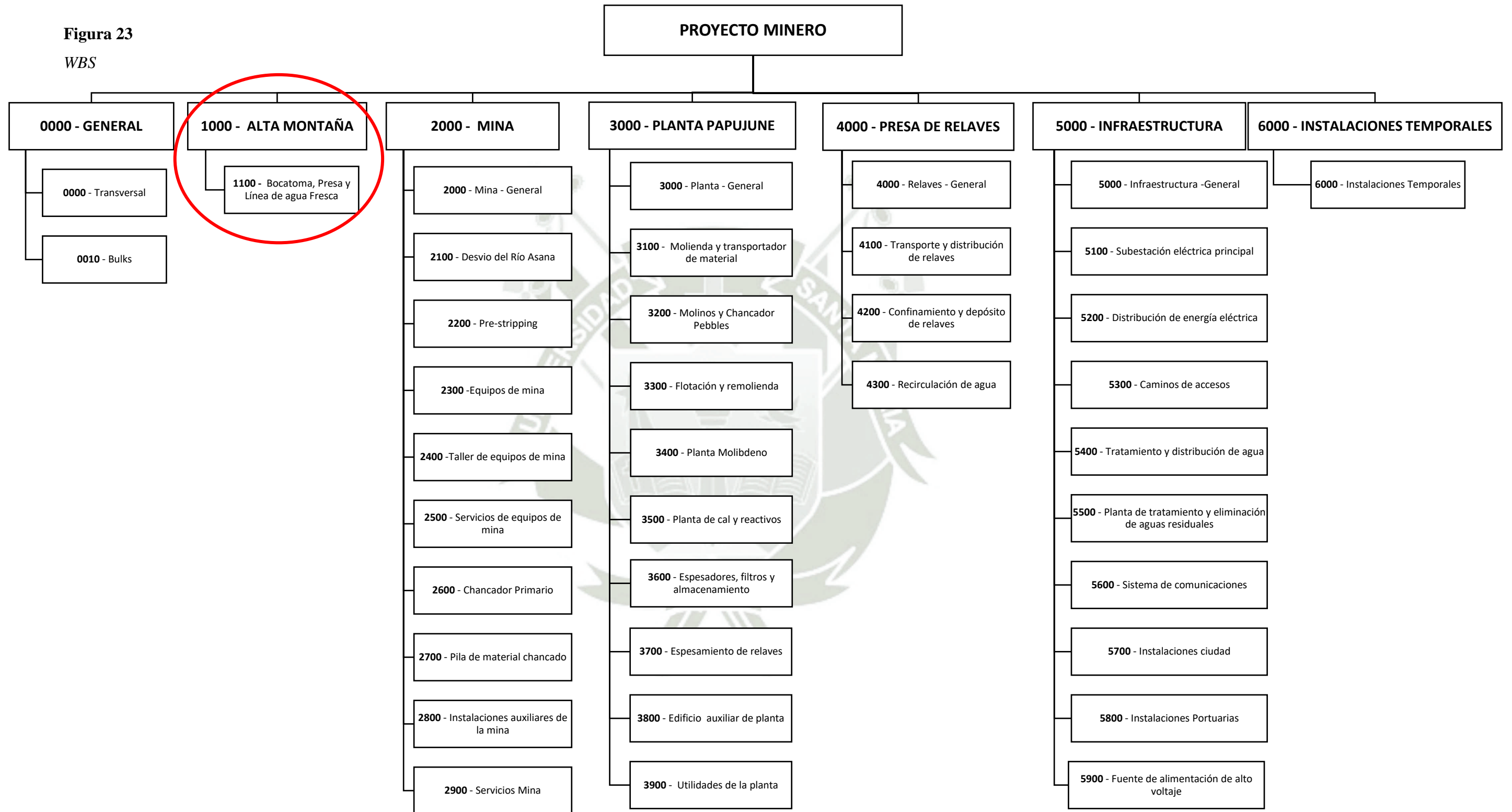
RESTRICCIONES	
Factores	Descripción
Internos	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizarán los recursos humanos, equipos y maquinarias que este asignado al proyecto. -El presupuesto es a suma fija la cual no puede ser superada a la propuesta inicial. -Cualquier trabajo adicional que no esté dentro del alcance de trabajo, será presentado como un adicional al contrato de obra y el cual está aprobado solo si este es presentado por una orden de cambio. -Falta de seguimiento y control en la ejecución durante la construcción. -Falta de información técnica.
Ambientales o Externos	<ul style="list-style-type: none"> -Paralización por conflictos sociales. -Retrasos por parte de la supervisión en la aprobación y/o observación de los entregables, como planes de seguridad, calidad, procedimientos, planos y consultas, pueden generar retrasos en el desarrollo de la construcción. -Especificaciones o requerimientos por parte del propietario y/o supervisión podrían generar reprocesos, con ellos reprogramar el cronograma, incremento de mano de obra y con ello incremento de costos lo cual daría como resultados obstáculos en el desarrollo del proyecto.

Con lo anterior se pasa a detallar la estructura de desglose del proyecto, como se puede ver la figura 23, WBS y Figura 24, WBS área 1000.

3.5.4.2. Work Breakdown Structure (Estructura de Desglose de Trabajo -EDT) – Proyecto Minero

Figura 23

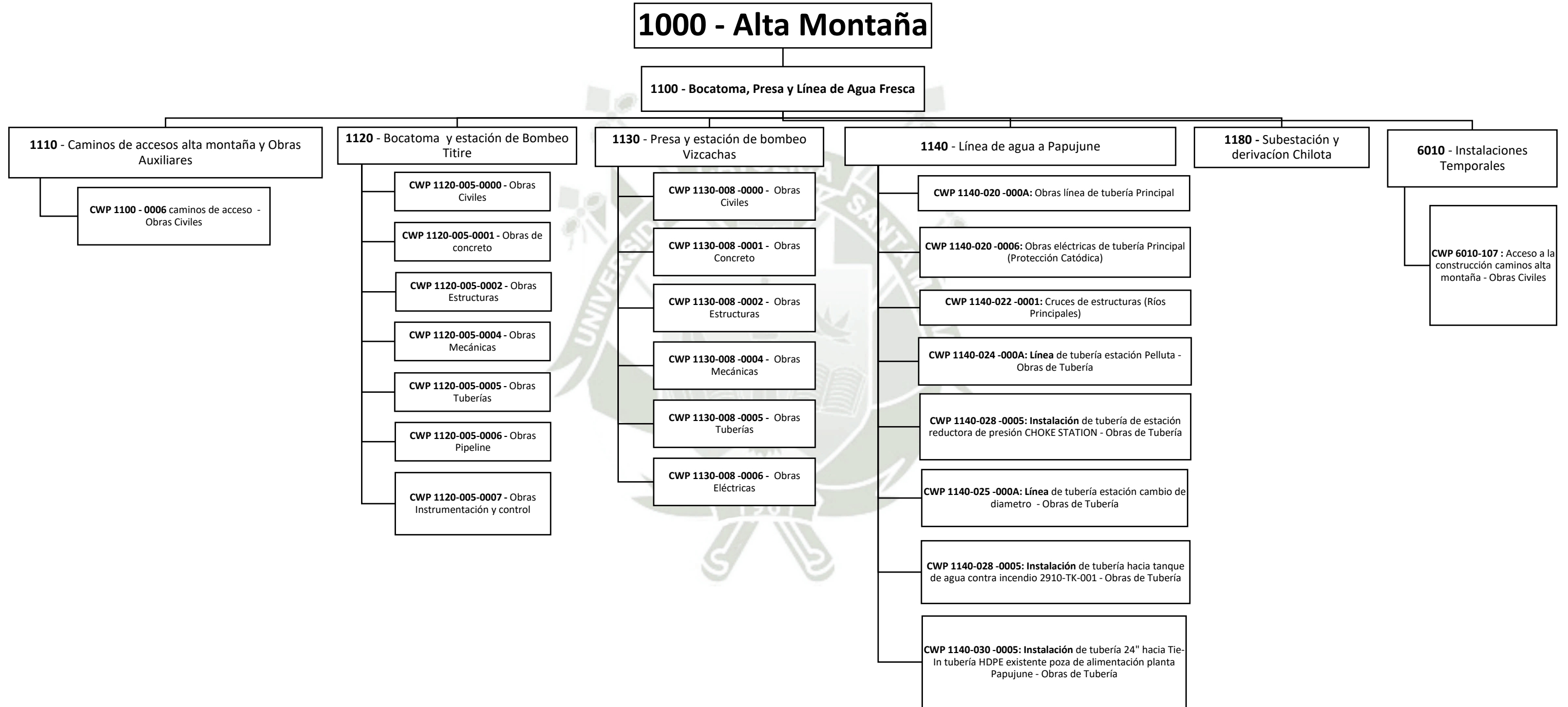
WBS



3.5.4.3. Work Breakdown Structure (Estructura de Desglose de Trabajo -EDT) – Área 1000

Figura 24

WBS ÁREA 1000



3.5.4.4. Listado del WBS

Se lista el WBS de todo el megaproyecto minero, pero solo se desglosará los paquetes de trabajos (CWP) del área 1000 en los cuales tiene alcance el subproyecto de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo como esta en la estructura de trabajo representada en el punto anterior. Como se muestra en la Figura 25, Work Breakdown Structure (WBS) proyecto minero.

Figura 25

Work Breakdown Structure (WBS) proyecto minero.

WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)		
PROYECTO MINERO		
0000	GENERAL	
	0000	<i>Transversal</i>
	0010	<i>Bulks</i>
1000	ALTA MONTAÑA	
	1100	Bocatoma, Presa y Suministro de agua
	1110	Caminos de acceso alta montaña y obras auxiliares
		1100-0006 <i>Caminos de accesos - obras civiles</i>
	1120	Bocatoma y estación de bombeo Titire
		1120-005-0000 <i>Obras Civiles</i>
		1120-005-0001 <i>Obras de Concreto</i>
		1120-005-0002 <i>Obras Estructuras</i>
		1120-005-0004 <i>Obras Mecánicas</i>
		1120-005-0005 <i>Obras Tuberías</i>
		1120-005-0006 <i>Obras Pipeline</i>
		1120-005-0007 <i>Obras Instrumentación y Control</i>
	1130	Presa y estación de bombeo Vizcachas
		1130-008-0000 <i>Obras Civiles</i>
		1130-008-0001 <i>Obras Concreto</i>
		1130-008-0002 <i>Obras Estructuras</i>
		1130-008-0004 <i>Obras Tuberías</i>
		1130-008-0005 <i>Obras Eléctricas</i>
	1140	Línea de Agua Fresca
		1140-020-000A <i>Obras Línea de Tubería Principal</i>

		1140-020-0006	<i>Obras Eléctricas de Tubería Principal (Protección Catódica)</i>
		1140-022-0001	<i>Cruces de estructuras (Ríos Principales)</i>
		1140-024-000A	<i>Línea de tubería estación Pelluta - Obras de Tubería</i>
		1140-028-0005	<i>Instalación de tubería de estación reductora de presión CHOKE STATION -Obras de Tubería</i>
		1140-025-000A	<i>Línea de tubería estación Cambio de Diámetro - Obras de tubería</i>
		1140-028-005	<i>Instalación de tubería hacia tanque de agua contra incendio 2910-TK-001 - Obras de Tubería</i>
		1140-030-0005	<i>Instalación de tubería 24" hacia TIE-IN tubería HDPE existente poza de alimentación planta Papujune - Obras de Tubería</i>
	1180	Subestación y derivación Chilota	
2000	MINA		
	2000	Mina General	
	2100	Desvió del Río Asana	
	2200	Pre-stripping	
	2300	Equipos de Mina	
	2400	Taller de equipos de mina	
	2500	Servicios de equipos de mina	
	2600	Chancador Primario	
	2700	Pila de material chancado	
	2800	Instalaciones auxiliares de la mina	
	2900	Servicios de Mina	
3000	PLANTA PAPUJUNE		
	3000	Planta General	
	3100	Molienda y transportador de material	
	3200	Molinos y Chancador Pebbles	
	3300	Flotación y remolienda	
	3400	Planta Molibdeno	
	3500	Planta de Cal y reactivos	

	3600	Espesadores, filtros y almacenamiento	
	3700	Espesamiento de Relaves	
	3800	Edificio auxiliar de Planta	
	3900	Utilidades de la Planta	
4000	PRESA DE RELAVES		
	4000	Relaves - General	
	4100	Transporte y distribución de Relaves	
	4200	Confinamiento y depósito de Relaves	
	4300	Recirculación de agua	
5000	INFRAESTRUCTURA		
	5000	Infraestructura - General	
	5100	Subestación eléctrica Principal	
	5200	Distribución de Energía Eléctrica	
	5300	Caminos de accesos	
	5400	Tratamiento y distribución de agua	
	5500	Planta de tratamiento y eliminación de agua residuales	
	5600	Sistema de comunicaciones	
	5700	Instalación Ciudad	
	5800	Instalaciones Portuarias	
	5900	Fuente de Alimentación de alto voltaje	
6000	INSTALACIONES TEMPORALES		
	6000	Instalaciones Temporales	
	6010	<i>Preparación del sitio - Instalaciones Temporales</i>	
		6010-107	<i>Acceso a la construcción caminos alta montaña - Obras Civiles</i>

3.5.4.5. Cronograma del Proyecto

En base a lo descrito anteriormente la empresa de supervisión gestionó el cronograma con las entradas, técnicas y herramientas, con lo cual se dio lugar al cronograma de actividades para la controlar el alcance y tiempo durante la ejecución

del proyecto, con base a fechas claves las cuales están descritas como hitos importantes para el proyecto.

La supervisión utilizó como herramientas el juicio de expertos, análisis de datos y reuniones para definir el listado de actividades tomando el WBS, resultado de eso se establecieron los hitos importantes para el proyecto con la aprobación del propietario en base a su necesidad y en función a que fecha tiene que operar la planta concentradora de Papujune.

Con el listado de actividades como resultado del WBS, se desarrollaron 2337 actividades de gestión y ejecución necesarias para realizar el megaproyecto.

3.5.4.6. Lista de Hitos del Proyecto

Con la finalidad de tener fechas importantes durante la ejecución se identificaron los hitos contractuales con el contratista y por parte del propietario.

Todos los hitos del proyecto se consideran de carácter obligatorio ya que nos permite controlar el cumplimiento de las diferentes tareas claves del proyecto, a su vez verificar y controlar el alcance, estos hitos son penalizados según contrato por cada día de retraso, por lo anterior dicho es un compromiso del contratista el cumplir con cada hito y reportar a la supervisión, quien es el que recibirá el proyecto y lo transferirá al propietario. Se indica las fechas de los hitos en la Tabla 3, fechas de hitos de línea de agua fresca y estaciones de bombeo.

Tabla 3

Fechas de hitos de línea de agua fresca y estaciones de bombeo

Activity ID	HITOS	Contrato
	Adjudicación de Contrato	2/20/2019
A8590	Comienzo de Construcción	4/20/2019
A8610	Completamiento de Acueducto (Mainline)	7/6/2020
A8600	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Titire	6/15/2020
A8630	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Vizcachas	7/8/2020
A8620	Completamiento de Construcción de Apertura de Pista & Limpieza Final	7/6/2020
A8640	Completamiento de todos los trabajos	7/23/2020

3.5.4.7. Cronograma de línea de agua fresca y estaciones de bombeo

Para la elaboración y gestión del cronograma del subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo” se ha utilizado la estructura de desglose o WBS sus siglas en inglés, con ellos se ha definido la lista de actividades, hitos principales y el secuenciamiento para la planificación y programación de todo el proyecto.

En base a la gestión de este cronograma se verifica el control de todos los paquetes de trabajo, actividades, hitos del proyecto y las estimaciones del tiempo. Como se muestra en la figura 26, lista de actividades del proyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo y en la figura 27, cronograma de línea de agua fresca y estaciones de bombeo.

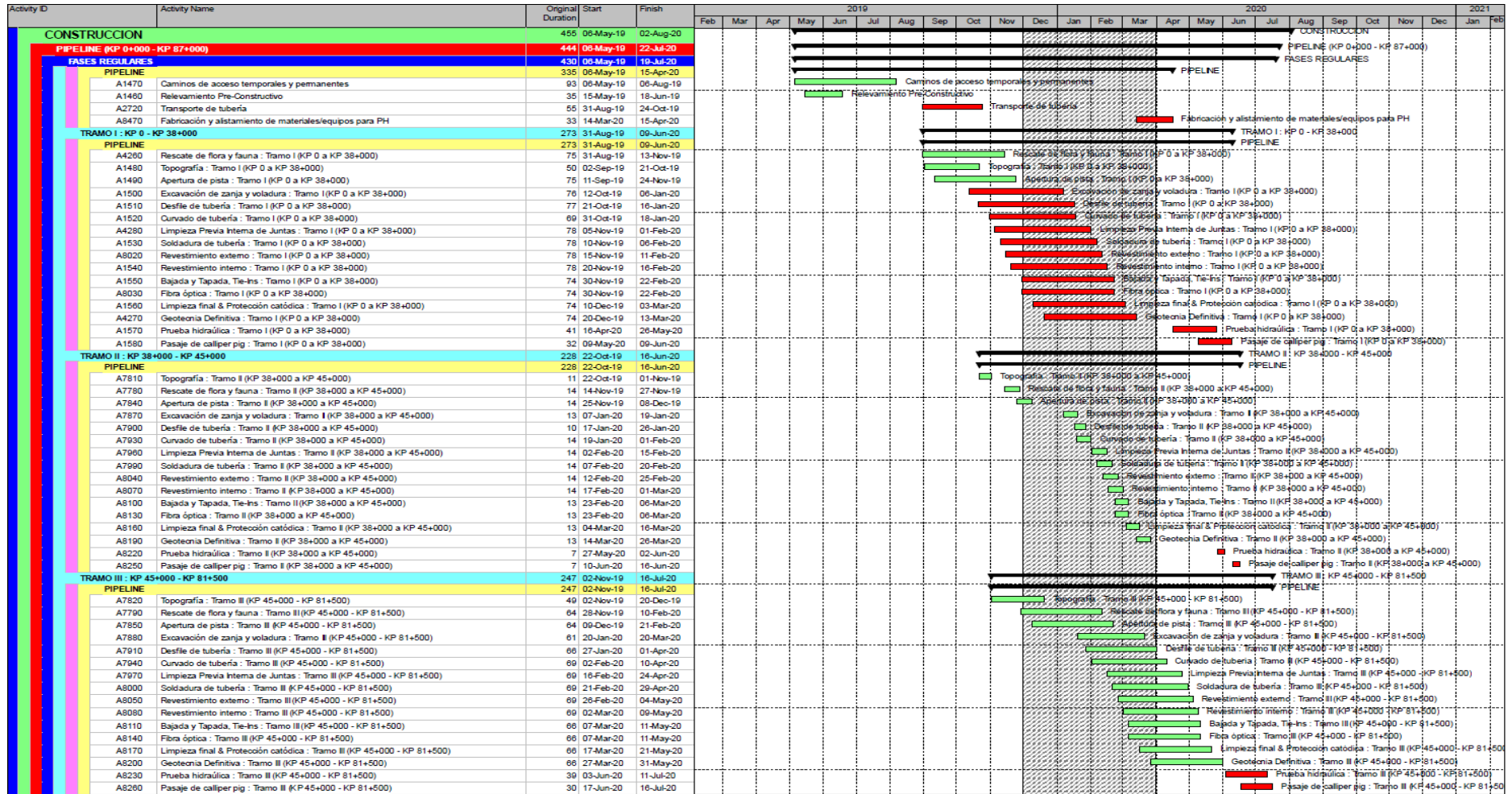
Figura 26

Lista de actividades del proyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo

FRESH WATER PIPELINE AND PUMP STATIONS	
A8970	
HITOS PRINCIPALES	
HITOS CONTRACTUALES	
FECHAS PENALIZABLES	
CLIENTE - HITOS PRINCIPALES	
GESTION DE PERMISOS	
CLIENTE - PERMISOS	
TECHINT - PERMISOS	
PROCURA	
CLIENTE - ENTREGA DE MATERIALES Y EQUIPOS	
TECHINT - SUBCONTRATOS PRINCIPALES	
PREPARACION Y LANZAMIENTO DEL PROYECTO	
PLANES Y PROCEDIMIENTOS : PREPARACION Y CALIFICACIONES	
MOVILIZACION E INSTALACION DE CAMPAMENTO	
CONSTRUCCION	
ADICIONALES	
PIPELINE (KP 0+000 - KP 87+000)	
FASES REGULARES	
CRUCES ESPECIALES	
TRABAJOS ESPECIALES	
TITIRE	
TITIRE ESTACION DE BOMBEO (TIT.EB)	
TITIRE SUBESTACION ELECTRICA (TIT.SE)	
VIZCACHAS	
CRUCES DE RIO VIZCACHAS (VIZ.CR)	
VIZCACHAS ESTACION DE BOMBEO (VIZ.EB)	
VIZCACHAS SUBESTACION ELECTRICA (VIZ.SE)	
ESTACION PELLUTA	
ESTACION PELLUTA (PEL.EST)	
CAMBIO DE DIAMETRO (DIA)	
ESTACION CHOKE (CHK)	
TIE IN 8" (TIB)	
CARACOLES STATION (CST)	
QUELLAVECO TANK (QTK)	
PRECOMISIONADO	

Figura 27

Cronograma de línea de agua fresca y estaciones de bombeo



3.5.4.8. Presupuesto Base del Proyecto

El propietario y la supervisión hace una determinación de los costos, de acuerdo con los diferentes paquetes de trabajo (CWP) los cuales están identificados en el WBS del proyecto, en el presupuesto se incluyó los costos de la gestión de proyectos, recursos propios, procura, servicios, contingencias y la tercerización o subcontratación de proveedores externos.

La empresa de supervisión para el presupuesto base lo hizo de acuerdo con la estimación de los diferentes paquetes de trabajo identificados en la WBS del proyecto, lo gastos administrativos, reservas de gestión y gastos financieros.

La estimación contractual del presupuesto base está determinado por el costo general en **USD 90,556,605.40** para la construcción de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo. Como se muestra en la figura 28, Presupuesto base del proyecto.

Figura 28

Presupuesto base del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
A.1	MOVILIZACION	USD 4,463,856.38
A.2	DESMOVILIZACION	USD 1,674,999.34
A.3	SOPORTE DE OPERACIÓN DEL CONTRATISTA (INDIRECTO)	USD 27,751,501.49
A.4	SOPORTE DE OPERACIÓN DEL CONTRATISTA (DIRECTO)	USD 1,944,903.08
		USD 35,835,260.29
PARTE B: PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
B.1	00 CIVIL Y MOVIMIENTO DE TIERRA	USD 461,954.22
B.2	10 CONCRETO	USD 449,319.89
B.3	20 ACERO ESTRUCTURAL	USD 906,700.52
B.4	40 MAQUINAS Y EQUIPAMIENTO	USD 382,199.68
B.5	50 TUBERIAS	USD 15,977.45
B.6	55 PIPELINE	USD 38,295,503.89
B.7	60 ELECTRICIDAD	USD 1,147,870.85
B.8	70 INSTRUMENTACION Y CONTROL	USD 288,231.78
B.9	81 PINTURA Y REVESTIMIENTO	USD 149,735.02
B.10	82 AISLACION	USD 275,512.64
		USD 42,373,005.94
C.1	RESERVA DE CONTINGENCIA	USD 5,640,442.47
		USD 84,284,057.66
PARTE D: UTILIDAD		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
D.1	Profit	USD 6,707,896.70
		USD 6,707,896.70
TOTAL DEL CONTRATO [PARTE A + PARTE B + PARTE C]		USD 90,556,605.40

3.5.4.9. Gestión de la Calidad

La supervisión para la gestión de calidad en el subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo busca garantizar que la construcción se realice conforme a los planos, especificaciones, criterios de diseño, normas y códigos locales e internacionales.

Con la gestión de calidad a través de un manual deberá cumplir con la norma ISO 9001, así como también ha sido diseñado para cumplir con los requisitos, inspección, ensayos y documentación de la calidad para la construcción y/o instalación realizada por el contratista de construcción.

Este manual de calidad cuenta con procedimientos, instrucciones de trabajo y estándares que abordarán todos los aspectos de gestión de calidad que sean relevantes para el alcance de trabajo del contratista de construcción.

La gestión de la calidad tiene como principal ejecutor al gerente de calidad de terreno que se encargará de coordinar a actividades de supervisión, inspección, ensayos y documentación de calidad. El supervisará las actividades durante la ejecución en la construcción y calidad asegurándose que la gerencia tome los controles adecuados para alcanzar los objetivos de calidad.

Esta gestión enfatiza en la prevención de no conformidades con respecto a los planos y especificaciones, pero si es que ocurrieran se debe detectar y corregirlas.

Con respecto a las auditorias se llevarán a cabo para proporcionar al equipo de construcción una evaluación independiente del estatus e idoneidad del programa de calidad de terreno.

La primera auditoria se llevará a cabo aproximadamente a un 10% del término mecánico y las auditorias periódicamente durante la construcción.

Este manual tiene procedimientos de inspección y ensayo, formularios de calidad, tabla de contenidos, los manuales de calidad no negarán los requerimientos o códigos obligatorios.

3.5.4.9.1. Control de la Calidad

Para las actividades a desarrollar en referencia a los planos y las especificaciones proporcionan las instrucciones trabajos adecuadas y esto se puede complementar con instrucciones adicionales las cuales a su vez permiten controlar las actividades, los registros y los materiales, a esto también se ha considera que algunos trabajos de construcción requieren de instrucciones especiales que permiten un control adicional para alcanzar la calidad óptima.

Los procesos especiales que se consideran en la obra incluyen y no se limitan a:

- Soldadura y Tratamiento Térmico de Post-Soldadura (TTPS). Se requiere verificar que la ingeniería ha desarrollado una matriz de Soldadura/TTPS para el proyecto.
- Calificación del soldador.
- Ensayos no destructivos (incluye: Inspección Visual (IV), ensayo radiográfico (ER), ensayo de partículas magnéticas (PM), ensayo de líquidos penetrantes (LP), ensayo de ultrasonido (EU), e identificación positiva de materiales (IPM). Se requiere verificar que Ingeniería ha desarrollado una matriz de END para el proyecto.
- Otros procesos requieren de control de procedimiento. Algunos de ellos son:
 - Colocación de concreto en las fundaciones de estructuras gigantes.
 - Instalación de equipos especiales e importados.
 - Montaje de estructuras especiales.
 - Soldaduras de estructuras y tuberías especiales.
 - Pruebas de funcionamiento de sistemas.
- Los procesos especiales identificados deben ser cumplidos a cabalidad y documentados bajo condiciones controladas por personal idóneo y cualificado,

y que utilice procedimientos y equipos aprobados, de acuerdo con las especificaciones aplicables y según los códigos referenciados y estándares asociados.

3.5.4.9.2. Control de no Conformidades

El control del producto no conforme la finalidad es evitar elementos no conformes y evitar su uso o instalación inadvertida.

Hay cuatro opciones para la definición de una disposición en un informe de no conformidad.

Usar tal como está - Permiso otorgado por el grupo de ingeniería responsable (y normalmente por el propietario) para utilizar un ítem que no cumple con los procedimientos especificados. Esta es normalmente una disposición que nuestros propietarios tendrán interés en aprobar.

Retrabajo - Acción tomada sobre un ítem no conforme, para hacerlo cumplir con los requerimientos especificados.

Reparar - Acción tomada sobre un ítem no conforme para hacer que sea considerado aceptable para su uso. Esta es normalmente una disposición que nuestros propietarios tendrán interés en aprobar.

Reemplazar - El ítem es rechazado y reemplazado por otro ítem similar. (Fluor, 2018)

El proceso de detalla a través de un flujograma y se muestra en el anexo 1: Flujograma de ruta reporte de no conformidad-procedimiento manual.

3.5.4.9.3. Acción Correctiva

Se documentarán todas las acciones correctivas para condiciones significativas y que sean adversas a la calidad, como en el caso de falla de implementación de procedimientos, fallas debidas a procedimientos inadecuados, o fallas al corregir problemas repetitivos.

El proceso incluye:

- Revisar no conformidades.
- Determinar su causa.
- Evaluar acción necesaria para asegurar que no se repitan las no conformidades.
- Determinar y gestionar las acciones que se estimen necesarias.
- Registrar los resultados de las acciones realizadas.
- Revisar la acción correctiva realizada.

El proceso se detalla a través de un flujograma y se muestra en el anexo 2:
Flujograma reporte acción correctiva.

3.5.4.9.4. Acción Preventiva

Las acciones preventivas, tienen que ser documentadas y con ella hacerle seguimiento. Esta será adecuada a la magnitud de la no conformidad potencial, y será dimensionada proporcionalmente a los posibles riesgos que puedan encontrarse. El proceso se detalla a través de un flujograma y se muestra en el anexo 3: Flujograma acción preventiva.

3.5.4.9.5. Auditorías De Calidad

El gerente de calidad de terreno es responsable de realizar estas auditorías. Las puede realizar el mismo o designar a otros para que las realicen o le asistan. Se ha desarrollado un plan de auditoría e identificar los elementos que deban ser verificados. El proceso se detalla a través de un flujograma y se muestra en el anexo 4: Flujograma auditorías QMS.

3.5.4.10. Gestión de Recurso Humanos

Para el megaproyecto minero como parte de su gestión el cual se manejó como un contrato de EPCM y base a sus estándares basados en el PMBOK. Se identificó en los documentos los requerimientos de alcance, costo y tiempo, así como también los recursos que requería el proyecto.

Por otro lado, como el caso estudio de esta tesis es solo del subproyecto “línea de agua fresca y estaciones de bombeo”, se ha tomado el organigrama detallado de la supervisión para el área 1000.

El equipo de proyecto de la supervisión del área 1000 está determinado por los recursos que ejecutan y completan las actividades del trabajo del proyecto.

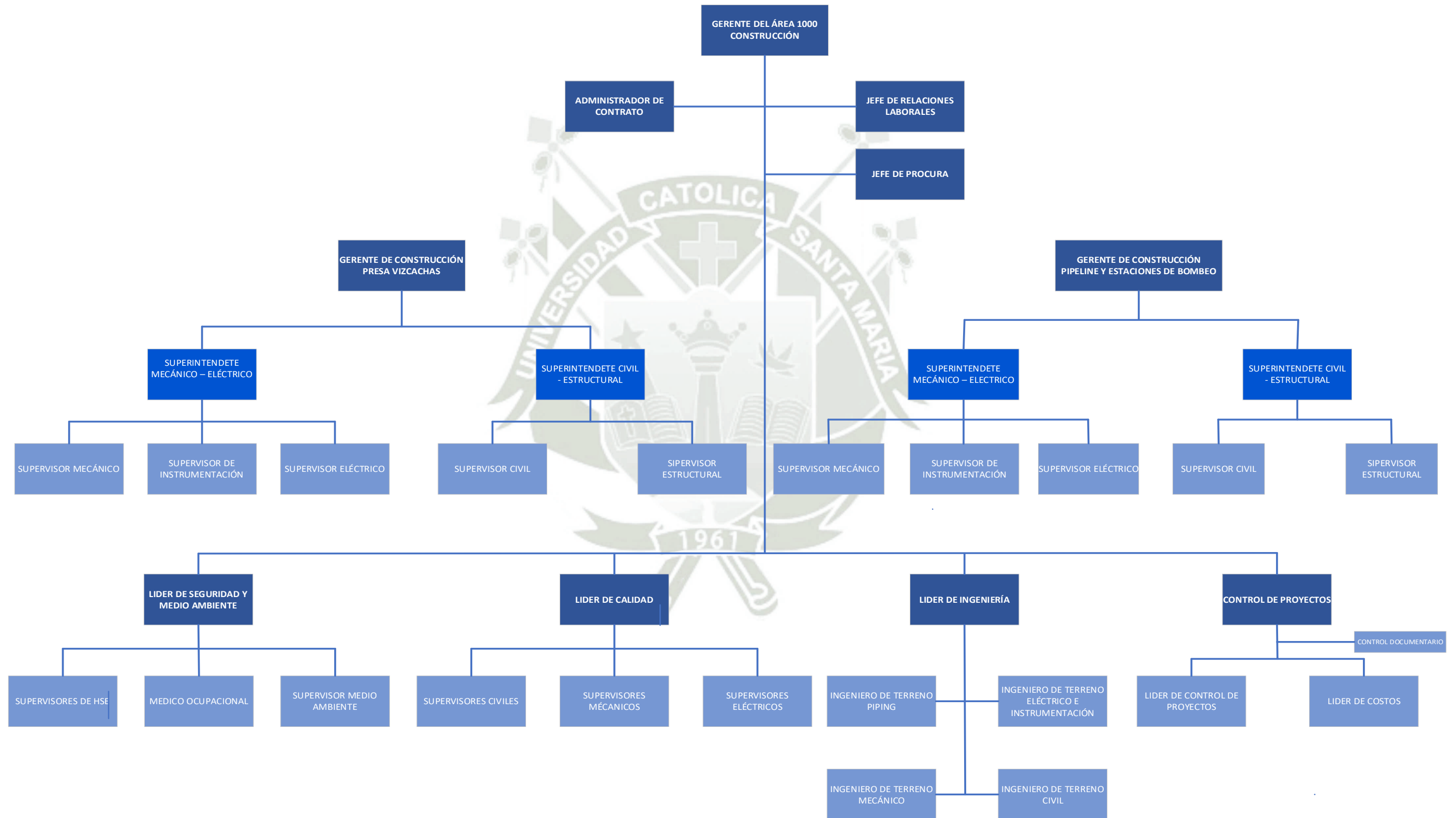
El equipo de trabajo de la empresa de supervisión está conformado por los recursos internos de cada área la cual se considera como operacional y otra parte como las áreas de soporte. En el organigrama general se ha profundizado en cada división funcional, para efectos del organigrama específico del área 1000, no se profundiza en cada división funcional dado que la cantidad de recursos internos es una cantidad mayor para el presente proyecto.

En relación con lo expuesto anteriormente solo se ha considerado a las principales personas que gestionan equipos de trabajo durante la ejecución del proyecto y los cuales mantienen constante comunicación con el equipo de gestión informando sobre avances y cualquier acción que pueda ser causa de algún retraso para la fecha de entrega de proyecto.

El equipo descrito líneas abajo este compuesto por las personas que dan soporte al construction manager en la gestión del proyecto. Este equipo se puede visualizar en la siguiente figura 29, organigrama del área 1000.

Figura 29

Organigrama área 1000



Como se visualiza en el organigrama anterior, la gestión en la supervisión ha sido distribuida para todo el equipo, tomando en consideración las responsabilidades de acuerdo con la magnitud del proyecto, en el caso de calidad dará soporte a la gerencia de construcción y a los supervisores de cada disciplina para cumplir con el alcance y cumplir con los indicadores de su área, con el fin de integrar dos áreas que están muy relacionadas para la validación del alcance y la calidad.

Por otro lado, las áreas de control de proyectos, calidad y contratos serán las áreas de soporte y trabajarán en conjunto con los gerentes de cada subproyecto.

La empresa de supervisión definió para cada uno de sus integrantes los roles y responsabilidades que deberá lograr el éxito del proyecto. Todo esto con el fin de evitar retrabajos, sobrecarga de recursos para algunas actividades y claridad en la realización de las actividades que debe cumplir cada uno de los integrantes.

3.5.4.11. Gestión de las Comunicaciones

De acuerdo con el megaproyecto, la empresa de supervisión ha considerado las tecnologías de comunicación con las cuales transmitirá las comunicaciones hacia los grupos de trabajo.

Los idiomas oficiales para utilizar en las comunicaciones entre la supervisión, el propietario y los contratistas de construcción serán el español e inglés y se determinó una frecuencia programada de cada uno de los documentos, así como también de la forma.

Como se mencionó la supervisión determinó en base ya a sus estándares como y cuando revisará o actualizará alguna comunicación. Para efectos de este megaproyecto la supervisión definió los principales documentos que se desarrollarán durante la gestión del presente proyecto y con el fin de mantener informado a los interesados del proyecto, se detallan a continuación:

- Informe del presupuesto detallado del desarrollo del proyecto.
- Informe de hitos del proyecto.
- Informe detallado del cronograma.

- Actas de reuniones semanales y mensuales.
- Actas de cierre de proyectos.
- Planos de ingeniería / AS BUILT.
- Controles de calidad (protocolos, planes, procedimientos, matrices, dossiers).
- Contratos con contratistas de construcción.
- Actas de precomisionado y comisionado.
- Solicitudes de cambios.
- Cronograma trisemanal 3W ejemplo, se encuentra en el anexo 5.
- Reuniones de estatus del proyecto.
- Ejemplo de informe semanal, se encuentra en el anexo 6.
- Ejemplo de informe mensual, se encuentra en el anexo 7.
- Inducciones de seguridad.
- Formulario de solicitud de información, se encuentra en el anexo 8.
- Gestión de cambio (DCN), se encuentra en el anexo 9.
- Planes de trabajos.
- Acciones correctivas, plan de acciones correctivas y preventivas.

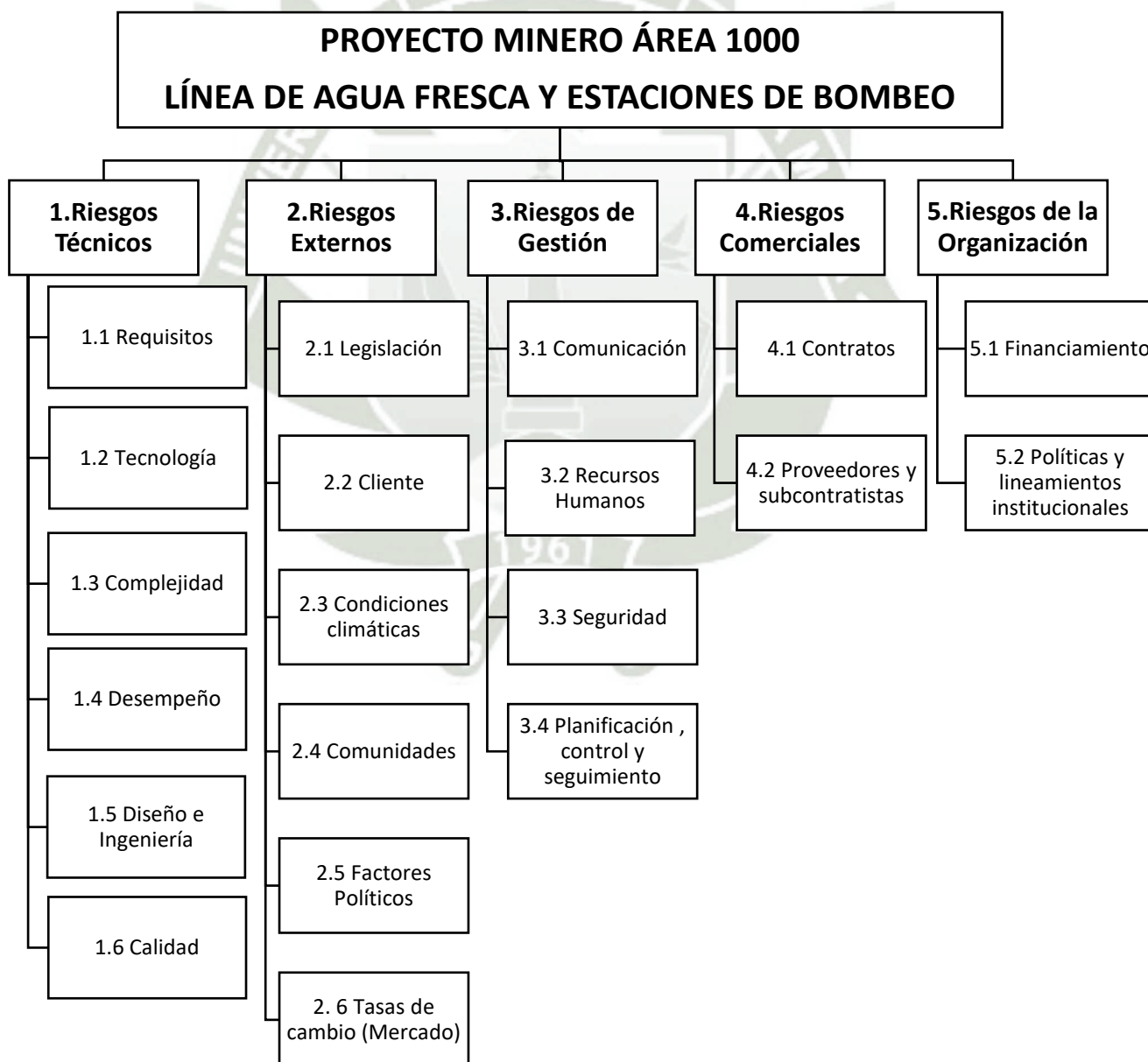
No se tendrá un nivel de detalle en este punto ya que este no es un punto determinante en el estudio de esta tesis, solo se desarrollará uno el cual será la gestión de cambio que es uno de los procesos determinantes en las áreas de conocimiento que esta tesis abarca.

3.5.4.12. Gestión de Riesgos

La empresa de supervisión en base a sus estándares para un contrato EPCM, identificó los posibles riesgos, los cuales podrían tener un impacto considerable en ambos sentidos como positivos o negativos según sea el caso durante la ejecución del subproyecto “línea de agua fresca y estaciones de bombeo”. La supervisión uso una estructura de desglose de riesgos (RBS). En los cuales fueron identificados y agrupado los riesgos. Como se muestra en la figura 30, Risk Breakdown Structure (RBS).

Figura 30

Risk Breakdown Structure (RBS)



La empresa de supervisión determinó los criterios de probabilidad de riesgos principalmente en base al juicio de expertos profesionales y lecciones aprendidas de proyectos similares al que ahora administra en esta oportunidad.

Si bien es cierto la información histórica de proyectos ejecutados o en ejecución simultánea en la organización le permite disminuir el riesgo en función de varios escenarios o supuestos. En función a lo anterior la supervisión maneja información histórica como registros de riesgos, planes de respuesta a los riesgos, lecciones aprendidas y reportes o informes finales de proyectos.

Los criterios de probabilidad manejados por la empresa de supervisión para este proyecto se ha definido en la como se muestra en la Tabla 4 Criterios de probabilidad y escalas de impacto.

Tabla 4

Criterios de probabilidad y escalas de impacto.

Escala Probabilidad	Clasificación de Probabilidad	Probabilidad del Riesgos y Nivel de Intervención
0.20	Muy Bajo	Ocorre en circunstancia remotas, en este caso los procesos de gestión aseguran un resultado aceptable.
0.40	Bajo	Poco probable que ocurra, en este caso la supervisión tendrá más cuidado en sus procesos de gestión.
0.60	Moderado	Ocorre con frecuencia, en este caso se requieren de tiempos adicionales para obtener resultados positivos.
0.80	Alto	Con alta probabilidad que ocurra, los recursos y liderazgo son suficientes para permitir un efecto mínimo en el resultado.
0.90	Muy Alto	Es seguro que ocurrirá en el proyecto, el afectar y controlar el resultado es casi nulo.

En base al impacto y la evaluación del impacto se busca investigar el posible efecto en los objetivos del proyecto es por ello que la empresa de supervisión determine los objetivos y sus impactos como se muestra en la Tabla 5, evaluación del impacto.

Tabla 5

Evaluación del impacto

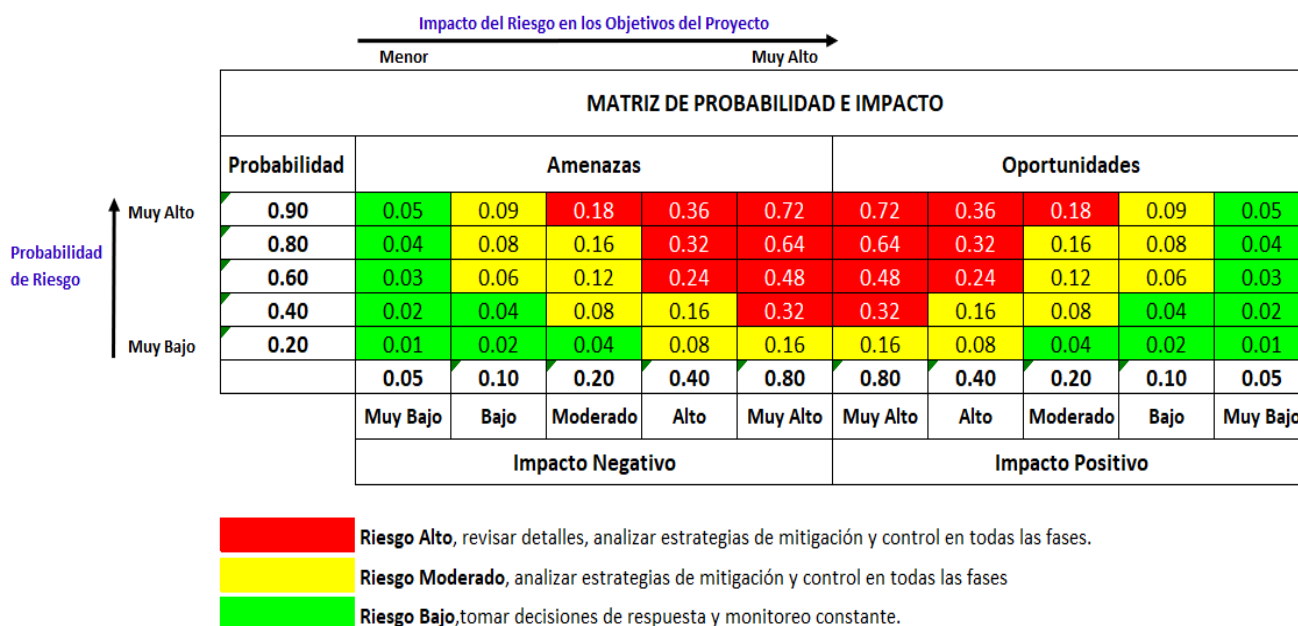
Objetivos del Proyecto	Muy Bajo 0.05	Bajo 0.10	Moderado 0.20	Alto 0.40	Muy Alto 0.80
Alcance	Variaciones en el alcance aceptables (Modificaciones en el EDT).	Cambios en requerimientos menores en las especificaciones técnicas y procesos del proyecto.	Impacto considerable en áreas principales del alcance y con ello cambios.	Cambios considerables que en consecuencia llevan a modificaciones de las especificaciones técnicas del proyecto.	Cambios en el alcance afectado un porcentaje mayor del 40% del EDT y cambio total de las especificaciones técnicas.
Tiempo	Impacto en la duración de alguna de las actividades pero impacta en el plazo final.	Impacto en la duración del proyecto en un porcentaje no menos al 5%.	Impacto de duración lo cual llevaría a un exceso en el plazo general con un aumento entre 5% y 10%.	Impacto en la duración del proyecto el cual excede el plazo en entre un 10% y 20%.	El plazo general se excede mayor a 20%.
Costo	Aumento de costo insignificante en una variación de < 3%.	Aumento de los costo menor al 5%.	Aumento de los costo entre el 10% al 20%.	Aumento de los costo entre el 20% a 40%.	Aumento de los costo en un 40% más.
Calidad	Impacto en la calidad poco perceptible en función de entregas de calidad y no afecta a la producción.	Impacto en los aspectos secundarios o funciones para el desempeño y durabilidad del proyecto.	El impacto de la reducción de la calidad puede afectar el desempeño y la durabilidad en este caso requiere aprobación del patrocinador.	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador, pone en peligro a operación y durabilidad del proyecto.	Impacto de una gran consideración sobre la funcionalidad del producto o en su defecto inservible.

Para este proyecto la información histórica proviene de los registros de riesgos y los planes de respuesta de proyectos similares provienen de la base de datos de la empresa de supervisión, esta información es limitada o casi nula. La mayor información se ha obtenido de documentación del proyecto en las sesiones de riesgos que se ha desarrollado al principio de la planificación.

La empresa de supervisión para poder hacer un análisis cualitativo de los riesgos, necesita realizar una matriz de probabilidad e impacto, en esta se da prioridad y/o importancia al análisis y los impactos identificados para cada riesgo, en esta matriz asignaron pesos a cada objetivo del proyecto, estos pesos están determinados en base a la importancia que tiene cada objetivo frente al proyecto en distintos riesgos que puedan afectar en alguna de sus etapas. La matriz de probabilidad e impacto se ha definido, como se muestra en la figura 31, matriz de probabilidad e impacto.

Figura 31

Matriz de probabilidad e impacto



3.5.4.12.1. Identificación y Valoración de Probabilidad e Impacto

Se tomó de referencia solo algunos riesgos, como se indicó en apartados anteriores, la gestión de riesgos fue trabajada por la empresa de supervisión en su sede de Vancouver y solo se tuvo acceso a los detallado, como se muestra en la

siguiente Figura 32, matriz de riesgos del proyecto, los cuales están relacionados directamente al subproyecto de línea de agua fresca y estaciones de bombeo.

Figura 32

Matriz de riesgos del proyecto

RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
1. Riesgos Tecnicos								
1.1. Requisitos								
1.1.1	Soldadura en bajas temperaturas	comportamiento de los materiales de soldadura en las bajas temperaturas	0.8	0.5	0.8	0.6	0.7	0.52
1.1.2	Modificacion del expediente tecnico	Cambios en rutas, o requerimientos del cliente	0.4	0.8	0.8	0.8	0.4	0.28
1.2. Tecnologia								
1.2.1	Equipos nuevos	Debido a la aprobacion de algunas disciplinas pueden incluir comprar nuevos equipos	0.3	0.7	0.5	0.7	0.1	0.15
1.2.2	Nuevas Tecnologias	Innovacion de nueva tecnologia en la construccion de la planta como robots	0.9	0.2	0.2	0.2	0.4	0.23
1.2.3	Averias en equipos	Falta de mantenimiento en equipos de planta	0.75	0.4	0.4	0.6	0.3	0.32
1.2.4	Soldadores Especializados	Alta demanda de soldadores especializados en otros proyectos en simultaneo	0.5	0.4	0.8		0.5	0.28
1.3. Complejidad								
1.3.1	Atrasos en desarrollo de actividades de diseño	Debido a el retraso de aprobacion de entregables por parte de las disciplinas de ingenieria puede generar retrasos	0.8	0.4	0.6	0.6	0.6	0.44
1.3.2	Voladuras en obra	Errores en los criterios de diseño sobre el tipo de suelo y el tipo de excavaciones masivas	0.4	0.3			0.4	0.14
1.3.3	Las excavaciones podrian generar inestabilidad del frente y retraso	Cuidado en las excavaciones por la morfologia del terreno	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.13
1.3.4	Rendimiento en las actividades de la ruta critica construccion	Bajo rendimiento en construccion por requerimiento de mano de obra calificada local sea mayor al 5%	0.8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.56
1.3.5	Hallazgos de restos arqueologicos durante trabajos de excavaciones	No se analizo con detalle las areas involucradas	0.8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.56
1.3.6	Demora de llega de curvadora	Desconocimiento de rutas de llegada al proyecto Escasez de proveedores de ese tipo de equipo en peru	0.6	0.4	0.8	0.8	0.4	0.36

RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
1.4. Desempeño								
1.4.1	Terrenos sin Bofedales	Podrían ocasionar mayores costos y tiempo en retirarlos para eliminar esa interferencia.	0.8	0.5	0.3	0.3		0.24
1.4.2	Control en el proceso constructivo	La falta de control en el proceso constructivo podría ocasionar retrasos y reprocesos innecesarios	0.8	0.4	0.7	0.7	0.7	0.56
1.4.3	Falla del sistema de abastecimiento de agua para campamentos y construcción	Demanda alta de agua por otras áreas del proyecto al mismo tiempo	0.2	0.4	0.7	0.7	0.7	0.14
1.4.4	Aparición de fallas durante el puesta en marcha y operación	podría ocasionar retrasos en la operación y retrabajos	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0.28
1.4.5	Demora en aprobación de planos de ingeniería por terceros	Retrasos en la ejecución por no tener personal calificado para el desarrollo de planos	0.8	0.4	0.7	0.7	0.6	0.56
1.4.6	Bajo rendimiento de trabajadores obreros	bajo rendimiento por diferentes motivos, como salario, falta de calificación, distracciones por otros proyectos.	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	0.35
1.5. Diseño e Ingeniería								
1.5.1	Estado de la Ingeniería	Planos incompletos, retrasos en respuesta a RFI por parte del diseñador Dificultad en la aprobación de cambios generados por modificaciones en terreno y/o ingeniería	0.8	0.2	0.6	0.5	0.6	0.38
1.5.2	Incompatibilidad de ingeniería del proyecto	Retrasos por incompatibilidad en la ingeniería del proyecto, demoras de soluciones por proyectistas externos.	0.5	0.7	0.7	0.3	0.3	0.25
1.5.3	Retraso en respuesta de RFI'S	Demora en respuesta a requerimientos de información por espera de proyectistas u otros motivos.	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.28
1.6. Calidad								
1.6.1	Control de Materiales fabricados externamente	Debido a fabricaciones en talleres externos puede ocasionar alguna falla en algún material	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.29
1.6.2	Podría ocasionar trabajos rechazados, retrabajos.	Debido a deficiente control en trabajos de soldaduras, excavaciones y demás podría ocasionar retrabajos	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.29
1.6.3	Soldadura longitudinal	Debido al tipo de soldadura puede ocasionarse falta de fusión	0.5		0.6			0.30
1.6.4	Reparaciones sin registros	Pueden existir algunas reparaciones durante la construcción por falta de supervisión	0.7		0.6	0.6		0.42

RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
2. Riesgos Externo								
2.1. Legislacion								
2.1.1	Cambios en el Ministerio de Energia y Minas	Inestabilidad politica en el pais. Conflictos en el pais , en e gobierno.	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.12
2.1.2	Modificaciones en la legistacion de mineria y construccion	Cambios en estandares de calidad y regimes	0.4	0.4	0.4	0.6	0.2	0.16
2.1.3	Cambios en la legislacion ambiental que supongan cambios en el alcance	Cambio en los estandares ambientales (polvo, ruido, agua, etc)	0.5	0.4	0.6	0.2	0.4	0.20
2.1.4	Modificaciones en el tiempo de vigencia de la licencia de construccion	Cambios en la normativa de tiempos de licencias de construccion	0.7	0.3	0.3		0.3	0.21
2.2. Cliente								
2.2.1	Cumplimiento anticipado del plazo del proyecto	Generarse expectativa de satisfaccion por la poblacion beneficiaria y el cliente	0.4	0.3	0.3		0.4	0.13
2.2.2	Retraso en los permisos para ingreso de personal	Demora por procedimientos de organizaci3n en aprobar permisos	0.7	0.4	0.4	0.6	0.4	0.32
2.3. Condiciones Climaticas								
2.3.1	Tormentas Electricas	Condiciones Climaticas extremas en alta montaa Necesidad de construccion durante esta temporada Lluvias Constantes	0.7	0.4	0.4	0.6	0.6	0.35
2.3.2	Desastres Naturales	Un desastre natural en la zona o alguna region del pais cerca al proeycro podria afectar el suministro de material, obras construidas	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	0.18
2.3.3	Clima Frio en el lugar del proyecto	Podria generar enfermedades respiratorias	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.17
2.4. Comunidades								
2.4.1	Conflictos Sociales	Incumplimientos del cliente en compromisos con las comunidades aledaas Incumplimiento de actividades relacionadas al impacto ambiental	0.8	0.6	0.8	0.9	0.4	0.54
2.5. Factores Politicos								
2.5.1	Cambios de Gobierno	Incertidumbre en inversiones y afecta a algunos permisos demoren	0.6	0.4	0.4	0.4	0.2	0.21
2.5.2	Paralizaciones	Paralizaciones por reclamos de la poblacion contra el gobierno	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.50
2.6. Tasas de Cambio								
2.6.1	Baja en el Tipo de Cambio	Salida de capitales extryanjeros	0.3	0.4	0.4	0.6	0.4	0.14
2.6.2	Incremento en la tasa de interes y en la tasa de inflacion	Politica monetaria afectada y la macroeconomia	0.3	0.2	0.2	0.6	0.4	0.11

RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
3. Riesgos de Gestión								
3.1. Comunicación								
3.1.1	Falta de señal telefonica en el proyecto	Puede ocurrir que pase mucho tiempo de espera para el desarrollo de actividades	0.5	0.4	0.6	0.4	0.6	0.25
3.1.2	Falta de permisos para la construccion	Problemas entre clientes y la comunidad Demoras en la gestion de permisos de construccion para inicios de trabajo	0.7	0.4	0.7	0.7	0.4	0.39
3.2. Recursos Humanos								
3.2.1	Escasez de mano de obra local o personal	Ejecucion de proyectos en simultaneo en otras partes del pais	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4	0.17
3.2.2	Personal contratado local no muy calificado	Ocurre retrasos en la ejecucion por la curva de aprendizaje	0.8	0.3	0.6	0.6	0.6	0.42
3.2.3	Alta Rotación de Personal	Proyectos de construcción ejecutados al mismo tiempo	0.7	0.5	0.7	0.5	0.5	0.39
3.2.4	Retrasos de ingreso de personal	Demora en proceso de ingreso por exámenes medicos, etc	0.7	0.3	0.7	0.7	0.4	0.37
3.3 Seguridad								
3.3.1	Accidente de obra	Necesidad de esfuerzo y actividades fisicas constantes de alto riesgos	0.4	0.2	0.8	0.8	0.2	0.20
3.3.2	Accidente de trabajo en montaje de tubería y equipos mecanicos	Debido a las condiciones climaticas, por adelantarse a las lluvias y apuro puede generarse accidentes	0.7	0.2	0.8	0.8	0.8	0.46
3.3.3	Podria haber perdida o daño a los materiales en el transporte, almacenamiento o montaje, que genere retraso en materiales y equipos.	falta de buenas practicas en almacenaje y transporte por parte del transportista contratado	0.5	0.4	0.7	0.7	0.8	0.33
3.4. Planificación, Control y Seguimiento								
3.4.1	Cambio en el alcance del proyecto	Rediseño de entregas en hitos del proyecto Modificación de asignación de recursos	0.4	0.6	0.6	0.6	0.2	0.20
3.4.2	Mala interpretacion de los requerimiento y expectativas	Los requerimientos del cliente no se han entendido en su totalidad y en el contrato no esta claro	0.5	0.6	0.7	0.7	0.2	0.28
3.4.3	Control de Adquisiciones	poco seguimiento a las compras podria provocar retrasos en llegadas a obra	0.5	0.4	0.6	0.6	0.4	0.25
3.4.4	Estimaciones sin considerar condiciones de sitio	Poca coordinacion y control para la movilizacion de equipos y llegada	0.8	0.2	0.3	0.3	0.2	0.20
3.4.5	Poco seguimiento y control de costos	aumento de costos y reste al margen de utilidad con un RO negativos	0.6	0.2	0.4	0.6	0.4	0.24
3.4.6	Calculo estimado sin tomar en cuenta los rendimiento para la zona del proyecto	Aumento de recursos para cumplir con el plazo	0.5	0.2	0.4	0.6	0.4	0.20
3.4.7	Aumento de recursos para lograr el objetivos	Debido a las estimaciones de rendimiento para el proyecto	0.3	0.2	0.4	0.6	0.4	0.12
3.4.8	Mayores Metrados	Aumento d metrados por excavaciones, mejoramiento de accesos, construcción de campamentos.	0.6	0.5	0.7	0.7	0.4	0.35

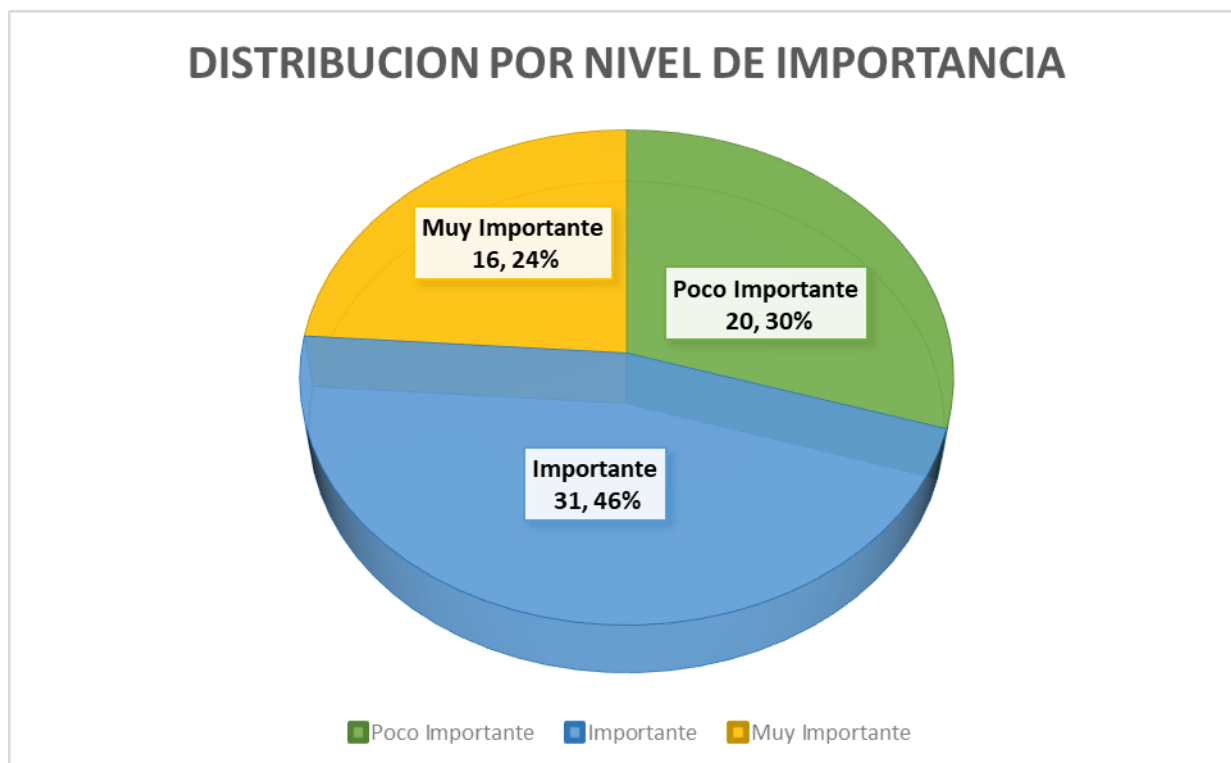
RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
4. Riesgos Comerciales								
4.1. Contratos								
4.1.1	Clausulas del contrato generales	Inexperiencia del área legal en cierre de contrato	0.4	0.8	0.6	0.6	0.8	0.28
4.1.2	Podria faltar disponibidd para puesta en servicio y generar retrasos	Debido a la ejecución simultanea de construcciones en el proyecto y falta de empresas especializadas.	0.3	0.4	0.6	0.6	0.8	0.18
4.2. Proveedores y Subcontratista								
4.2.1	Incumplimiento en entregas de productos y/o servicios	Entregas pendientes	0.5	0.4	0.6	0.6	0.4	0.25
4.2.2	cambios en la morfologia de suelo puede afectar a otro tipo de tuberia	Cambios en las zonas geograficas y la adquisicion de materiales demoraria	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.22
4.2.3	Instalacion de tuberias	Retrasos en la procura y logistica del proyecto Subcontratista no cuenta con todos los recursos para el trabajo	0.7	0.4	0.6	0.6	0.4	0.35
4.2.4	Abandono de Proveedores	Retraso en pagos a proveedores	0.4	0.3	0.8	0.9	0.4	0.24
4.2.5	Incremento en precio de bienes importados	Incremento de aranceles	0.4	0.4	0.6	0.8	0.4	0.22
5. Riesgos de la Organización								
5.1. Financiamiento								
5.1.1	Retrasos en desembolsos financiero para el proyecto	Falta de recursos listos para empezar el desarrollo a tiempo	0.2	0.2	0.6	0.6	0.3	0.09
5.1.2	Estimacion de costos desfasada	Estimación de costos mal efectuada de acuerdo al proyecto a ejecutar	0.5	0.9	0.7	0.7	0.7	0.38
5.1.3	Sobrecostos por horas stand by	Problemas por mal clima Alta demanda por maquinaria	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.33
5.2. Politicas y lineamientos institucionales								
5.2.1	Implantacion de politica organizacional del proyecto	Demora en algunos procesos de ingreso, etc	0.4	0.2	0.6	0.6	0.6	0.20

Como se ha podido visualizar en la Figura 32, matriz de riesgos del proyecto. La supervisión identifico 67 riesgos los cuales son los más comunes en el subproyecto de línea de agua fresca y estaciones de bombeo; y luego del análisis cualitativo se priorizaron lo riesgos, consiguiendo 16 de riesgos muy alto o importante, 31 de riesgo medio o importante y 20 riesgo de nivel bajo o poco

importante, el desagregado se muestra en la Figura 33, distribución por nivel de importancia.

Figura 33

Distribución por nivel de importancia



Dentro de los riesgos con mayor importancia descubiertos en el estudio que realizó la empresa de supervisión, tenemos: Soldadura en bajas temperaturas, pues como es de conocimiento las temperaturas en el lugar de ejecución es de 2°C , para ello se utilizará la estrategia de mitigar este riesgos, considerando que la empresa contratista debe crear microclimas para realizar ese proceso y evitar impacto que signifique retrabajos, contando con que esta es una actividad crítica para el funcionamiento de la línea.

La alta rotación de personal, debido a la duración del proyecto y la alta demanda en otros proyectos a nivel nacional, lo cual podría impactar que el proyecto se quede con poco personal en las actividades críticas. Por lo cual se tiene que mitigar este riesgo con capacitaciones constantes, programa de incentivos, remuneraciones y proporcionar continuidad en otros proyectos.

Por otro lado, en la siguiente Figura 34, impacto de los riesgos el cual se referencia al porcentaje acumulado en relación con la importancia y Figura 35, impacto de riesgos en base a su probabilidad.

Figura 34
Impacto de los Riesgos.

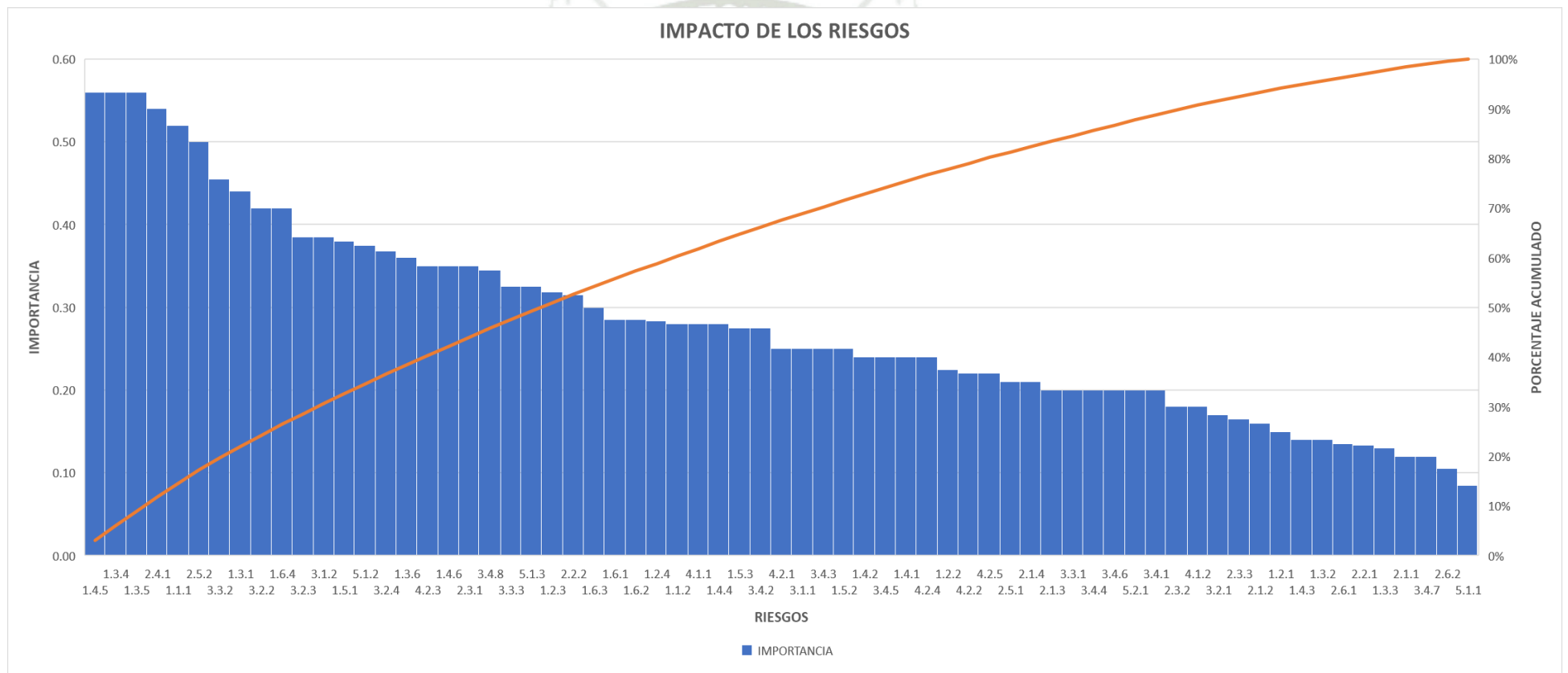
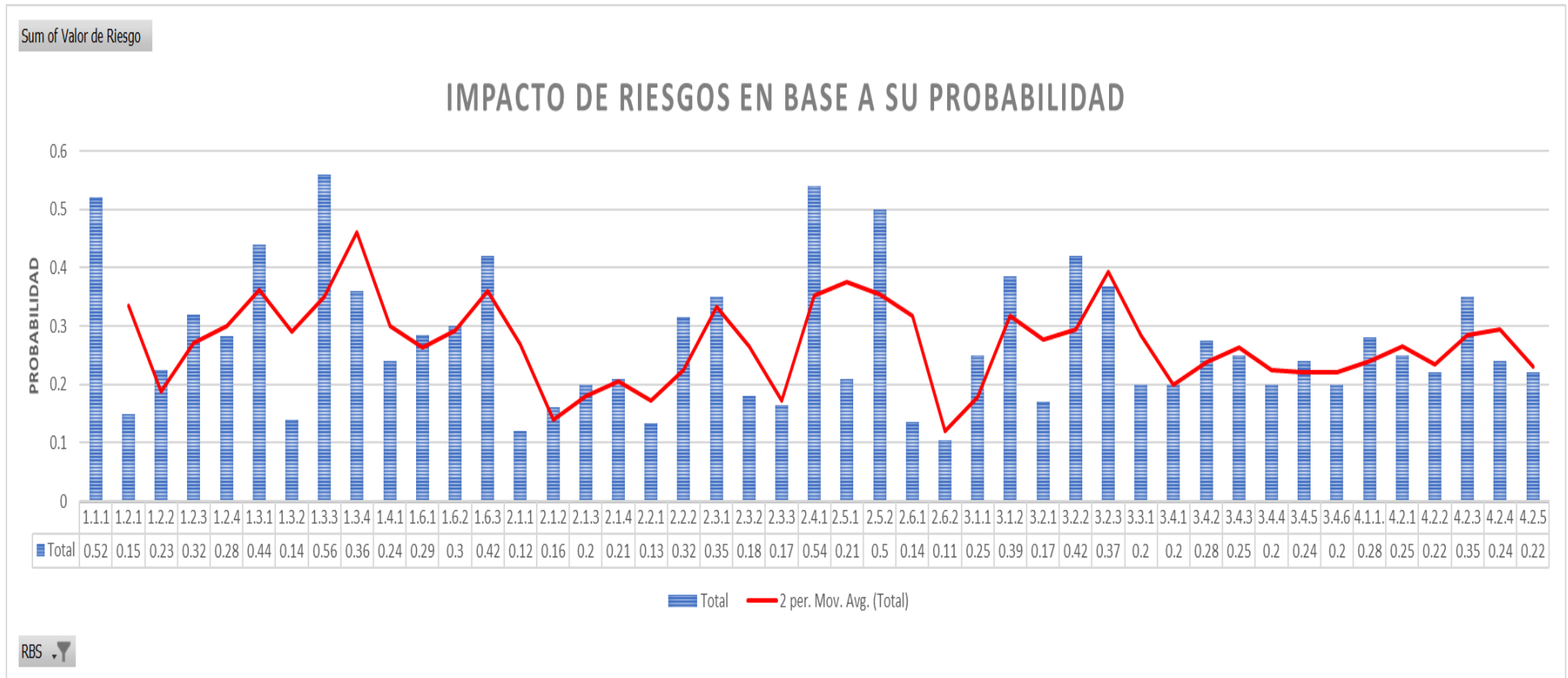


Figura 35

Impacto de riesgo en base a su probabilidad



Para un mejor entendimiento se hizo un análisis por cada categoría de riesgos, en el cual se puede visualizar el porcentaje y el grado de importancia.

Como se puede visualizar en la figura 36, de los riesgos técnicos, un total de 25 riesgos se consideran muy importante 8, importante 13 y 4 poco importantes.

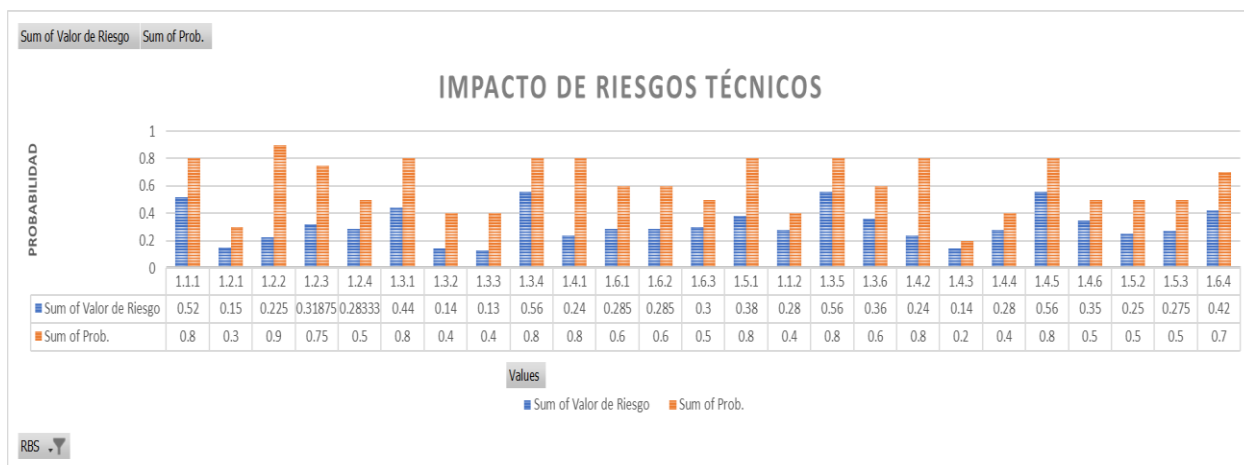
Figura 36

Riesgos técnicos



En la siguiente figura 37, impacto de riesgos técnicos, se puede ver los 25 riesgos identificados para los riesgos técnicos con relación a la probabilidad de ocurrencia de 0.65 y el valor de riesgo, con un promedio de valor de riesgo de 0.33 de impacto.

Figura 37
Impacto de riesgos técnicos



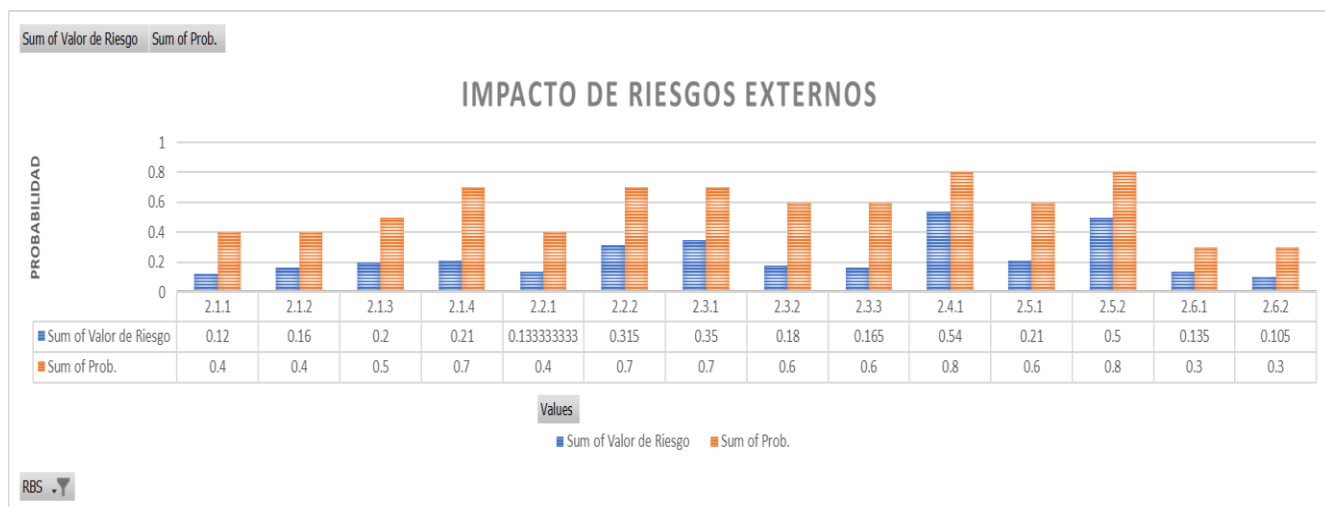
Como se puede visualizar en la figura 38 de los riesgos externos, de un total de 14 riesgos se consideran muy importante 2, importante 5 y 7 poco importantes.

Figura 38
Riesgos externos



En la siguiente figura 39, impacto de riesgos externos, se puede ver los 14 riesgos identificados con relación a la probabilidad de ocurrencia de 0.55 y el valor de riesgo, con un promedio de valor de riesgo de 0.23 de impacto.

Figura 39
Impacto de riesgos externos



Como se puede visualizar en la figura 40, riesgos de gestión, de un total de 17 riesgos para esta sección se consideran muy importante 5, importante 6 y 6 poco importantes.

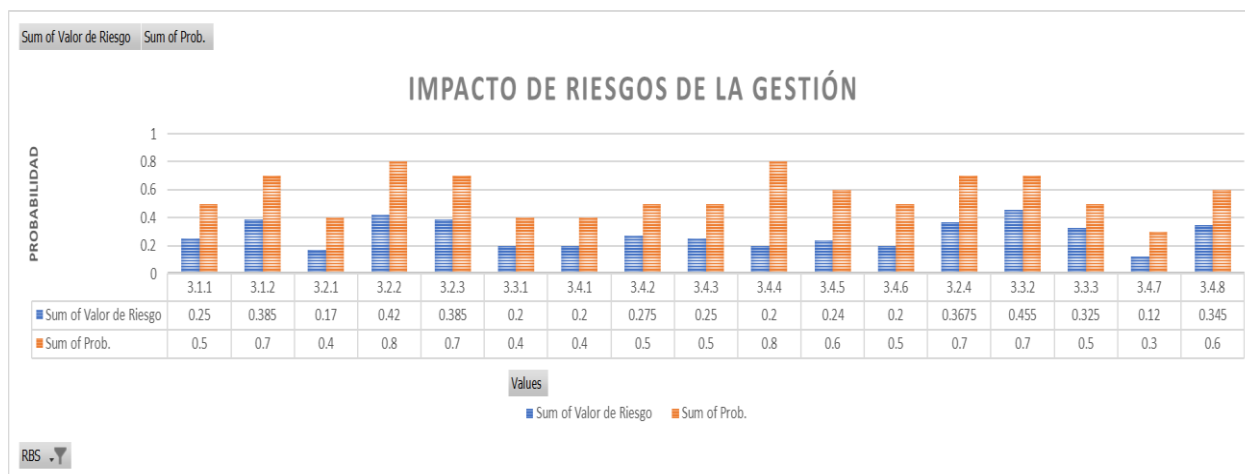
Figura 40
Riesgos de gestión



En la siguiente figura 41, impacto de riesgos de gestión, se puede ver los 17 riesgos identificados con relación a la probabilidad de ocurrencia de 0.57 y el valor de riesgo, con un promedio de valor de riesgo de 0.26 de impacto.

Figura 41

Impacto de Riesgos de gestión



Como se puede visualizar en la figura 42, riesgos comerciales, del total de 07 riesgos para esta sección se consideran se tiene solo riesgos categorizados como importantes 7 riesgos y 01 riesgo poco importante.

Figura 42

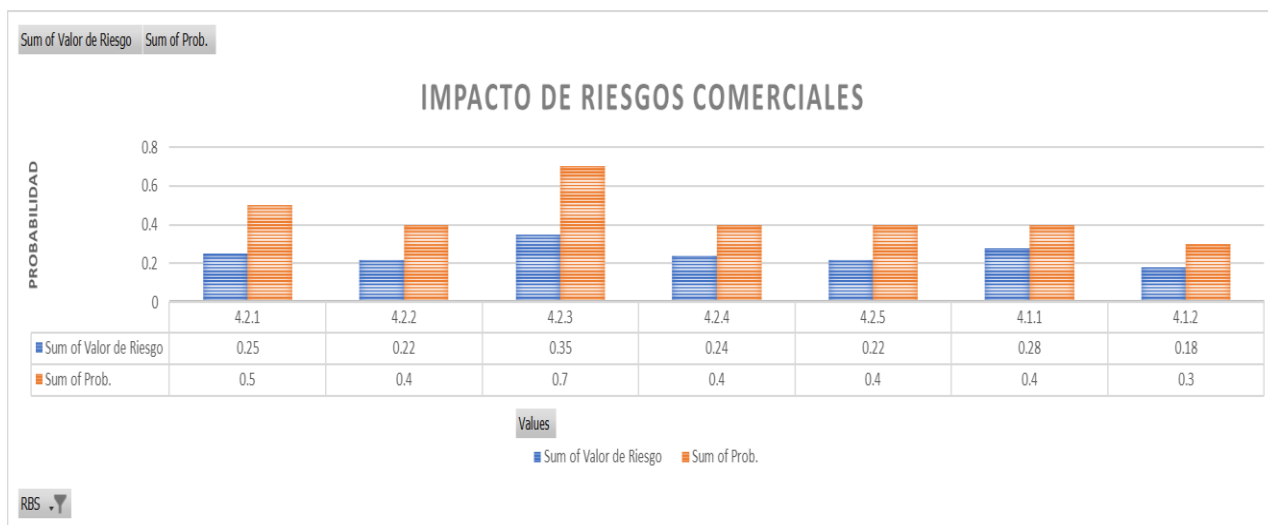
Riesgos comerciales



En la siguiente figura 43, impacto de riesgos de comerciales, se puede ver los 07 riesgos identificados con relación a la probabilidad de ocurrencia de 0.47 y el valor de riesgo, con un promedio de valor de riesgo de 0.27 de impacto.

Figura 43

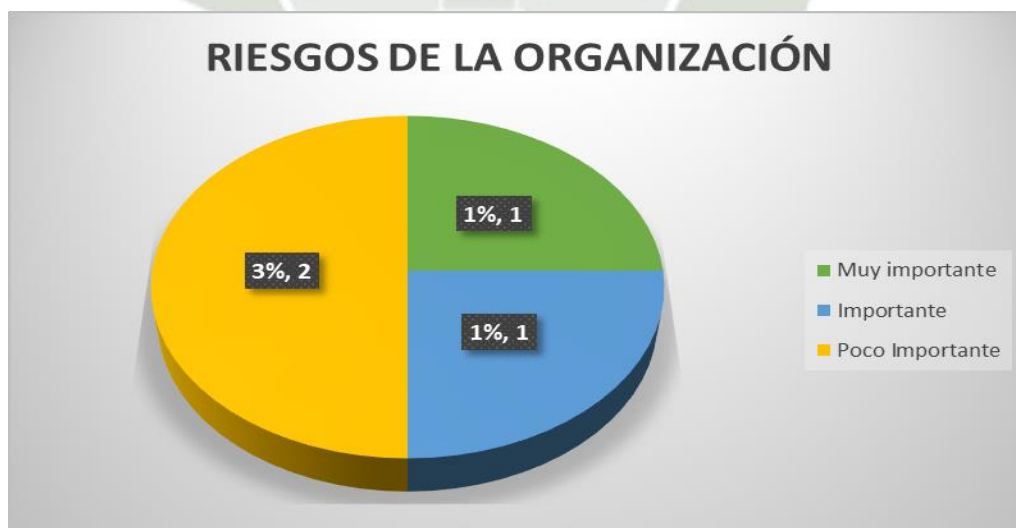
Impacto de riesgos comerciales



Como se puede visualizar en la figura 44, riesgos de la organización, de un total de 04 riesgos para esta sección se consideran muy importante 1, importante 1 y 2 poco importantes.

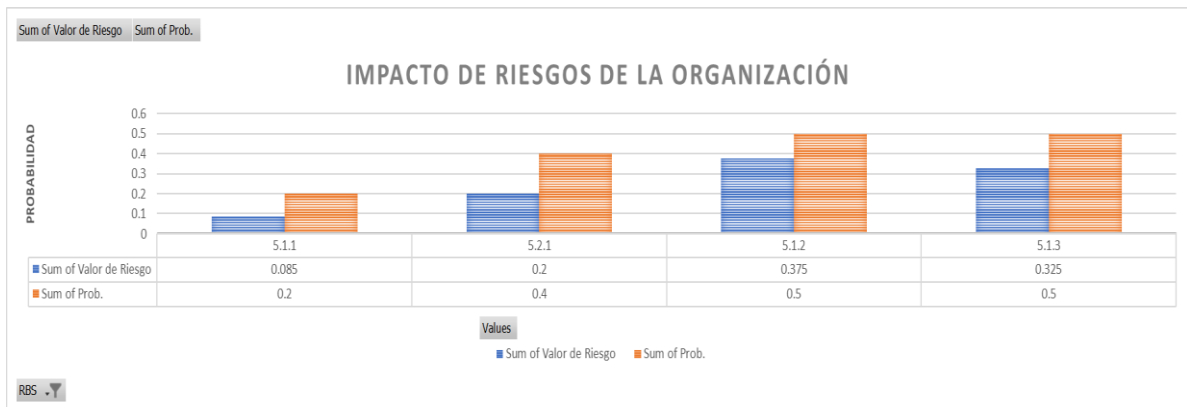
Figura 44

Riesgos de la organización



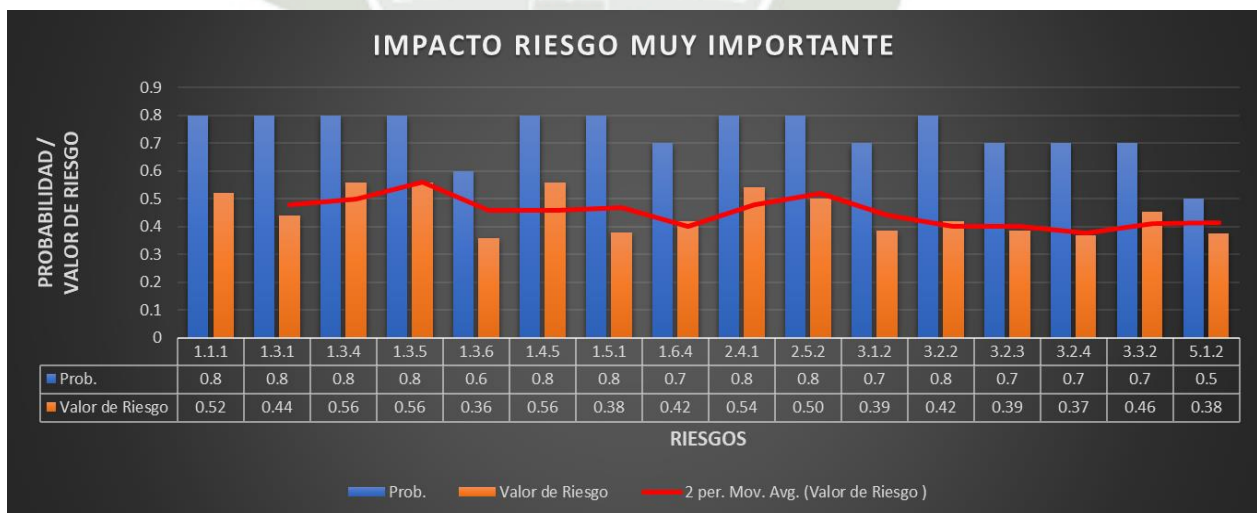
En la siguiente figura 45, impacto de riesgos de la organización, se puede ver los 03 riesgos identificados con relación a la probabilidad de ocurrencia de 0.47 y el valor de riesgo, con un promedio de valor de riesgo de 0.67 de impacto.

Figura 45
Impacto de riesgos de la organización



Adicional a ello se hizo un análisis de la tendencia reflejada entre la probabilidad y el valor final del riesgo, así como también el impacto en los objetivos del proyecto, para el caso de la categoría muy importante se puede ver las variaciones las probabilidades entre los rangos de 0.7 a 0.8 y con el valor de riesgo promedio de 0.44, como se puede ver en la figura 46, impacto muy importante.

Figura 46
Impacto muy importante

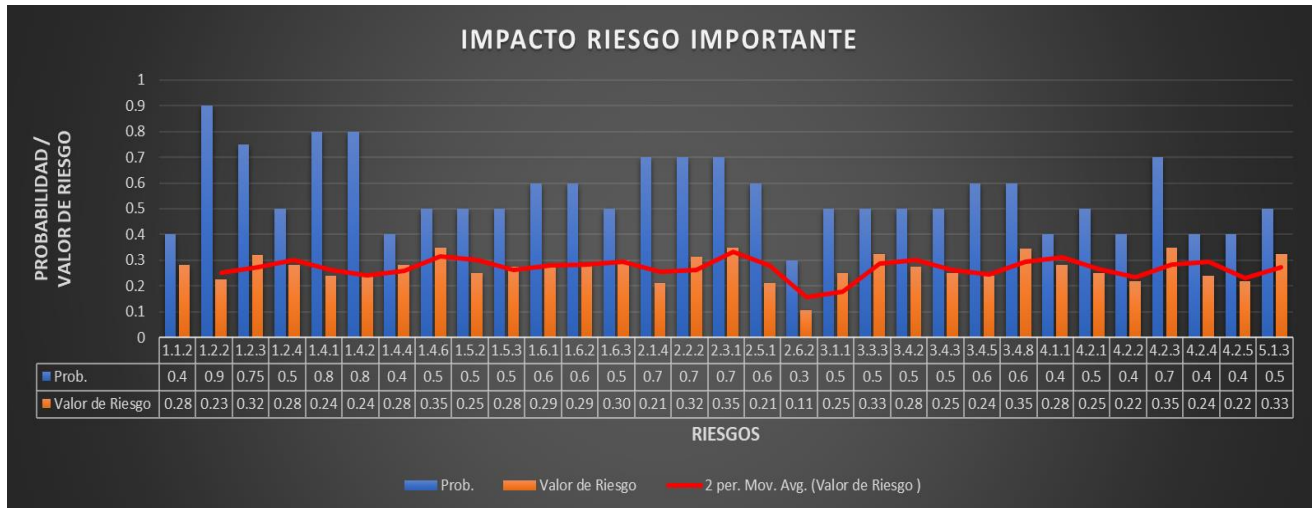


Con referencia para la categoría importante el cual es una categoría donde se debe prestar atención para que no se vuelva potenciar y colocar estrategias de mitigación tenemos una relación de probabilidad en un rango de 0.5 a 0.6 de

ocurrencia y con un promedio de valor de riesgo promedio de 0.26, como podemos ver en la figura 47, impacto categoría importante.

Figura 47

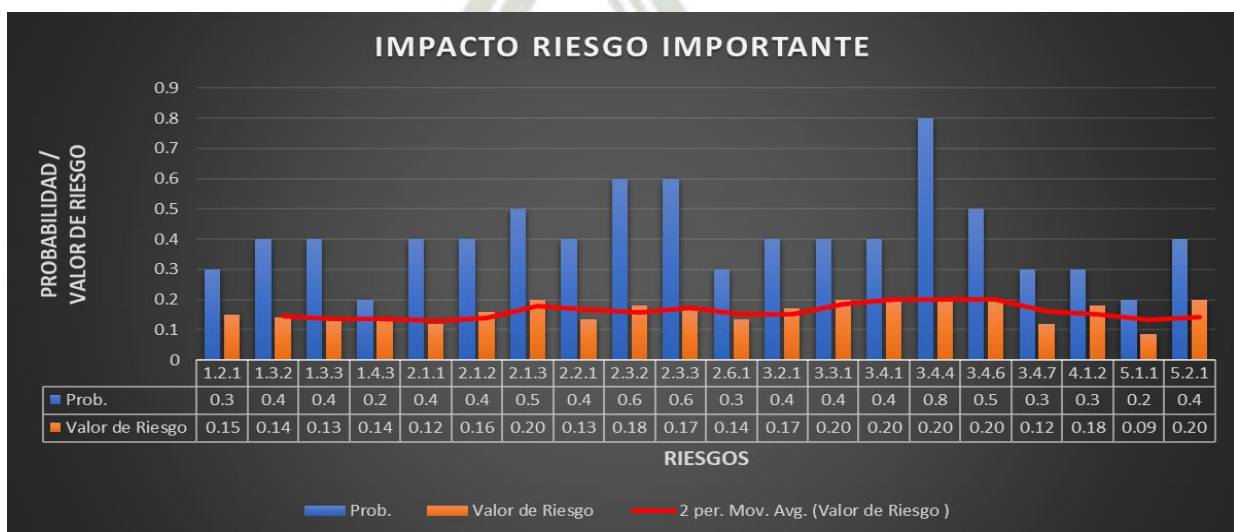
Impacto categoría importante



Por último, con relación a la categoría poco importante la cual son riesgos con poca probabilidad de ocurrencia, pero la cual no debe de estar presentes en nuestra evaluación, tiene una relación de probabilidad de ocurrencia en un rango de 0.3 a 0.6 de ocurrencia y con un promedio de valor de riesgo promedio de 0.16, como podemos ver en la figura 48, impacto categoría poco importante.

Figura 48

Impacto categoría poco importante



Por otro lado, de la lista de riesgos se obtuvieron 22 riesgos positivos considerados también como oportunidades, las cual se puede explotar para crear mejoras dentro del proceso de ejecución monitoreo y cierre del proyecto, las cuales se detalla en la figura 49, identificación de riesgos positivos.

Figura 49

Identificación de riesgo positivos

RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
1.00	Soldadura en bajas temperaturas	comportamiento de los materiales de soldadura en las bajas temperaturas	0.8	0.5	0.8	0.6	0.7	0.52
2.00	La empresa contratista cuenta con buena gestión de calidad	Cuenta con estándares alineados a la ISO 9001 y profesionales con experiencia en proyectos similares	0.7	0.5	0.7	0.5	0.9	0.46
3.00	La empresa contratista cuenta con buena gestión en seguridad	Cuenta con estándares alineados a la normativa de seguridad en proyectos mineros y estándares de cero accidentes	0.7	0.5	0.7	0.5	0.3	0.35
4.00	Gerente de proyecto con alta experiencia en proyectos de gran envergadura similares	Gerente con alta experiencia	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.33



RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
5.00	El equipo de trabajo tiene amplia experiencia en los procesos de gestión de proyectos	Los miembros del equipo tienen buena gestión y conocen las prácticas y estándares de gestión	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.33
6.00	Desempeño de alto rendimiento por cambios en los procesos constructivos	Mejora en la secuencia y programación de los procesos constructivos	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	0.30
7.00	Conocimiento de los procesos de piping y la morfología del terreno	Experiencia en proyectos similares y procesos de piping	0.7	0.7	0.3	0.5	0.5	0.35
8.00	Disponibilidad de maquinaria y equipo especializado en condiciones óptimas	Disponibilidad de recursos en buenas condiciones	0.5	0.3	0.7	0.7	0.7	0.30
9.00	Adecuada utilización de canales de comunicación con la supervisión de proyecto	Definición clara de canales de comunicación con la supervisión y en tiempo real	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.28
10.00	Respuesta de RFI'S con la mayor rapidez	Optimización de respuestas por parte del equipo de ingeniería en la resolución de RFI'S	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.30
11.00	El contratista tiene conocimiento sobre el enfoque de dirección de proyectos	La dirección de proyectos del contratista cuenta con experiencia y conocimiento de estándares de gestión	0.5	0.3	0.7	0.5	0.5	0.25
12.00	Manejo de amplia cartera de proveedores nacionales e internacionales	Procura maneja amplia cartera de proveedores a nivel nacional e internacional de acuerdo a fechas ETA de adquisiciones.	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.28
13.00	Aumento de la utilidad del proyecto	Gestión en mejora de los procesos constructivos y de la dirección para obtener mejores resultados en la ejecución	0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	0.31
14.00	Construcción de campamentos en los frentes de trabajo	Mayor rapidez para estar cerca cualquier inconveniente y mayor descanso al personal	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.24
15.00	Medidas de seguridad en trabajos de alto riesgo	Toma de medidas de seguridad para trabajos de alto riesgo respetando los estándares	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.27
16.00	Gestión para trabajos de mitigación ambiental	Trabajos en mitigación para trabajos cerca a los bofedales de las zonas cercanas al proyecto	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.14
17.00	Mejoramiento de vías de acceso	Mejora de vías de acceso rurales para la comunidad	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5	0.10
18.00	Charlas de seguridad al personal	Charlas técnicas de seguridad en obra a todo el personal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25
19.00	Cumplimiento de los requisitos	Cumplimiento de los requerimientos de calidad y especificaciones técnicas por parte de los proveedores	0.57	0.33	0.4	0.4	0.4	0.22

RBS	Enunciado del Riesgo		Prob.	Impacto				Valor de Riesgo
	Riesgo	Causa		Alc	Tiem	Costo	Calid	
20.00	Habilitacion de varios frentes de trabajo en simultaneo	Liberación de terreno para trabajos en simultaneo	0.4	0.4	0.7	0.7	0.5	0.23
21.00	Marco legal favorable	Marco legal favorable con aprobación de leyes	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.18
22.00	Equipo de proyecto proactivos para dar soluciones rapidas	Miembros de equipos proactivos y capacitados en gestión	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.40

Como se ha podido visualizar en la Figura 49, identificación de riesgos positivos; y luego del análisis cualitativo se priorizaron lo riesgos, consiguiendo 3 de riesgos muy alto o importante, 16 de riesgo medio o importante y 3 riesgo de nivel bajo o poco importante, el desagregado se muestra en la figura 50, distribución por nivel de importancia riesgos positivos.

Figura 50

Distribución por nivel de importancia riesgos positivos



Por otro lado, en la siguiente Figura 51, grado de oportunidad de los riesgos positivos, se muestra el grado de oportunidad de los riesgos de acuerdo con un porcentaje acumulado en relación con la importancia, y en la figura 52, impacto de riesgo en base a su probabilidad.

Figura 51

Grado de oportunidad de los riesgos positivos

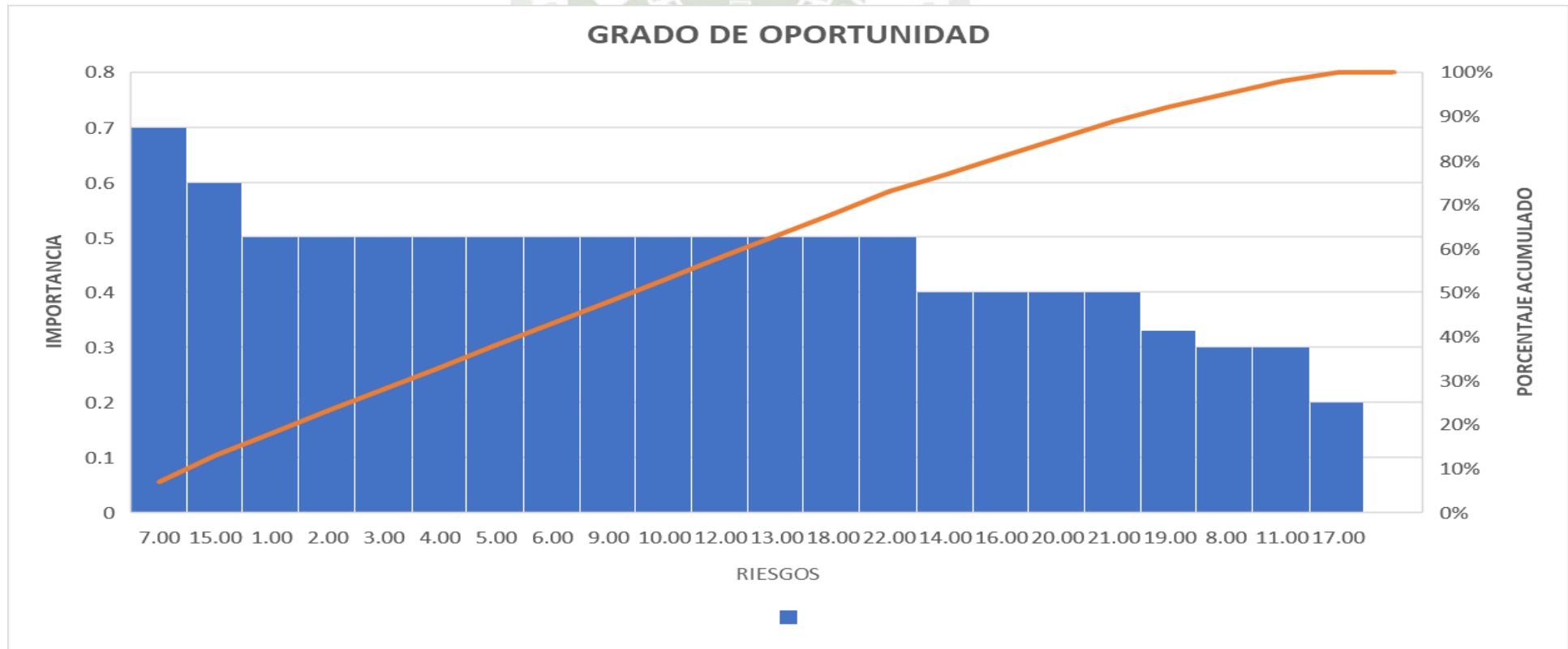
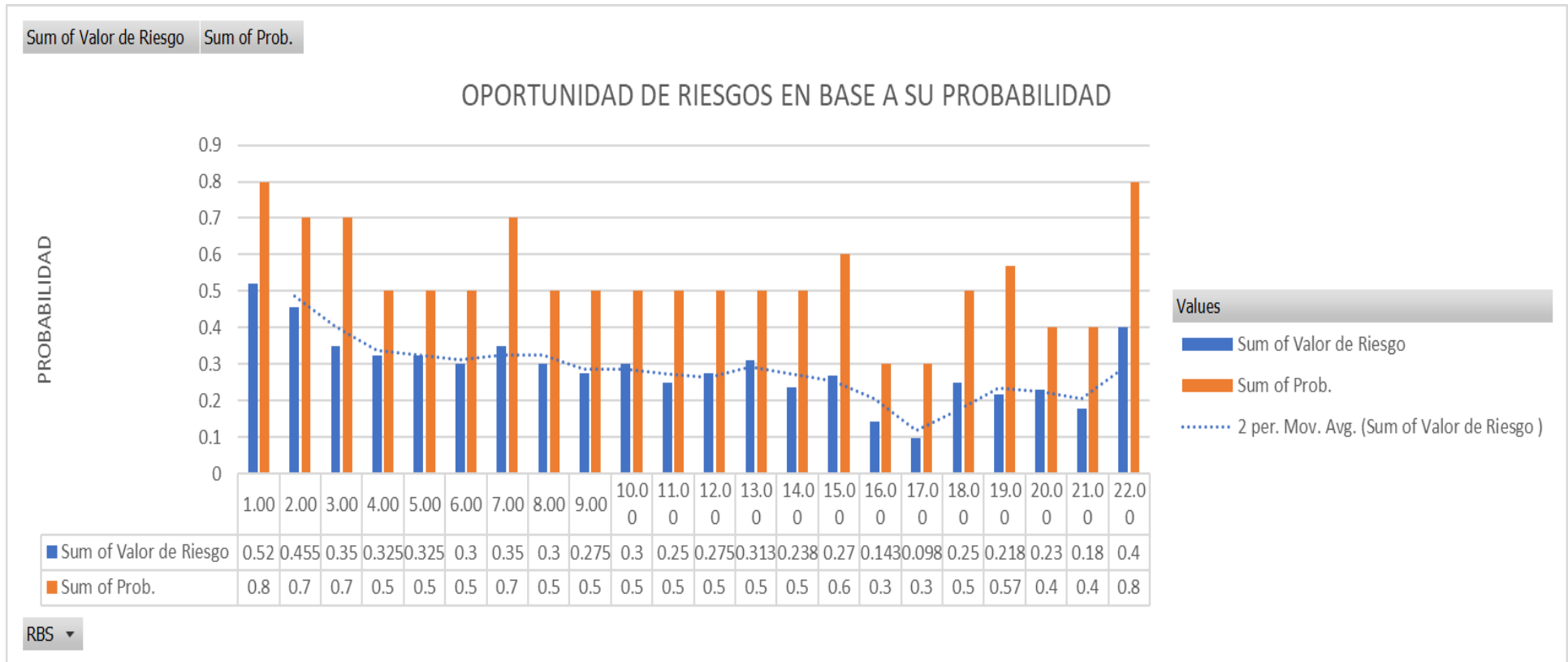


Figura 52

Impacto de riesgo en base a su probabilidad



La importancia de identificar los riesgos ayuda al proyecto a poder prever una reserva de contingencia por lo riesgos identificados y una reserva de gestión por los riesgos no identificados, y que podría pasar de ser el caso.

Por ello, solo se mencionará como parte de esta gestión de riesgos y de forma general se dan la respuesta a algunos de los riesgos potenciales, pues no es estudio fundamental de esta tesis, se pasa a describir las siguientes respuestas a riesgos potenciales.

- Contar con rutas alternas e identificar a los interesados en la población, para mitigar problemas por disturbios de problemas sociales.
- Para el caso de ingeniería, contar con una verificación previa para soluciones para rápidas.
- Dictar charlas de inducción y difusión cada semana tratando de identificar problemas personales o laborales.
- Gestionar permisos directamente en representación del propietario.
- Tener identificado personal adicional para incorporarlo rápidamente y nivelar el avance del cronograma. Identificar proveedores alternativos.
- Considerar las lecciones aprendidas de otros proyectos para una estimación.
- Como forma general para los conflictos sociales la medida preventiva se indicó que podría hacerse charlas con los líderes de la comunidad para informar sobre los trabajos a realizar durante la ejecución del proyecto, una planificación de mano de obra no calificada y como una acción correctiva sería intensificar las actividades en la fase de construcción, retrasadas y cumplimiento de plazos.
- Para la gestión y retrasos en ingeniería se tiene como una respuesta: identificar de manera temprana la carencia de información técnica para la construcción.
- Emitir RFI(s) solicitando al propietario y/o su representante complete los planos; y, hacer seguimiento a las respuestas de los RFI.

3.5.4.13. Gestión de Adquisiciones

Si bien es cierto que no se tiene contemplado dentro de las áreas de conocimiento la gestión de adquisiciones se ha tomado en cuenta para entender en la descripción de la situación actual y lo cual la gestión de adquisiciones impacto en el cronograma y los tiempos que se describen en adelante.

Para el subproyecto de línea de agua fresca y estaciones de bombeo se tiene el servicio de construcción que será ejecutado por la empresa contratista, de acuerdo con los paquetes de trabajo identificado en el acta de constitución, estos forman parte del contrato inicial de obra entre la supervisión y la contratista, en adelante en los procesos de ejecución se describirá su plan de trabajo y ejecución de acuerdo con las especificaciones técnicas del servicio a desarrollar.

En el caso de este subproyecto se hizo la subcontratación del servicio de construcción de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo como se indica en el apartado anterior, esta subcontratación debe cumplir con las condiciones mínimas señaladas que se denota la siguiente:

- Especificaciones técnicas entregada por la empresa de supervisión.
- Planos con la aprobación del propietario para la ejecución y desarrollo de procura del subcontratista de construcción.
- Inspecciones de calidad.
- Capacitación y entrenamiento.
- Entrega de dossier de calidad.
- Entrega de materiales y equipos.
- Plazos de entrega.

Para este caso la subcontratación se hizo por la instalación de la línea de agua fresca de 87 km y las estaciones de bombeo.

Para efectos de los materiales se hizo la compra de todos los materiales que serán proporcionados al contratista.

3.5.4.13.1. Contrato.

En el caso para efecto de este estudio no se ha colocado el contrato que se tiene con la contratista puesto que es una información confidencial, los datos más resaltantes como el presupuesto, el cronograma, el proceso de ejecución se colocará en detalle el plan de trabajo y el alcance desarrollado de acuerdo con el enunciado del alcance, respetando los criterios de diseño.

Como parte de los entregables por parte de la supervisión se ha determinado lo siguiente:

1. El diseño conceptual y el diseño de construcción será entregado por la empresa de supervisión al contratista de construcción
2. El diseño y construcción lo tendrá como responsabilidad la contratista de construcción hasta su operación del proyecto una vez finalizado
3. Una vez que el contratista de construcción finalice la construcción y esta línea, éste operando se hará la transferencia el proyecto al propietario a través de la supervisión en el proceso de puesta en marcha.

3.5.4.14. Transferencia de Proyecto

Para un megaproyecto minero de esta envergadura, en general de acuerdo con el ciclo de vida de todo proyecto se tiene las 5 áreas ya definidas, las cuales son inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre. Para lo cual entre las cuales se desarrolló:

- **Fase de Ingeniería:** En esta fase se generaron documentos como entregables de los diseños de la todas las especialidades que influyen en el proyecto, es claro decir que esta fase toda la documentación generada pasa hacia las áreas de procura, construcción y si fuera el caso una parte va a fabricaciones , estos documentos se resumen en especificaciones técnica y hojas de datos hacia el área de procura o contratos, fabricación si fuera el caso como lo fue para el subproyecto de línea de

agua fresca y estaciones de bombeo en la cual se hizo el revestimiento interno de la tubería y construcción , a su vez se genera las maquetas o modelados en 3D, planos de detalle, memorias de cálculo y P&ID hacia la fase de construcción.

- **Fase de Procura:** Documentación de ingeniería para gestionar con los subcontratas, dossiers de fabricación, acta de liberación y entregables físicos fabricados.
- **Fase de Construcción:** En esta fase para el subproyecto en estudio se realizarán obras civiles de excavación, mecánicas, eléctricas y de instrumentación. Una vez culminada la construcción y con ella se generan los entregables referentes al proyecto y estos se entregan en la fase de puesta en marcha, en esta documentación los principales son los planos AS-BUILT, el dossier de construcción y el acta de término mecánica.
- **Fase Puesta en Marcha:** En esta fase se desarrolla el precomisionamiento y comisionamiento. En la cual se hacen pruebas en vacío y pruebas con carga respectivamente. En esta fase se generan los entregables de transferencia de la supervisión al cliente y esta corresponde a la transferencia en esta se entregan las carpetas TOP, manuales de operación y planos as- built.

3.5.4.15. Gestión de Cambios

Para efectos de este subproyecto la gestión de la supervisión describió en un proceso de manejo de cambios.

El proceso de gestión de cambios consiste en identificar los cambios lo antes posible, comunicarlos de inmediato a todas las partes interesadas Stakeholders y asegurarse de que se consideren todos los impactos del cambio (tales como costos, programa, recursos, cantidades de materiales, cantidades de planos y otros documentos entregables, constructibilidad, etc.).

La identificación temprano resultará decisiva para gestionar y mitigar el efecto de cualquier cambio negativo, pues la oportunidad para influir en el resultado final del proyecto disminuirá a medida que avanza el proyecto.

El proceso de gestión de cambio no reemplaza el proceso de gestión de contratos y por sí solo no se autoriza. Se requiere un documento contractual como una instrucción de construcción o un requerimiento de compra para aprobar un trabajo adicional en cualquier contrato u orden de compra. La gerencia de la supervisión y del propietario debe aprobar cualquier trabajo adicional antes de ser ejecutado.

El proceso de gestión de cambio para el subproyecto advierte a la gerencia de la supervisión sobre condiciones que podrían afectar los costos y/o el cronograma del proyecto. Se puede visualizar en el diagrama de flujo del proceso de gestión de cambios.

La supervisión en su gestión de cambio debe contar con un alcance de proyecto definido. La base del alcance de trabajo del subproyecto proyecto se encuentra incluida en los siguientes documentos de línea base de proyecto:

- Contrato.
- Alcance de trabajo.
- Plan de ejecución del proyecto.
- Presupuesto.
- Cronogramas.
- Evaluación de Riesgos.

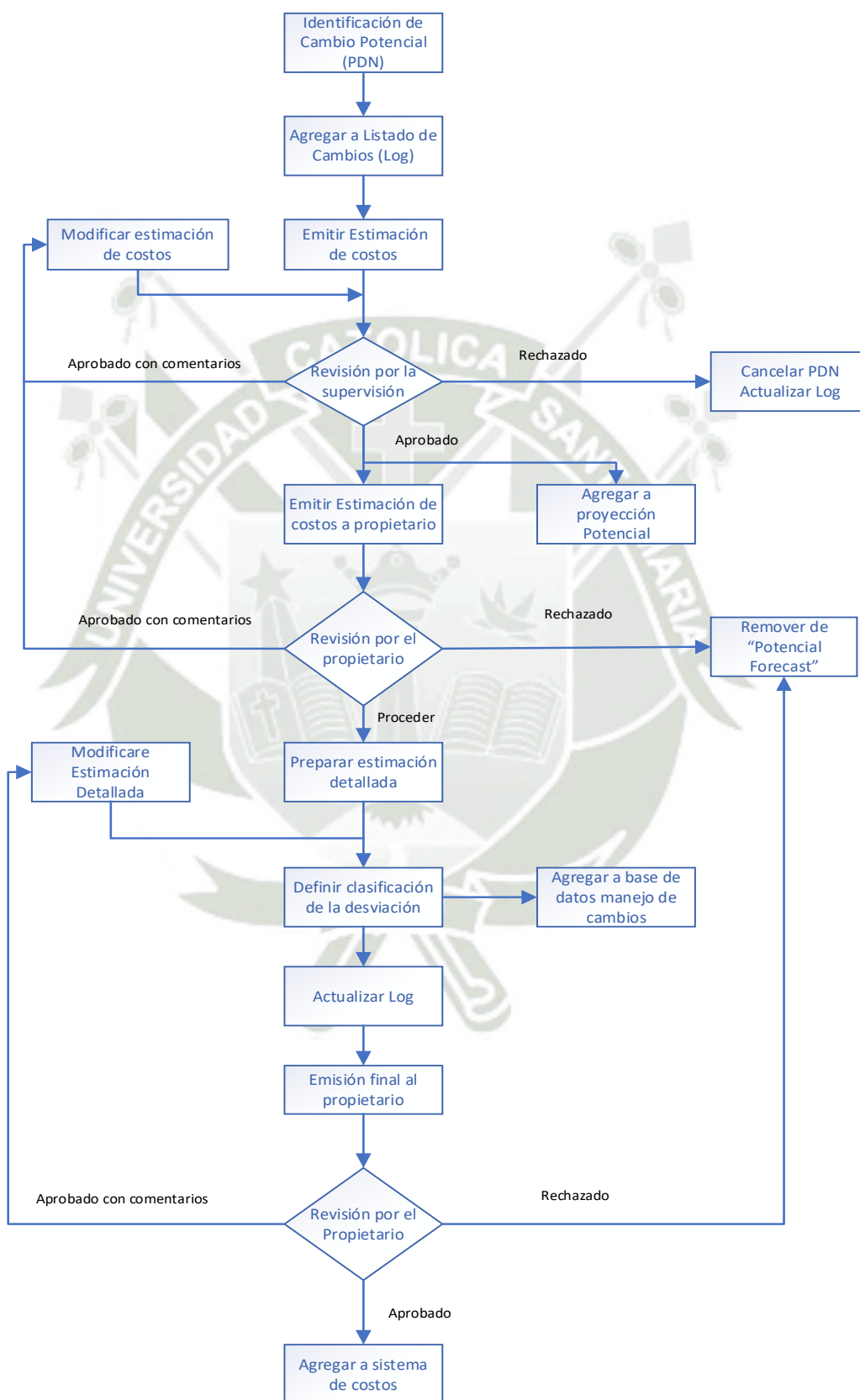
El grupo de control de proyectos será responsable de administrar el proceso de gestión de cambios, ayudar a los integrantes del equipo del proyecto a identificar y cuantificar los posibles cambios y facilitar los cambios aprobados al equipo del proyecto.

Para esta gestión de cambio se utiliza un formato designado PDN, identificación de cambio potencial.

El siguiente diagrama de flujo se describen los principales pasos del proceso de gestión de cambios para el proyecto. Como se muestra en la figura 53, Flujograma de la gestión de cambio.

Figura 53

Flujograma de la gestión de cambio



Una vez identificado un cambio, se preparó un aviso de desviación potencial (PDN) el cual afecta la línea base, se define a continuación los tipos de cambios que se han identificado para una gestión de cambios en el megaproyecto minero.

- Desarrollo de diseño (quantity change): Es para incorporar el crecimiento o reducción de cantidades de entregables de ingeniería o construcción que incluyen en la base de progreso, algunos ejemplos son:
 - Cambio en trazado de líneas, reubicación de válvulas e incorporación de drenajes.
 - Cambios al tamaño de la línea por cálculos hidráulicos.
 - Omisiones en la estimación.
- Tendencia (Trend): Cambio que impacta en la proyección de costos o del cronograma del proyecto. Algunos ejemplos son:
 - Precio real de los materiales, equipos o servicios.
 - Tarifas de mano de obra en terreno distintas del precio estimado.
- Cambios al presupuesto: Un cambio en los costos del proyecto dentro del alcance controlado debido a la filosofía de ejecución. Algunos ejemplos son:
 - Cambiar el alcance de trabajo de ingeniería entre la supervisión y el contratista de construcción.
 - Transferir trabajos entre contratos. Esta se da de los cambios en la definición de los paquetes de trabajo.
- Cambio de presupuesto Inter compañía: es un cambio de presupuesto de una compañía a otra básicamente en la responsabilidad.
- Orden de Cambio: es denominada también cambio de alcance, esta afecta al presupuesto, la proyección del alcance y/o cronograma del proyecto ejecutado. Un orden de cambio se refleja en un cambio de los documentos FEL 3 emitidos para diseño, emitidos para construcción, tales como P&ID, hojas de datos, planos,

especificaciones, etc. Cambio de hitos claves del proyecto, el alcance del proyecto y/o restricciones impuestas al cronograma, algunos ejemplos:

- Cambios de especificaciones estándares y normas de diseño.
- Obstrucciones subterráneas.
- Retrasos, suspensión o interferencias de trabajos por otros.
- Agregar o eliminar equipos mecánicos, eléctricos o instrumentos.

Se detalla que los cambios deberán minimizar al máximo los cambios en la línea base del proyecto y evaluarlo aplicando lo siguiente:

- Los cambios solo serán permitidos en caso de existir una condición poco segura.
- Los cambios solo serán permitidos en caso de que no funcione el proceso.
- Los cambios solo serán permitidos en caso de no existir incumplimiento de las regulaciones gubernamentales.

3.5.4.15.1. Formulario de notificación desviación potencial (PDN)

La PDN deberá incluir una breve descripción del posible cambio, y en ella se deberá identificar y cuantificar los impactos conocidos, indicar si otras disciplinas o funciones podrían verse impactadas e incluir una estimación de costos. La documentación incluida debe ser específica sobre la causa tales como minutas de reunión, planos correspondientes, correspondencia del contratista de construcción, todo esto se debe adjuntar como respaldo del paquete de la PDN.

El paquete terminado es aprobado por el líder responsable y luego enviado por el originador a control de proyectos. La meta es que este paquete sea entregado a control de proyectos y no podrá ser trabajado el nuevo alcance del cambio identificado en la PDN hasta que dicho cambio sea autorizado por el gerente de proyecto de la supervisión y por el propietario.

Si la estimación de costos del cambio es menor a 10000 USD, se anula, a partir de 10000 en adelante se hará el análisis correspondiente.

Adicional a todo lo descrito anteriormente se deberá clasificar el cambio de acuerdo con la siguiente categorización:

- Optimización del diseño: por no ser funcionales, no es seguro o tiene problemas de mantenimiento las cuales pueden afectar el costo de capital estimado.
- Variación de precio: Adjudicación de contratos y órdenes de compra con distinto precio a lo indicado en el costo de capital.
- Relacionado con el cronograma: Retraso, aceleración, estrategias de mitigación, etc.
- Seguridad: Costos adicionales a seguridad, ya sea seguridad en el diseño como seguridad laboral.
- Omisión de estimación: se refiere a un concepto o partido que no fue incluido adecuadamente en la estimación de costos (Capex).
- Reclamos del contratista o de terceros: Reclamos por interferencias u otros en el desarrollo.
- Productividad: Variación de la productividad real de la ingeniería o de la construcción en terreno varia en supuesto en el desarrollo de la estimación de costos o de capital.
- Condiciones de terreno imprevistas: Condiciones de subsuelo que difieren de los supuestos de la estimación o condiciones derivadas de eventos climáticos.

El formato de notificación desviación potencial (PDN) se encuentra en el anexo 10.

3.5.5. Ejecución del Subproyecto

La ejecución del subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo en la fase de construcción abarca una serie de procesos donde se aplican todas las bases de alcance, costo, cronograma, calidad, riesgos y gestiones de cambios.

En fase de ejecución del proyecto después de un proceso de licitación se adjudica como se indicó en la gestión de adquisiciones a la empresa contratista, la misma que tendrá a cargo la construcción de toda la línea de agua fresca y estaciones de bombeo.

En esta fase como parte de la gestión, la supervisión principalmente el director del proyecto y su equipo determinaron los entregables por parte del contratista de construcción, con ello garantizan que el contratista realice las labores correspondientes bajo el contrato de obra, incluyendo las condiciones establecidas, gestionar los recursos del proyecto para su ejecución, aprobar y hacer seguimiento del cumplimiento de las solicitudes de cambio en caso se dieran dentro de la ejecución.

Se realizó la reunión Kick-Off-Meeting, en la cual se marcarán las pautas generales para el inicio del proyecto, es importante facilitar un desarrollo fluido y coordinado de las tareas a realizarse mediante la interrelación y comunicación efectiva entre ambas partes, en esta reunión de lanzamiento (KOM), en la cual principalmente se abordarán temas respecto a los reportes al cliente, reuniones periódicas, identificación del personal, objetivos y alcances del proyecto contratado, políticas de seguridad y medio ambiente, política de calidad, presentación del plan de arranque, revisión de las actividades críticas del inicio del proyecto, facilidades a prestarse durante la ejecución del proyecto y relaciones laborales.

Para la ejecución la empresa contratista realiza un plan de ejecución del proyecto en el cual define principalmente la ubicación del proyecto, las condiciones de sitio, la experiencia de la empresa en otros proyectos similares al que se ejecuta en el megaproyecto minero.

Para la ejecución por la empresa contratista de construcción define lo siguiente antes de empezar la construcción:

- Línea de agua de una longitud total de 87km.
- La tubería se desarrolla en diámetro de 24/28" y dicha variación depende del área geográfica donde se encuentre y los requerimientos de presión de la zona, los cuales son aproximadamente en el 61km (24") y 26km (28").

- Dos estaciones de bombeo (Titire y Vizcachas).
- El proyecto se ubica a 4100 msnm, esta zona caracterizada por la bajas temperaturas (2°C) , las lluvias se presentan por lo general durante los meses de diciembre a marzo.
- Bofedales característicos de la región andina.

3.5.5.1. Ejecución de la Construcción Fases Indirectas

Como manejo de los recursos para este subproyecto la empresa contratista designó a un único gerente de proyecto, el cual lidera el equipo de trabajo destacado en terreno, pero teniendo en cuenta la dispersión geográfica y los trabajos que se ejecutarán en simultáneo la línea de agua fresca y las estaciones de bombeo , tendrá un gerente de construcción para la línea de agua y otro para las estaciones de bombeo.

La empresa contratista de construcción mantendrá una estrecha comunicación fluída con la empresa de supervisión para poder resolver desvíos, realizar mejoras y tomar decisiones sobre el avance de los trabajos en forma inmediata y con el menor impacto posible.

Toda la dirección del proyecto por parte de la empresa constratista de contrucción estará ubicada en el campamento propio ubicado en el PK36.

3.5.5.1.1. Administración del Proyecto

Se proveerá de oficinas en cada estación de trabajo, impresoras, plotters, servicio de telefonía, redes y servidores. Todos los aspectos de seguridad informática de la empresa serán tenidos en cuenta para asegurar la integridad y confidencialidad de la información.

3.5.5.1.2. Planeamiento y Control de Costos

Como parte de la gestión se emitirán los informes diarios, semanales y mensuales de producción, las proyecciones y desvíos respecto a los programas de trabajo vigentes que serán presentados a la supervisión con la frecuencia acordada. Las actividades de planificación cubrirán el panorama interno del proyecto, es decir:

- Consolidación de los programas de trabajo y planificación de detalle de los trabajos.
- La planificación de detalle de obras especiales como cruces de ríos, rutas, voladuras, etc.
- La consolidación de las cantidades de obra ejecutadas para posterior certificación.

En caso de desvíos críticos, serán elevado con urgencia un informe a la gerencia del proyecto, el cual será acompañado de sugerencias al respecto a acciones de mitigación a implantar inmediatamente.

Por otro lado, se llevarán registros de estándares de producción de las distintas actividades constructivas y serán comparados con los estándares programados originalmente, para de esta manera poder tomar las decisiones correctas que ayuden a corregir cualquier tipo de desvíos.

Habrará un gerente de planeamiento y control que será soportado por un equipo de planificación de control de costos.

3.5.5.1.3. Recursos Humanos (Jornadas Laborales y Régimen De Trabajo)

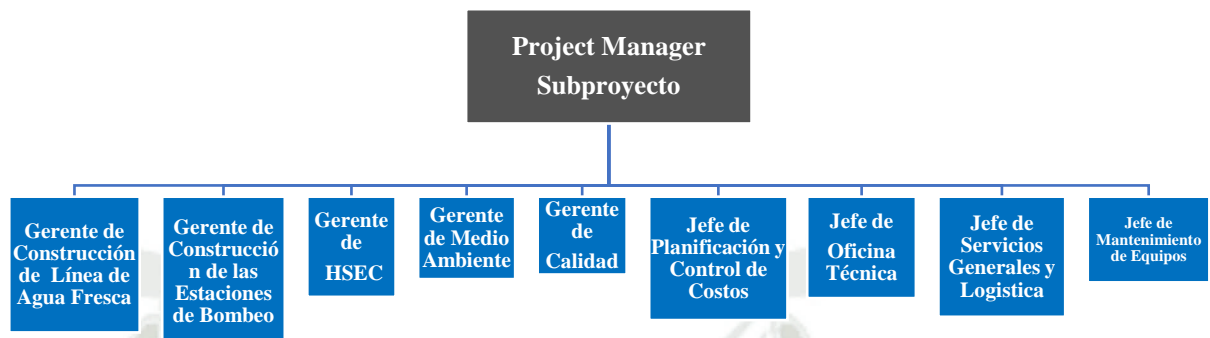
La jornada de trabajo aplicable consistirá en un horario diario de diez (10) horas efectivas de trabajo y una (1) hora de almuerzo no imputable a la jornada. Este periodo se desarrollará de lunes a Domingos de 7am a 6pm y el régimen de permanencia en obra para los trabajadores foráneos (Tanto peruanos como expatriados) será de 21 días en obra por 7 días de descanso.

Para todas las posiciones, tanto jerárquicos, como especializados, se dispondrá para el proyecto tanto de personal local como expatriado, de acuerdo la calificación, experiencias requeridas y en cumplimiento con los requisitos contractuales. El personal no especializado será en su mayoría personal local y, particularmente en sitio, se prevé contratar personal local en la medida de la necesidad y disponibilidad de acuerdo con lo establecido en el contrato.

Está previsto contratar una dotación de personal suficiente para cada disciplina de forma de poder cubrir aquellos períodos en que una parte de la dotación se encuentre de descanso.

A continuación, se enumera el listado de Personal/Puestos claves, los cuales se encuentra detallados en la figura 54, organigrama de la contratista de construcción:

- Project manager
- Gerente de construcción de línea de agua fresca (equivalente al superintendente de la supervisión)
- Gerente de construcción de las estaciones de bombeo (equivalente al superintendente de la supervisión)
- Gerente de HSEC.
- Gerente de medio ambiente.
- Jefe de planificación y control de costos.
- Jefe de oficina técnica.
- Gerente de calidad.
- Jefe de servicios generales y logística.
- Jefe de mantenimiento de equipos.

Figura 54*Organigrama de la contratista de construcción*

3.5.5.1.4. Procura

La fase de suministros estará liderada por el *procurement manager* con base en Lima, mientras que en la obra se contará con un jefe de logística quien, acompañado por un equipo de compradores y activadores con base en el campamento (PK 36), realizarán la gestión de compra de los materiales, fundamentalmente en lo referente a compras locales.

3.5.5.1.5. Oficina Técnica

La oficina técnica se ubicará en el campamento base (PK 36) con su equipo propio de profesionales. Este equipo acompañará a la línea regular en su recorrido, recibirá la ingeniería de detalle y proveerá del soporte técnico durante la etapa de construcción de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo.

Principales responsabilidades de la oficina técnica:

- Emisión de los “As Built”.
- Coordinar los servicios de topografía.
- Compra de materiales.
- Cálculo de cantidades ejecutadas para certificación.
- Desarrollar planos para permisos dentro del alcance.

- Emisión de procedimientos constructivos.
- Recolección y gestión de información topográfica para “As built”.
- Procedimiento para pruebas hidráulicas, y pruebas particulares.
- Control y distribución a los frentes operativos de documentación.

3.5.5.1.6. Servicios Generales

Se implementará una organización de servicios generales dirigida y coordinada desde la oficina principal, bajo la dirección del jefe de servicios generales. Este se encargará de:

- Manejo de almacenes: Recibir los pedidos de materiales diarios desde los diferentes equipos de trabajo. Dirigir y organizar la entrada, salida de los materiales desde y hacia el almacén.
- Dar soporte a suministros en las compras locales de repuestos, de materiales y herramientas menores necesarias.
- Programar y llevar a cabo el transporte de todos los materiales hacia los diferentes lugares de trabajo.
- Organizar y llevar a cabo el transporte del equipo pesado de construcción desde un grupo de trabajo a otro, o desde y hacia la obra.
- Organizar y llevar a cabo el transporte del personal desde los lugares de alojamiento hasta los sitios de trabajo y viceversa, los alojamientos del personal foráneo (Se detalla en párrafo aparte).
- Coordinar el mantenimiento de las oficinas y campamentos en general.
- Suministro diario de combustible y lubricantes con camiones cisterna y camiones de mantenimiento.
- Suministro de agua de construcción y agua potable.

Un sistema de radio UHF/VHF será instalado para cubrir 100% del área del proyecto, facilitando la comunicación a lo largo del proyecto.

Transporte de Personal:

- En la etapa inicial del proyecto el personal alojado en hoteles y los residentes de las ciudades cercanas, serán transportados desde allí hacia los respectivos frentes de línea en buses que tendrán un único punto de partida.
- El personal alojado en campamentos será transportado en bus, transportándolos hasta el frente de trabajo. En el caso de trabajadores locales serán transportados hacia y desde el campamento a sus ciudades de residencia en buses que tendrán un único punto de partida.
- El transporte de personal foráneo en los períodos de descanso desde sus lugares de residencia permanente hasta su alojamiento en ciudad o campamento, según corresponda, se realizará por bus y/o avión, dependiendo de la distancia a recorrer y la duración del viaje. Todo el personal extranjero será transportado igualmente por bus o avión, dependiendo de su cargo y su país de origen.

3.5.5.2. HSEC – Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Comunidades

3.5.5.2.1. Departamento de Seguridad y Salud:

Este departamento contará con un profesional de prevención de riesgos, quien mantendrá comunicación con sus pares de la supervisión y con la gerencia corporativa de medio ambiente, seguridad y salud de la contratista, a quien reportará periódicamente. Contará con la asistencia de un experto de HSE, enfermeros, y paramédicos.

Se implementará en un todo el sistema de gestión integrada de la empresa, adecuándose a las leyes peruanas y a los requerimientos del cliente. El personal contará con suficiente entrenamiento en materia de seguridad y salud. Durante el proceso de ingreso se realizarán charlas de inducción de seguridad y salud al personal y posteriormente durante el tiempo de vida útil del proyecto se realizarán capacitaciones continuas sobre las distintas tareas a ejecutar y los riesgos que estas implican.

Se proveerá y equipará a todo el personal con elementos de protección personal (EPP's) acordes a la labor que realice y los riesgos detectados en cada tarea. Todos los campamentos tendrán su respectiva planta de tratamiento de aguas residuales y de agua potable, centros médicos de primeros auxilios, salas de capacitación, patio de residuos, etc.

En caso de producirse un incidente, las heridas físicas pequeñas serán curadas en los centros médicos. También se contará con ambulancias para poder asistir al personal en terreno y trasladarlo al centro médico más cercano, en caso de ser necesario.

3.5.5.2.2. Departamento de Medio Ambiente / Patrimonio Cultural:

Se seguirán los lineamientos que la empresa contratista de construcción la cual posee en su plan de manejo ambiental y de patrimonio cultural, donde se incluyen las acciones y reglamentos específicos que deberán seguir todos los empleados y contratistas, respecto de las medidas de mitigación ambiental para las distintas actividades de este proyecto.

Se desarrollará material específico de capacitación, el cual contendrá los requerimientos y medidas de mitigación establecidos y en línea con las exigencias de la supervisión.

Las actividades en el área de medio ambiente serán responsabilidad del gerente del área quien tendrá la autoridad para suspender las actividades que no cumplan con las medidas ambientales exigidas en el megaproyecto. Contará con el soporte de un arqueólogo, quien evaluará e identificará junto con la empresa de supervisión cualquier hallazgo fortuito que surja durante la ejecución del proyecto.

Durante la fase de construcción, la contratista de construcción designará a un líder ambiental, que será el principal punto de contacto con el cliente con respecto a los problemas ambientales. El líder ambiental reportará al gerente de HSE.

En relación con el manejo del patrimonio cultural, un equipo de arqueólogos estará presente en los diferentes frentes de trabajos y en especial en aquellos frentes en los que se realicen trabajos de movimiento de suelo.

3.5.5.3. Calidad QA/QC

El responsable de calidad mencionado difundirá los objetivos de calidad establecidos por el gerente de proyecto, este lo asistirá en el desarrollo de las políticas y de los procedimientos que sean necesarios para alcanzar dichos objetivos. Se elaborará un plan de calidad, siguiendo los lineamientos, procedimientos y prácticas de la empresa.

3.5.5.4. Construcción – Fases Directas

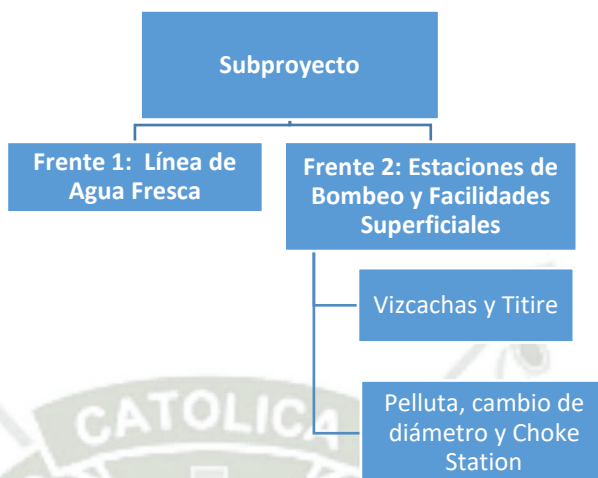
La descripción del plan de construcción para la línea de agua fresca y estaciones de bombeo:

1. La línea de agua fresca se ejecutará en una sola fase regular empezando en la estación Titire en dirección a la mina dividida en diferentes fases de trabajo.
2. Un frente de trabajo de cruces especiales para interferencias con rutas, ríos y quebradas.
3. Comedores móviles
4. Se considera que se contará con todas las áreas liberadas antes de iniciar los trabajos.
5. El propietario y la empresa de supervisión tendrá los permisos liberados, como EIA, CIRA, entre otros de forma que la empresa contratista realizará las actividades con normalidad.

La ejecución para efecto de este subproyecto se divide por frentes, como se puede ver en la Figura 55, frente de ejecución del subproyecto.

Figura 55

Frentes de ejecución del subproyecto



3.5.5.4.1. Frente Línea de Agua Fresca

- Construcción y mantenimiento de caminos de accesos.
- Transporte de tuberías al patio de almacén.
- Zanja.
- Voladura.
- Desfile de tuberías.
- Curvado y soldadura.
- Revestimiento externo, bajada, tapada y Tie-ins.
- Cruces especiales (rutas, caminos, ríos, bofedales) y quebradas.
- Trabajos especiales en pendiente.
- Revestimiento interno con FBE.
- Pruebas hidráulicas e inspecciones.
- Recomposición.

3.5.5.4.2. Frente de Estaciones de Bombeo y Facilidades Superficiales

La ejecución de las estaciones se realizará en dos frentes:

- Frente 1: Vizcachas y Titire
- Frente 2: Pelluta, cambio de diámetro y Choke Station.

Las principales actividades para ejecutar son las siguientes:

- Trabajos civiles: Excavación estructural, relleno estructural, relleno y hormigonado.
- Estructura metálica.
- Montaje mecánico.
- Piping.
- Instrumentación y control (Montaje de instrumentos).

3.5.5.4.3. Movilización

Al comienzo el personal que forma parte de las fases indirectas hará base en la ciudad, luego este permanecerá como centro de reclutamiento, apoyo logístico y de suministros locales a la obra.

Se dispondrá de campamentos para el 100% del personal. El personal indirecto y del Pipeline se encontrarán dispuestos en el campamento propio PK 36 y el personal perteneciente a las plantas en los campamentos del propietario.

El personal en proceso de acreditación permanecerá en el campamento, sin participar en actividades relacionadas con el proyecto, mientras el proceso es llevado a cabo.

3.5.5.4.4. Construcción de Campamentos

Los campamentos serán armados con personal propio y estarán compuestos por una combinación de carpas y módulos del tipo container. La capacidad de alojamiento de estos varía a lo largo de la vida del proyecto, adecuándose para

alojar al personal de la línea y de oficinas que acompaña el avance de la construcción. Durante la desmovilización se desarmarán recomponiendo el terreno a su condición original.

La construcción del campamento incluye las instalaciones requeridas para brindarles capacidad a una cantidad aproximada de 650 personas. Las principales facilidades con las que contará el campamento son:

- Oficinas y almacenes.
- Planta de tratamiento de agua potable (PTAP).
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
- Generación eléctrica.
- Áreas comunes y de recreación.
- Comedores.
- Cocina & contenedores refrigerados para almacenamiento de alimentos.
- Talleres y patio de mantenimiento de equipos.

3.5.5.4.5. Calificación de procedimientos de soldadura y Calificación de Soldadores

Durante etapas tempranas del proyecto, todos los procesos de soldadura definidos para la línea de agua fresca y las estaciones de bombeo serán calificados, probados y aprobados para obtener las especificaciones de procedimiento de soldadura (WPS) que se utilizarán durante la construcción.

Una vez aprobados los procedimientos de soldadura, todos los soldadores serán probados para demostrar que poseen las habilidades suficientes para realizar los trabajos con la calidad y seguridad requeridas por el proyecto, cumpliendo con los códigos y normas indicadas en las diferentes especificaciones de procedimiento de soldadura (WPS).

Estamos asumiendo que todas las calificaciones serán realizadas in situ de manera de contemplar las condiciones reales (altitud de más de 3.500 m sobre el

nivel del mar). Las calificaciones de los soldadores serán probadas con proceso NDT, con las mismas características que fueron planeadas para el proyecto.

3.5.5.4.6. Certificación de Operadores

Por otro lado, se evaluará y verificará la pericia de los operadores de equipos mecánicos. En ella se darán cursos teóricos y prácticos, referidos a como operar de forma segura los distintos equipos mecánicos del proyecto, según las indicaciones de los fabricantes y bajo estrictas normas de seguridad, cumpliendo con el estándar de la empresa. Así mismo, se les enseñará a cuidar el equipo y a realizar el check list diario correspondiente. Una vez que adquieran el conocimiento suficiente serán evaluados y se les otorgará la correspondiente habilitación como operador de equipo.

3.5.5.4.7. Construcción de Nuevos Accesos y Acopios

Esta fase contempla la mejora de todos los caminos necesarios para que el personal, los materiales y equipos puedan acceder al sitio, a los distintos acopios y campamentos. Esta actividad debe estar incluida dentro del EIA para contar con la habilitación ambiental.

Todos los caminos se encontrarán disponibles para el tránsito de camiones y equipos del proyecto que permitan el acceso a cada sección del camino, durante el transcurso de todo el proyecto.

Contemporáneamente a la construcción del camino de acceso a la pista, se realizará la construcción de los caminos de acceso a las instalaciones de superficie. Al mismo tiempo que se realiza la limpieza y nivelación de la pista, se abrirán nuevos caminos de acceso o se realizarán las actividades de mejoramiento y mantenimiento en los caminos existentes antes de la etapa de construcción de la tubería.

Se aprovecharán los accesos existentes realizándose las mejoras necesarias que aseguren un tránsito seguro, y que permitan el ingreso a la pista en esos tramos, de esta manera se asegurarán los accesos necesarios para las actividades de construcción.

3.5.5.4.8. Obras de Geotecnia

Las obras de geotecnia contempladas dentro del proyecto se pueden dividir en dos tipos:

A. Obras preliminares, principalmente para la habilitación de accesos en cruces con riesgo hidrológicos y cruces con vías.

- Las obras comprenden protección de cuerpos de agua y bofedales mediante el uso de compuestos por geotextil y malla gallinero, dispuestos según lo establecido en los planos de detalles. Estas estructuras también serán usadas en los cruces de vías según sea necesario.
- En los cruces de bofedales para el paso de vehículos y maquinaria, se considera el uso de geotextil como base para la colocación de polines o postes de madera y suelo de áreas adyacentes, sobre lo que se transitará.
- Para los desvíos en cuerpos de agua se considera la instalación de alcantarillas de HDPE de 24". Sobre la alcantarilla para dar continuidad a la vía de tránsito de vehículos y maquinaria, se deberá rellenar con material de sitio.
- En cruces de vías principales, se considera el uso de planchas metálicas para dar continuidad al tránsito en las vías una vez se haya abierto la zanja del pipeline. Además, se dará continuidad a las cunetas utilizando tuberías de HDPE.

B. Obras definitivas en el pipeline, enfocadas en su mayoría en la instalación de barreras en zanja para la sujeción de la tubería.

La gestión constructiva estará enfocada en la ejecución lineal de las obras previstas, acompañando a cada uno de los frentes de construcción previstos para la obra. Así, cada frente tendrá su propia cuadrilla de geotecnia dedica a obras preliminares, una segunda cuadrilla acompañando la instalación de la tubería y enfocados principalmente en la construcción de las barreras en zanja.

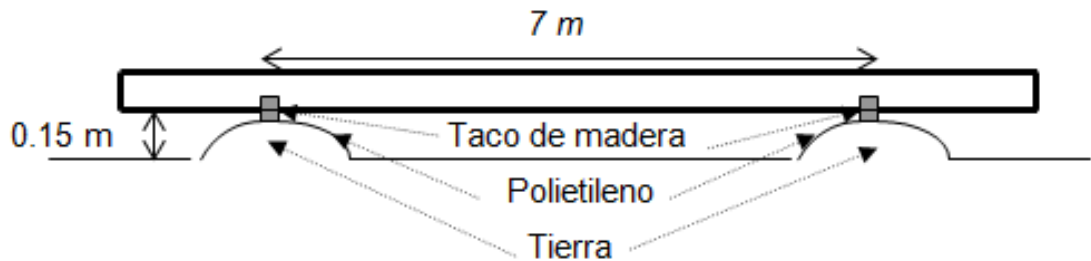
3.5.5.5. Ejecución de Construcción de Línea de Agua Fresca

3.5.5.5.1. Transporte de Tuberías 24” /28”

Comprende el transporte desde el puerto hasta el acopio definido en el Pk 36 de toda la tubería y curvas inducidas para instalar en el proyecto. La tubería y todos los materiales que son responsabilidad del propietario serán entregados en el puerto. La carga de los camiones en puerto está considerada que será ejecutada por un equipo dispuesto en el puerto con personal y equipos (grúas) para la carga de los materiales. Las tuberías llegarán al puerto en dos entregas. La primera entrega de tubería permanecerá en la ciudad hasta que el segundo envío llegue a puerto, con el objetivo de minimizar la duración de los trabajos de transporte y carga de tubería, estimado en 2 meses.

El viaje desde el puerto hasta el patio de maniobras tiene una longitud aproximada de 180 km y está previsto que los camiones podrán realizar un viaje por día. Está previsto desarrollar los viajes bajo el siguiente esquema de logística: el trayecto se encuentra estimado en 5 horas de duración del viaje, más 0,5 horas para carga de camión en puerto, 0,5 horas para descarga en sitio, y 4 horas es el tiempo estimado que demorará el camión en regresar al puerto para volver a ser cargado.

El transporte desde el puerto hasta cada acopio se subcontratará a una empresa local. En el patio de maniobras los tubos se acomodarán sobre montículos de tierra cubiertos por película de polipropileno. Como se puede ver en la Figura 56, esquema de almacenamiento de tuberías.

Figura 56*Esquema de almacenamiento de tuberías*

Nota: Extraído del PEP del contratista

3.5.5.5.2. Topografía Inicial

Es la primera actividad para realizar una vez obtenido la liberación de acceso de la empresa de supervisión y finalizará con la fase de recomposición. Su tarea consiste en hacer el replanteo, la delimitación y marcación de toda la ruta de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo (pista, zanja y cruces especiales). Así como también se contará con topógrafos para la fase de bajada y Tapada quienes levantarán información para los planos As Built.

Se utilizará dos frentes distintos uno para la línea de agua fresca y otro frente para las estaciones.

3.5.5.5.3. Apertura de Pista

Se prevé un único frente de apertura de pista dispuesto en un equipo para los trabajos de la fase regular y otro será el encargado de ejecutar los tramos de bofedales.

La pista será definida por el contratista de construcción de acuerdo con las necesidades de construcción y seguridad, considerando como máximo lo permitido por el EIA.

Se asume que en los sectores donde hay roca, una parte podrá ser removida con ripper y la restante deberá usar explosivos que será subcontratado a una empresa especialista que cuente con los permisos y habilitaciones necesarias para

realizar la actividad de forma segura de acuerdo con los estándares requeridos por el País y propietario.

Los principales equipos utilizados durante la ejecución de esta fase serán: topadoras D6, excavadoras sobre orugas de 30 ton, motoniveladoras, y topadoras sobre orugas D8, entre otros (o similares).

3.5.5.4. Actividades de Apertura de Pista

El propietario y la empresa de supervisión garantizará la liberación arqueológica del trazado y los permisos antes de iniciar los trabajos de movimiento de suelo. Los propietarios de terrenos que se vean involucrados durante la ejecución de esta fase serán informados con una antelación de una a dos semanas antes de que la fase de apertura de pista atraviese las propiedades. Se les informará de acuerdo con las normas y documentación.

El impacto de las actividades de movimiento de suelo será analizado y se emitirá para mitigar un plan de control de erosión. La forma correcta de la apertura de pista es como se puede ver en la Figura 57, apertura de caminos para línea de agua fresca.

Figura 57

Apertura de caminos para línea de agua fresca



3.5.5.5. Movimiento de suelos, limpieza y nivelación de la Pista

- Se construirán todos los desagües y alcantarillas necesarios en todos los cursos de agua que cruzan la pista.
- Se instalarán tranqueras provisionales para facilitar la circulación a través de la pista y garantizar la seguridad durante la circulación.
- En las áreas de grava y voladuras, el material rocoso será eliminado de manera tal que no interfiera con la circulación en tránsito.
- En caso de ser requeridos se implementarán los controles de erosión.
- En aquellos puntos en donde las excavadoras/ripper no pueden remover la roca. Se realizarán perforaciones con equipos de alta producción como “John Henry” bajo la responsabilidad del contratista de construcción. Los trabajos de voladura serán ejecutados por un subcontratista especializado y experimentado en este tipo de trabajos.

Planes específicos de voladura serán diseñados y estudiados de acuerdo con los requerimientos de cada área en particular. Serán emitidos con el tiempo suficiente de manera de poder garantizar las condiciones necesarias para el correcto desempeño, minimizar los riesgos y proteger al personal, las instalaciones y el medio ambiente. El trabajo de voladura se programará todos los días y variará de acuerdo con la cantidad de metros cúbicos previsto para el normal desempeño de la fase. Será ejecutado bajo un específico y detallado protocolo que tendrá que ser aprobado y liberado por la empresa de supervisión.

En las áreas requeridas se implementará el uso de voladuras controladas de manera de evitar/ reducir las proyecciones de "partículas", así como en las zonas donde estructuras preexistentes puedan verse afectadas se realizarán los trabajos con las medidas correspondientes para disminuir las ondas expansivas, así como la reducción de las vibraciones.

El progreso esperado para este frente de trabajo es de unos 560 metros / día.

3.5.5.5.6. Cruces de Bofedales

La fase de apertura de pista tendrá que cruzar una cantidad de bofedales. Los bofedales representan unos de los temas más importantes durante el período de construcción y deben tratarse como áreas ecológica y socialmente sensibles debido a la importancia del agua como sostén de los hábitats ecológicos locales, así como para el suministro de las comunidades locales.

Las mejores prácticas y técnicas de cruces se utilizarán para la excavación de zanjas, la instalación y el recubrimiento de tuberías de manera de minimizar el impacto en la turbidez, preservar el hábitat acuático, y evitar las desviaciones del flujo de agua.

3.5.5.5.7. Zanjeo

Se aplicarán las siguientes secuencias y tecnologías de excavación, teniendo en cuenta las características del suelo en las que se desarrollará el tendido de la línea de agua fresca.

En general, el material obtenido de la excavación será dispuesto en el lado izquierdo de la zanja, a una distancia suficiente del borde de la zanja con el fin de evitar derrumbes de la pared de la zanja.

La profundidad de la zanja será la indicada en los planos del proyecto considerando que se prevé zanjar tramos de mayor profundidad en los cruces de quebradas, rutas, caminos e instalaciones complementarias y donde sea posible para evitar curvas innecesarias.

Se asegurará un fondo de zanja parejo, medianamente nivelado y libre de piedras salientes que pudiesen dañar la tubería. El ancho de zanja será, como mínimo, la suma del diámetro del tubo más 16 inches, de acuerdo con lo indicado en las especificaciones y planos típicos.

En caso de que la zanja se llene de agua, la misma será desagotada y limpiada previa a la instalación de la tubería.

3.5.5.5.8. Voladura

La voladura será realizada por un subcontratista de experiencia y trayectoria comprobada. Estos trabajos serán ejecutados bajo un protocolo específico y detallado que deberá ser aprobado por la empresa de supervisión.

Se realizará voladura controlada en aquellas áreas donde se deba evitar o reducir las proyecciones de "partículas", y también en aquellas áreas donde estructuras existentes requieren cuidados especiales debido a los efectos que podría causar las expansiones de onda y vibraciones.

3.5.5.5.9. Desfile

Las actividades de desfile consisten en la carga en un acopio predefinido que se encuentre equidistante de los extremos de la traza y el promedio de distancia media sea aproximadamente de 20 km. Para el transporte de estas hacia la traza se utilizarán cureñas. Se proyectan un total de 829 viajes, a realizar en 6 meses.

La tubería será desfilada longitudinalmente a lo largo de la línea y a un metro del borde de la zanja, de manera de obstaculizar lo menos posible el movimiento en los alrededores. Entre los equipos principales que intervendrán en esta actividad se encuentran: grúa 40 ton (o similar), excavadora sobre oruga 40 ton (o similar), camión regador, entre otros. Como se muestra en la Figura 58, desfile de tuberías área 1000.

Así mismo, el desfile, será interrumpido en intervalos convenientemente espaciados y en los cruces de caminos, cursos de agua y en algunos otros puntos particulares de acuerdo con las circunstancias. Se dejarán aperturas para permitir el paso de animales, etc.

Figura 58

Desfile de tuberías área 1000



3.5.5.5.10. Curvado

Luego del desfile de las tuberías se procederá al curvado de las mismas para permitir que la línea de agua fresca pueda copiar el perfil del fondo de zanja y los cambios de dirección del derecho de vía. Se considera la utilización de cunas y mandril interno para realizar el curvado. Se contará con una curvadora. Previo a la soldadura los extremos de los tubos serán cuidadosamente alineados para luego proceder con la misma.

El uso de curvas inducidas será minimizado, considerando el curvado máximo aprobado para el proyecto. Todas las bridas consideradas a ser instaladas deberán ser provistas por la empresa de supervisión y el contratista de construcción proveerá los pernos, tuercas y juntas.

El curvado de la tubería se realizará en frío, usando una máquina dobladora hidráulica.

Los tubos curvados deberán tener un contorno liso y estar libre de ondulaciones, agrietamientos o cualquier otro desperfecto mecánico. Como se muestra en la Figura 59, proceso de curvado de tuberías.

Figura 59

Proceso de curvado de tuberías



3.5.5.5.11. Soldadura

La soldadura se realizará de forma manual y semiautomática, de acuerdo con el procedimiento de soldadura requerido por la empresa de supervisión.

- Se utilizaron carpas protectoras para los trabajos de soldadura.
- Las operaciones de soldadura en el campo se suspenderán solo en aquellos casos en que las condiciones climáticas pudieran afectar considerablemente la calidad de las soldaduras. Las condiciones climáticas desfavorables que podrían dificultar la realización de operaciones de soldadura son las siguientes: lluvias torrenciales y vientos con velocidades superiores a 60 km / h.
- Las reparaciones de soldaduras estarán sujetas a los mismos controles de calidad previstos para la soldadura original.
- Las soldaduras reparadas que no cumpla satisfactoriamente con todos los criterios de aceptación establecidos en la norma requerida por la empresa de supervisión serán cortadas y la unión deberá ser soldada nuevamente.

3.5.5.5.12. Ensayos no destructivos (END)

El 100% de las soldaduras serán ensayadas.

Las inspecciones de soldadura se realizarán a través de un proceso de ultrasonido (UT) automático para la fase de la línea regular. El servicio de ensayos no destructivos será subcontratado a un proveedor especialista.

3.5.5.5.13. Internal Coating

Para la aplicación de esta pintura en el interior de la tubería se trabajará en conjunto con un subcontratista. El revestimiento interno para ejecutar en campo consistirá en la aplicación de una capa de protección epóxica en el anillo interno de metal desnudo que se genera en cada unión soldada. Este revestimiento se llevará a cabo utilizando FBE (Fusión Bonded Epoxy) o LE (Liquid Epoxy), de acuerdo a la solicitud de la empresa de supervisión.

3.5.5.5.14. Aplicación del revestimiento FBE/LE con robot

La aplicación de pintura será realizada con robots comandados por telemetría que tienen la capacidad de trasladarse dentro de las tuberías, ubicándose consecutivamente en las uniones a revestir y realizando el ciclo completo de limpieza y pintura. Desde el exterior se aplicará calor a la junta a revestir mediante un sistema de anillo inductor.

El sistema será provisto y operado por un subcontratista especializado, el cual proveerá los robots y el personal especializado para la tarea.

3.5.5.5.15. Inspección del revestimiento FBE con robot

Habiendo finalizado la tarea de revestimiento y transcurrido el tiempo de curado indicado por el proveedor del producto, se procederá a realizar la inspección de las juntas. La inspección se realizará utilizando un robot de inspección, el cual será posicionado al final de la columna de la tubería, de la misma manera que se realiza con el robot de revestimiento.

3.5.5.5.16. Reparación de fallas del revestimiento de campo

Sobre las uniones detectadas con falla se procederá a realizar las reparaciones. El tipo de reparación a aplicar dependerá del tipo de falla detectada. En caso de detectarse bajos espesores se procederá a repetir el ciclo de pintura con

robot sobre la unión, para lograr el espesor requerido por especificación. Si se detectará otro tipo de falla como burbujeo, incrustaciones, etc., se evaluará el tipo de reparación a aplicar o el repelado de la costura para realizar una nueva aplicación. Las reparaciones serán realizadas con LE (Liquid Epoxy)

3.5.5.5.17. Bajada de la Tubería

Antes del comienzo de la bajada se controlará el fondo de zanja de manera de tener una rasante suave y uniforme para prevenir posibles daños a la tubería.

El revestimiento será chequeado antes de que la tubería sea bajada a la zanja a través de holiday detector ajustando el voltaje a lo establecido por el fabricante o el propietario. Cualquier defecto que sea detectado será reparado manualmente. Como se muestra en la figura 60, bajada de tubería. Así se realiza el procedimiento.

Figura 60

Bajada de Tubería



3.5.5.5.18. Tapada

La fase de tapada se realizada en dos etapas:

- Se utilizará de material seleccionado sobre el top de la tubería.
- Terminación de la tapada con una berma según las especificaciones del proyecto sobre el nivel natural de la pista.

Pruebas Hidráulicas

Secuencia de Prueba Hidráulica:

- Limpieza.
- Llenado.
- Estabilización.
- Presurizado.
- Prueba de resistencia.
- Despresurización.
- Drenaje.

Previo al inicio de las actividades, se entregará el plan de pruebas hidráulicas para su aprobación.

El plan general detallado es:

- Procedimiento de prueba hidráulica.
- Listado de equipos a utilizar con sus datos correspondientes.
- Los tramos a los efectos de prueba.
- Información del origen del agua para prueba y procedimiento para su disposición final aprobado.
- Certificado de análisis de agua a utilizar durante la prueba.
- Listado de instrumentos a utilizar, con indicación de sus datos.
- Los formularios para compilar en las operaciones de prueba y la certificación de prueba final a ser confeccionada.
- Los tramos serán probados en los ensayos de resistencia y hermeticidad final, de acuerdo con lo indicado en el pliego de licitación.

La prueba de resistencia y estanqueidad se ejecutará a 1,25 del diseño de presión interna durante las 24 horas. Esta prueba se realizará bajo la presencia del

cliente. Una vez finalizada la prueba, se iniciará el drenaje de la tubería. El drenaje de la tubería se realizará bajo control en áreas predefinidas. No se ha considerado el uso de aire para secado de la tubería.

3.5.5.6. Estaciones de bombeo, instalaciones de superficie y puentes

3.5.5.6.1. Construcción Estación Vizcachas (KP 14+700)

Los trabajos en la estación de Vizcachas comprenden la instalación de la estación de bombeo de la presa Vizcachas.

Las actividades ejecutadas son las siguientes:

- Excavación estructural.
- Concreto.
- Relleno.
- Montaje de estructuras y plataformas de acceso.
- Instalación de instrumentos.
- Montaje de tuberías.
- Pruebas hidráulicas y flushing.
- Aislamiento de tuberías.
- Precomisionamiento.

Se ha previsto la construcción de un campamento dentro del predio de la estación Vizcachas.

3.5.5.6.2. Obras Civiles

Trabajos civiles en la plataforma de bombas.

Para la correcta ejecución de los trabajos civiles, en la zona de bombas y soportes de tuberías.

3.5.5.6.3. Zona de bombas y soportes de tuberías

Los trabajos iniciarán con las excavaciones estructurales para las bombas y luego las excavaciones para los soportes estructurales.

Terminada las excavaciones se procede a realizar el solado e instalación del acero de refuerzo.

3.5.5.6.4. Montaje Mecánico

El alcance comprende montar 8 bombas horizontales suministradas por la empresa de supervisión. Las bombas se suministrarán en 02 segmentos:

- Bomba: Peso 5 ton (aprox.)
- Motor: Peso 5 ton (aprox.)

Los montajes de las bombas se realizarán con la grúa de 160 toneladas.

Después de realizar el montaje se procede a ejecutar el pre-alineamiento del motor con la bomba, verificado el pre-alineamiento se procede a vaciar el grout, después de los 7 días se procede a conectar el piping y realizar el alineamiento final.

3.5.5.6.5. Montaje de Tuberías

El alcance comprende montar 67.5 toneladas de tuberías. Nuestro plan considera que las tuberías serán prefabricadas en Lima en un taller especializado. Todas las líneas de tubería mayor a Ø2" serán prefabricadas en Lima, los diámetros menores a Ø2" serán prefabricados en obra.

El montaje del piping se realizará después de montar los soportes estructurales. Para el montaje se contará con una grúa de 160 toneladas.

Los trabajos de fabricación y montaje de piping se ejecutarán de acuerdo con planos y especificaciones del proyecto, todo esto considerando la información actualizada en última revisión emitida para montaje.

3.5.5.6.6. Controles e Inspecciones

La ejecución de los trabajos de piping contempla una serie de controles e inspecciones que serán efectuados por la contratista de construcción. Las inspecciones serán ejecutadas durante todo el período de construcción y contemplan chequeos de materiales, chequeos dimensionales, inspecciones

visuales durante etapa de fabricación y montaje de las piezas especiales y spools a biseles y emplantados de uniones, chequeos dimensionales, tomas de radiografías a uniones soldadas y ensayos de tintas penetrantes en uniones tipo SW o soldaduras.

3.5.5.6.7. Pruebas Hidrostáticas

De acuerdo con las especificaciones se ejecutarán pruebas hidrostáticas en todos aquellos circuitos indicados en los listados de líneas, estas serán ejecutadas según los procedimientos, presiones y medios indicados o autorizados. El secado se realizará de acuerdo con las especificaciones técnicas.

3.5.5.6.8. Montaje de Válvulas

Debido al peso y dimensiones se deberá tomar los recaudos similares a los utilizados para montajes de equipos.

3.5.5.6.9. Calibración de Instrumentos

La calibración de los instrumentos del proyecto se realizará de acuerdo con las hojas de datos, documentación vendor y especificaciones técnicas según los requerimientos del proceso en donde estos van a operar.

3.5.5.6.10. Montaje de Instrumentación

Los instrumentos serán montados en las diferentes áreas del proyecto, una vez recibidos e identificados. Todas las conexiones de los instrumentos serán inspeccionados cuidadosamente, luego se prepararán los accesorios y soportes de acuerdo con las especificaciones, documentos y planos emitidos por la ingeniería de detalle.

3.5.5.6.11. Aislamiento de tuberías

El alcance comprende aislar 802.9 metros de tuberías.

3.5.5.6.12. Inspección visual

Se debe realizar la inspección visual de limpieza de las tuberías y se debe verificar que las superficies de tuberías se encuentren libres de humedad, polvo,

grasas, óxido, etc. Las tuberías no pintadas deben estar libres de calaminas de óxido mal adherido.

3.5.5.6.13. Instalación de aislamiento térmico

Previamente a la instalación del aislamiento, se deben eliminar los restos de polvo y humedad de la tubería mediante el uso de trapo industrial.

Las uniones de tuberías (uniones soldadas) no se aislarán hasta haber terminado las pruebas hidrostáticas. Para tuberías con temperaturas hasta 650C° se instalarán mantas de lana roca de densidad 100 Kg/m³ con malla galvanizada.

3.5.5.7. Construcción Estación Titire KP 0+000

Los trabajos en la estación de Titire comprenden la instalación de la estación de bombeo de Titire, las actividades a ejecutar son las siguientes:

- Excavación estructural.
- Concreto.
- Relleno.
- Montaje de estructuras y plataformas de acceso.
- Instalación de instrumentos.
- Montaje de tuberías.
- Montaje de Pig Launcher.
- Pruebas hidráulicas y flushing.
- Aislamiento de tuberías.
- Precomisionamiento.

Se ha previsto la construcción de un campamento en el área libre de la estación de bombeo

3.5.5.7.1. Montaje Mecánico

El alcance comprende instalar 5 bombas verticales suministradas por la empresa de supervisión. Las bombas se suministrarán en 02 segmentos:

- Bomba: Peso 6.5 ton (aprox.)
- Motor: Peso 12 ton (aprox.)

3.5.5.7.2. Montaje de Bomba

El montaje se realizará con la grúa de 50 toneladas, la verticalización se realizará en Tandem (grúa de 50 ton y camión hidrogrúa)

3.5.5.7.3. Montaje de Motor

Teniendo la bomba fija se procede a montar el motor (el izaje se realizará con una grúa de 50Ton), posterior al montaje se procede a realizar el pre-alineamiento entre bomba y motor, después se procede a verte el grout epóxido. Finalmente se conecta la tubería y se realiza el alineamiento final de la bomba con motor.

3.5.5.7.4. Montaje de Tuberías

El alcance comprende montar 39.6 toneladas de tuberías. El montaje del piping se realizará después de montar los soportes estructurales, para el montaje se contará con una grúa de 50 toneladas.

Los trabajos de fabricación y montaje del piping contemplarán las siguientes actividades:

- Suministro de materiales.
- Fabricación de spools en taller de prefabricado.
- Traslado de piezas a terreno.
- Montaje de piezas en terreno.
- Ejecución de uniones soldadas.
- Controles e inspecciones.
- Montaje de válvulas.

- Pruebas hidrostáticas.

3.5.5.7.5. Aislamiento de tuberías

El alcance comprende aislar 449 metros de tuberías. El proceso constructivo para instalar el aislamiento es el siguiente:

- Inspección visual.
- Instalación de aislamiento térmico.
- Instalación de cubierta metálica.

3.5.5.7.6. Construcción Estación Pelluta KP 22+500

Los trabajos en la estación de Pelluta incluye instalar la estación para cambio de diámetro de 24" a 28". Las actividades para ejecutar son las siguientes:

- Excavación estructural.
- Concreto.
- Relleno.
- Montaje de estructuras y soportes.
- Montaje de tuberías.
- Montaje de Pig Launcher 1140-XP-005.
- Montaje de Pig Receiver 1140-XP-002.
- Aislamiento de tuberías.

3.5.5.7.7. Obras Civiles

El alcance comprende ejecutar 5,851 m³ de excavación y relleno estructural, y 30,281 m² de plataformado granular, así como ejecutar 28.3 m³ de concreto.

Los trabajos civiles para ejecutar en la estación de Pelluta son los siguientes se manera secuencial:

- Plataformado de acceso al tanque de Pelluta.
- Drenajes de accesos a tanque de Pelluta.
- Excavación masiva.

- Relleno masivo.
- Relleno estructural.
- Concreto / Hormigonado.
- Drenajes.

3.5.5.7.8. Montaje de Tuberías

El alcance comprende montar 26 toneladas de tuberías. El montaje del piping se realizará después de montar los soportes estructurales.

Los trabajos de fabricación y montaje del piping contemplarán las siguientes actividades:

- Suministro de materiales.
- Fabricación de piezas en taller de prefabricado.
- Traslado de piezas a terreno.
- Montaje de piezas en terreno.
- Ejecución de uniones soldadas.
- Controles e inspecciones.
- Montaje de válvulas.
- Pruebas hidrostáticas.

3.5.5.7.9. Aislamiento de Tuberías

El alcance comprende aislar 232.9 metros de tuberías. El proceso constructivo para instalar el aislamiento es el siguiente:

- Inspección visual.
- Instalación de aislamiento térmico.

3.5.5.8. Construcción Estación Size Change (KP 51+700), Choke (KP 79+700), Tie-In (KP 85+670)

Los trabajos en la estación de choke, size change, tie-in, tank y caracoles tank, incluye ejecutar son las siguientes actividades:

- Excavación estructural.

- Concreto.
- Relleno.
- Montaje de tuberías.
- Montaje de Pig Launcher.
- Montaje de Pig Receiver.
- Aislamiento de tuberías.

Los trabajos en la estación de Size Change incluye ejecutar son las siguientes actividades:

- Excavación estructural.
- Concreto.
- Relleno.
- Instalación de instrumentos.
- Montaje de tuberías.
- Montaje de Pig Launcher.
- Montaje de Pig Receiver.
- Aislamiento de tuberías.

3.5.5.8.1. Obras Civiles

El alcance comprende ejecutar 11,396 m³ de excavación y relleno estructural, 3130 m² de plataformado, así como ejecutar 137 m³ de concreto.

Los trabajos civiles para ejecutar son los siguientes se manera secuencial:

- Excavación masiva.
- Relleno masivo.
- Relleno estructural.
- Concreto / Hormigonado.
- Drenajes.

3.5.5.8.2. Montaje de Tuberías

El alcance comprende montar 90.3 toneladas de tuberías. Los trabajos de fabricación y montaje del piping contemplarán las siguientes actividades:

- Suministro de materiales.
- Fabricación de piezas en taller de prefabricado.
- Traslado de piezas a terreno.
- Montaje de piezas en terreno.
- Ejecución de uniones soldadas.
- Controles e inspecciones.
- Montaje de válvulas.
- Pruebas hidrostáticas.

3.5.5.8.3. Aislamiento de Tuberías

El alcance comprende aislar 342.6 metros de tuberías. El proceso constructivo para instalar el aislamiento es el siguiente:

- Inspección visual.
- Instalación de aislamiento térmico.

3.5.5.8.4. Montaje de Pipe bridge (PB)

El alcance incluye montar 03 pipe bridges que cruzan el río Vizcachas y 01 pipe bridge que cruza el río Chilota, corresponde montar 159.1 toneladas de estructuras, incluye trabajos preliminares de preparación de la plataforma de trabajo, el pre armado de los tramos del puente, el montaje, el completamiento de estos y la colocación de pasarelas, barandas, escaleras. Las características de cada pipe bridge son:

- Pipe Bridge N°1: 42m de Longitud y 46Ton de peso (cruce río Vizcachas)
- Pipe Bridge N°2: 45m de Longitud y 49Ton de peso (cruce río Vizcachas)
- Pipe Bridge N°3: 42m de Longitud y 48Ton de peso (cruce río Vizcachas)

3.5.5.8.5. Preparación del área de trabajo

Para llevar a cabo las actividades de pre-armados de los tramos de puente, posicionamiento de grúas y ejecución de los izajes planificados, se preparará para cada puente in situ una superficie de trabajo regular y estable, de pendiente

reducida y dimensiones adecuadas tales que permitan desarrollar las actividades antes señaladas en forma segura, permitiendo el acceso, tránsito de personas y equipos en las zonas de trabajo.

3.5.5.8.6. Estructuras Provisorias

Para el montaje de los puentes se construirá estructuras provisionales de andamios fabricadas de manera tal que permitan la ubicación segura de los operarios en los puntos de instalación.

Para los trabajos de completamiento de estructuras en puentes como puede ser el montaje de plataformas, escaleras y barandas en etapas posteriores al izaje de los tramos.

3.5.5.8.7. Transporte y acopio de materiales

El transporte y acopio de material desde su ubicación de origen en área de acopio hasta su destino en las áreas de trabajo respectivas, será llevado a cabo mediante la utilización de grúas e hidrogrúas de capacidad acorde a las características de los elementos a transportar.

3.5.5.9. Pre-armados de los puentes

Los puentes serán pre-armados “in situ” en la plataforma habilitada para este fin. Para llevar a cabo los trabajos de pre-armados de los puentes se contará con el apoyo de una grúa para el movimiento y posicionamiento de materiales, reteniendo los mismos para su vinculación con otras estructuras cuando sea necesario.

3.5.5.10. Montaje de Puentes

3.5.5.10.1. Pipe Bridge N°1 (cruce río Vizcachas)

Una vez finalizado los trabajos de movimiento de suelos y terminada las fundaciones de los soportes, se procede a posicionar la grúa de 400 toneladas para el izaje y el puente se pre-armará en un sector aledaño al estribo de entrada del puente a construir, se eslingará la estructura conforme a las buenas prácticas de rigging, utilizando fajas de fibra sintética con guardacabos, cumpliendo con las condiciones de seguridad inherentes a la tarea.

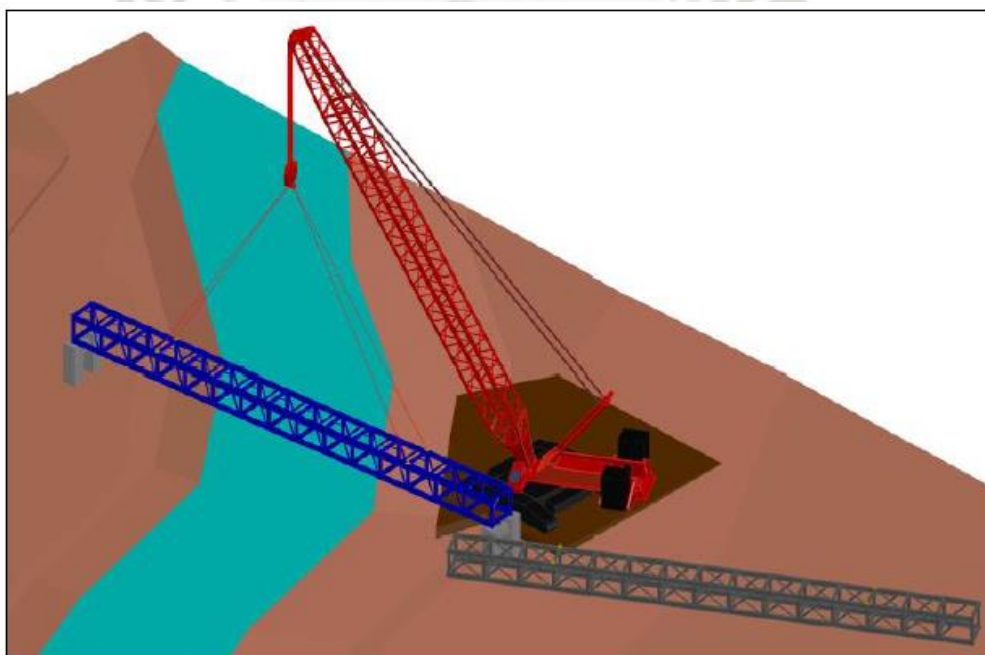
Se realizará el completamiento de estructuras faltantes, plataformas, barandas y escaleras sobre la estructura utilizando plataformas de andamios provisionarias y/o grúa con guindola cuando fuese necesario.

3.5.5.10.2. Pipe Bridge N°2 (cruce río Vizcachas)

En primer lugar, se posicionará la grúa de 400 toneladas en la plataforma compactada, el grado de compactación será de un 90% de ensayo proctor modificado, para el izaje se eslingará el tramo conforme al plan de izaje definido para dicha maniobra cumpliendo con las condiciones de seguridad inherentes a la tarea. Como se puede ver en la Figura 61, vista isométrica de ubicación de ensamble de Pipe Bridge N°2.

Figura 61

Vista isométrica de ubicación de ensamble de Pipe Bridge N°2



Nota: Extraído de planos del proyecto

3.5.5.10.3. Pipe Bridge N°3 (cruce río Vizcachas)

La grúa de 400 toneladas se posicionará en la plataforma de la estación de Vizcachas, el puente se pre-armará en un sector aledaño al estribo de entrada del puente a construir, se eslingará la estructura conforme a las buenas prácticas de

rigging, utilizando fajas de fibra sintética con guardacabos, cumpliendo con las condiciones de seguridad inherentes a la tarea.

3.5.5.11. Asistencia al Commissioning

Esta fase estará compuesta por supervisores y especialistas de soldadura, electricidad, mecánica e instrumentos, así como todo el personal que el propietario considere necesario para la ejecución de los trabajos de comisionado. Equipos podrán ser suministrados también en caso de ser requeridos.

3.5.5.12. Comunicaciones y Entregables

Se tiene los siguientes entregables y comunicaciones al cliente, detallado en la Tabla 6, entregables y frecuencias de entregas requeridas, Tabla 7, entregables de control y planificación – frecuencia de entregas requeridas, Tabla 8, matriz de informes y la Tabla 9, matriz de reuniones.



Tabla 6

Entregables y frecuencias de entregas requeridas

ITEM	DESCRIPCION	FECHA Y/O FRECUENCIA REQUERIDA
1.0	Revisión de línea Base	Requerimiento escrito y aprobado por el propietario.
2.0	Distribución de informes mensuales	Cinco días previos a la reunión.
3.0	Programa de recuperación	Acción inmediata que no excederá diez días desde la fecha de diferencia con el programa de línea base.
4.0	Respaldo electrónico del cronograma detallado del contrato	En forma paralela a la actualización del cronograma o cuando sea requerido por el propietario.
5.0	Cronograma gerencial emitido para aprobación	Dentro de los primeros quince días posteriores a la celebración del contrato.
6.0	Cronograma detallado del contrato emitido para aprobación	Dentro de los primero treinta días posteriores a la celebración del contrato.
7.0	Cronograma inicial de 60 días	Emitido como parte de la oferta y reemitido dentro de siete días posteriores a la celebración del contrato.
8.0	Histograma mano de obra directa e indirecta	Emitido como parte de la oferta, requiere actualización semanal y mensual.
9.0	Generación informes y curvas de avance	Dentro de los treinta días posteriores a la celebración del contrato.

Tabla 7

Entregables de control y planificación - frecuencias de entregas requeridas

ITEM	DESCRIPCION	FRECUENCIA	EMISION
1.0	Cronograma gerencial	Mensual	Mensual
2.0	Cronograma maestro del contrato	Mensual	Mensual
3.0	Cronograma detallado del contrato	Mensual	Mensual
4.0	Análisis ruta crítica y estado de los trabajos	Mensual	Mensual
5.0	Cronograma trisemanal	Semanal	Semanal
6.0	Cronograma inicial de 60 días	Semanal	Semanal
7.0	Curvas de avance e histogramas de mano de obra (directa e indirecta)	Semanal y Mensual	Semanal y Mensual
8.0	Estado de avance	Semanal y Mensual	Semanal y Mensual

Tabla 8

Matriz de informes

ITEM	DESCRIPCION	FRECUENCIA	EMISION
9.0	Registro de cambios	Mensual	Mensual
10.0	Informe de costos	Mensual	Mensual
11.0	Informe Programa de Pagos y Facturación	Mensual	Mensual
12.0	Informa semanal	Semanal	Semanal
13.0	Informe Mensual	Mensual 6 días siguientes a la fecha de corte	Mensual
14.0	Cronogramas especiales / presentaciones	Según definición de propietario	Según definición de propietario

Tabla 9

Matriz de reuniones

ITEM	DESCRIPCION	FRECUENCIA
1.0	Reunión semanal de avance y programación	Semana previa al inicio de los Trabajos
2.0	Reunión mensual de revisión de programa	Mensual luego de cada actualización del programa y presentación del informe mensual
3.0	Reunión de control de costos	Según se acuerde

3.6. Situación Actual del Subproyecto

La construcción de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo durante la ejecución demanda un monitoreo y control constante de todas las actividades planificadas para el cierre de un proyecto exitoso.

Para entrar en contexto el proyecto empezó con la adjudicación del contrato a la empresa contratista el 22 de febrero del 2019, se adjudica a la empresa contratista, posterior a ello se empieza a realizar las siguientes actividades:

- Se hace la entrega inicial de la ingeniería general por la supervisión el 10 de marzo del 2019.
- Gestión de subcontratos por parte del contratista principal para la ejecución de sus trabajos se realizaron en las fechas del 15 de marzo al 23 de abril del 2019.
- El reclutamiento de personal se realizó en las fechas del 02 de abril al 14 de mayo del 2019.
- El contratista presento sus planes de trabajo en las fechas del 10 de marzo al 15 de mayo previo al primer hito contractual que es el inicio de construcción.
- La gestión de permisos por parte del propietario se hizo en el rango de fechas del 18 de abril y el 25 de setiembre del 2019.
- En las fechas anteriores del 02 de abril se hizo la movilización de materiales de para el campamento y los equipos.

- El personal primero utilizaba campamento del propietario hasta que terminará la instalación de sus campamentos permanentes.
- Gestión de permisos de construcción por parte del contratista se llevaron a cabo desde el 10 de marzo al 20 de mayo del 2019.

Antes del 20 de mayo fecha de hito contractual para iniciar la construcción y la fecha de movilización de materiales para campamentos y equipos el cual se ve impacto y es aquí donde empiezan los cambios en el cronograma, los cuales fueron:

- Postergación de la movilización de materiales, equipos y parte del personal por problemas con la comunidad, la cual dio lugar a un impacto en la fecha de movilización y esta se retomó dicha movilización para el 06 de junio del 2019.
- Se dieron cambios en las entregas de áreas lo cuales eran hitos principales por parte del propietario, estos cambios originaron cambios en el cronograma originando nuevas fechas de entrega las cuales impactaron a las siguientes entregas en el año 2019:
 - La entrega de la plataforma para trabajos en la subestación eléctrica de Vizcachas con fecha 04 de agosto del 2019
- Retraso en la emisión de planos para fabricación de spools para las estaciones de bombeo, la fecha en la línea base 0 (LB0) establecida era para el 13 de abril y esta se aplazó hasta el 17 de diciembre del 2019 plasmado en una nueva línea base 01 (LB1).
- Se produjo una paralización de la comunidad en las fechas del 15 de julio al 31 de julio y luego hasta el 19 de agosto afecto principalmente la ejecución de la instalación de campamentos de avanzada y pararrayos, esta actividad se terminó, esta actividad también se vio afectada por la primera paralización, la cual se inició el 07 de junio y se terminó el 31 de julio del 2019.
- Se produjeron retrasos en entregas de áreas por parte del propietario.
- Imposibilidad de acceso a estación de cambio de diámetro la cual según base contractual esta área debía ser entregada por el propietario el 02 de abril, luego se cambió en una LB3 el 04 de octubre del 2019.

- Las fechas de entregas de áreas por parte del propietario hacia el contratista cambiaron de la siguiente manera:
 - Área de estación de bombeo Vizcachas la fecha inicial de entrega estaba proyectada para el 19 de agosto del 2019 y se entregó con una fecha reprogramada para 14 de febrero del 2020.
 - Área de estación de bombeo Titire la fecha inicial de entrega estaba proyectada para el 15 de agosto del 2019 y se entregó en una fecha reprogramada 09 de octubre del 2019.
 - Área de subestación Titire la fecha inicial de entrega estaba proyectada para el 15 de agosto del 2019 y se entregó con una fecha reprogramada 09 de octubre del 2019.
- Paralizaciones de la comunidad para acceso al área de estación de Choke Station afectaron principalmente los trabajos de inicio del plataformado, puesto que los trabajos en este frente de trabajo debieron empezar el 28 de julio el 2019 y se retomaron el 29 de noviembre del 2019.
- Paralizaciones de la comunidad en diferentes puntos para acceso a la estación de cambio de diámetro, afectaron el inicio de los trabajos de plataformado, estos debían iniciar según lo planificado el 28 de junio del 2019, los cuales se retomaron al solucionar la paralización el 05 de octubre del 2019.
- Paralizaciones en la estación Titire que duraron hasta el 31 de noviembre, esta paralización afecto el inicio de las excavaciones masivas en la estación de bombeo Titire, las cuales tenían fecha de inicio para 15 de agosto y se retomaron el 01 de noviembre del 2019.
- Paralizaciones por la comunidad y la discontinuidad en derechos de vía (stand by) afectaron el inicio de trabajo de excavaciones de zanja en el tramo 8" el cual tenía como fecha de inicio de 26 de agosto del 2019 y se retomaron el 15 de octubre del 2019.
- Retraso la fecha estimada de llega (ETA), de los siguientes suministros:

- Para la disciplina mecánica las trampas lanzadoras y receptoras inicialmente debería llegar el 12 de marzo del 2019 y se reprogramo su llegada para el 29 de agosto del 2020.
- Para la línea de agua fresca (Pipeline) piezas especiales inicialmente debería llegar 01 de julio del 2019 y se reprogramo su llegada para el 05 de mayo del 2020.
- Para la línea de agua fresca (Pipeline) fibra óptica y accesorios debería llegar 16 de agosto del 2019 y se reprogramo su llegada para el 29 de febrero del 2020.
- Para la línea de agua fresca (Pipeline) filtros debería llegar 26 de setiembre del 2019 y se reprogramo su llegada para el 04 de febrero del 2020.
- Para la disciplina de Piping las válvulas deberían llegar el 31 de octubre del 2019 y se reprogramo su llegada para el 21 de julio del 2020.
- Para la disciplina de Piping la llegada de tuberías de acero inoxidable para la prefabricación de spools inicialmente debía de llegar el 24 de junio del 2019 y se reprogramo su llegada para 17 de julio del 2020.
- Para la disciplina de Piping la llegada accesorios de acero inoxidable para prefabricación de spools inicialmente debía llegar el 31 de julio del 2019 y se reprogramo su llegada para el 17 de julio del 2020.
 - ❖ Las dos últimas actividades mencionadas que tiene que ver con las fechas ETA de tubería y accesorios de acero inoxidable para prefabricación de spools, se vieron afectas también por el atraso en emisión de planos para su fabricación.
- Paralizaciones a causa de acceso intransitable duro 6 días en el mes de enero y febrero del 2020 afectando a la actividad de excavaciones masivas en la estación de bombeo Titire.
- Existieron trabajos adicionales que no se contemplaron en la gestión de riesgos y son los siguientes:

- Corte y Biselado de tuberías de la línea de agua fresca, en los extremos de las tuberías. Esta actividad adicional tiene impacto desde el tramo KP 0 donde empieza la línea de agua fresca, alterando la fecha de inicial del 05 de octubre del 2019 al 06 de febrero del 2020.
- Se encontró interferencias en el río titijeros y en el bofedal huacho por lo cual se llevaron varias minutas de reunión se le pidió al contratista informes, estudios y desarrollar ingeniería de la mano con la supervisión para colocar puentes revisar informes.

Esas fueron las actividades preliminares impactaron a actividades predecesoras y a fechas hitos de contractuales, así como también ya se tenían un adicional en ejecución que era el corte y biselado de tuberías y se estaba trabajando una ingeniería para eliminar interferencias, estas ya empezaban a generar para este momento la segunda línea base del cronograma y algunos impactos de costo en el cronograma. Este proyecto además de los cambios ya mencionados se vio impactado en marzo del 2020 por la pandemia a nivel mundial COVID-19, la cual afecto a todos los proyectos que se desarrollaban en esa línea de tiempo y por lo cual cambia totalmente su gestión, la cual es impactada en tiempo, costo y alcance.

Para este mes quedaban en el cual se paralizan las operaciones por fuerza mayor, el proyecto paraliza el 16 de marzo del 2020 hasta aproximadamente el 25 de mayo del 2020, el 26 de mayo del 2020 para efectos del proyecto se inicia una suspensión parcial, se quedó personal destinado en sus casas y algunos en site a ejecutar trabajos hasta el 30 de junio del 2020, posterior a ello se inicia una removilización de todo el equipo post suspensión, esta removilización se inició el 06 de agosto del 2020 por grupos hasta el 16 de setiembre del 2020 y el reinicio de actividades con la mayor parte del personal se inicia el 01 de octubre del 2020.

En este reinicio de actividades, se retoma las actividades de transporte de tuberías el 03 de noviembre del 2020 y el reinicio de todas las actividades el 15 de noviembre del 2020, durante estos meses se trabajó la ingeniería de los puentes para eliminar las interferencias, aprobaciones de planes y trabajos menores que se podían ir desarrollando en campo durante esos meses.

Este un primer cambio que se da en el proyecto por el entorno, este afecta en tiempo y costos asociados a la desmovilización del personal, entre otros gastos asociados.

Durante la ejecución post COVID el contratista encuentra una falla significativa. Durante las actividades de curvado, dichas actividades se empezaron a desarrollar el 09 de setiembre del 2020, en el desarrollo de estas actividades se encuentra un desprendimiento del revestimiento interno del FBE, esto es informado por el contratista a la supervisión a través del informe del área de calidad por parte del contratista, por tal motivo se reúne el equipo de proyecto para evaluar los impactos de esta falla, es por ello que algunas actividades se retrasaron hasta determinar las fallas y determinar una solución, lo cual afectaba empezaba a afectar el plazo.

3.7. Descripción de la Falla

En el apartado anterior se detalla la situación actual del proyecto, en la cual se identificaron restricciones y actividades que impactaron en algunos hitos contractuales, a su vez también generando algunas actividades adicionales que impactaron en el tiempo y costo.

Durante el monitoreo y control de las actividades realizadas en la fase de ejecución del subproyecto, se detectó una desviación en el proceso constructivo en la actividad de curvado de tuberías.

Para entrar en contexto, así mismo entender mejor la desviación y su impacto en la triple restricción del proyecto, es decir alcance, tiempo y costo. La línea de agua fresca como se ha venido describiendo en los primeros apartados está construida de tubería de acero al carbono, esta tubería tiene un revestimiento interno debido al alto grado de corrosión del agua y un revestimiento externo, porque recordemos que toda la tubería va enterrada. Este revestimiento interno y externo es de FBE, el cual es una pintura epóxica y fue aplicada en toda la tubería a instalar.

La procura de toda la tubería, así como la aplicación del revestimiento interno y externo con FBE fue realizado por la supervisión, aquí se debe de aclarar que la tubería al acero al carbono se adquirió como solo tubería, pero la aplicación del revestimiento interno y externo se realizó en la india por una empresa especializada en este tipo de revestimientos anticorrosivos.

Durante la construcción después de las actividades de desfile de tuberías (actividad de la carga en un acopio predefinido para el transporte) se procederá al curvado de las mismas esta actividad permite copiar el perfil de la zanja. El curvado de la tubería se realizará en frío, usando una maquina dobladora hidráulica.

En lo que respecta a la actividad de verificación de pasaje de placa calibradora, en varias tuberías, esta cumplía con las tolerancias de curvas, sin embargo, en algunas de ellas se evidencia al retirar el carrete, que viene acompañado de segmentos/láminas de pintura FBE.

Con esta evidencia de desprendimiento del revestimiento interno FBE, se paralizaron las actividades de curvado, se empezaron a inspeccionar y tomar muestras de todas las tuberías para de alguna manera tener una idea si solo era un lote o era aleatoriamente el desprendimiento del revestimiento.

Se inspeccionaron todas las tuberías, empezar a buscar una solución porque los segmentos se seguirían desprendiendo y podrían ocasionar problemas en las estaciones de bombeo y dañando parte del sistema de abastecimiento de agua.

Las actividades en estaciones de bombeo, tanto civiles, eléctricas que no implicaran trabajos con tubería se seguirían trabajando de igual manera, mientras se buscaba solución a la problemática. Para ello se realiza un scope of work el cual buscaba opciones para eliminar y/o retener los segmentos/láminas de pintura FBE.

Para ello se debería evaluar la situación actual de la línea de agua fresca, escenarios posibles que se puedan presentar y desarrollar alternativas.

Esta falla en las tuberías afectaba el alcance, el tiempo de ejecución y el costo, este problema se evidencia el 23 de setiembre del 2020, el cliente requería que la línea de agua esté operativa según los hitos contractuales en el último cronograma para 19 de noviembre del 2020. Con estas fechas la supervisión empieza a buscar soluciones con el contratista para presentarlas al propietario para poder cumplir con los requerimientos del proyecto.

3.8. Análisis de la Gestión durante la Ejecución

En base a lo descrito en la situación actual del proyecto se realiza el monitoreo y control del subproyecto durante su ejecución.

3.8.1. Análisis del Alcance del Subproyecto

Por lo cual se pasa a describir el control integrado de cambios en lo cual se tuvieron entre todos los cambios los más significativos fueron, los siguientes:

- Cambios en la movilización del personal por paralizaciones comunitarias impactaron en varios hitos contractuales.
- Se tuvo un adicional en por un corte y biselado en las tuberías, pues la tubería que se compró para toda la línea de agua estas llegaron en tramos de 12 metros con el revestimiento externo e interno de FBE, y en cada extremo debía de dejar sin pintar para la soldadura por la parte interna y externa 25mm, pero en la especificación técnica al momento de hacer los revestimiento dejaron en la parte interna 50mm sin pintar y 25mm en la parte externa, por lo cual como se haría un pintado manual se tendría que hacer un corte del revestimiento parejo para no tener variaciones en los anchos y con ello tener las condiciones adecuada de adherencias y sin protuberancias. Inicialmente el pintado de estas áreas se haría con robots, pero para que este procedimiento con robots se puede realizar se debía tener un corte de solo 25mm y se tuvo que modificar el corte y se optó por hacer un pintado manual.
- Se actualizaron las líneas de tuberías entre la línea de agua fresca de 24” a la estación TIE-IN y hasta estación de tanque 2910-TK-001, antes en acero al carbono de 8” por líneas de FlexSteel en 6”.
- Se cambio el ruteo de la línea de 8” para evitar el aplastamiento de lo que representaba el tránsito de los camiones mineros, y el ruteo se modificó por la parte superior y se cambió a una tecnología llamada FlexSteel.
- Afectación y suspensión por la pandemia COVID 19.
- Un puente denominado puente PK74 por temas medio ambientales y el bofedal huacho, pues como normativa de conservación medio ambiental.

- Cruces aéreas en el río Vizcachas en los puentes de tubería unos empalmes en los puentes de tubería PB1, PB2 y PB3.
- Fundaciones de concreto Área 100 Titire y TIE in 8”.

3.8.2. Análisis del Cronograma del Subproyecto

De acuerdo con los cambios realizados descrito en los apartados anteriores, así como algunos afectaron al alcance y a su vez fueron afectado al tiempo, algunos de esos cambios afectaron los hitos contractuales y cambiaron fechas. Desde la adjudicación del contrato 20 de febrero del 2019 se inició con una línea base contractual o línea base 0, y a la fecha con los cambios detallados en los apartados anteriores se han llegado a realizar 02 líneas base. Uno de los principales cambios que afectaron fueron la movilización y la pandemia COVID 19, se hace referencia en la Tabla 10, log de control de impactos – cronograma línea base.



Tabla 10

Log de control de impactos -cronograma línea base

Actividades impactadas del cronograma

Doc. Referencia	Impactos	P6 Activity ID	LB0		LB1			LB2A			Área Impactada	Responsable	
			Fecha	Fecha	Impacto	Días	RC	Fecha	Impacto	Días			RC
PCA 0003	Postergación de la movilización - comunidad Cambrune	A4400	20/04/2019	6/05/2019	x	16	x	6/05/2019	-		Proyecto	Supervisión	
ENTREGA DE ÁREAS	Entrega se áreas: Estación de bombeo Vizcachas	A2630	19/08/2019	4/09/2019		16		14/02/2020	x	163	Estaciones	Supervisión	
	Entrega se áreas: subestación Vizcachas	A4500	19/07/2019	4/08/2019		16		15/03/2020	x	224	Estaciones	Supervisión	
	Entrega se áreas: Estación de bombeo Titire	A2640	15/08/2019	31/08/2019		16		9/10/2019	x	39	Estaciones	Supervisión	
	Entrega se áreas: Subestación Titire	A4510	15/08/2019	31/08/2019		16		9/10/2019	x	39	Estaciones	Supervisión	
SUMINISTROS PIPING	Suministro: Tuberías para prefabricación de spools	A4430	24/06/2019	10/07/2019		16		30/04/2020	x	295	x	Estaciones	Supervisión
	Suministro: accesorios para prefabricación de spools	A4440	31/07/2019	16/08/2019		16		30/04/2020	x	258	x	Estaciones	Supervisión
PCA 0027	Atraso en emisión de planos para fabricación de Spools	A6170	13/04/2019	29/04/2019		16		9/12/2019	x	224	x	Estaciones	Supervisión
PCA 0028	Tuberías - cut back Rev. Interno (Opción corte de tuberías)	A1510	5/10/2019	21/10/2019		16		19/01/2020	x	90	x	Pipeline	Supervisión
PCA 0013,14,19,24	Paralización Comunidad (15-Jul al 31-Jul 19 + Ago. 19)	A6020	16/04/2019	2/05/2019		16		7/06/2019	x	36		Pipeline	Supervisión

PCA 0032	Paralización comunidad - Est. Choke 01	A5000	28/07/2019	13/08/2019	16	29/01/2020	x	169	Estaciones	Supervisión
PCA 0012	Imposibilidad de acceso a estación cambio de diámetro (21d)	A8490	2/04/2019	18/04/2019	16	27/09/2019	x	162	Estaciones	Supervisión
PCA 0037	Paralizaciones - diferencia de puntos en poligonal (Est. Cambio de diámetro)	A4530	28/06/2019	14/07/2019	16	5/10/2019	x	83	Estaciones	Supervisión
PCA 0045, Minuta 29/01/20 Item 7.39	Bofedal Huacho - estudio de suelos, ingeniería, fabricación y montaje de nuevo puente Huacho	A8240	26/06/2020	12/07/2020	16	24/02/2021	x	227	x Pipeline	Supervisión
PCA 0050	Paralización - Est. Titire (Hasta 31-11) + paralizaciones por acceso intransitable 6d (Ene - Feb 20)	A4320	15/08/2019	31/08/2019	16	1/11/2019	x	62	Estaciones	Supervisión
PCA 0058	Paralizaciones comunitarias - discontinuidad en derecho de vía (Saltos + Stand By)	A1490	26/08/2019	11/09/2019	16	15/10/2019	x	34	Pipeline	Supervisión
FECHAS ETA DE SUMINISTROS - SMI Mail	Mecánica: Bombas (PH Horizontal Pump, Motor Driver 750 Kw) - E. Vizcachas (RFQ 406003-2)	A4200	15/02/2020	15/02/2020	-	10/04/2020	x	55	Estaciones	Supervisión
	Mecánica: Bombas (PV Vertical Pump, Motor Driver 1960 Kw) - E. Titire (RFQ 406004-2)	A1380	5/01/2020	5/01/2020	-	7/02/2020	x	33	Estaciones	Supervisión

Piping: Válvulas (RFQ 500005-1)	A1440	31/10/2019	31/10/2019	-	29/01/2020	x	90		Estaciones	Supervisión
Piping: Válvulas HOV (PO 500007)	A4420	17/02/2020	17/02/2020	-	13/04/2020	x	56		Estaciones	Supervisión
Pipeline: Pipeline Special Pieces (RFQ 500036-1)	A4460	1/07/2019	1/07/2019	-	10/02/2020	x	224		Pipeline	Supervisión
Pipeline: Filtros - Strainers (RFQ 500036-2)	A4450	26/09/2019	26/09/2019	-	4/02/2020	x	131		Pipeline	Supervisión
Mecánica: Trampas lanzadoras y receptoras (RFQ 500038)	A4210	3/12/2019	3/12/2019	-	5/05/2020	x	154	x	Estaciones	Supervisión
Pipeline: Protección catódica (RFQ 500055)	A2600	22/01/2020	22/01/2020	-	17/02/2020	x	26		Pipeline	Supervisión
Electricidad: Bancos condensadores 1120/1130-XC-001 (RFQ 600010)	A2580	28/04/2020	28/04/2020	-	5/08/2020	x	99		Estaciones	Supervisión
Electricidad: Cintas calefactoras (PO 600032)	A8450	26/01/2020	26/01/2020	-	22/02/2020	x	27		Estaciones	Supervisión
Instrumentación y control: Field instruments (RFQ 700505)	A1350	23/02/2020	23/02/2020	-	1/03/2020	x	7		Estaciones	Supervisión
Pipeline: Fibra óptica y accesorios (RFQ 701801)	A1370	16/08/2019	16/08/2019	-	29/02/2020	x	197		Pipeline	Supervisión

En la Tabla 10, log de control de impactos – cronograma línea base, se tiene los principales cambios que impactaron la línea base del cronograma en las tres líneas base que se gestionaron hasta este momento.

En fechas como se puede ver en la Tabla 11, hitos de contrato impactados, se modificaron y se tiene un resumen de la variación de fechas en los hitos contractuales, así como también en las fechas de vencimiento impactadas:

Tabla 11

Hitos de contrato impactados.

HITOS DEL CONTRATO IMPACTADOS *					
Activity ID	HITOS	Contrato	LB0	LB1	LB2A
A8590	Comienzo de Construcción -	4/20/2019	4/20/2019	5/6/2019	5/6/2019
A8610	Completamiento de Acueducto (Mainline) -	7/6/2020	7/6/2020	7/22/2020	3/5/2021
A8600	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Titire -	6/15/2020	6/15/2020	7/1/2020	12/22/2020
A8630	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Vizcachas -	7/8/2020	7/8/2020	7/24/2020	2/19/2021
A8620	Completamiento de Construcción de Apertura de Pista & Limpieza Final -	7/6/2020	7/6/2020	7/22/2020	3/5/2021
A8640	Completamiento de todos los trabajos -	7/23/2020	7/23/2020	8/8/2020	3/6/2021
FECHAS DE VENCIMIENTO IMPACTADAS *					
Activity ID	HITOS	Contrato	LB0	LB1	LB2A
A8590	Vcto. Comienzo de Construcción -	4/20/2019	4/20/2019	5/6/2019	5/6/2019
A8610	Vcto. Completamiento de Acueducto (Mainline) -	8/5/2020	8/5/2020	8/21/2020	4/4/2021
A8600	Vcto. Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Titire -	7/15/2020	7/15/2020	7/31/2020	1/21/2021
A8630	Vcto. Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Vizcachas -	8/7/2020	8/7/2020	8/23/2020	3/21/2021
A8620	Vcto. Completamiento de Construcción de Apertura de Pista & Limpieza Final -	8/5/2020	8/5/2020	8/21/2020	4/4/2021
A8640	Vcto. Completamiento de todos los trabajos -	10/6/2020	10/6/2020	10/22/2020	5/20/2021

En resumen, los plazos se movieron como se evidencia en la Tabla 12, resumen de duración de cronogramas, en donde se tiene los tres cronogramas base con la fecha efectiva de inicio, la fecha de término y el plazo total en días.

Tabla 12

Resumen de duración de cronogramas.

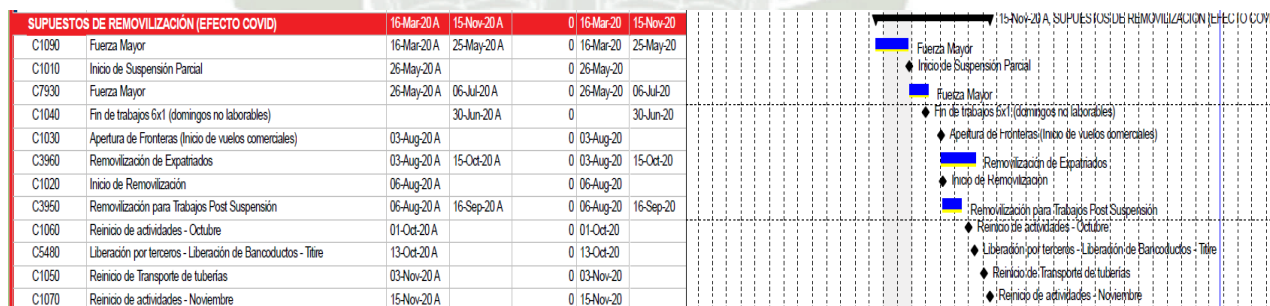
Cronograma	Fecha Efectiva (A)	Fecha de Término (B)	Plazo Total (Ci)	Aumento (Di)=[Ci+1]-[Ci]
Cronograma Adjudicado	22-Feb-19	23-Jul-20	518	0
Cronograma LB01	22-Feb-19	8-Aug-20	534	16
Cronograma LB02	22-Feb-19	8-Feb-21	718	184

Como se puede ver en la Tabla 12, el cronograma adjudicado tenía un plazo total de 518 y en la línea base 1 se aumenta 16 días y en la línea base 2 se tiene un incremento de 184 días y con ello la fecha de término se va hasta el 08 de febrero del 2021.

Por otro lado, se puede evidenciar que los cambios como el impacto de la pandemia COVID 19 en este extracto del cronograma si tuvo un impacto significativo. Como se puede ver en la Figura 62, impacto de pandemia COVID -19.

Figura 62

Impacto de pandemia Covid-19



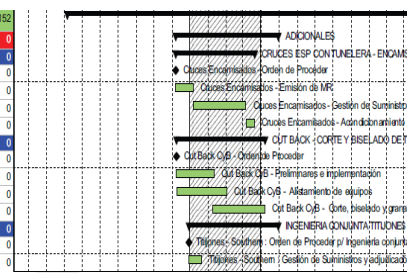
En este extracto del cronograma se puede evidenciar el impacto del supuesto de removilización efecto COVID y el impacto en días que se tuvo.

Como se mencionó se tuvieron algunos adicionales que no estaban contemplados en el alcance inicial, los cuales se pueden evidenciar en este extracto, como se puede ver en la Figura 63, impacto en los adicionales.

Figura 63

Impacto en los adicionales

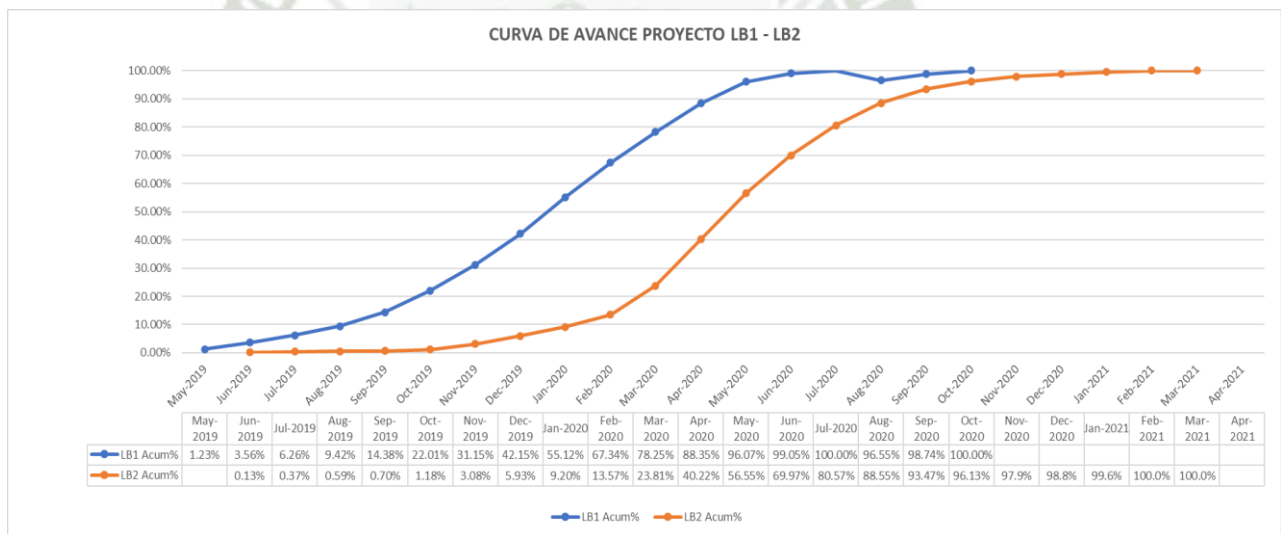
CONSTRUCCION		619	06-May-19	13Ene-21					1203152
ADICIONALES		175	07-Nov-19	29-Abr-20					0
CRUCES ESP CON TUNELERA - ENCAMISADO (PCA 016)		135	07-Nov-19	20-Mar-20					0
A8890	Crucos Encamisados - Orden de Proceder	0	07-Nov-19*		11400230001	C	PPE		0
A8900	Crucos Encamisados - Emisión de MR	30	07-Nov-19	06Dic-19	11400230001	C	PPE		0
A8910	Crucos Encamisados - Gestión de Suministros y entrega de materiales	90	07-Dic-19	05Mar-20	11400230001	C	PPE		0
A8920	Crucos Encamisados - Acondicionamiento de materiales y accesorios	15	06-Mar-20	20Mar-20	11400230001	C	PPE		0
CUT BACK - CORTE Y BISELADO DE TUBERIAS PIPELINE (PCA 028)		141	08-Nov-19	07-Abr-20					0
A8880	Cut Back Oj6 - Orden de Proceder	0	08-Nov-19*			M	CLE		0
A8850	Cut Back Oj6 - Preliminares e implementación	53	08-Nov-19	11-Ene-20	1140020000A	C	PIPE		0
A8860	Cut Back Oj6 - Alisamiento de equipos	74	09-Nov-19	01-Feb-20	1140020000A	C	PIPE		0
A8870	Cut Back Oj6 - Corte, biselado y granallado	90	09-Ene-20	07-Abr-20	1140020000A	C	PIPE		0
INGENIERIA CONJUNTA TIJONES Y KP74 (PCA 045)		141	30-Nov-19	29-Abr-20					0
A8930	Tijones - Southern - Orden de Proceder p/ Ingeniería conjunta Tijones y KP74 (PCA 045)	0	30-Nov-19*		11400280000	C	PPE		0
A8960	Tijones - Southern - Gestión de Suministros y adjudicación	21	30-Nov-19	20Dic-19	11400280000	C	PPE		0



La curva de avance del proyecto, el análisis entre la Línea Base 1 y la línea Base 2, como se puede ver en la Figura 64, comparación de curva de avance del proyecto LB1 vs LB2.

Figura 64

Comparación de curva de avance del proyecto LB1 vs LB2

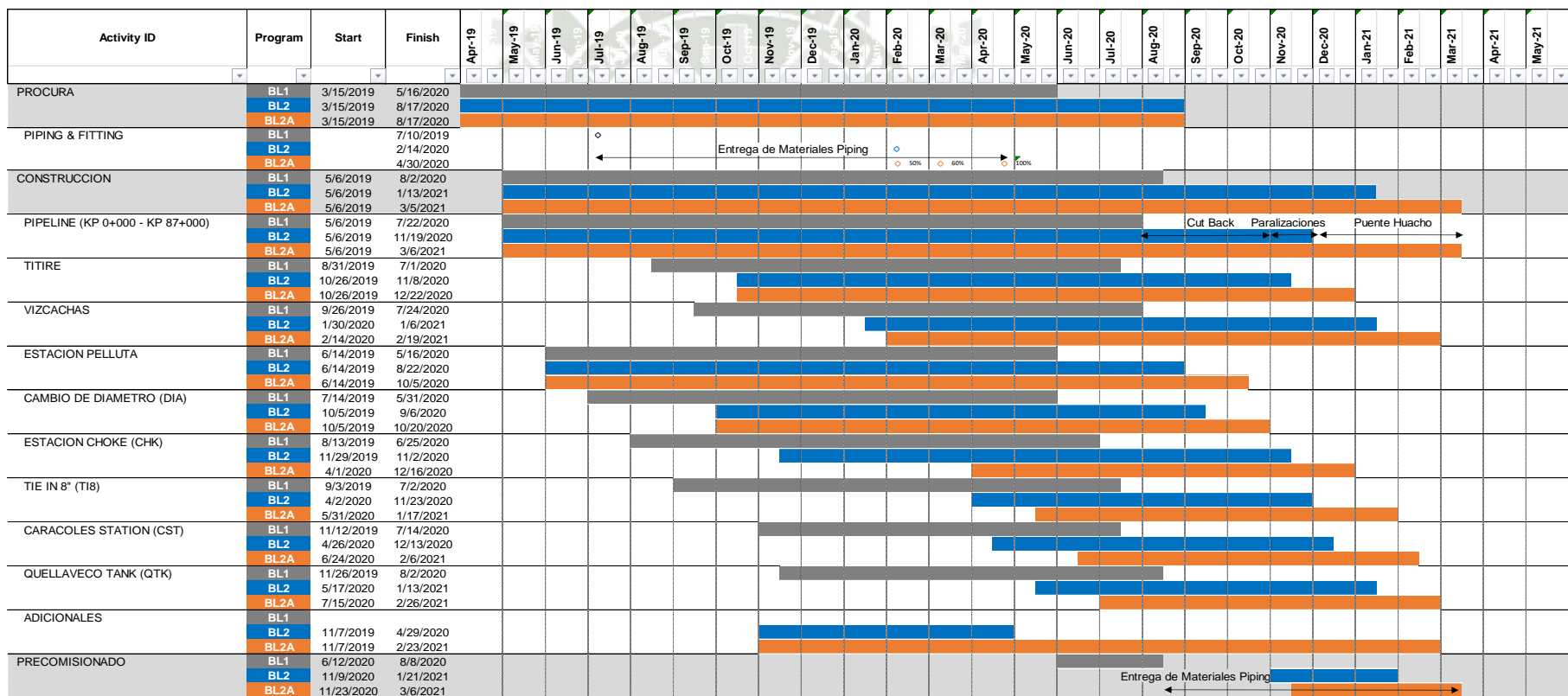


En la Figura 64, resumen de cambios – cronogramas línea base, se puede ver el resumen de cambios de las principales actividades y las fechas de inicio y finalización.

Figura 65

Resumen de cambios – cronograma línea base

RESUMEN DE CAMBIOS - CRONOGRAMA LÍNEA BASE



En el Figura 65, resumen de cambios, se puede ver como se vio reflejado el impacto en primer lugar de las movilizaciones por parte de la comunidad en todas las áreas, por otro lado, los desvíos en las fechas de entrega de procura en los materiales para la línea de agua fresca.

Los cambios como el corte y biselado de tuberías, el puente Huacho que se realizaron por acuerdo ambiental.

El tiempo para este cronograma aumento de un tiempo inicial de 518 días a 718 días. De lo que estaba proyectado inicialmente. Se tuvo un avance acumulado real del 30.70% y un programado del 69.30%. y con un SPI 0.52.

3.8.3. Análisis del Costo del Subproyecto

De acuerdo con los cambios identificados y descrito en los apartados anteriores y las tendencias que incrementaron los costos directos y gastos generales estipulados en el presupuesto base.

Hasta este momento se calcularon los montos de los incrementos de los costos asociados por los cambios que afectaron en el desarrollo del proyecto, mediante adicionales y cambios al contrato, estos cambios se hicieron por órdenes de cambio o en su defecto por instrucciones de construcción.

Luego de considerar las variaciones del presupuesto, tanto los incrementos de costos de los cambios y ampliaciones de plazo. El control de costos se realizó desde el inicio de obra del mes de mayo del 2019 hasta el mes de marzo del 2021 en el cual se encontró la falla en el revestimiento interno de la tubería de línea de agua fresca.

Con la información base del avance real del proyecto y el avance programado se tenía programado un avance acumulado de 30.70% del proyecto, pero solo se logró ejecutar un avance semanal de 1.27% por lo que se tenía un retraso de 29.43%. el CPI es de 0.88.

El índice de desempeño de costo es de 0.88 nos indica que por cada dólar que el proyecto gasto solo se realizó \$0.88 dólares del valor planeado.

En cuanto al SPI de 0.52 obtenido nos indica que estamos retrasados respecto al cronograma en 48% respecto al valor planificado (VP) en la semana.

Como se puede ver en la Tabla 13, resumen de adicionales, se indica cuales fueron las modificaciones al contrato acordados a marzo 2021. Estos adicionales se dieron costos no contemplados como el costo COVID, y algunos por falla en planificación y definiciones de ingeniería.

Tabla 13

Resumen de adicionales

PCA	DESCRIPCION	MONTO ACORDADO
136	Recursos en Standby por cuarentena de trabajadores en el proyecto por COVID-19 (agosto 2020)	\$ 301,943.04
138	Recursos en Standby por cuarentena de trabajadores en el proyecto por COVID-19 (Setiembre 2020)	\$ 1,118,128.31
151	Recursos en Standby por cuarentena de trabajadores en el proyecto por COVID-19 (octubre 2020)	\$ 99,928.65
158	Preparación de muestras para enviar a 3M	\$ 6,411.45
161	Listado comercial H - subcontratistas	
162	Cuarentena previa al ingreso a site (desde el 09-Nov-2020 al 07-Mar-2021)	\$ 857,428.45
163	Logística de transporte por protocolos de salud	\$ 953,864.58
164	Implementación de medidas preventivas frente a pandemia	\$ 560,613.24
165	Ampliación de 60 cupos staff en campamento PK34	\$ 203,873.90
166	Recursos standby por cuarentena (Subcontratos)	\$ 400,000.00
69	Modificación de placas	\$ 17,321.83
70	Uso de recurso de campamento	\$ 1,549.96
181	Removilización de recursos	\$ 3,895.59
182	Modificación de soportes instrucción RFI 265	\$ 19,347.01
183	Limpieza y acondicionamiento de bofedal KP72	\$ 2,444.09
187	Procura de cables de acero y bofedal Huacho	\$ 634,402.28
		\$ 5,181,152.38

3.8.4. Análisis de la gestión de cambios.

Como sabemos las solicitudes de cambio en los proyectos provienen de dos fuentes claves: los interesados potenciales y las evaluaciones de la ejecución del proyecto. Para efectos del proyecto el cual estamos analizamos, según las evaluaciones durante la ejecución del proyecto por el equipo de este, por interferencias en el terreno, así como mejoras para el desempeño del proyecto.

Cabe recalcar que las solicitudes o gestiones de cambio realizadas posterior a la definición de la línea base del proyecto deberán ser aprobadas por el director del

proyecto y el propietario, este último tomara en cuenta los impacto que puedan afectar los objetivos del proyecto.

Para este proyecto se tuvieron varias gestiones de cambio, algunas no afectaron ni el costo ni el alcance, a continuación, se presenta una solicitud de cambio como ejemplo.

Este cambio respondía a una incongruencia en la ingeniería en la cual se tenía que gestionar el cambio de ruteo de la línea 1140-0813 y 824 de 8" a 6" con un material llamado FlexSteel, para el conexionado al tanque 2910-TK-001, esta actualización cambiaba el material de la tubería de acero al carbono a una línea FlexSteel en 6", como se muestra en la Figura 66, DCN: design change notice.



Figura 66

DCN: Design Change Notice

DCN – Design Change Notice			
Originator: Ingeniería		DCN / REV. #: Q1CO-FLUOR-DCN-00167_R0	
Discipline & Supt: Piping		DATE: 09-12-2021	
Drawing Number:		RFI #:	
Other Attachments: -		NCR/MDR #:	
Specification:		Contract #: 1140	
Existing Condition: Actualización de líneas 1140-0813 y 824 de 8" C.S. a 6" y cambio de material a FlexSteel.			
Description of Change: - Se actualizan las líneas 813 y 824 de conexión entre pipeline de 24" a estación tie-in y hasta estación de tanque 2910-TK-001, antes en acero al carbono de 8" por líneas de FlexSteel en 6".			
Change Management			
Schedule Impact <input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO		Cost Impact <input checked="" type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO	
Scope Change <input checked="" type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO		Note:	
Resolution/Action Required/Remarks Planos de arreglo de estaciones e isométricos actualizados, y nuevo plano de ruteo adjuntos que detallan las modificaciones de las líneas 813 y 824.			
Cause for Change			
1.ENGINEERING AND DESIGN		2.CONSTRUCTION	
<input type="checkbox"/> 1.1 Dimensioning incorrect	<input type="checkbox"/> 2.1 Field fabrication error	<input type="checkbox"/> 3.1 Poor workmanship	<input type="checkbox"/> 4.1 Client initiated change request
<input type="checkbox"/> 1.2 Orientation incorrect	<input type="checkbox"/> 2.2 Installation error	<input type="checkbox"/> 3.2 Fabrication error	<input type="checkbox"/> 4.2 Plant initiated delays
<input type="checkbox"/> 1.3 Conflict with Spec./Standard	<input type="checkbox"/> 2.3 Out-of sequence erection	<input type="checkbox"/> 3.3 Non-conformance to spec	
<input type="checkbox"/> 1.4 Material improperly identified	<input type="checkbox"/> 2.4 Repair of damage	<input type="checkbox"/> 3.4 Vendor drawing error	5.0 LATE DESIGN
<input type="checkbox"/> 1.5 Revision to IFC drawing after initial fabrication or installation	<input type="checkbox"/> 2.5 Accumulation of fabrication and installation tolerances	<input type="checkbox"/> 3.5 Delivery delay/damage	<input type="checkbox"/> 5.1 Rework due to late design or materials information
<input checked="" type="checkbox"/> 1.6 Design missed or not detailed	<input type="checkbox"/> 2.6 Schedule variation	<input type="checkbox"/> 3.6 Agreed S/C backcharge	6.0 WELD REPAIRS
<input checked="" type="checkbox"/> 1.7 Existing Conditions	<input type="checkbox"/> 2.7 Field run design item	<input type="checkbox"/> 3.7 Support of S/C	<input type="checkbox"/> 6.1 Rework due to repair of NDE field welds
<input type="checkbox"/> 1.8 Other	<input type="checkbox"/> 2.8 Support of other DFL		
Approvals			
Fluor / Sub-contractor Engineering:		Client Area Manager / Project Engineer:	
Date:		Date:	
Signature:		Signature:	
Print Name:		Print Name:	
Comments:		Comments:	
Distribution			
<input checked="" type="checkbox"/> Site PDDM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nota: Extraída de los procedimientos del proyecto

3.8.5. Diagnóstico de la Situación Actual

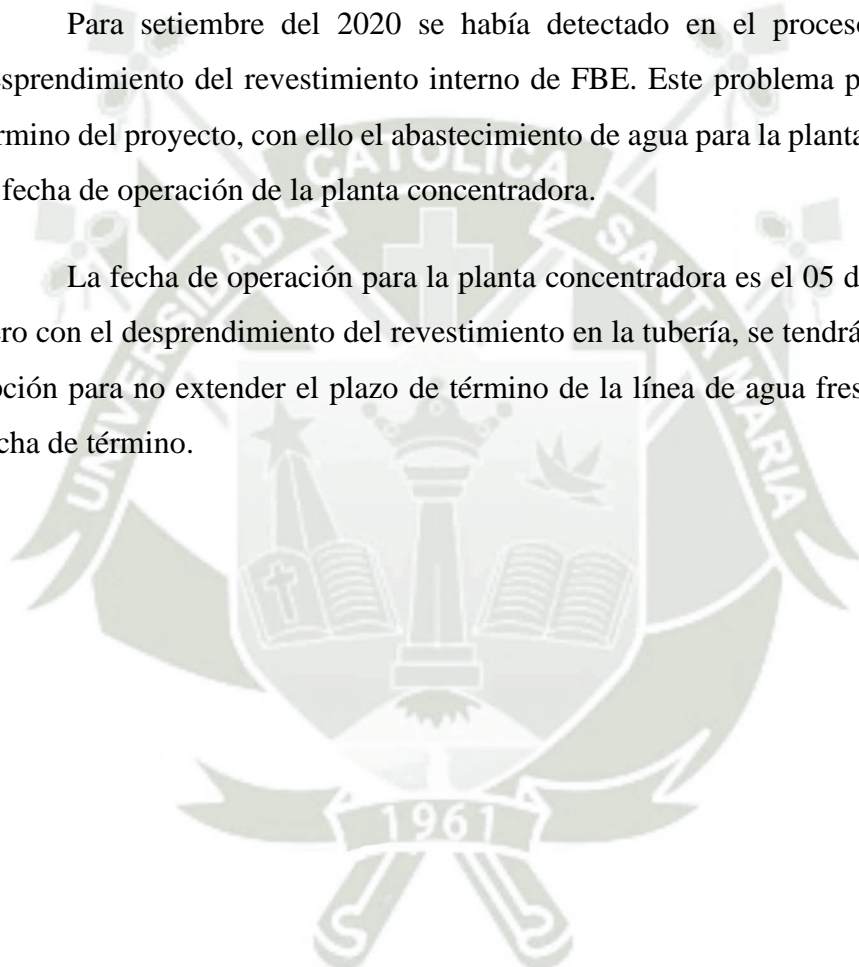
El subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo, tuvo reprogramaciones en su cronograma por paralizaciones por la comunidad, retrasos en

la entrega de procura, además de ello como a todos los proyectos en el año 2020 se establece una cuarentena general por la pandemia COVID 19.

Para marzo del 2021 ya se tenía la línea base 2 del cronograma, con una variación de días de 100 aproximado, se había aprobado UD\$ 5,181,152.38 en adicionales y costos que no estaban dentro de la contingencia por la coyuntura de la situación actual por la pandemia COVID 19.

Para setiembre del 2020 se había detectado en el proceso de curvado el desprendimiento del revestimiento interno de FBE. Este problema ponía en riesgo el término del proyecto, con ello el abastecimiento de agua para la planta concentradora y la fecha de operación de la planta concentradora.

La fecha de operación para la planta concentradora es el 05 de junio del 2021, pero con el desprendimiento del revestimiento en la tubería, se tendrá evaluar la mejor opción para no extender el plazo de término de la línea de agua fresca y con ellos la fecha de término.



CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo, se establecerá los lineamientos necesarios para dar solución a la problemática descrita en el capítulo 3, con el fin de ejecutar, controlar, seguimiento y cierre del proyecto de construcción, para este fin se empleará los conceptos, guías y lineamiento del PMBOK y emplear algunos conceptos de acuerdo con la problemática de la metodología Front End Loading.

4.1. Análisis de la Problemática

De acuerdo con la situación actual del proyecto, el problema que se detectó en el proceso de curvado de la tubería, el cual fue informado por el contratista. Esta desviación genera un retraso, pues a consecuencia de esta se paraliza las actividades con el fin de analizar las causas, el impacto y buscar las mejores soluciones.

Para evitar impacto o desviaciones en el alcance, el cual detalla en el mismo tener una línea de agua fresca con vida útil de 30 años, la cual debe de transportar agua desde la bocatoma Titire (área 1000) hacia la planta concentradora en Papujune (área 3000), con ello también no impactar en la fecha hito de fecha de operación y obtener la primera producción de cobre, no sobrepasando el costo , así también cumpliendo con la calidad de tener un revestimiento el cual proteja de la corrosión por el tipo de agua que será transportada.

Es decir, para darle solución se tendrá que determinar cuál es la mejor opción para cumplir con la fecha de operación.

Pero si hacemos un análisis de la problemática, por lo anteriormente descrito en el capítulo 3, el proyecto caso estudio esta denominado un megaproyecto, con un tipo de contrato EPCM, el cual está gerenciado por una empresa trasnacional que cumple con todos los estándares a nivel mundial y aplicaciones de buenas prácticas adoptadas del PMBOK.

Si bien es cierto, los proyectos de construcción pueden ser impredecibles y la utilización de una metodología de gestión no conduce necesariamente a resultados rentables tanto para el contratista como para el propietario del proyecto; Así mismo con la ausencia o una gestión ineficaz de integración de los procesos más importantes que son considerados la triple restricción en todos los proyectos, estamos hablando del alcance, costo y tiempo.

Para ello, es fundamental que la gestión de la integración se apoye en un plan eficaz que estará a cargo de la dirección del proyecto, y que demuestre que las áreas están claramente integradas, alineadas a lo planificado o esperado.

Si esto lo aplicamos al diagnóstico de la situación actual y buscando el por qué falla técnicamente el revestimiento en la tubería y solo nos enfocamos en la gestión, desde la concepción del proyecto para determinar la solución, con ello poder aplicar una gestión de integración, la cual nos ayudará a que el equipo de proyecto pueda integrarse en site y solucionar rápidamente la problemática con el fin de cerrar el proyecto para cumplir con las expectativas del propietario.

La problemática de una correcta gestión nace de la siguiente manera para el proyecto en estudio:

- Tanto la ingeniería básica como al de detalle, se elaboró por distintas personas de la empresa de supervisión en sus diferentes sedes del mundo, en este caso fueron Vancouver, Chile y La India. Esta ingeniería fue entregada al equipo del propietario para su validación y aprobación con lo cual se hicieron las licitaciones con el contratista de construcción para los diversos entregables que tenía el proyecto.
- Si bien es cierto y solo centrándonos en la ingeniería que se realizó para toda la línea de agua, los estudios fueron hechos por varias empresas, como son el estudio del tipo de agua para determinar qué tipo de tubería se debería usar o que recubrimiento debería tener por los agentes corrosivos del tiempo de agua entre otros criterios.
- El equipo de proyecto instalado en el sitio de ejecución es distinto al equipo en oficinas en las diferentes ciudades que trabajaron en remoto. Para explicar cómo es el proceso, la ingeniería, procura, programación, costos, planes de seguridad, gestiones de riesgos, gestión de recursos humanos y gestión de contratos, se hicieron

en primer lugar en las diferentes sedes de la empresa, posterior a ellos solo algunos de los que participaron en la etapa inicial fueron llevados a el lugar de ejecución y los demás dieron algún soporte desde las oficinas en remoto, se completo el equipo de proyecto con profesionales que fueron directamente al lugar de ejecución del proyecto; Así mismo muchos de los documentos como parte de la ingeniería de detalle, fueron aprobados por solo personal de ingeniería sin integrarse con el área ejecutora , es decir los especialista de construcción y calidad quienes son responsables de que todo lo instalado cumpla con los requisitos y parámetros técnicamente solicitados.

Para detallar el punto anterior, y definir en base al problema principal del desprendimiento del revestimiento interno de FBE, ¿qué relación tiene que ver con la gestión de integración? Y es que no se dio una correcta gestión de integración por lo siguiente:

- La ingeniería se hizo con otro equipo distinto al que estaría a cargo de la supervisión cuando se ejecute.
- No se compartió la gestión en conjunto con los especialistas involucrados, es decir el especialista de construcción o ejecutor en campo, el responsable de calidad de validar los parámetros, el responsable de procura para ver las diferentes alternativas de los proveedores y calidad valide que los procedimientos, el procesos cumpla con los parámetro para no tener no conformidades, el ejecutor debió revisar si las condiciones de sitio en el cual será instalado y el proceso de construcción no tenga alguna condición que pueda afectar el correcto funcionamiento.
- La gestión de riesgos se trabajó en la sede de Vancouver, solo algunos profesionales tuvieron acceso a ellos, el área de planificación y control tuvieron acceso restringido y no se hizo una correcta difusión de los mismo, así como también con forme se vaya avanzando se actualizaba.
- La ingeniería en algunos casos tuvo retrasos impactando en el tiempo del proyecto, respuestas tardías a las consultas de los contratistas pues en algunas ocasiones se tenía que mandar al consultor que responda algunos ítems lo cual retrasaba algunas definiciones.

- En el caso de procura, existieron algunos retrasos por las diferentes indefiniciones por la ingeniería, lo cual impactaba en el cronograma, y sumado a ello la paralización por la pandemia en todo el mundo, ocasiono más retrasos.

Lo expuesto en los párrafos anteriores nos hace evidenciar la falta de gestión de integración la cual es una herramienta que cualquier empresa debe usar en un mercado que es cada vez es más vulnerable a estos factores por la rapidez con la que se dan los proyectos. Hoy más que nunca, la gestión de la integración juega un papel fundamental en el desarrollo de los proyectos de construcción debido a que estos se han vuelto más complejos y multidisciplinarios al requerir la colaboración de muchas personas con diferentes habilidades. Por lo tanto, es necesario desarrollar e implementar las metodologías y guías de estándares básicas para una adecuada gestión de integración que identifique, evalúa y responda estratégicamente al comportamiento del proyecto, con ello mejorar el desempeño del proyecto de construcción y asegurar lograr el objetivo del proyecto.

4.2. Propuesta de mejora de gestión de integración bajo la modalidad del PMBOK y FEL

Una vez analizado la situación actual del proyecto, se puede determinar la falta de gestión de integración presentada en el desarrollo del proyecto.

Motivo por el cual se ve la necesidad para resolver el problema del revestimiento interno, llegar a la fecha de operación y con ello poder cerrar el proyecto de manera óptima con la aprobación del propietario; así mismo se ha visto la necesidad de implementar una gestión de integración acorde a los lineamientos internacionales basado en las mejores prácticas de gestión de proyectos de la guía del PMBOK y fase III de la metodología Front End Loading (FEL).

Como primer paso clave, se define el equipo de trabajo, el cual es el que se encuentra liderando los trabajos en el área 1000 según el organigrama ya indicado en el capítulo 3, con ello ya tenemos el equipo ejecutor, el cual ya está enterado del proyecto en su totalidad y puede resolver en conjunto una solución técnica, pero para ello se pasa a definir las metodologías de gestión, con el fin de obtener una gestión de integración en esa fase clave de manera que sea eficaz y conseguir los objetivos del proyecto.

De acuerdo, a los parámetro y conocimiento de gestión del equipo y basado en la buenas prácticas de la guía del PMBOK, se define que los procesos principales a integrar en esta fase del proyecto es el alcance , en esta caso será el control y seguimiento del alcance, si existe una modificatoria a través de control de cambios, el según proceso es la gestión del tiempo, seguidamente del costo y por último la calidad que será la que asegurar los requisitos a cumplir para que sea aceptado por el propietario.

Pero tomando en cuenta el tipo de proyecto, en el cual nos estamos desarrollando, determino y con el fin de darle solución a la problemática, complementar la gestión de integración basada en las buenas prácticas del PMBOK con la metodología FEL, pero para aclarar solo se desarrollará la metodología FEL en su nivel III.

La metodología FEL tiene 3 niveles, el primer nivel son estudios de prefactibilidad, plan de negocios, análisis de alternativas , estudios e ingeniería a nivel conceptual y es en esta fase donde se determina si el proyecto continua o no, para el segundo nivel de esta metodología se determinan los costos del proyecto una ingeniería básica y se elabora los estimado de costo, se crea un plan de ejecución, recursos humanos, gestión de riesgos y se presenta al interesado para que tomen la decisión de continuar o cancelar el proyecto.

Para efectos de esta fase del proyecto, donde el proyecto ya está en ejecución aplica la fase III puesto ya se tiene un alcance completo, un presupuesto base aprobado, una ingeniería de detalle (P&ID, Planos de detalle, hojas de datos, etc.), con la cual ya se tiene los permisos, calendario con carda de recursos, evaluaciones de impacto ambiental y de riesgos

Se planteó al equipo regresar a esta etapa de la metodología FEL, porque nos ayudará a desarrollar los procesos, disciplinar y enfocar al equipo en lo que se necesita hacer en este momento, puesto que se incrementará la información crítica en este momento del proyecto para reducir la posibilidad de riesgos ya que tenemos la ingeniería de detalle, con podemos reducir la posibilidad de cambio en el alcance que se trabajará para dar la solución y la administración de los riesgos en esta etapa.

Para el FEL III, se definirá las posibles soluciones, se evaluará técnicamente, se elabora una gestión de notificación de desviación potencial y con ella se procederá con la gestión de integración con las buenas prácticas del PMBOK.

Posterior a esta definición se complementará todo lo ejecutado en la fase III de la metodología FEL con las buenas prácticas para una correcta gestión de integración de la triple restricción, en la cual se verificará que se cumpla con la nueva propuesta para la solución utilizando una de la herramientas que fue juicio de expertos, integrando a la áreas importantes dentro de este proceso, ingeniería de terreno, calidad, construcción, planeamiento, costos, contratos, recursos humano y la dirección del proyecto.

4.3. Desarrollo de la propuesta solución

A continuación, se desarrolla la metodología FEL en su fase III, como se aprecia en la Figura 67, fase 3 de la metodología FEL, con la primera parte descripción de soluciones, posterior a ello se elegirá la mejor opción y se realizará el aviso desviación potencial (PDN). Esto iniciará la integración de la triple restricción utilizando las buenas prácticas del PMBOK.

Figura 67

Fase 3 de la metodología FEL



4.3.1. Descripción de las Alternativas

Durante las operaciones de doblado en campo de la tubería, el revestimiento interno falló y se agrietó, lo que resultó en escamas y pedazos del revestimiento FBE que se desprendieron del acero. La presencia de residuos de revestimiento FBE en el sistema obstruirá la tubería y deshabilitará el funcionamiento de la instalación. Se buscó mitigar el impacto de los defectos de este revestimiento interno para su operación y determinar la capacidad máxima de flujo de la tubería enterrada. Se evaluaron dos opciones:

a. Inserte el revestimiento de HDPE en la tubería

La instalación de revestimiento de HDPE en la tubería puede aumentar significativamente la vida útil de la tubería para aplicaciones internamente corrosivas. Debido a la longitud de la tubería, se requieren conexiones de bridas entre secciones de tubería de acero revestida internamente. La longitud máxima entre alas es de 1000 m en línea recta y de 600 m a 700 m con curvas en campo frío. Se realizaron cálculos hidráulicos y mecánicos para asegurar que la nueva configuración cumpla con los requisitos de flujo y mantenga la integridad mecánica de la tubería. La instalación, inspección y monitoreo del sistema de revestimiento de HDPE durante las operaciones también se incluyen en esta evaluación. Esta opción proporcionará a la tubería de acero protección contra la erosión y la corrosión, aumentará la vida útil de la tubería y reducirá la inspección durante las operaciones.

b. Aumente las frecuencias de raspaduras limpias y agregue filtros en el sistema

Se requiere que la tubería esté limpia de escombros de FBE antes de la puesta en marcha y mantenga la limpieza de la tubería durante las operaciones. Esto podría lograrse aumentando las frecuencias de limpieza con raspaduras y agregando nuevos filtros aguas arriba del equipo crítico en el sistema de tuberías. Se espera que ocurra corrosión interna en la tubería debido a la pérdida del recubrimiento interno en algunas áreas. Esto requerirá un aumento del raspado de limpieza, así como el raspado inteligente para determinar el adelgazamiento de la pared de la tubería. Esta opción dará como resultado un aumento en las reparaciones de la

tubería o el reemplazo de secciones corroídas de la tubería durante las operaciones y posibles interrupciones de la operación.

Con base en la evaluación de las dos opciones, se recomienda insertar un revestimiento de HDPE en la tubería (Opción a) para evitar el impacto del revestimiento interno FBE fallido, minimizar el costo de operación y mantener la vida útil de la tubería.

El caudal máximo se calculó y determinó en 1000 l/s para tubería enterrada con revestimiento de HDPE y 1140 l/s para tubería enterrada sin revestimiento de HDPE.

- c. Hacer una nueva Línea de Agua Fresca al costado del que tiene la falla del desprendimiento.

4.3.2. Evaluación de las Alternativas

Se evaluarán las tres opciones primero de manera técnica, pues el proyecto evaluó solo técnicamente dejando de lado los costos, pues la prioridad era cumplir con el funcionamiento de la línea de agua para con ello cumplir con la fecha de operación y dejar en óptimo funcionamiento de la línea sin afectar el tiempo de vida útil, como está estipulado en el alcance inicial.

a) Inserte el revestimiento de HDPE en la tubería

El revestimiento de polietileno de alta densidad (HDPE) brinda a la tubería de acero protección contra la erosión y la corrosión al cerrar las paredes internas de la tubería de acero del flujo. Las paredes interiores del revestimiento de HDPE también son muy suaves, la fricción del flujo de fluido es casi la misma que la del revestimiento interno de FBE. El uso de un revestimiento de HDPE puede aumentar significativamente la vida útil de la tubería para aplicaciones internamente corrosivas. El revestimiento se extruye a la medida para que tenga el diámetro interno exacto de la tubería de acero. Debido a la longitud de la tubería, se requieren conexiones de bridas entre secciones de tubería de acero revestida internamente. La longitud máxima entre alas es de 1000 m en línea recta y de 450 m a 700 m con curvas en campo frío.

Para la instalación el contratista proporcionará un procedimiento de instalación detallado y deberá ser aprobado por el equipo del proyecto antes de la instalación en el campo.

Metodología de instalación del revestimiento HDPE

El contratista deberá limpiar la tubería antes de revestir con el HDPE. La tubería debe estar libre de cualquier obstrucción, como depósitos de incrustaciones, tubería dañada o abollada.

El revestimiento de HDPE se deslizará a través de cada sección en la tubería, este revestimiento viene en juntas de 15 a 18 metros de longitud. Se realizará soldadura por fusión para conectar estas uniones. Después de introducir la tubería de revestimiento y dejar pasar el tiempo suficiente para que el revestimiento de HDPE se relaje. Se utiliza un THREAD-O-LET de ½” en ambos lados de la tubería de acero, en cada sección de la tubería revestida y servirá como método para monitorear el espacio entre el revestimiento de HDPE y la tubería de acero. Este se utilizará durante la prueba de aire como punto de prueba de control de calidad.

El revestimiento HDPE es conocido por su capacidad de prevenir la corrosión interna de la tubería de acero. Una vez extrae el revestimiento de HDPE, el material se expande proporcionando un ajuste de compresión apretado con la tubería.

Todas las tuberías de nueva construcción deben someterse a pruebas hidrostáticas, la tubería puede probarse hidrostáticamente después de que el revestimiento de HDPE se haya instalado y probado con éxito. Las secciones de prueba hidrostática de la tubería no deben cambiarse del plan original de prueba hidrostática.

Ventajas y desventajas de seleccionar esta opción:

Ventajas:

- Proporciona a la tubería de acero protección contra la erosión y la corrosión.
- Aumenta la vida útil de la tubería.

- Reducir la inspección durante las operaciones

Desventajas:

- Aumento de número de bridas y revestimientos, lo que aumenta el costo de capital del proyecto.
- Aumento el costo de construcción agregando revestimiento y bridas.

Conclusión de esta opción:

Esta opción minimiza el costo de mantenimiento de la operación, cumple con la operación de la línea y mantendrá la vida útil de diseño de la instalación.

b) Aumentar las Frecuencias de Limpieza de Pigging y Agregar filtros en el Sistema

Se requiere que la tubería esté limpia de escombros de FBE antes de la puesta en marcha y para mantener la limpieza de la tubería durante las operaciones. Esto podría lograrse aumentando las frecuencias de limpieza con raspaduras y agregando nuevos filtros aguas arriba del equipo crítico en el sistema de tuberías.

En base a la revisión de los planos y PI&D se lograron identificar los equipos críticos que se debe proteger de los desechos del recubrimiento. Se colocarán filtros en las estaciones que requiera como lo son la estación Vizcachas, Pelluta, Reducción de diámetro, choke Station y conexión de 8”.

No se pudo determinar el tamaño máximo de los escombros debido al grado de incertidumbre que se tenía de no saber si sería muy grandes que podrían obstruir los filtros.

Ventajas y desventajas de seleccionar esta opción:**Ventajas:**

- Agregando los filtros requeridos al sistema existente, no se requiere ninguna otra modificación.
- Mantener el cronograma de construcción.

Desventajas:

- Aumento del costo de operación aumentando las frecuencias de limpieza.
- Aumento de la corrosión en la tubería.
- Aumente el potencial de reparaciones o reemplazo de secciones corroídas de la tubería durante la operación.
- Aumenta el desprendimiento del FBE por corrosión. La tasa de disolución se desconoce en este momento, se determinará durante las operaciones en función de los resultados de la limpieza.
- El diseño original no considero ningún margen de corrosión, dependiendo del recubrimiento interno de FBE para eliminar la corrosión interna. Si se pierde el revestimiento interno de FBE, se perderá parte del espesor de la pared de la tubería debido a la corrosión. Esto resultará en una reducción de la vida útil de la tubería.
- Solución temporal por corrosión de la tubería desnuda sin revestimiento interno FBE.

Conclusión de esta opción:

Esta opción no se recomienda porque requeriría un mantenimiento continuo significativo durante las operaciones y no restaura mantiene la vida útil de diseño de la tubería, debido a consideraciones de corrosión.

c) Hacer una nueva línea de agua fresca.

Como última opción se tiene hacer desde cero una nueva línea de agua fresca desde la estación Titire, con un revestimiento interno diferente al que se utilizó en la línea inicial.

Este montaje se iniciaría desde cero, es decir, una nueva ingeniería para el diseño del nuevo revestimiento interno, cálculos hidráulicos, procura de materiales, lo haría el mismo contratista que ya está instalado en sitio, y la construcción demoraría 584 días como la línea anterior.

Conclusión de esta opción:

Esta opción no se recomienda porque requeriría al realizar la construcción desde cero de una nueva línea de agua fresca, sería en promedio un año adicional de trabajo, y no se llegaría a cumplir con el tiempo de entrega y la fecha de operación.

Conclusión General:

Con base en la evaluación anterior de las tres opciones, se recomienda insertar un revestimiento de HDPE en la tubería para evitar el impacto del revestimiento interno FBE fallido, minimizar el costo de operación y mantener la vida útil de la tubería.

Una vez definida la solución como se ha determinado en los párrafos anteriores se realizó e implementó la utilización del formato del aviso de desviación potencial, en la cual indica la desviación del proyecto.

Como resultado de la evaluación, elección y según los procedimientos se pasó a realizar la PDN, como se muestra en la Figura 68, PDN potencial Desviation notice, acompañado del cálculo del ROM, como se puede visualizar en la tabla 14 capex rom estimate: Liner interior de HDPE para la línea de agua fresca.

Figura 68

PDN: Potential Devsiation Notice

POTENTIAL DEVIATION NOTICE ROM ESTIMATE

Project : Línea de agua fresca
Client : 61XX Rev. A

AREAS: DATE INITIATED :

PDN TITLE :

DISCIPLINE/ DEPARTMENT :
ORIGINATOR NAME :

PDN DESCRIPTION:

CAUSE OF DEVIATION:

ROM VALUE:

<input type="checkbox"/> Less than 10,000 USD cancel, do not initiate	<input type="checkbox"/> 10,000 to 50,000 USD	<input type="checkbox"/> 50,000 to 100,000 USD
<input type="checkbox"/> 100,000 to 500,000 USD	<input type="checkbox"/> 500,000 to 1,000,000 USD	<input type="checkbox"/> 1,000,000 to 5,000,000 USD
<input type="checkbox"/> Greater than 5,000,000 USD	<input type="checkbox"/> Other <input type="text"/>	

SCHEDULE IMPACT: Yes No Comments: _____
PERMITS IMPACT: Yes No

CHANGE MANAGEMENT LEAD SIGNATURE - Date: _____ SCHEDULE LEAD SIGNATURE - Date: _____ PROJECT CONTROLS MANAGER SIGNATURE - Date: [Dra. Zschalner](#)

Approval: Send to Client Cancel Revise / Resubmit

FUNDING: MANAGEMENT RESERVE CONTINGENCY DESIGN GROWTH INCREASE/ DECREASE ITC BUDGET SHIFT

COMMENTS: _____ FLOOR PROJECT MANAGER SIGNATURE - Date:
Richard Gempacher

Decision or Approval
 Approved (proceed w/ work) Revise / Resubmit Stop Work Develop Detail Design / Estimate Rejected

COMMENTS: _____

Approver 1 - Date: _____ Approver 2 - Date: _____ PROJECT DIRECTOR - Date: _____

Tabla 14

Capex Rom Estimate: Liner interior de HDPE al pipeline de agua fresca

Item	Description	Quantity	UoM	Cost (USD)
1	Earthworks	1	Gl	1,952,489
2	Upgrade Pumps	1	Gl	797,809
3	Flanges, Machining, Liner HDPE & Testing	1	Gl	21,317,717
4	Indirect, Fee & Others	1	Gl	8,154,032
5	Schedule Impact	1	Gl	3,359,556
6	Contingency	1	Gl	3,558,160
TOTAL				39,139,763
PDN R.O.M. Value				39,139,800

Excludes:	Assumptions & Notes
Dust Control, Maintenance, New Access or Temporary Roads	Stop the installation of Flanges
Obstructions in Pipeline existent	Flanges Qty of 24 " and 28 " Based on input from site (129 un available) + Estimate in pipeline sections greater than 500 mts
De-watering and shoring.	Consider additional flanges installed (6un)
Covid-19 Impact	Change fanges 24" Class 600 to 900 in (42un)
Air freight Cost	24" Class 600 to 900 in e=10.31 (38un)
	24" Class 600 to 900 in e=12.7(4un)
	Pending revision of Flanges's PO issued so far.
	Flanges Qty Detail by Diam & thickness:

En base a lo descrito en el apartado anterior, y en la elección de la opción de insertar un revestimiento de HDPE en la tubería, se complementará la gestión de integración realizada con primera parte la metodología FEL ahora con las buenas prácticas de la guía del PMBOK, como principal objetivo desde el punto de la

gestión de integración de los tres principales procesos, alcance, costo y tiempo, la triple restricción. Como se muestra en la Figura 69, triple restricción PMBOK.

Figura 69

Triple restricción PMBOK



Nota: Extraída de guía práctica PMBOK

Para esta implementación se toma como base, que en el inicio del proyecto, la gestión del proyecto estaba bajo los estándares del PMBOK, ahora se hará una gestión de integración para poder mitigar cualquier riesgos y queden fuera de los controles de alcance, costo y tiempo, con esto la función será de dar una estandarización y optimización de los procesos en la solución al desprendimiento del revestimiento interno FBE para entregar a tiempo la línea de agua fresca y no afectar la fecha de operación. Además, de gestionar la documentación, las guías y métricas asociadas a la triple restricción en la fase final de ejecución.

Para ejecutar la propuesta de insertar un revestimiento de HDPE, la empresa contratista y a través del método de juicio de expertos, propuso una empresa especializada en este tipo de procedimientos y ejecutarlo con total rapidez.

Por otro lado, se realizó una PDN (Potencial Deviation Notice) en la cual se evaluó el impacto del costo, la descripción del cambio, el impacto en alcance, costo y tiempo.

4.3.3. Gestión de la Implementación con PMBOK

Para empezar con la ejecución de la solución, el equipo de proyecto tuvo una buena respuesta rápido y en coordinación con el contratista de construcción. El contrato se hizo a través de la empresa contratista es decir se tomaría bajo la figura del subcontrato del contratista principal. El contratista principal gestionó la ingeniería con el cual llamaremos en adelante, el contratista de surliner, este tuvo a cargo el desarrollo de la ingeniería para el revestimiento interno de HDPE, esta ingeniería fue revisa por la supervisión y aprobada, así como sus cambios y mejor integración con el equipo de construcción y calidad.

Para iniciar esta nueva gestión se definió el cambio del alcance indicando las principales exclusiones e inclusiones, los criterios de aceptación, el inicio y la duración.

Para dejar en claro a diferencia de la gestión anterior, toda la gestión la hará el equipo de proyecto que se encuentra en site. Y poder hacer el proceso de integración de todas las áreas para asegurar una gestión de integración más rápida por la premura y respuesta del equipo. Gestión de manera oportunidad y en base a un juicio de expertos, tomando como punto de partida que la empresa encargada del surliner ya ha desarrollado este tipo de sistemas en otras unidades mineras con los mismos criterios de diseño para la línea de agua fresca que tenemos en nuestro proyecto.

4.3.3.1. Alcance

En el subproyecto ya se tenía un alcance definido, el cual debido al desprendimiento del revestimiento FBE que hemos descrito en los apartados anteriores, modificó el alcance inicial, ya que la tubería ahora tendrá revestimiento interno de HDPE en la parte interna para evitar su corrosión y ya no tendrá el revestimiento interno de FBE como estaba inicialmente detallado.

Este revestimiento interno de HDPE, será colocado por un subcontratista de la contratista principal, es decir la supervisión con el fin de solucionar este problema para que no afecte a la fecha de operación de la planta concentradora y con salvaguardar la vida útil de toda la línea de agua fresca.

En el juicio de expertos determinó que para la línea de agua fresca del megaproyecto minero es un sistema que se está construyendo por lo que no tiene limitantes de un sistema de uso que requiere un mantenimiento previo, principalmente para evitar la corrosión. El revestimiento interno de FBE desprendido y el que se está por desprender, será necesario removerse antes de que iniciar la inserción del HDPE.

La tubería con inserción de HDPE, sabemos que tiene un mayor largo en su fabricación, solo limitadas en su transporte a los lugares de instalación y la topografía del terreno, para el caso del proyecto minero los largos máximos serian entre 15 y 18m.

OBJETIVOS DEL PROYECTO	
Alcance	Insertar un revestimiento interno de HDPE en la línea de agua fresca y las uniones en las estaciones de bombeo para el abastecimiento de agua para la planta de procesos ubicada en Papujune. se colocará un surliner, un tipo de revestimiento HDPE que se acoplará encima del FBE que se estaba desprendiendo.
Tiempo	Afecta la línea base 2 en 412 días adicionales a la LB03.
Costo	Adicional de USD 141,902.43
Calidad	Se cuenta las especificaciones, las normas técnicas y los criterios de diseño de la ingeniería, con la cual se verificará el estado de la construcción e instalación, serán documentados en protocolos, certificados de calidad de acuerdo con el cumplimiento de estándares y criterios de calidad.

EXCLUSIONES

Queda excluidos de la obra los siguientes elementos:

- Preparación de pistas y caminos de accesos.
- Movimientos de suelos de toda índole.
- Instalación del sistema de la línea de agua fresca, curvado, soldadura, bajamiento y cualquier otro trabajo relacionado con esta instalación.
- Mantenimiento de polvos (polución)
- Pruebas hidrostáticas.
- Puesta en marcha.

REQUISITOS

La supervisión emitirá especificaciones, planos y otros documentos para la construcción.

Por parte de la empresa encargada de construir se debe entregar:

- El plan de ejecución el cual debe tener lo siguiente:
 - Movilización y desmovilización.
 - Organigrama de personal.
 - Recepción y control de materiales.
 - Inspecciones de construcción.
 - Gestión de seguridad.
 - Registros de prueba hidrostática.
 - Inspecciones conforme a obra y registros de construcción.
- Plan de seguridad.
- Plan de calidad.
- Cronograma de contrato.

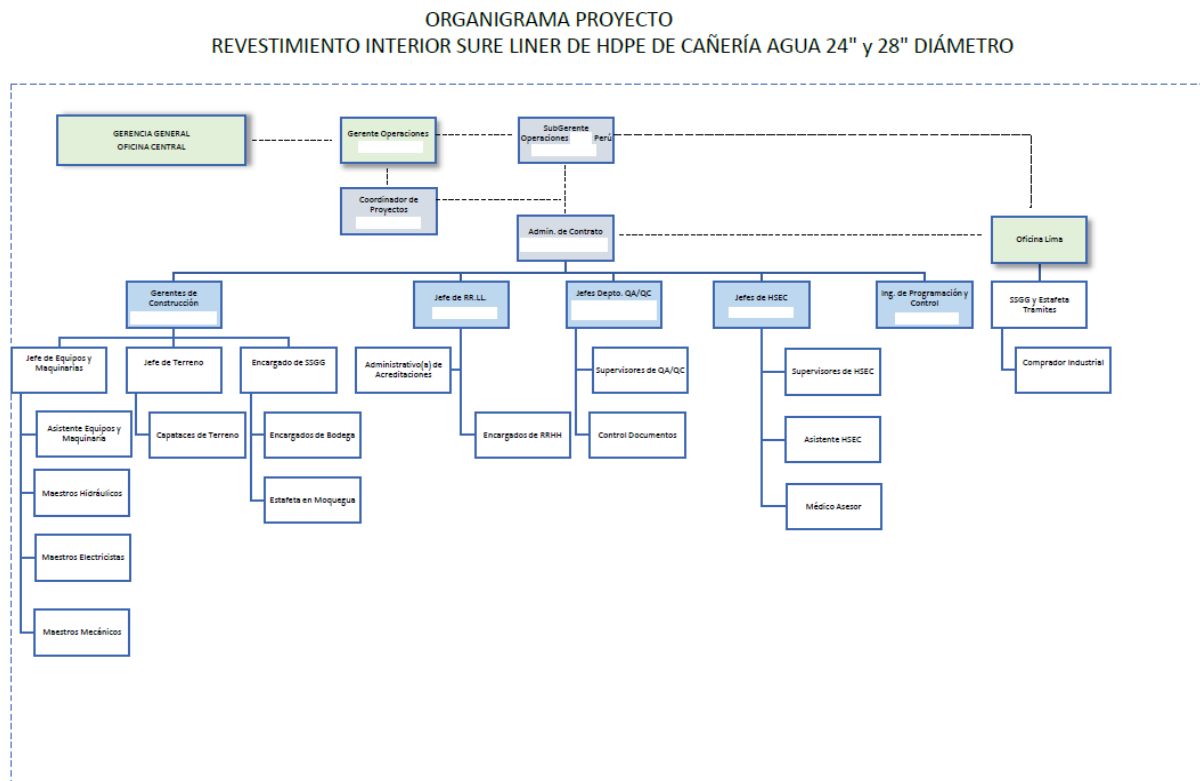
- Se revisará los certificados de los materiales y así también las pruebas de estos para la construcción.
- Reuniones semanales en las cuales se presentará horas hombre acumuladas versus el proceso planificado y programado versus el progreso.
- El organigrama debe cumplir con los requisitos legales para realizar trabajos de ingeniería y construcción en el Perú.
- EL contratista debe alinearse la manual SSOMA del proyecto.
- EL contratista debe presentar un plan de gestión de materiales.

En este caso solo se cambió el alcance en lo que refiere a la corrección del revestimiento interno para evitar la corrosión, no aplicaría afectar la estructura del WBS, pues el cambio de alcance afecto al paquete de trabajo del revestimiento interno de la tubería.

Como parte del alcance se determinó también el factor humano, es decir el equipo de trabajo que estará a cargo de la construcción de colocar el inserto de HDPE como nuevo revestimiento, así como también el control y monitoreo constante durante su ejecución hasta el cierre. Líneas abajo se muestra en la Figura 70, organigrama proyecto solución, se muestra el equipo de apoyo para la integración en la solución a la gestión del proyecto para realizar el cierre.

Figura 70

Organigrama proyecto solución



4.3.3.2. Costo

El desprendimiento del revestimiento FBE y la solución durante la gestión de integración el equipo del proyecto lo trabajo a través de una PDN como se indicó anteriormente, elaborando un ROM (Rough Order of Magnitud) sus siglas en inglés las cuales son el orden de magnitud, el cual nos ayuda a la estimación que se realizó para determinar la desviación potencial que se tenía a causa del desprendimiento del FBE y cuál sería el costo estimado de la solución y poder cumplir con el plazo y mantener el tiempo de vida útil.

Como se muestra en la tabla 15, capex ROM liner interior de HDPE, se hizo el cálculo del ROM o el costo de estimación según el orden de magnitud, el cual se evidencio en la PDN la cual se hizo y se determinó en el FEL nivel III, asciende a USD 39,139.800. Solo lo que cuesta que la empresa contratista coloque el inserto, aquí está excluido los costos de control de polvo, mantenimiento, nuevos accesos o

vías temporales obstrucciones en tubería existentes, desaguado y apuntalamiento, impacto del Covid-19 y costo de flete aéreo.

Tabla 15

Capex ROM Liner interior de HDPE

61 Rev. A - Liner interior de HPDE al pipeline de agua fresca
CAPEX ROM ESTIMATE

Item	Description	Quantity	UoM	Cost (USD)
1	Earthworks	1	Gl	1,952,489
2	Upgrade Pumps	1	Gl	797,809
3	Flanges, Machining, Liner HDPE & Testing	1	Gl	21,317,717
4	Indirect, Fee & Others	1	Gl	8,154,032
5	Schedule Impact	1	Gl	3,359,556
6	Contingency	1	Gl	3,558,160
TOTAL				39,139,763

PDN R.O.M. Value

39,139,800

Como se puede ver en la Tabla 16, modificaciones contractuales, se calcularon los montos de los incrementos de los costos asociados a los cambios adicionalmente a eso en el itemizado de costos se tiene las modificaciones contractuales con las cuales se tiene el incremento por costos COVID, apoyos al contratista, cambios de ingeniería, entre otros, para aclarar estos costos son para evidenciar algunas malas planificaciones que se dieron a lo largo del proyecto y se tomaron como adicionales al contrato por modificaciones de ingeniería, de reprocesos, así como también por la pandemia de COVID-19.

Tabla 16

Modificaciones contractuales

MODIFICACIONES CONTRACTUALES		67,932,153.73
MOD 016	PCA 0174: Trabajos asociados al desprendimiento de revestimiento interno de tuberías Pipeline (uso de recursos)	58,604.80
MOD 016	PCA 0214: Fase de soldadura detenida por problemas de revestimiento de tubería (24 & 25 Ene)	9,859.23
MOD 017	PCA 0175: Impactos por Segunda Ola de Contagios por COVID-19 (Período noviembre 2020 a 15 marzo 2021)	2,000,000.00
MOD 017	PCA 0200: Mayor Permanencia de Equipos ACS conforme Cronograma LB03	
MOD 017	PCA 0202: Trabajos asociados a desprendimiento revestimiento interno de tuberías (desde marzo 2021 en adelante)	97,020.18
MOD 017	PCA 0203: Refuerzo de cuadrilla Curvado	55,423.53
MOD 017	PCA 0219: Cambios Varios por Ingeniería de la Compañía	50,509.88
MOD 018	PCA 0159 Compensación de Gastos Generales y Utilidades por aumento en el plazo del Contrato (LB03)	10,030,275.96
MOD 019	PCA 0201: Impacto por Cambios de Procedimiento - Nuevos Ingresos al Proyecto	180,000.00
MOD 019	PCA 0223: Pruebas de Pre-Comm NO Incluidas en el Alcance Original del Contrato	90,263.80
MOD 020	PCA 0215: Trabajos Propios Asociados a la Implementación del Liner	2,528,339.72
MOD 020	PCA 0216: Ajuste de Utilidades del Contrato por Extensión de Plazo (LB02)	-
MOD 020	PCA 0254: Recursos de Apoyo a la Subcontratista	5,606,367.66
MOD 020	PCA 0255: Trabajos de la Subcontratista	7,379,718.63
MOD 022	PCA 0256 Varios Trabajos, por cambios de Ingeniería	152,067.13

Para efecto de nuestro estudio y la aplicación de la gestión en este punto del proyecto donde se tuvo que reprogramar las actividades y con ello la gestión, se tomó en referencia lo siguiente para calcular los índices de la gestión actual.

Se hizo el cálculo al mes de diciembre del 2021 para calcular los índices, de lo cual se tiene lo siguientes:

- PV (Planned Value): Valor planificado en un punto del tiempo transcurrido, en este estudio está en base a diciembre 2021.

PV = 160,058,909.85

- AC (Actual Cost): Valor real o actual en un punto de tiempo transcurrido, es decir, es decir el valor acumulado del presupuesto gastado mensualmente hasta el mes de diciembre 2021

$$\text{AC} = 159,516,312.86$$

- EV (Earned Value): Es el valor ganado, puntualmente nos especifica el presupuesto planeado para el avance que se tiene en el mes de diciembre del 2021

$$\text{EV} = 158,997,042.11$$

- CPI (Cost Performance Index): es el índice de desempeño del presupuesto, se obtiene sacando la relación entre el valor ganado y el valor actual.

$$\text{CPI} = \text{EV} / \text{AC}$$

$$\text{CPI} = 158,997,042.11 / 159,516,312.86$$

$$\text{CPI} = 0.99$$

- SPI (Schedule Performance Index): es el índice de desempeño del cronograma, se obtiene sacando la relación entre el valor ganado y el valor planificado.

$$\text{SPI} = \text{EV} / \text{AC}$$

$$\text{SPI} = 158,997,042.11 / 160,058,909.85$$

$$\text{SPI} = 0.99$$

Después de revisar los índices y como hemos podido revisar el proyecto se presentó con irregularidades y sobrecostos debido a retrasos en obra y esta última falla, después de hacer los ajustes en la gestión integrando los procesos para sacar un alcance completo y gestionando se nos brinda las herramientas necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto aun después de tantas variaciones.

4.3.3.3. Cronograma

El subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo, ya tenía reprogramaciones, y llegó hasta una línea base 02 de la línea base contractual. Para la

gestión de integración con el fin de dar solución a la falla en la tubería del desprendimiento del revestimiento interno FBE.

Como se indicó se tomó en base a juicio de expertos la mejor solución, se gestión con el equipo de ingeniería desde el primer momento, haciendo los cálculos de diseño, área de construcción se involucraron junto con calidad para determinar la mejor solución y con ellos sacar un último cronograma con todas las actividades para su ejecución con el fin de cumplir con la fecha sin descuidar el primer objetivo que era la vida útil de la línea de agua fresca.

Para ello la supervisión, encargo al contratista principal que a través de ellos se haga la subcontratación del contratista encargado de colocar la solución del nuevo revestimiento en la tubería, el subcontratista presento un cronograma inicial de movilización de su personal y equipos necesarios para empezar su trabajo, en base a este se hizo un cronograma a alto nivel, clase 5 en el cual se colocaron los hitos principales y las actividades de manera global. Como se muestra a continuación en la Figura 71, cronograma de subcontrato experto, así como también se muestra en la Figura 72, cronograma LB3, se tomó el extracto de la nueva línea base del proyecto contando ya con la implementación de la gestión de integración de alcance, costo, calidad y tiempo.

Figura 71

Cronograma de subcontrato de experto

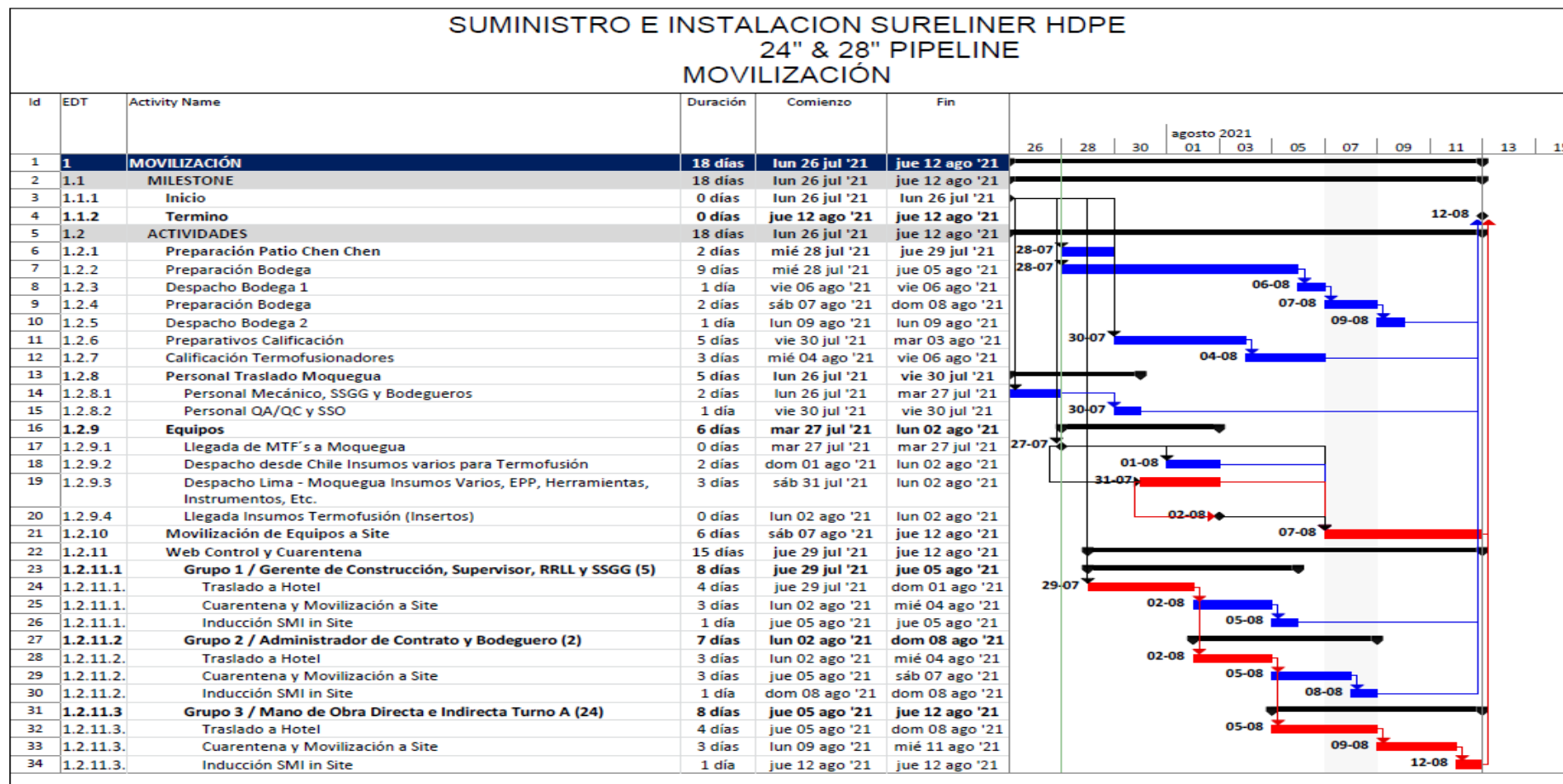
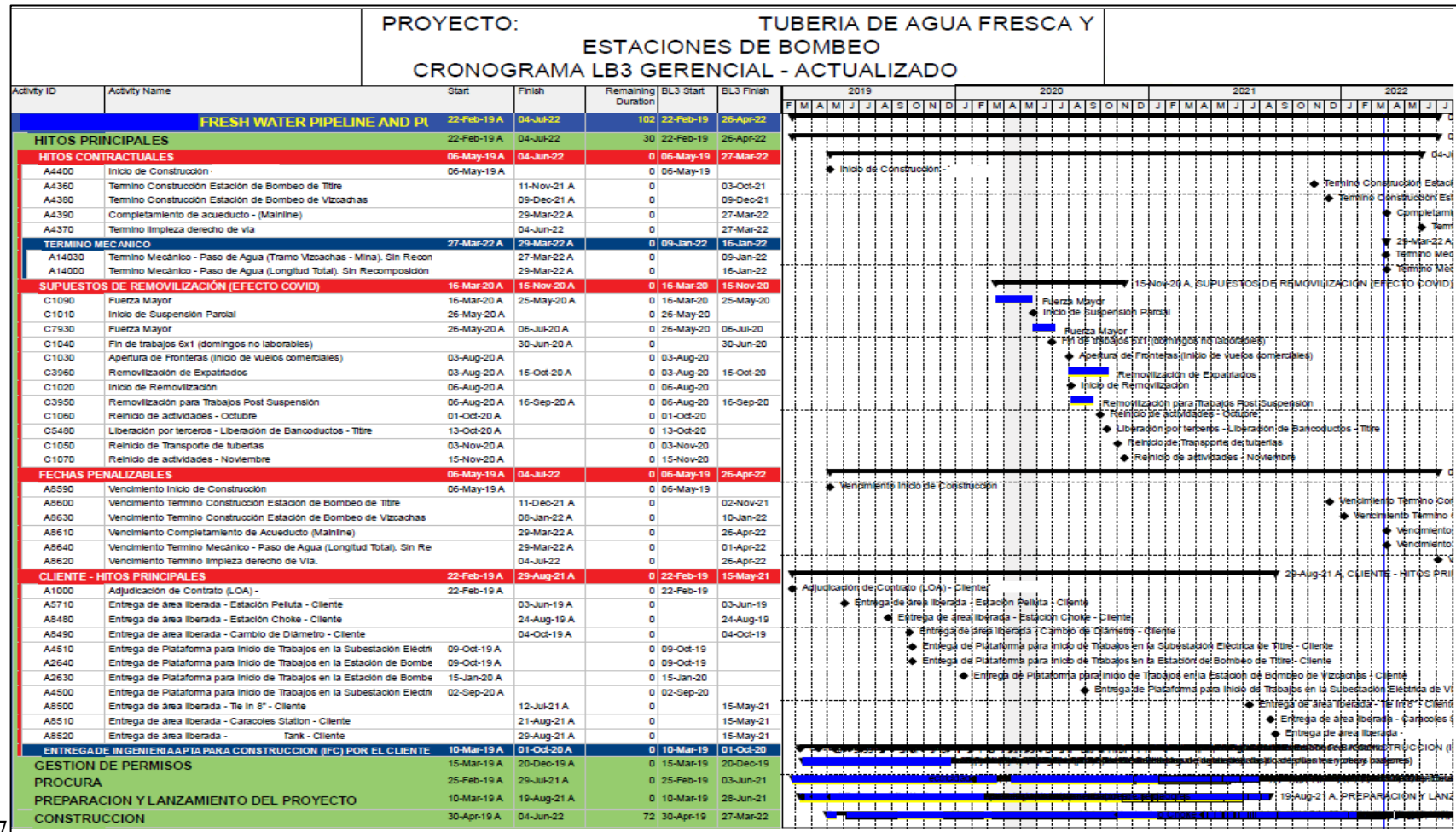


Figura 72

Cronograma LB3



Luego del análisis debido a los cambios ocasionados durante la ejecución del proyecto, entre las causas internas y externas. El cronograma de la línea base 02 ya no era viable cumplir, ya que, con la falla en el revestimiento de la tubería, esta actividad estaba en la ruta crítica, pues el material había fallado y solo quedaba buscar la solución y reformular una nueva línea base.

Como se puede visualizar para poder dar solución se hizo una línea base 03 del proyecto con término para 27 de marzo del 2022 en construcción. Para tener claro algunas fechas se puede visualizar en la Figura 73, extracto de cronograma impacto en ingeniería de los cambios.

Dado los cambios mencionados el proyecto tendrá una duración de **412 días adicionales** para la ejecución de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo para operar la línea el 05 de junio. Como se puede visualizar en la figura 73, extracto de cronograma en impacto en ingeniería de los cambios.

Figura 73

Extracto de cronograma impacto en ingeniería de los cambios

INGENIERÍA APTEC	30-Apr-21 A	13-Oct-21 A	0	29-Apr-21	29-May-21
PIPELINE	30-Apr-21 A	13-Oct-21 A	0	29-Apr-21	29-May-21
FASES REGULARES	30-Apr-21 A	13-Oct-21 A	0	29-Apr-21	29-May-21
A13590 Ingeniería de sistema Liner	30-Apr-21 A	13-Oct-21 A	0	29-Apr-21	29-May-21
CONSTRUCCIÓN	05-May-21 A	01-Jun-22	69	18-May-21	20-Mar-22
ACTIVIDADES PRELIMINARES	05-May-21 A	17-Nov-21 A	0	18-May-21	07-Nov-21
APTEC	05-May-21 A	10-Nov-21 A	0	18-May-21	31-Oct-21
PIPELINE	05-May-21 A	10-Nov-21 A	0	18-May-21	31-Oct-21

INSTALACIÓN LINER DE HDPE	20-Jun-21 A	20-Feb-22 A	0	02-Aug-21	31-Dec-21
TRAMO N°1B: 24" (KP 14+520 Vizcachas - KP 22+452 Pelluta)	20-Jun-21 A	24-Nov-21 A	0	02-Aug-21	14-Oct-21
PIPELINE	20-Jun-21 A	24-Nov-21 A	0	02-Aug-21	14-Oct-21
FASES REGULARES	20-Jun-21 A	24-Nov-21 A	0	02-Aug-21	14-Oct-21
A13760 Transporte de tubería Liner de HDPE a sitio (Destile por TEIC) -	20-Jun-21 A	27-Jul-21 A	0	02-Aug-21	09-Aug-21
A13770 Termofusión de batería Liner de HDPE - Tramo 1 A/Regular y 1 l	13-Aug-21 A	06-Sep-21 A	0	05-Aug-21	17-Aug-21
A13780 Inserción de tubería Liner de HDPE - Tramo 1B	20-Sep-21 A	04-Oct-21 A	0	24-Aug-21	05-Sep-21
A13790 Termofusión de Stub Ends de HDPE - Tramo 1B	27-Oct-21 A	21-Nov-21 A	0	10-Sep-21	20-Sep-21
A5520 Apemado y pruebas neumáticas - Tramo Tramo 1B	06-Nov-21 A	24-Nov-21 A	0	07-Oct-21	14-Oct-21
A4770 Cierre de Tie - Ins de columnas probadas - Tramo 1B	08-Nov-21 A	24-Nov-21 A	0	08-Oct-21	14-Oct-21
TRAMO N°2: 28" (KP 22+456 A KP 51+772)	18-Jul-21 A	22-Dec-21 A	0	25-Aug-21	20-Dec-21

También se puede visualizar lo hitos para desarrollar el subcontrato y tener claro las fechas hito, en la Figura 74, extracto de hitos del subcontrato.

Figura 74

Extracto de hitos del subcontrato

HITOS	30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
GENERAL	30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
PIPELINE	30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
FASES REGULARES	30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
A13190 Orden de proceder	30-Apr-21 A		0	30-Apr-21	
A13200 Orden de compra por tuberías Liner HDPE	03-May-21 A		0	03-May-21	
A13210 Inicios de construcción de trabajos de Liner	13-Aug-21 A		0	02-Aug-21	
A13220 Término de construcción de trabajos de Liner		20-Feb-22 A	0		31-Dec-21
SUMINISTROS	31-May-21 A	20-Nov-21 A	0	24-Jun-21	16-Oct-21
PIPELINE	31-May-21 A	20-Nov-21 A	0	24-Jun-21	16-Oct-21
FASES REGULARES	31-May-21 A	20-Nov-21 A	0	24-Jun-21	16-Oct-21
A13230 Inicio de entrega de tubería Liner HDPE 705mm x 15,24mm, en	31-May-21 A		0	24-Jun-21	
A13240 Inicio de entrega de tubería Liner HDPE 596mm x 13,21mm, en	07-Jun-21 A		0	01-Jul-21	
A4090 Inicio de entrega de tubería Liner HDPE 604mm x 13,21mm, en	29-Jun-21 A		0	01-Jul-21	
A13260 Entrega de Flanges mecanizados de 24" (157 un), en bodega de		23-Jul-21 A	0		03-Aug-21
A13270 Entrega de Flanges mecanizados de 28" (72 un), en bodega de		23-Jul-21 A	0		02-Sep-21
A4060 Entrega de Flanges adicionales, envío N° 1 (54 un), en bodega		22-Sep-21 A	0		24-Aug-21
A4070 Entrega de Flanges adicionales, envío N° 2 (134 un), en bodega		08-Oct-21 A	0		08-Sep-21
A13290 Entrega de Flanges adicionales, envío N° 3 (191 un), en bodega		22-Oct-21 A	0		02-Oct-21
A13250 Entrega de envío N° 1 de Stub Ends de HDPE (126 un), en Antr		27-Oct-21 A	0		17-Jul-21
A4130 Entrega de envío N° 2 de Stub Ends de HDPE (158 un), en Antr		27-Oct-21 A	0		26-Aug-21
A13280 Entrega de envío N° 3 de Stub Ends de HDPE (126 un), en Antr		04-Nov-21 A	0		27-Sep-21
A13300 Entrega de envío N° 4 de Stub Ends de HDPE (74 un), en Antof		20-Nov-21 A	0		16-Oct-21
INTERMEDIOS	27-May-21 A	29-Jan-22 A	0	23-May-21	19-Dec-21
MOVILIZACIÓN	27-May-21 A	13-Aug-21 A	0	23-May-21	26-Jul-21
PIPELINE	27-May-21 A	13-Aug-21 A	0	23-May-21	26-Jul-21
FASES REGULARES	27-May-21 A	13-Aug-21 A	0	23-May-21	26-Jul-21
A14710 Presentación de Plan de Calidad y HSEC	27-May-21 A		0	23-May-21	
A14690 Movilización de Personal Clave en Sitio	13-Aug-21 A		0	01-Jul-21	
A14700 Movilización de Equipos Clave en Sitio	13-Aug-21 A		0	26-Jul-21	
SUMINISTROS	26-Oct-21 A	10-Nov-21 A	0	15-Sep-21	09-Nov-21
PIPELINE	26-Oct-21 A	10-Nov-21 A	0	15-Sep-21	09-Nov-21
FASES REGULARES	26-Oct-21 A	10-Nov-21 A	0	15-Sep-21	09-Nov-21
A14720 Llegada a Lima del 50% de Tubería HDPE & Accesorios (Bridas,	26-Oct-21 A		0	15-Sep-21	
A14770 Llegada a Lima del 100% de Tubería HDPE & Accesorios (Brida	10-Nov-21 A		0	09-Nov-21	
CONSTRUCCIÓN	24-Sep-21 A	29-Jan-22 A	0	25-Aug-21	19-Dec-21
PIPELINE	24-Sep-21 A	29-Jan-22 A	0	25-Aug-21	19-Dec-21
FASES REGULARES	24-Sep-21 A	29-Jan-22 A	0	25-Aug-21	19-Dec-21

Como fase final se tiene el precomisionamiento en la cual la gestión de integración se vio en el cronograma con el cumplimiento de las fechas para la operación de la planta. La planta empezó a producir su primer mineral el 05 de junio después de las pruebas de precomisionamiento.

4.3.3.4. Calidad

Como parte para que esta gestión de integración se trató de cubrir un aspecto importante, pues si bien es cierto la supervisión y el contratista tenían que cumplir con el cliente de entregar la línea de agua fresca para que la planta concentradora opere y puedan empezar a producir su primer mineral. Pero se tenía que cumplir un requisito importante y el cual era conservar el tiempo de vida útil de la línea de agua fresca la cual estaba proyectada para 30 años.

Es por esta razón que el área de soporte y uno de los procesos dentro de la guía del PMBOK, se requiere dentro de esta gestión de integración es el monitoreo y control constante que se cumpla con las especificaciones a través de controles

correspondientes, y con los planes de calidad, procedimientos y planes de puntos de inspección correspondiente.

Se nombrará las pruebas principales que se hicieron para asegurar todo el proceso, lo cual fue validado para realizar el alcance, conversado con ingeniería y construcción.

Como se puede ver en la Figura 75, cordón de termofusión o rebaba de HDPE, técnicamente se utilizarán los procesos de inspección en el manual de calidad del proyecto, adicional a ellos para esta solución se hicieron pruebas para la soldadura de las tuberías las cuales fueron por termofusión.

Figura 75

Cordón de termofusión o rebaba de HDPE.



De acuerdo con la experiencia de la empresa encargada de instalar el revestimiento de HDPE, se realizaron las siguientes pruebas para asegurar la calidad y cualquier retrabajo:

- a) Pruebas destructivas de tracción a las soldaduras (termofusión).
- b) Pruebas destructivas de retiro de cordones de soldadura; interior y exterior de la soldadura.
- c) Retiro de cordones de soldadura, interior y exterior de cada termofusión.

Inspección visual de la termofusión y revisar el tamaño de cordón retirado.

d) Control en el tiempo en cada termofusión.

Como se muestra en la Figura 76, microclima para la termofusión, Se deberá construir un microclima controlado de temperatura, polvo y humedad.

Figura 76

Microclima para la termofusión



- e) No hacer perforaciones en acero con el liner instalado, será un punto de falla y colapso del HDPE.
- f) De acuerdo con lo explicado anteriormente el thread-o-let es para retirar el aire atrapado en el espacio anular y revisar durante las pruebas hidrostáticas filtraciones del HDPE. Esta instalación también se puede usar para inspecciones preventivas o de integridad del pipeline durante la operación.
- g) Para insertar el liner la cañería debe ser bajada y enterrada en la zanja, dejando las bridas abiertas, se deberá tener el suficiente espacio para que el acero no sufra daño al momento de la inserción.

En el anexo 11 y 12, se encuentra la construction completion notice y certificado de transferencia de cuidado, custodia y control.

4.4. Cierre del Proyecto

Los proyectos de construcción de plantas mineras se van completando según se vaya finalizando los entregables; a su vez en este proceso de cierre finalizaran todas las actividades en todos los grupos del proceso de la gestión de integración del proyecto. Y así completar formalmente el proyecto o la fase de este.

En este cierre para el subproyecto de línea de agua fresca y estaciones de bombeo, se hace la transferencia del proyecto completo, que será entregado al propietario. Para este proyecto pasa por un proceso de precomisionamiento en el cual se hace pruebas en vacío es decir sin carga y luego comisionamiento en donde se aplica carga.

En el caso de la línea de agua fresca y estaciones de bombeo en las pruebas de comisionamiento se llenó toda la línea de agua y se hizo operar la planta concentradora generando el primer first ore o primer mineral y con ello se entregó de manera física operativa la línea de agua fresca.



CAPÍTULO V

5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1. Análisis de la Situación luego de la Propuesta

Como parte del cierre del proyecto y en los apartados anteriores se detalló la falla que se ocasionó por el desprendimiento del revestimiento de FBE.

Como consecuencia de los retrasos de los trabajos de colocar un revestimiento de HDPE o llamado técnicamente liner, y a su vez la priorización de estas actividades como un plan de recuperación y a su vez a estos sucesos se sumó el rebrote de la pandemia COVID-19 en su tercera ola, el proyecto se vio impactado en varias de sus tareas teniendo como consecuencia final un desplazamiento de la fecha de término contractual.

Luego de un análisis donde se evaluó todo lo mencionado en la parte anterior para el cierre del proyecto y se acuerda la fecha de “Término limpieza finalización de recomposición de terreno y cierre de proyecto el 04 de junio del 2022.

En todo proyecto se tiene un tiempo de movilización después de terminada la construcción, en el caso para la desmovilización y el cierre administrativos del contrato desde la fecha de término del último trabajo ejecutado al 19 de agosto del 2022.

El proyecto hizo su cierre evidenciando de la siguiente manera el impacto como se solucionó el problema del desprendimiento con una buena gestión, pero no se evitó impacto en el costo y plazo, pero se mantuvo el alcance al conservar la vida útil de la línea de agua y las estaciones de bombeo, con ello cumplir con la fecha del primer mineral y la operación de la planta concentradora al 25% de operación.

a) Cronograma.

En la Tabla 17, variación de tiempos en el cronograma, se puede ver las tres líneas base de reprogramación que se hicieron, la última línea base 03 se realizó como plan recuperación aplicando la gestión de integración.

Tabla 17

Variación de tiempos en el cronograma.

Cronograma	Fecha Efectiva (A)	Fecha de Término (B)	Plazo Total (Ci)	Aumento (Di)=[Ci+1]-[Ci]
Cronograma Adjudicado	22-Feb-19	23-Jul-20	518	0
Cronograma LB01	22-Feb-19	8-Aug-20	534	16
Cronograma LB02	22-Feb-19	8-Feb-21	718	184
Cronograma LB03	22-Feb-19	27-Mar-22	1130	1130
Cronograma LB04	22-Feb-19	27-May-22	1191	1191

En este subproyecto el avance se calculó de acuerdo con las HH del proyecto.

Como se muestra en la Tabla 18: Avance de HH del proyecto para la LB 03.

Tabla 18

Avance de HH del proyecto para la LB 03.

FASE	Apr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21	Jan-22	Feb-22	Mar-22
PIPELINE-REGULAR	372,352	23,564	29,991	62,045	59,023	20,967	10,740	16,180	19,165	13,732	1,998	1,588
PIPELINE-ESPECIAL	31,916	9,113	22,837	44,268	71,254	93,808	104,304	112,955	53,912	18,080	6,277	2,653
ESTACIONES	315,615	53,398	44,979	54,145	44,636	20,453	13,609	4,890	1,134			
LB3	719,883	86,075	97,807	160,458	174,913	135,228	128,653	134,025	74,211	31,812	8,275	4,241
LB3 Acum. %	40.9%	46.0%	51.6%	60.7%	70.6%	78.3%	85.6%	93.3%	97.5%	99.3%	99.8%	100.0%

Así también se hizo el gráfico de las curvas S de avance de acuerdo con el porcentaje acumulado de avance con respecto a las horas hombre de avance, incluye una cuarta curva, la cual corresponde al tiempo de desmovilización del equipo de proyecto del contratista, para así tener cerrado el proyecto.

En ella se visualiza que con el último plan de recuperación que se hizo para la falla del desprendimiento la cual es la línea azul LB3 se alinea con la curva s del forecast fin 04 junio anaranjada llegado a un SPI de 0.95 y estamos alineados a los objetivos en plazo cumpliendo con la entrega de proyecto en el tiempo del plan de recuperación.

Se puede visualizar las curvas de avance desde la LB01 hasta la LB04 en la Figura 77, Curva de avance proyecto y se puede visualizar el avance acumulado en base a las HH distribuidas por cada período y en la Figura 78, HH acumuladas y % avance acumulado.

Figura 77

Curva de avance proyecto

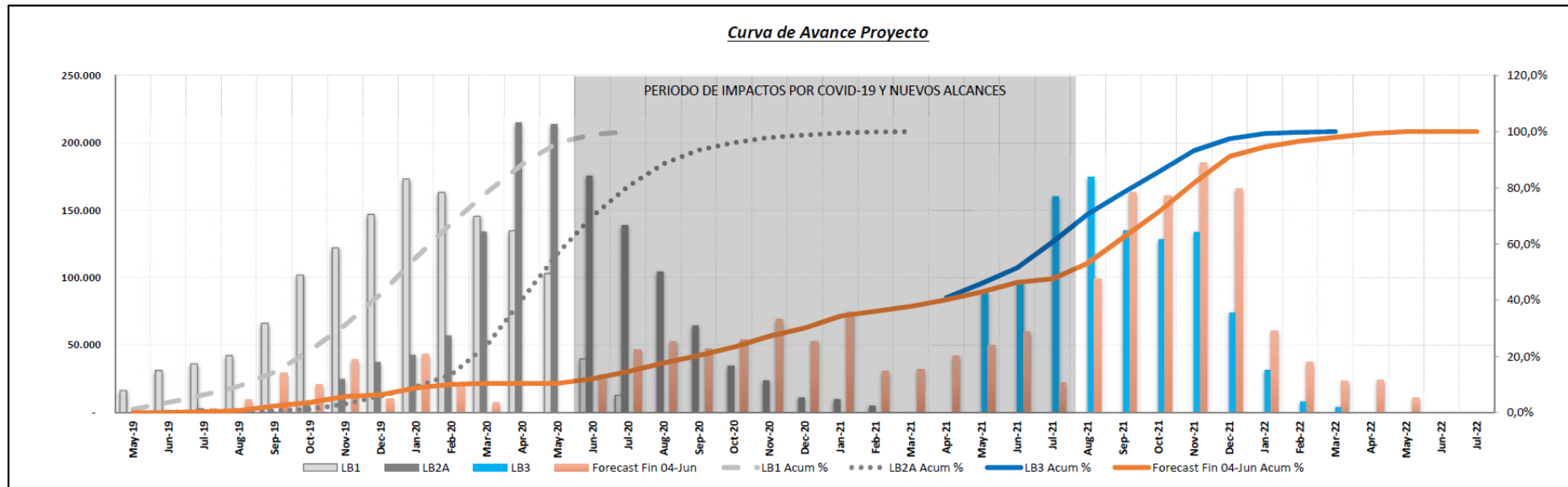


Figura 78

HH Acumulada y % Avance Acumulado.

	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Sep-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	
LB1	16,407	31,216	36,072	42,221	66,210	101,886	122,190	146,979	173,177	163,348	145,677	134,977	103,778	39,767	12,709						
LB1 Acum %	1.2%	3.6%	6.3%	9.4%	14.4%	22.0%	31.2%	42.2%	55.1%	67.3%	78.2%	88.3%	96.1%	99.0%	100.0%						
LB2		1,740	3,173	2,864	1,362	6,358	24,892	37,414	42,868	57,129	134,342	215,227	214,082	175,976	139,057	104,570	64,543	34,912	23,770	11,278	
LB2 Acum %		0.1%	0.4%	0.6%	0.7%	1.2%	3.1%	5.9%	9.2%	13.6%	23.8%	40.2%	56.5%	70.0%	80.6%	88.5%	93.5%	96.1%	97.9%	98.8%	
LB3																					
LB3 Acum %																					

	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Sep-21	Oct-21	Nov-20	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22
LB1															
LB1 Acum %															
LB2	10,087	5,060	604												
LB2 Acum %	99.6%	100.0%	100.0%												
LB3					89,075	97,807	160,457	174,913	135,228	128,653	134,025	74,211	31,812	8,275	4,241
LB3 Acum %				40.9%	46.0%	51.6%	60.7%	70.6%	78.3%	85.6%	93.3%	97.5%	99.3%	99.8%	100.0%

b) Costo

Presupuesto Adicionales USD	Presupuesto Base del Proyecto USD	Presupuesto Final del Proyecto USD
88,102,304.45	90,556,605.40	178,658,909.85.

El presupuesto base de la empresa en los términos contractuales fue de **USD 90,556,605.40**, durante el proceso de ejecución y de acuerdo el presupuesto de adiciones es de USD 88,102,304.45. en base a las cifras dadas anteriormente el presupuesto final del proyecto se incrementó a **USD 178,658,909.85**.

Se tuvieron 23 modificaciones al contrato, en la figura 79, modificaciones al contrato, se detallan algunas de ellas. Estas modificaciones valen aclarar que se hicieron por cambios en ingeniería por diversos motivos y se consideran adicionales al contrato.

Se calculo en el corte de diciembre del 2021, los siguientes indicadores para el análisis.

CPTP: costo presupuestado del trabajo programado

CPTR: costo presupuestado del trabajo realizado

CRTR: costo real del trabajo realizado

PV = Planned value (valor planeado) CPTP

EV = Earned value (valor Ganado) CPTR

AC = Actual cost (costo real) CRTR

A) Variación del programa (VP)

$$VP = CPTP - CPTR$$

$$VP = \$ 160,058,909.85 - \$ 159,516,312.86$$

VP = \$ 542,596.99

Representa el 4.17% de atraso en el avance acumulado del proyecto hasta el mes de diciembre del 2021.

B) Índice de rendimiento del programa (IRP)

$$IRP = CPTR / CPTP$$

IRP > 1 LA OBRA ES ADELANTADA

IRP < 1 LA OBRA ESTA ATRASADA

$$IRP = 1$$

$$IRP = CPTR / CPTP$$

$$IRP = \$ 158,997,042.11 / 160,058,909.85$$

$$IRP = 0.98 < 1 \text{ (atrasada)}$$

C) Variación del costo

$$VC = CPTR - CRTR$$

$$VC = \$ 519,270.75$$

D) Índice de rendimiento del costo

IRC > 1 hay ganancia económica

IRC < 1 hay pérdida económica

$$IRC = CPTR / CRTR$$

$$IRC = 158,997,042.11 / 159,516,312.86$$

$$IRC = 1.03 \text{ (hay ganancia económica)}$$

Costo total programado (BAC) = 178,658,909.85

Como se muestra en la figura 79, modificaciones del contrato, las cuales se tomaron en cuenta para los cálculos anteriores. Solo como referencia, puesto que con ello se evidencia como impacto los adicionales por falta de planificación y gestión.

Figura 79
Modificaciones al contrato

N°	PCA - CSI	Tema	Status	Monto aprobado
1	CSI 206	Reubicación de Materiales Camino Pionero 4D	Aprobado sin MOD	\$ 7.016,69
2	CSI 212	Berma para desvío de Carga en entrada a Titire KP4+050 y colocación de tubos de desagüe para desvío de agua empozada	Aprobado sin MOD	\$ 389,96
3	CSI 217	Compra de Pernos Bombas Titire (60 un.)	Aprobado sin MOD	\$ 440,72
4	CSI 222	Despejar el Acceso a Aruntaya para que la Comunidad pueda Transitar	Aprobado sin MOD	\$ 4.382,83
5	CSI 223	Engineering Issue - RFI 563	Aprobado sin MOD	\$ 1.046,58
6	CSI 224	Colocación de las Mantas en el Puente Huacho	Aprobado sin MOD	\$ 7.969,83
7	CSI 227	Limpieza de alcantarillado en río Vizcachas	Aprobado sin MOD	\$ 1.770,84
8	CSI 228	Pase de ganado predio huilacollo	Aprobado sin MOD	\$ 881,43
9	CSI 229	Tendido de cable y conexiónado, desde generador AAQ hasta tablero DP07 en Est. Titire	Aprobado sin MOD	\$ 134,96
10	PCA 283	Afectación en trabajos consecuencia de paralizaciones comunitarias en vías de comunicación	Aprobado sin MOD	\$ 30.500,18
11	PCA 299	Trabajos Bombas Vizcachas - Modificación de Tubería (T&M)	Aprobado sin MOD	\$ 382.969,85
12	PCA 301	Provisión de Combustible para Grupos Electrógenos en Camp. Alaska	Aprobado sin MOD	\$ 103.093,03
13	PCA 302	Bonificación por Permanencia y Trabajo Presencial en Sitio-	Aprobado sin MOD	\$ 394.572,98
14	PCA 303	Trabajos de reparación de Grout - Asistencia de trabajos por Subcontratista PIREs	Aprobado sin MOD	\$ 45.000,00
15	PCA 307	Afectaciones COVID 19 - Tercer Ola	Aprobado sin MOD	\$ 763.864,08
16	PCA 309	Actividades que no están consideradas en el trabajo adicional del Spool 8° - Choke	Aprobado sin MOD	\$ 19.181,70
17	PCA 310	Extensión de Plazo (Recomposición / KP65)	Aprobado sin MOD	\$ 3.776.832,31
18	PCA 311	Falso flete por retiro de cables en Cortaderas	Aprobado sin MOD	\$ 4.460,25
19	PCA 313	Suministro de Materiales, Herramientas, Consumibles - PRECOMM Adicional PCA 284	Aprobado sin MOD	\$ 50.000,00
20	PCA 314	Suministro de Juntas Espiro Metálicas	Aprobado sin MOD	\$ 304,34
21	PCA 315	Modificación del sistema de izaje de bridas	Aprobado sin MOD	\$ 7.277,42
22	PCA 316	Traslado y Habitación de Campamento Alaska (Complemento PCA-300)	Aprobado sin MOD	\$ 62.300,50
23	PCA 317	Provisión de guantes anti impacto_ MASS	Aprobado sin MOD	\$ 6.089,85
24	PCA 318	Venta de materiales excedentes de Obra (espárragos y juntas)	Aprobado sin MOD	\$ 3.849,45
25	PCA 319	Cuarentena Preventiva - Período 01.ene al 30.jun.22 (Ex PCA 243)	Aprobado sin MOD	\$ 400.242,87
26	PCA 320	Tarifario Bio-Seguridad (Ampliación PCA 294)	Aprobado sin MOD	\$ 804.193,67
27	PCA 322	LINER-APTEC Mayor permanencia de Recursos de apoyo TEIC	Aprobado sin MOD	\$ 141.902,43
28	PCA 323	Traslado de Tubería recta - KP-80 hacia QVC y KP-34 hacia Vizcachas	Aprobado sin MOD	\$ 128.816,26

5.1.1. Lecciones Aprendidas

En los proyectos de construcción, se manejan varios problemas de acuerdo a como van desarrollándose, así como también gran parte de la solución y a manera de mitigar algunos problemas puede encontrarse basada en las experiencias vividas que tengamos con situaciones pasadas y relacionadas.

Para aclarar el uso de las lecciones aprendidas no solo se trata de evitar los mismos errores sino de revisar los hechos, identificar las causas que los generaron, las consecuencias y lo más importante establecer los mecanismos para lograr encaminar las lecciones aprendidas en beneficio del proyecto.

Las lecciones aprendidas se obtuvieron de las reuniones de avance diario del equipo de proyecto. Sin embargo, también es importante que la información de cierre sea compartida con los interesados, esta es la forma de obtener un valor dentro de la organización y con ello evitar que el error se repita o un acierto se omita incrementando cuando no se tiene documentado.

Como sabemos documentar las lecciones aprendidas corresponde a un proceso de gestionar el conocimiento en la guía del PMBOK, Este subproyecto nos permite registrar, clasificar, acceder y mantener conocimientos para proyectos futuros.

Es por ello por lo que se presenta un listado de lecciones aprendidas, las cuales se generaron en base a la información y experiencia del subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo.

- Integrar diseño-procura-construcción y calidad
- Elaborar el cronograma de procura en conjunto con el personal de construcción, ingeniería, calidad y procura; teniendo en cuenta los tiempos de despacho de cada proveedor nacional e internacional.
- Debe existir una relación entre la ingeniería con respecto al método constructivo, acorde a la modelación, diseños, cálculos, estos deben estar bien estudiados antes de mandarse a fabricar, el área de ingeniería se debe involucrar con el método constructivo.
- Revisar los proyectos para evitar las mínimas modificaciones como sea posible, las cuales puedan incrementar los costos directamente. En esta revisión se debe realizar todo el equipo de proyecto, principalmente las áreas de ingeniería, procura, costos, construcción y calidad.

- El equipo de proyecto debe desarrollar una gestión de integración con las áreas operativas durante todas las fases, así como aplicar más metodologías ágiles, como son juicio de expertos y reuniones.
- La gestión de riesgos se debe llevar durante todas las fases del proyecto, a manera de cuantificar los principales riesgos que puedan generar un mayor impacto en el tiempo y costos del proyecto, así como también actualización continua.
- Las reservas de contingencia y de gestión se deben calcular cuando se genera la matriz de riesgos y será actualizada el presupuesto del proyecto.
- Se deberá incluir las lecciones aprendidas y otros activos de los procesos de la PMO como entrada para que la gestión de integración en la gestión de riesgos y así tener una gestión más integrada de la triple restricción alcance, costo y tiempo.
- Iniciar las gestiones de compra y conciliar con el contratista en algunas actividades que pueden ser reprogramadas por otras que no afecten la ruta crítica del proyecto.
- Se sugiere considerar un diagrama de flujo de lecciones aprendidas en cada una de las fases del proyecto para que al final de todo el proyecto se pueda tener un solo listado de lecciones aprendidas de todo el proyecto y dejarlo como reseña para proyectos similares.
- Analizar las vivencias, gustos, intereses y expectativas de los stakeholders más críticos con la intención de que los planes de involucramiento sean acordes a sus necesidades, y realizar actividades de integración con la comunidad para establecer buenas relaciones.
- Analizar el proyecto a nivel de duración y actividades críticas, a su vez también actividades de duración más larga e hitos claves como también en actividades que concentren la mayor cantidad de entregables para determinar auditorias de calidad y con ello llegar a fomentar el cumplimiento de acuerdo con los requerimientos establecidos en el alcance, para evitar retrabajos y generar costos de no calidad.
- Considerar a otras comunidades cercanas a la zona donde se está ejecutando el proyecto, deben estar consideradas como mano de obra no calificada para el proyecto, con ello se podrá evitar que generen protestas o cierres de vías de

comunicación y con ello perjudicar llegada de recursos a site y retrasando el proyecto.

- Tercerizar estudios básicos, puede ayudar a agilizar documentación necesaria la cual puede llegar en menos tiempo para establecer algunos trabajos de urgencia y con ello asegurar contar con tiempo necesario para su debida revisión y absolución de dudas, para evitar fases del proyecto claves por incongruencias de estudios.
- Cuando hablamos de gestión de integración en un proyecto es y se debe tomar como lección aprendida durante todos los proyectos, e incluso desde la PMO, en el manejo de sus portafolios de proyectos, la integración de todo el equipo de gestión en todas las áreas de conocimiento. Es muy importante que todas las áreas involucradas conozcan los avances a nivel de detalle necesario de modo que puedan integrarlo a sus responsabilidades. El gerente de proyecto o directo es responsable de la integración del equipo para que se fomente la participación del proyecto y pueda tener una respuesta proactiva a cualquier situación que requiera una resolución rápida.

5.2. Actualización de la 6ta edición a la 7ma edición del PMBOK en la gestión de alcance, costo y cronograma.

El PMI actualizo su guía de estándares para la gestión de proyectos y la guía del PMBOK a una 7ma edición. La cual incorporó cambios importantes, a diferencia de la 6ta edición ha redefinido la gestión de proyectos en no solo producir productos, si no estos productos buscan impulsar resultados, estos últimos tienen como objetivo final entregar valor a la organización y sus principales interesados.

En el caso estudio de la presente tesis, se utilizó para evidenciar el uso correcto de una gestión de integración en base a la 6ta edición, pero se realizará una actualización de los principales enfoques que interaccionen directamente con la gestión del alcance, tiempo y costo de la 6ta guía.

Es necesario aclarar que la guía 7ma edición del PMBOK está basada en dominios, 12 principios, enfocada en la creación de valor y se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto.

Para poder hacer la actualización a la 7ma edición se hará una relación de las áreas de conocimiento que fueron utilizadas en esta tesis de la 6ta edición con la 7ma edición. Como se muestra en la tabla 20, integración de la 7ma edición del PMBOK con la 6ta edición, se hizo una actualización a la gestión del proyecto de acuerdo con la 6ta edición con la edición vigente, como un aporte adicional al estudio realizado.

Tabla 19

Integración de la 7ma edición del PMBOK con la 6ta

PMBOK 7MA Ed.	PMBOK 6ta Ed.	Artefactos	Métodos	Modelos
Enfoque		Cronograma de Hitos Hoja de Ruta		
Planificación	Alcance Cronograma Coste	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acta de constitución. ✓ Gestión del alcance. ✓ Gestión del cronograma. ✓ Gestión de los costos. ✓ Cronograma. ✓ Presupuesto. ✓ Línea base para la medición del proyecto ✓ Lista de actividades. ✓ EDT 		Modelo de Planificación
Medición		Curva S	Valor ganado CPI SPI	

5.2.1. Dominio de Desempeño Enfoque.

De acuerdo con la 7ma edición de la guía del PMBOK, nos indica que seleccionar un enfoque adecuado es vital para definir el éxito del proyecto. Debemos tener claro que los proyectos ya tienen objetivos definidos desde su concepción, entregables e hitos ya tiene una secuencia y estructura lógica.

Cronograma De Hitos

Para determinar el enfoque del proyecto y solo basados en la LB03 que es el estudio final para cerrar el proyecto tenemos los hitos más importantes, los cuales se

pueden seguir de manera visual y lógica del proyecto. Como se puede ver en la figura 80, Hitos principales de la línea base 03.

Figura 80

Hitos principales de la línea base 03

HITOS PRINCIPALES		22-Feb-19 A	04-Jul-22	30	22-Feb-19	26-Apr-22
HITOS CONTRACTUALES		06-May-19 A	04-Jun-22	0	06-May-19	27-Mar-22
A4400	Inicio de Construcción - Techint	06-May-19 A		0	06-May-19	
A4360	Termino Construcción Estación de Bombeo de Titire		11-Nov-21 A	0		03-Oct-21
A4380	Termino Construcción Estación de Bombeo de Vizcachas		09-Dec-21 A	0		09-Dec-21
A4390	Completamiento de acueducto - (Mainline)		29-Mar-22 A	0		27-Mar-22
A4370	Termino limpieza derecho de vía		04-Jun-22	0		27-Mar-22
TERMINO MECANICO		27-Mar-22 A	29-Mar-22 A	0	09-Jan-22	16-Jan-22
A14030	Termino Mecánico - Paso de Agua (Tramo Vizcachas - Mina). Sin Recon		27-Mar-22 A	0		09-Jan-22
A14000	Termino Mecánico - Paso de Agua (Longitud Total). Sin Reconposición		29-Mar-22 A	0		16-Jan-22
SUPUESTOS DE REMOVLIZACIÓN (EFECTO COVID)		16-Mar-20 A	15-Nov-20 A	0	16-Mar-20	15-Nov-20
C1090	Fuerza Mayor	16-Mar-20 A	25-May-20 A	0	16-Mar-20	25-May-20
C1010	Inicio de Suspensión Parcial	26-May-20 A		0	26-May-20	
C7930	Fuerza Mayor	26-May-20 A	06-Jul-20 A	0	26-May-20	06-Jul-20
C1040	Fin de trabajos 6x1 (domingos no laborables)		30-Jun-20 A	0		30-Jun-20
C1030	Apertura de Fronteras (Inicio de vuelos comerciales)	03-Aug-20 A		0	03-Aug-20	
C3960	Removilización de Expatriados	03-Aug-20 A	15-Oct-20 A	0	03-Aug-20	15-Oct-20
C1020	Inicio de Removilización	06-Aug-20 A		0	06-Aug-20	
C3950	Removilización para Trabajos Post Suspensión	06-Aug-20 A	16-Sep-20 A	0	06-Aug-20	16-Sep-20
C1060	Reinicio de actividades - Octubre	01-Oct-20 A		0	01-Oct-20	
C5480	Liberación por terceros - Liberación de Bancoductos - Titire	13-Oct-20 A		0	13-Oct-20	
C1050	Reinicio de Transporte de tuberías	03-Nov-20 A		0	03-Nov-20	
C1070	Reinicio de actividades - Noviembre	15-Nov-20 A		0	15-Nov-20	
FECHAS PENALIZABLES		06-May-19 A	04-Jul-22	0	06-May-19	26-Apr-22
A8590	Vencimiento Inicio de Construcción	06-May-19 A		0	06-May-19	
A8600	Vencimiento Termino Construcción Estación de Bombeo de Titire		11-Dec-21 A	0		02-Nov-21
A8630	Vencimiento Termino Construcción Estación de Bombeo de Vizcachas		08-Jan-22 A	0		10-Jan-22
A8610	Vencimiento Completamiento de Acueducto (Mainline)		29-Mar-22 A	0		26-Apr-22
A8640	Vencimiento Termino Mecánico - Paso de Agua (Longitud Total). Sin Re		29-Mar-22 A	0		01-Apr-22
A8620	Vencimiento Termino limpieza derecho de Vía.		04-Jul-22	0		26-Apr-22
CLIENTE - HITOS PRINCIPALES		22-Feb-19 A	29-Aug-21 A	0	22-Feb-19	15-May-21
A1000	Adjudicación de Contrato (LOA) - Cliente/Techint	22-Feb-19 A		0	22-Feb-19	
A5710	Entrega de área liberada - Estación Pelluta - Cliente		03-Jun-19 A	0		03-Jun-19
A8480	Entrega de área liberada - Estación Choke - Cliente		24-Aug-19 A	0		24-Aug-19
A8490	Entrega de área liberada - Cambio de Diámetro - Cliente		04-Oct-19 A	0		04-Oct-19
A4510	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Subestación Eléctric	09-Oct-19 A		0	09-Oct-19	
A2640	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Estación de Bombe	09-Oct-19 A		0	09-Oct-19	
A2630	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Estación de Bombe	15-Jan-20 A		0	15-Jan-20	
A4500	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Subestación Eléctric	02-Sep-20 A		0	02-Sep-20	
A8500	Entrega de área liberada - Tie In B" - Cliente		12-Jul-21 A	0		15-May-21
A8510	Entrega de área liberada - Caracoles Station - Cliente		21-Aug-21 A	0		15-May-21
A8520	Entrega de área liberada - Quellaveco Tank - Cliente		29-Aug-21 A	0		15-May-21

5.2.2. Dominio de Desempeño Planificación.

La planificación en esta edición sigue siendo el punto de partida para todo proyecto. De manera particular se busca garantizar la gestión del alcance, cronograma y costo. Primer punto de partida es la elaboración de acta de constitución, creando una visión global del proyecto.

Acta de Constitución

Proyecto:	Instalación línea de agua fresca y estaciones de bombeo.
Empresa	La supervisión
Patrocinador Principal	El propietario
Gerente del Proyecto	L. Pajuelo – Gerente de construcción

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO

El propietario como parte de la construcción de la planta de procesamiento requiere como parte de su proceso constructivo la instalación de un sistema de abastecimiento de agua, una parte importante es la línea de agua fresca y estaciones de bombeo desde Titire hasta la planta de procesos.

La supervisión ha sido adjudicada por el propietario, a través de ella se contrato a una empresa especializada para la construcción e instalación del subproyecto línea de agua fresca y estaciones de bombeo.

El proyecto consiste en la instalación de una línea de agua fresca, será a través una tubería de acero al carbono de 24" @ 28", con un revestimiento externo de FBE (Epoxy Adhesivo por Fusion). y interno de revestimiento de HDPE o LINER .Esta línea de agua tendrá una longitud de 87 km, su recorrido inicia desde la primera estación de bombeo Titire y se trasladará un caudal de 770 l/s obtenidas de la bocatoma Titire, esta estación de bombas constará de 05 bombas y el fluido se empezará a encaminar hacia la planta de procesos ubicada en el sur. La línea de agua fresca en su instalación debe estar enterrada un metro de profundidad a excepcion de 03 puntos principales denominado puentes, el recorrido de la línea será de manera área, los dos primeros puentes responden a temas ambientales de protección de bofedales y el tercer puente se requiere para empalmar con una segunda estación, esta ultima constará de 08 bombas que son alimentadas por la presa Vizcachas, la cual capta un flujo máximo de 700 l/s, la línea de agua continua su recorrido hasta la estación

Pelluta punto más alto la cual tiene instaladas válvulas, desde esta ubicación la tubería cambiara de diámetro de 24 a 28” debido al diseño hidráulico. La línea de agua continuará su recorrido hasta la estación cambio de diametro y en esta volverá a su diámetro inicial de 24”. El flujo seguirá su camino hacia la estación reductora de presión y desde esta se hará una conexión a una tubería de 8” para hacer un desvío hacia el tanque de agua contra incendio ubicada en el chancador primario. El agua remanente seguira fluyendo hacia el punto de conexión donde se conectará con la tubería HDPE existente de 24” la cual terminada en la poza de alimentación de planta de procesos Papujune.

INTERESADOS CLAVES

- La supervisión.
- El equipo de supervisión del área 1000.
- Las autoridades de la zona sur.
- El equipo de proyecto del contratista de construcción.
- El equipo de proyecto del propietario.
- El directorío de la organización del propietario.
- Proveedores de equipos mecánicos (vendedor).
- Proveedores de materiales de piping (vendedor).
- Ministerio de energía y minas.
- Ministerio del ambiente.

RIESGOS

- Retrasos de la procura de los materiales en este caso, la llega de la tubería con el revestimiento externo e interno de FBE.
- Problemas sociales con la comunidades aledañas, lo cual puede originar bloqueos en vias de comunicación así paralizando la construcción.
- Falta de personal capacitado para soldadura, esto conllevaría a retrasos en el proyecto.

- Condiciones de clima en la zona de alta montaña, puesto que todo el tiempo hay lluvias y las temperaturas son a -0°C .
- Probabilidad de derrumbes por la características del terreno ya es que es una zona montañosa con quiebres pronunciados.

HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Activity ID	HITOS	LB3
A8590	Comienzo de Construcción	5/6/2019
A8610	Completamiento de Acueducto (Mainline)	4/4/2021
A8600	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Titire	12/22/2020
A8630	Completamiento de Trabajos Constructivos de la Estación de Bombeo de Vizcachas	2/19/2021
A8620	Completamiento de Construcción de Apertura de Pista & Limpieza Final	4/4/2021
A8640	Completamiento de todos los trabajos	6/20/2021

PRESUPUESTO INICIAL ASÍGNADO DEL PROYECTO

A partir del análisis de la funciones necesarias, trabajos a ejecutar, la calidad de los profesionales, personal calificado para la ejecución de trabajos en campo, el plazo en que se requiere la entrega del proyecto, las excepciones y los criterios de aceptación. El presupuesto asignado para el servicio asciende a la suma de **USD 178,658,909.86**.

Una de las necesidades primordial es construir y precomisionar la línea de agua fresca y estaciones de bombeo, esta debe cumplir con las características de diseño y especificaciones técnicas para su correcto funcionamiento.

La línea de agua fresca y estaciones de bombeo se ejecutará en una sola fase con una longitud de 87 km, cumpliendo con normas nacionales e internacionales y sus características principales son las siguientes:

- Tubería de diámetro de 24" / 28" pulgadas, enterrada bajo un metro de profundidad a excepcion de tres puntos que será el montaje aéreo.
- Tubería revestida externa e interna con FBE (Epoxy Adhesivo por Fusion).

- Dos estaciones de bombeo:
 - Estación de bombeo Titire de 05 bombas.
 - Estación de bombeo Vizcacha de 08 bombas.
- Estación de válvulas de lanzamiento y recepción de caudal denominada estación Pelluta el punto más alto del proyecto.
- En la estación del punto anterior aumentará el diámetro de la tubería de 24 a 28”.
- Estación de válvulas denominada estación cambio de diámetro , en esta estación se reduce el diámetro de la tubería de 28 a 24” en función a los cálculos hidráulicos.
- Estación reductora denominada Choke Station desde esta se conectará con una tubería de 8” para un tanque de agua contra incendio y agua fresca ubicada en el chancador primario.
- El agua remanente seguira hacia la poza de alimentación de la planta de procesos.
- Trabajos civiles de excavación, estructural, relleno estructural, relleno y hormigonado.
- Instrumentación y control: Montaje de instrumentos y tendido de fibra óptica.
- Construcción de campamentos: oficinas y almacenes, planta de tratamiento de agua potable, planta de tratamiento de aguas residuales, generación eléctrica, áreas comunes y de recreación, comedores, cocinas y contenedores refrigerados para alimentos, talleres y patio de mantenimiento de equipos.
- Topografía inicial para el trazado del recorrido de la línea.
- Actividades de voladura para las excavaciones de zanja.
- Curvado de tubería en terreno
- Soldadura de tubería.
- Ensayos no destructivos.

- Pintura en el interior de tubería.
- Inspección de revestimiento FBE con robot.
- Pruebas hidráulicas.
- Trabajos de recomposición y limpieza.
- Protección catódica.
- Asistencia al comissioning , personal de apoyo para trabajos de comisionado.

Definición del Alcance

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	
Área	Objetivo
Técnicos	Desarrollar la construcción la línea de agua fresca y estaciones de bombeo con una tubería de acero al carbono en diámetros de 24" @ 28" con revestimiento externo e interno por el tipo de agentes corrosivos que contiene el agua y las condiciones del terreno en la cual será enterrada, se debe cumplir con los parámetros de ingeniería.
Administrativos	Las observaciones críticas y no críticas de acuerdo con los parámetros y manuales de calidad deben ser corregidos y/o aprobados.
Calidad	Asegurar la calidad del producto entregado, el cual debe cumplir con los requisitos y la ingeniería, así como también su funcionalidad , la entrega del proyecto debe ser aprobada por la supervisión y el propietario, debe ser documentada para hacer la entrega formar y para gestiones ante el ministerio.
Comerciales	Cumplir con los puntos definidos en el contrato del proyecto.
Sociales	Reducir el impacto ambiental así como también en el aspecto social (comunidades aledañas).

Gestión del Cronograma

Se consideran las actividades de la solución al problema del desprendimiento del revestimiento interno del FBE. El listado fue extraído del cronograma en clase 5, a un alto nivel y posterior se tendrá las actividades de la solución al desprendimiento del FBE.

Lista de Actividades

A continuación, en la figura 81, actividades del cronograma en clase 5 a nivel de paquetes de trabajo y en la figura 82, actividades del cronograma en clase 3 a nivel de entregable.



Figura 81

Actividades del Cronograma en Clase 5

HITOS PRINCIPALES		22-Feb-19 A	04-Jul-22	30	22-Feb-19	26-Apr-22
HITOS CONTRACTUALES		06-May-19 A	04-Jun-22	0	06-May-19	27-Mar-22
A4400	Inicio de Construcción - Techint	06-May-19 A		0	06-May-19	
A4360	Termino Construcción Estación de Bombeo de Titre		11-Nov-21 A	0		03-Oct-21
A4380	Termino Construcción Estación de Bombeo de Vizcachas		08-Deo-21 A	0		08-Deo-21
A4390	Completamiento de acueducto - (Mainline)		29-Mar-22 A	0		27-Mar-22
A4370	Termino limpieza derecho de vía		04-Jun-22	0		27-Mar-22
TERMINO MECANICO		27-Mar-22 A	29-Mar-22 A	0	09-Jan-22	16-Jan-22
A14030	Termino Mecánico - Paso de Agua (Tramo Vizcachas - Mina). Sin Recon		27-Mar-22 A	0		09-Jan-22
A14000	Termino Mecánico - Paso de Agua (Longitud Total). Sin Reconposición		29-Mar-22 A	0		16-Jan-22
SUPUESTOS DE REMOVLIZACIÓN (EFECTO COVID)		16-Mar-20 A	15-Nov-20 A	0	16-Mar-20	15-Nov-20
C1090	Fuerza Mayor	16-Mar-20 A	25-May-20 A	0	16-Mar-20	25-May-20
C1010	Inicio de Suspensión Parcial	28-May-20 A		0	28-May-20	
C7930	Fuerza Mayor	28-May-20 A	06-Jul-20 A	0	28-May-20	06-Jul-20
C1040	Fin de trabajos 6x1 (domingos no laborables)		30-Jun-20 A	0		30-Jun-20
C1030	Apertura de Fronteras (Inicio de vuelos comerciales)	03-Aug-20 A		0	03-Aug-20	
C3960	Removilización de Expatridados	03-Aug-20 A	15-Oct-20 A	0	03-Aug-20	15-Oct-20
C1020	Inicio de Removilización	06-Aug-20 A		0	06-Aug-20	
C3950	Removilización para Trabajos Post Suspensión	06-Aug-20 A	16-Sep-20 A	0	06-Aug-20	16-Sep-20
C1060	Reinicio de actividades - Octubre	01-Oct-20 A		0	01-Oct-20	
C5480	Liberación por terceros - Liberación de Bancoductos - Titre	13-Oct-20 A		0	13-Oct-20	
C1050	Reinicio de Transporte de tuberías	03-Nov-20 A		0	03-Nov-20	
C1070	Reinicio de actividades - Noviembre	15-Nov-20 A		0	15-Nov-20	
FECHAS PENALIZABLES		06-May-19 A	04-Jul-22	0	06-May-19	26-Apr-22
A8590	Vencimiento Inicio de Construcción	06-May-19 A		0	06-May-19	
A8800	Vencimiento Termino Construcción Estación de Bombeo de Titre		11-Deo-21 A	0		02-Nov-21
A8830	Vencimiento Termino Construcción Estación de Bombeo de Vizcachas		08-Jan-22 A	0		10-Jan-22
A8810	Vencimiento Completamiento de Acueducto (Mainline)		29-Mar-22 A	0		26-Apr-22
A8840	Vencimiento Termino Mecánico - Paso de Agua (Longitud Total). Sin Re		29-Mar-22 A	0		01-Apr-22
A8820	Vencimiento Termino limpieza derecho de Vía.		04-Jul-22	0		26-Apr-22
CLIENTE - HITOS PRINCIPALES		22-Feb-19 A	29-Aug-21 A	0	22-Feb-19	15-May-21
A1000	Adjudicación de Contrato (LOA) - Cliente/Techint	22-Feb-19 A		0	22-Feb-19	
A5710	Entrega de área liberada - Estación Pelluta - Cliente		03-Jun-19 A	0		03-Jun-19
A8480	Entrega de área liberada - Estación Choke - Cliente		24-Aug-19 A	0		24-Aug-19
A8490	Entrega de área liberada - Cambio de Diámetro - Cliente		04-Oct-19 A	0		04-Oct-19
A4510	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Subestación Eléctri	09-Oct-19 A		0	09-Oct-19	
A2840	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Estación de Bombe	09-Oct-19 A		0	09-Oct-19	
A2830	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Estación de Bombe	15-Jan-20 A		0	15-Jan-20	
A4500	Entrega de Plataforma para Inicio de Trabajos en la Subestación Eléctri	02-Sep-20 A		0	02-Sep-20	
A8500	Entrega de área liberada - Tie In 8" - Cliente		12-Jul-21 A	0		15-May-21
A8510	Entrega de área liberada - Caracoles Station - Cliente		21-Aug-21 A	0		15-May-21
A8520	Entrega de área liberada - Quellaveco Tank - Cliente		29-Aug-21 A	0		15-May-21
ENTREGA DE INGENIERIA APTA PARA CONSTRUCCION (IFC) POR EL CLIENTE		10-Mar-19 A	01-Oct-20 A	0	10-Mar-19	01-Oct-20
GESTION DE PERMISOS		15-Mar-19 A	20-Deo-19 A	0	15-Mar-19	20-Deo-19
PROCURA		25-Feb-19 A	29-Jul-21 A	0	25-Feb-19	03-Jun-21
PREPARACION Y LANZAMIENTO DEL PROYECTO		10-Mar-19 A	19-Aug-21 A	0	10-Mar-19	28-Jun-21
CONSTRUCCION		30-Apr-19 A	04-Jun-22	72	30-Apr-19	27-Mar-22

Figura 82

Actividades del Cronograma en Clase 3 a Nivel De Entregable

Activity ID	Activity Name	Start	Finish	Remaining Duration	BL3 Start	BL3 Finish
A1198	Revestimiento de Bidas y Puente - Tramo 4 - Área 2000 KP 83+	09-Apr-22	27-May-22	49		
HITOS						
		30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
GENERAL						
		30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
PIPELINE						
		30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
FASES REGULARES						
		30-Apr-21 A	20-Feb-22 A	0	30-Apr-21	31-Dec-21
A13190	Orden de proceder	30-Apr-21 A		0	30-Apr-21	
A13200	Orden de compra por tuberías Liner HDPE	03-May-21 A		0	03-May-21	
A13210	Inicios de construcción de trabajos de Liner	13-Aug-21 A		0	02-Aug-21	
A13220	Término de construcción de trabajos de Liner		20-Feb-22 A	0		31-Dec-21
SUMINISTROS						
		31-May-21 A	20-Nov-21 A	0	24-Jun-21	16-Oct-21
PIPELINE						
		31-May-21 A	20-Nov-21 A	0	24-Jun-21	16-Oct-21
FASES REGULARES						
A13230	Inicio de entrega de tubería Liner HDPE 705mm x 15,24mm, en	31-May-21 A		0	24-Jun-21	
A13240	Inicio de entrega de tubería Liner HDPE 598mm x 13,21mm, en	07-Jun-21 A		0	01-Jul-21	
A4090	Inicio de entrega de tubería Liner HDPE 604mm x 13,21mm, en	29-Jun-21 A		0	01-Jul-21	
A13280	Entrega de Flanges mecanizados de 24" (157 un), en bodega de		23-Jul-21 A	0		03-Aug-21
A13270	Entrega de Flanges mecanizados de 28" (72 un), en bodega de		23-Jul-21 A	0		02-Sep-21
A4060	Entrega de Flanges adicionales, envío N° 1 (54 un), en bodega		22-Sep-21 A	0		24-Aug-21
A4070	Entrega de Flanges adicionales, envío N° 2 (134 un), en bodega		08-Oct-21 A	0		08-Sep-21
A13290	Entrega de Flanges adicionales, envío N° 3 (191 un), en bodega		22-Oct-21 A	0		02-Oct-21
A13250	Entrega de envío N° 1 de Stub Ends de HDPE (128 un), en Ant		27-Oct-21 A	0		17-Jul-21
A4130	Entrega de envío N° 2 de Stub Ends de HDPE (158 un), en Ant		27-Oct-21 A	0		28-Aug-21
A13280	Entrega de envío N° 3 de Stub Ends de HDPE (128 un), en Ant		04-Nov-21 A	0		27-Sep-21
A13300	Entrega de envío N° 4 de Stub Ends de HDPE (74 un), en Antof		20-Nov-21 A	0		16-Oct-21
INTERMEDIOS						
		27-May-21 A	29-Jan-22 A	0	23-May-21	19-Dec-21
MOVILIZACIÓN						
		27-May-21 A	13-Aug-21 A	0	23-May-21	26-Jul-21
PIPELINE						
		27-May-21 A	13-Aug-21 A	0	23-May-21	26-Jul-21
FASES REGULARES						
A14710	Presentación de Plan de Calidad y HSEC	27-May-21 A		0	23-May-21	
A14690	Movilización de Personal Clave en Sitio	13-Aug-21 A		0	01-Jul-21	
A14700	Movilización de Equipos Clave en Sitio	13-Aug-21 A		0	26-Jul-21	
SUMINISTROS						
		28-Oct-21 A	10-Nov-21 A	0	15-Sep-21	09-Nov-21
PIPELINE						
		28-Oct-21 A	10-Nov-21 A	0	15-Sep-21	09-Nov-21
FASES REGULARES						
A14720	Llegada a Lima del 50% de Tubería HDPE & Accesorios (Bridas,	28-Oct-21 A		0	15-Sep-21	
A14770	Llegada a Lima del 100% de Tubería HDPE & Accesorios (Bridas,	10-Nov-21 A		0	09-Nov-21	
CONSTRUCCIÓN						
		24-Sep-21 A	29-Jan-22 A	0	25-Aug-21	19-Dec-21
PIPELINE						
		24-Sep-21 A	29-Jan-22 A	0	25-Aug-21	19-Dec-21
FASES REGULARES						
A14730	Instalación de Primera Columna de HDPE - Tramo 1		24-Sep-21 A	0		25-Aug-21
A14740	Instalación Liner HDPE del 75% - Tramo 1		04-Oct-21 A	0		29-Sep-21
A14810	Instalación de Primera Columna de HDPE - Tramo 3		14-Oct-21 A	0		07-Sep-21
A14780	Instalación de Primera Columna de HDPE - Tramo 2		28-Oct-21 A	0		28-Oct-21
A14790	Instalación Liner HDPE del 75% - Tramo 2		28-Oct-21 A	0		02-Dec-21

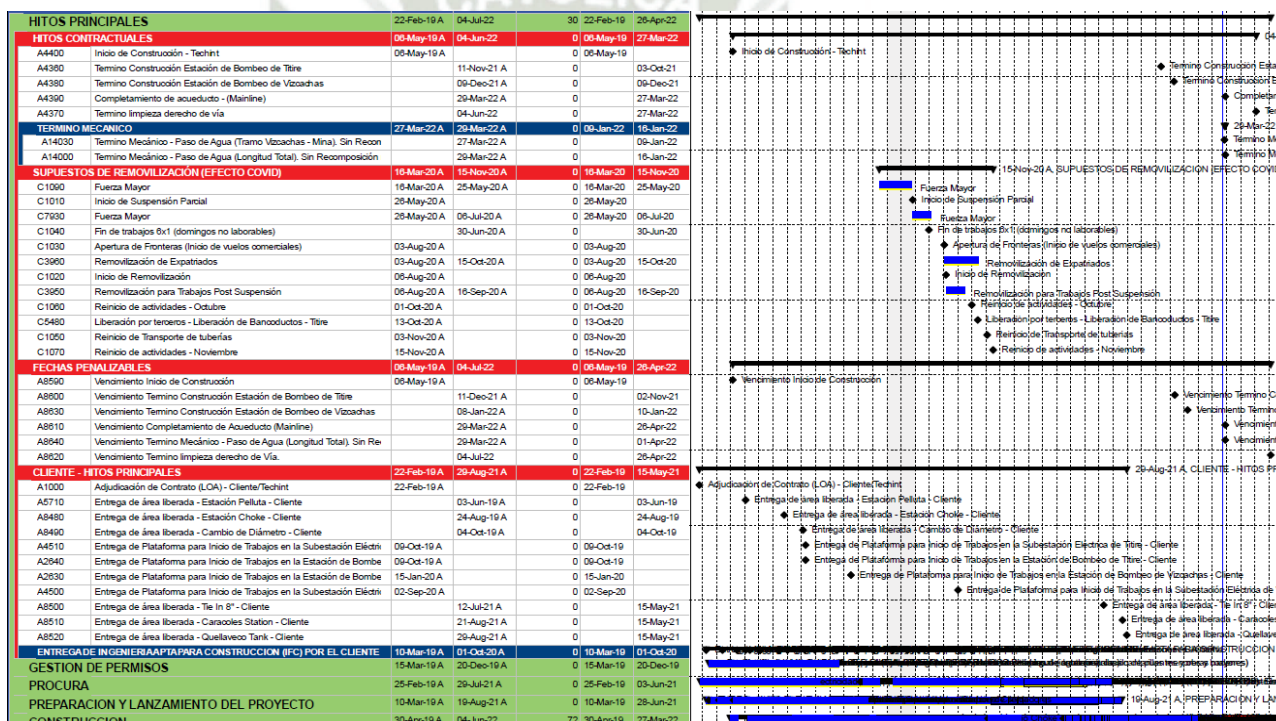
Cronograma

Como se muestra en la figura 83, extracto de hitos principales y en la figura 84, extracto del cronograma por entregables, la representación visual y duración estimada del proyecto es básica y esta 7ma edición busca una metodología más ágil de ver el proyecto.

Por paquetes de trabajo

Figura 83

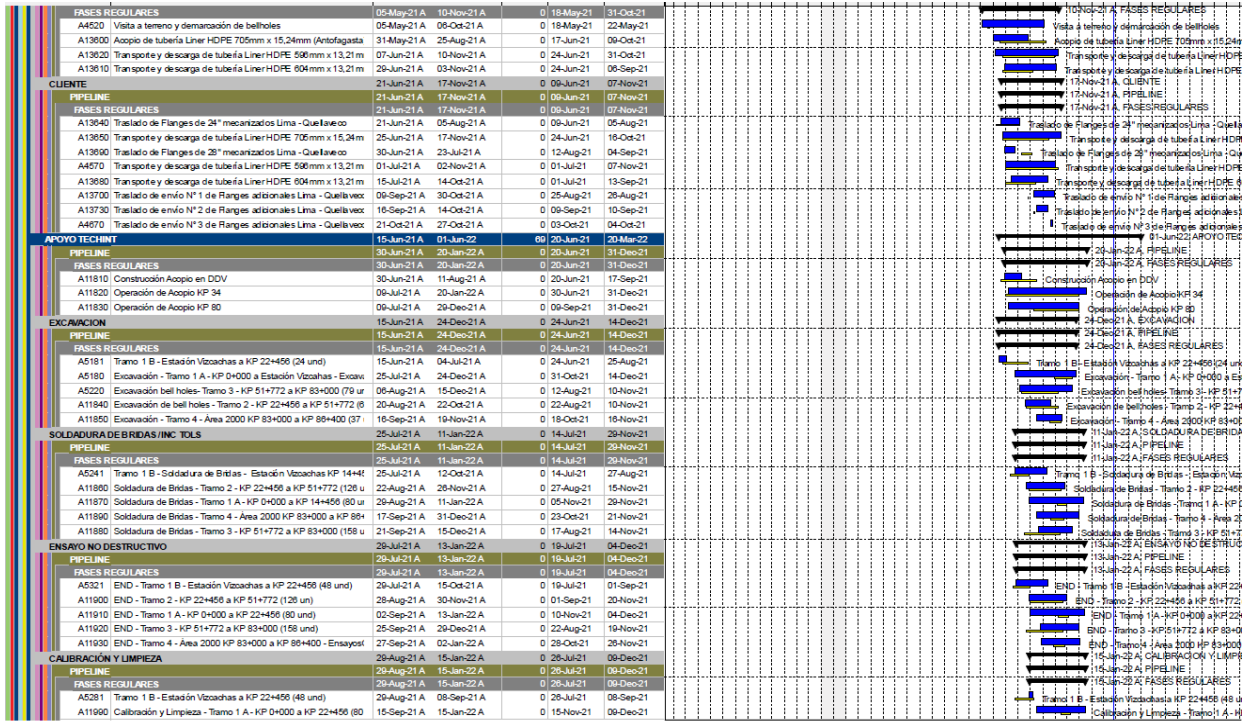
Extracto de hitos principales



Por entregables.

Figura 84

Extracto del cronograma por entregables

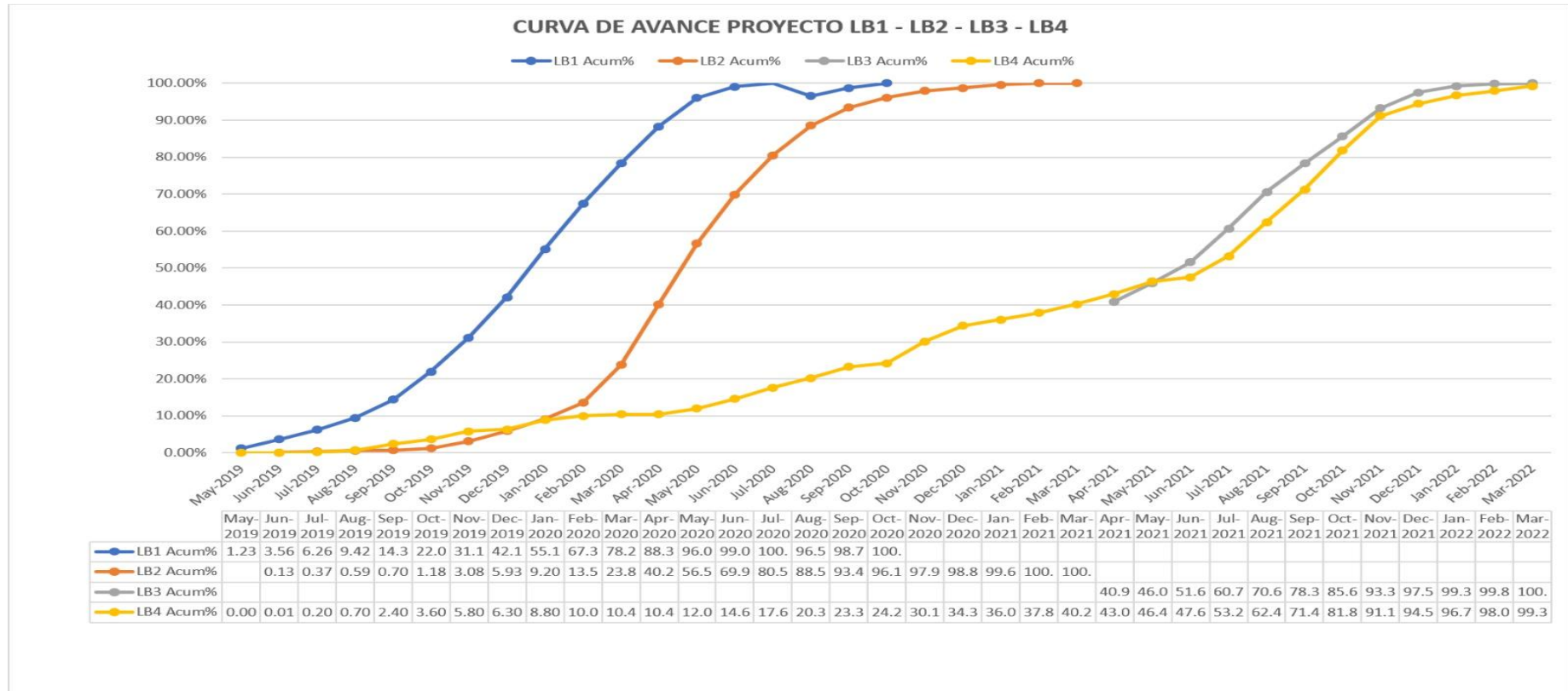


Costos

Los costos se reflejan de acuerdo con los gastos en HH y los cambios que se hicieron en el proyecto se tiene la línea de los costos en función al avance. Se manejo el mismo análisis en el apartado 4.6, cronograma. En la figura 85, curva de avance proyecto LB1-LB2-LB3-LB4, se hace la comparación entre las curvas S.

Figura 85

Curva de avance proyecto LB1-LB2-LB3-LB4



Como se muestra en la figura 85, curva de avance proyecto: LB1-LB2-LB3-LB4, Se tomaron las 4 líneas base para mostrar en la 7ma edición que aquí se mantiene la gestión de crear valor, controlar los costos y las líneas base.

Se realizó una similitud de las áreas de conocimiento con los dominios de la séptima edición del PMBOK. En la cual se dieron los ejemplos de cómo se desarrollaría a grandes rasgos los dominios de la nueva edición.

Pero como aclaración esta edición se actualizo para el 2021 y aún hay algunas organizaciones que están incorporando algunos dominios con sus respectivas metodologías y otras instituciones que no les representa a un cambio significativo, para efectos de nuestro caso estudio, no ha cambiado la forma de gestión. Quizás en otro estudio se pueda desarrollar con mayor detalle.

Pues será interesante explorar en unos de séptima edición en proyectos de diferentes tipos, así como niveles de inversión con el fin de verificar su eficacia y capacidad de adaptación con el propósito.

5.3. Análisis económico de la propuesta

En este punto, se realizará el análisis de costos, como sabemos una implementación tiene un costo asociado, es importante considerar el costo de implementar la propuesta de gestión para el cumplimiento de la fecha contractual para la entrega del subproyecto.

5.3.1. Costo de la propuesta

Para el costo de la propuesta lo primero hay que indicar que tuvimos tres cronogramas, con un incremento de 673 días para culminar el proyecto, como se indica en la tabla 20, aumento de días para ejecución del proyecto.

Tabla 20

Aumento de días para ejecución del proyecto.

Cronograma	Fecha Término	Plazo Total	Aumento
Cronograma Adjudicado	23/07/2020	518	0
Cronograma LB01	08/08/2020	534	16
Cronograma LB02	08/02/2021	718	184
Cronograma LB03	27/04/2022	1191	473
		Total	673

En base a estos incrementos se calculó las HH de la implementación y el costo del equipo de gestión para darle solución.

5.3.1.1. Análisis de los costos sin la gestión de integración

Como se sabe toda gestión de cambio para mejorar la gestión y darle solución a la problemática presentada tiene un costo adicional, en este caso es importante considerar el costo de la optimización y hacer un comparativo de los costos antes de la optimización.

Con el aumento de los días para la LB03, se revisó los costos actuales de la LB02, que estaban planificados según el cronograma hasta antes de la problemática para lo cual se muestra en la siguiente tabla 20, Costos sin gestión de integración.

Tabla 21
Costo sin Gestión de Integración

	Cant.	Precio Unitario	Costo total por 473 días
Gerente de proyecto	1	25,000.00	575,000.00
Jefe de proyecto	1	18,000.00	414,000.00
Jefe de planeamiento	1	15,000.00	345,000.00
Ingeniero de campo	1	18,000.00	414,000.00
Jefe de ingeniería	1	18,000.00	414,000.00
Ingeniero de control de calidad	1	15,500.00	356,500.00
Administrador de contrato	1	12,120.00	278,760.00
Ingeniero de compras	1	13,456.00	309,488.00
Oficinas adm, útiles de oficina y equipos	1	560,690.00	12,895,870.00
Campamentos y traslados	1	56,523.53	1,130,470.60
Seguridad y salud			-
Equipos de protección, exámenes	1	1,003,027.00	20,973,294.57
Personal de dirección			-
Jefe de ingeniería		152,710.13	152,710.13
Total			38,466,366.94

Nota: Adaptado de la toma de data de la “La empresa de supervisión”

Para la estimación del tiempo se tomó en referencia a la tabla 20, aumento de días.

En la tabla 21, costo sin integración se muestra un costo estimado de \$ 38,466,366.94 para la gestión del proyecto. Este es el costo con el equipo inicial solo con horas de gestión. Sin capacitaciones en las metodologías para la gestión de integración.

5.3.1.2. Análisis de los costos con la gestión de la integración

Para logra la correcta integración de la gestión del proyecto empleando las dos metodologías descritas a lo largo de esta tesis y con ello optimizar y poder solucionar la problemática, se recurrió al juicio de experto de una empresa especializadas, equipo de gestión de la oficina de Lima y con ello capacitaciones en las metodologías antes descritas, así integrando al equipo para dar solución e incorporando funciones a las actividades vinculadas a la nueva ingeniería. Estos cambios impactan en el análisis de

costos en la dirección de proyecto como se ve en la siguiente tabla 22, costo con gestión de integración.

Tabla 22

Costo con Gestión de Integración

	Cant.	Precio Unitario	Costo total por 473 días
Gerente de proyecto	1	25,000.00	375,000.00
Jefe de proyecto	1	18,000.00	270,000.00
Jefe de planeamiento	1	15,000.00	225,000.00
Ingeniero de campo	1	18,000.00	270,000.00
Jefe de ingeniería	1	18,000.00	270,000.00
Ingeniero de control de calidad	1	15,500.00	232,500.00
Administrador de contrato	1	12,120.00	181,800.00
Ingeniero de compras	1	13,456.00	201,840.00
Equipo de diseño e ingeniería	4	14,261.00	213,915.00
Equipo de empresa especialista	1	2,240,125.00	2,240,125.00
Capacitación sobre las metodologías PMBOK y FEL	25	20,957.04	523,926.00
Oficinas adm, útiles de oficina y equipos	1	560,690.00	8,410,350.00
Campamentos y traslados	1	56,523.53	847,852.95
Nuevos ingresos de personal	1	23,180.00	1,854,400.00
Seguridad y salud			
Equipos de protección, exámenes	1	1,003,027.00	15,045,405.00
Personal de dirección			
Jefe de ingeniería (Chile)		152,710.13	152,710.13
Jefe de logística (Lima)		182,904.17	182,904.17
Precomisionamiento y comisionamiento	6	214,960.00	1,289,760.00
Total			32,787,488.25

Al ver el costo en la tabla 22, costos con gestión de integración, la propuesta contribuyo a gestionar rápidamente y cumplir con los plazos, sin alterar manteniendo el alcance, costo y tiempo, por otro lado, se obtuvo un costo menor al que se tenía sin la metodología, vale aclarar que solo esta descrito los costos anteriores en base a la gestión y no al operativo. Vale aclarar que en este costo solo se incluyó el costo de gestión y un equipo adicional como juicio de expertos para resolver el problema de gestión en el proyecto.

Por lo tanto, de la información analizada se tiene la siguiente tabla 21, comparación de costos.

Tabla 23*Comparación de costos*

Costo sin metodología	Costo con metodología	Beneficio Cuantitativo
38,466,366.94	32,787,488.25	5,678,878.68

En la tabla 23, comparación de costos, se muestra el beneficio, obtenido al implementar la metodología, por el concepto de cumplir con el proyecto en plazo, tiempo, calidad y costo.

Con el fin de garantizar el cumplimiento de la implementación de la propuesta de gestión, por lo cual se requiere que se realice de la manera más eficaz posible, cumpliendo fechas indicadas en el cronograma de obra y utilizando adecuadamente las herramientas relacionadas a las metodologías indicadas, se designará un líder del equipo de gestión.

El gerente de construcción del área 1000 de la supervisión en conjunto con el gerente de construcción del contratista, serán los encargados de supervisar y verificar el cumplimiento de la mejor manera para poder ejecutar la integración de la gestión del alcance, tiempo, costo y calidad y todo ello en colaboración con el personal del equipo de proyecto directamente relacionado.

Esta gestión tendrá el soporte de la oficina de Santiago, a manera de colaborar con la gestión, enviará a ingenieros que haya participado de la parte inicial del proyecto para que retroalimente al equipo y puedan utilizar una herramienta muy importante de juicio de expertos para su mejor gestión en el proyecto.

5.3.2. Beneficio de la propuesta

5.3.2.1. Beneficio cualitativo

Con base en lo expuesto, la propuesta de la combinación de las dos metodologías permitirá los siguientes beneficios:

- Lograr la entrega del proyecto, cumpliendo los hitos contractuales.

- Aumentar la satisfacción del propietario, debido a la ejecución, monitoreo y control, transfiriendo confianza y seguridad.
- Mayor orden en la ejecución de los trabajos, aumentado el nivel de detalle en el alcance y generando la integración de todas las áreas del proyecto.
- La propuesta fue lo suficiente flexible y clara para adaptarse al proyecto, pudiendo ser implementada de manera eficiente, utilizando las herramientas de ambas metodologías para solucionar los problemas en tiempo real.
- Mayor control de riesgos, evitando reproceso, sabemos que los riesgos y reprocesos usualmente pueden darse de manera imprevista y esto puede ocasionar el fracaso del proyecto, por lo cual contar con una gestión de integración de la triple restricción, basada en la metodología PMBOK y FEL, nos aporta una mayor estabilidad, tranquilidad y sobre todo respuesta rápida para disminuir su efecto o incluso pudiendo evitarlos.
- Mejora de toma de decisiones y medidas correctivas, una mejor comunicación e integración de las áreas del proyecto nos ayudará a tomar mejores decisiones, comentar las desviaciones y poder contrarrestar si fuera el caso una desviación en tiempo o costo del proyecto, las medidas correctivas ayudaran a que el cierre del proyecto pueda obtener una mejor utilidad y reducir penalidades por retrasos.
- Mejora en la integración del equipo del proyecto, esto beneficiará a tener un mejor entendimiento, identificar los riesgos y restricciones que puedan afectar el alcance, los costos o el tiempo, pues si se hace una buena integración y se tiene un alcance bien definido se podrá mitigar riesgos y desviaciones.

5.3.3. Costo – Beneficio (Costo de oportunidad del proyecto)

En base a lo indicado anteriormente, para realizar un análisis de costo-beneficio se obtuvo un costo adicional detallado en el ítem 5.3.1 por concepto de HH, pero lo cual significo el cumplimiento con la entrega y la operatividad de la planta concentradora del proyecto minero.

5.3.4. Análisis de la hipótesis

De los resultados obtenidos, se puede observar que la propuesta aplicando la guía PMBOK complementándola con la metodología FEL, es posible durante la ejecución definir un alcance más detallado, mitigando los cambios, controlando el tiempo de ejecución y controlado los costos adicionales, todos ellos cumpliendo con los criterios de aceptación que son asegurado por la gestión de calidad. Esto gracias a la gestión de la integración de los procesos antes mencionado y con ello cumplir con la satisfacción del propietario.



CONCLUSIONES

- Primera:** Al implementar una gestión de integración aplicando la guía del PMBOK complementándola con la metodología FEL en este proyecto, se mejoró el cumplimiento del proyecto en alcance, cumpliendo con entregar la tubería de agua fresca con un revestimiento interno resistente a la corrosión y tenga 30 años de vida útil, en tiempo y costo respectivamente teniendo un SPI de 0.99 y un CPI de 0.98 y en calidad cumpliendo con criterios de alto nivel detallado en el acta de constitución del proyecto y con los controles adecuado.
- Segunda:** Al identificar los factores y causas que intervinieron en los principales problemas de la integración del equipo del proyecto, se concluye que el alcance, tiempo costo y calidad reflejaron problemas como la incompatibilización de los procesos en la determinación del alcance por las condiciones de sitio en el cual se iba a ejecutar, el desfase en 673 días por las incompatibilizaciones de ingeniería con construcción, problemas en tiempos de llegada de procura, el sobre costo por trabajos adicionales que se hicieron para resolver alguna incompatibilidad en terreno y por acciones correctivas de procesos.
- Tercera:** Al realizar el análisis para determinar los impactos de la falta de integración en la ejecución de la construcción del pipeline, se evidencio que a pesar de que la empresa de supervisión tiene todos los estándares para una correcta gestión de proyectos, en el proyecto estudiado no se realizó una correcta gestión de integración lo cual se vio reflejado en el sobre costo por adicionales en el corte y biselado de tubería y con ello obteniendo un desfase de día de 673 días en el plazo con un SPI de 0.52 lo cual indicaba un atraso en el proyecto, sobrecostos de por adicionales al contrato de 67,932,153.73, problemas de calidad que generaron acciones correctivas y ponía en riesgo la operación de la planta.
- Cuarta:** Al realizar la aplicación en la integración del alcance, tiempo, costo y calidad utilizando la guía del PMBOK complementándola con la fase III de la metodología FEL, ha sido valida y se ha demostrado eficientemente en determinar la desviación potencial en base al juicio de expertos, ponderaciones de escenarios y priorizando un criterio de aceptación primordial de cumplir con el tiempo de vida útil de 30 años de la tubería de agua fresca se obtuvo un desempeño del cronograma de 0.99.

Quinta: Al evaluar los beneficios contenido de forma cualitativa y cuantitativa de la propuesta de gestión, permitió una mejora en la gestión de integración del alcance, tiempo, costo y calidad, si bien es cierto se tuvo un incremento de 473 días adicionales al plazo contractual, un costo adicional de \$32,787,488.25, pero cumpliendo el plazo de operación de la planta que está acordado en el nuevo cronograma para el 05 de junio del 2022 y con el criterio de alto nivel en el acta de constitución de entregar una línea de agua fresca con revestimiento que proteja de la corrosión cumpliendo con un tiempo de vida útil de 30 años, la cual se encargará de abastecer a la planta concentradora de mineral. Con todo ello evitando que la planta no opere y el propietario pueda perder por día sin operar la planta 10 millones de dólares.



RECOMENDACIONES

- Primera:** Se recomienda para mantener el alcance, el costo y el cronograma del proyecto, las empresas dedicadas a la gestión de proyectos y construcción necesitan mejorar su gestión de integración y alinearlos con las divulgaciones de PMBOK® - Sexta edición y metodología Front End Loading. Evaluación y seguimiento de las actividades desarrolladas en el marco de la gestión de seguimiento y control durante la fase de implementación.
- Segunda:** Realizar la una correcta identificación de riesgos y la importancia de la participación de todo el equipo en cada fase del proyecto es primordial y esto soportado con la participación del gestor de proyectos para poder hacer una correcta una gestión de integración del equipo del proyecto y este sea un apoyo necesario para lograr una mejor toma de decisiones para obtener mejores resultados del proyecto.
- Tercera:** Se recomienda revisar los estándares de la organización, así como dar una formación especial para empleados influyentes en la gestión de proyectos. Este es un elemento esencial para el desarrollo óptimo de una gestión de integración basada en la guía del PMBOK y metodología Front End Loading.
- Cuarta:** Se recomienda, utilizar esta metodología como base para futuros proyectos a desarrollar y adaptar mejoras en los procesos y actualizar cada una de estas prácticas creadas y editadas como parte de un proceso de mejora y aprendizaje continuo.
- Quinta:** Para evitar los mismos errores y garantizar el éxito de proyectos futuros, es importante aplicar una gestión de integración y revisar las lecciones aprendidas a todos los proyectos similares para que la información de proyectos anteriores se comparta, revise y aplique.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banda, A., & Manya, M. (2018). *Gestión de Proyectos con la Metodología Estándar del PMBOK 6.0 del Project Management Institute en el tramo de las estaciones la Magdalena y San Francisco en la Construcción de la Línea 1 del Metro de Quito*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15821>
- Bnamericas. (08 de 08 de 2018). *Fluor diseñará y construirá el proyecto Quellaveco Copper en Perú*. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/fluor-disenara-y-construira-el-proyecto-quellaveco-copper-en-peru>
- Cagua, L. (24 de diciembre de 2021). *Análisis de la revisión de La Guía del PMBOK 7 y los 12 principios rectores*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lisis-de-la-revisi%C3%B3n-gu%C3%ADa-del-pmbok-7-y-los-12-cagua-ospino/?originalSubdomain=es>
- Diario Gestión de Economía y Finanzas. (18 de 08 de 2018). Artículo. *Diario Gestión de Economía y Finanzas*.
- Echevarría, C. (2009). *La Dirección de Recursos Humanos y la Gestión del Talento Humano como elemento clave para la Competitividad Empresarial. Caso Empresa Fluor Chile S.A.* Universidad de Valparaíso, Viña del Mar, Chile. Obtenido de http://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvsc1/9953/ANI-IPP%20118_noaccesible_.pdf?sequence=1
- Estruga, N. (22 de setiembre de 2023). *Guía para Project Managers: Claves del PMBOK Guide 7 para la dirección de proyectos*. Obtenido de <https://www.ealde.es/pmbok-7/>
- Flores, C. (2006). *Definición Inicial del Proyecto (FEL), una mejor práctica para incrementar el desempeño en los Proyectos*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
doi:<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000609122/3/0609122.pdf>
- Fluor. (2018). *Manual de Terreno de Calidad*.
- Fuentes, M., & Huallparimachi, E. (2021). *Análisis de la Gestión de Riesgos, Costo y Cronograma en la Construcción del Campamento en el Proyecto del Terminal Portuario Multipropósito de Chancay, de Propiedad de Cosco Shipping Ports Chancay*

Perú S.A Aplicando la Guía del Estándar Pmbok® 6ta Ed. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4659>

García-Velarde, P., & Morales, S. (2017). *Propuesta de Implementación de la Gestión de la Planificación para Proyectos en Base a los Lineamientos del PMBOK del PMI, para la Reducción de Costos de una Empresa de Proyectos Industriales y Mineros. Caso: Proyecto "Obras Eléctricas e Instrumentación.* Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstreams/56cafabe-b954-4666-a778-f2f384d3fcea/download>

Gbenedji, G. (7 de agosto de 2016). *Gestión de los Riesgos del Proyecto.* Obtenido de <https://www.gladysgbenedji.com/gestion-de-los-riesgos-del-proyecto/>

Guerrero, G. (2013). *Metodología para la gestión de proyectos bajo los lineamientos del Project Management Institute en una empresa del sector eléctrico.* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20532>

Guía de los Fundamentos para la dirección de Proyecto Guía del PMBOK. (2017). doi:<https://www.udocz.com/apuntes/29624/guia-del-pmbok-sexta-edicion-espanol>

Huamán, L. (2012). *Medios de comunicación en conflictos socio-ambientales: Tratamiento periodístico del conflicto socio-ambiental QUELLAVECO.* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1657/HUAMAN_VELASQUEZ_LENENY_MEDIOS_CONFLICTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Medina, J. (19 de octubre de 2020). *Contratos EPC y Contratos EPCM: alternativas para ejecución de importantes proyectos.* Obtenido de <https://ius360.com/contratos-epc-y-contratos-epcm-alternativas-para-ejecucion-de-importantes-proyectos/>

Project Management Institute, Inc. (2021). *PMBOK 7ma edición & Project Management Institute*. Obtenido de : <https://luisreyes.es/guia-pmbok-septima-edicion-ya-disponible-en-espanol/>

Quispe, R. (2021). *Fortificación de talud mediante la aplicación de shotcrete en el portal de entrada del túnel Capillune - Cortadera, Proyecto Quellaveco.* Universidad

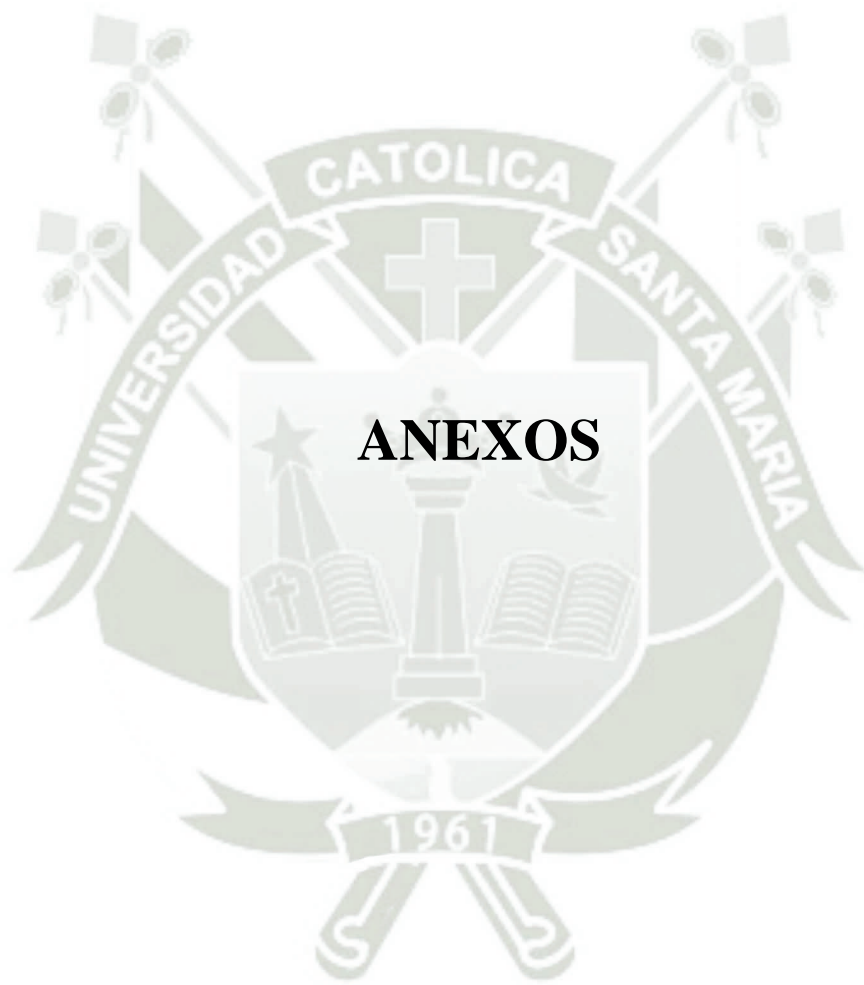
Continental, Ilo, Moquegua, Perú. Obtenido de
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10449>

Rodríguez, P., & Montalvo, Y. (2021). *“Propuesta de gestión de proyecto basado en la guía PMBOK para mejorar la ejecución de carretera de acceso en proyecto minero, Antamina – 2021.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Obtenido de
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/659316/Rodriguez_MP.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Sánchez, A. (7 de junio de 2019). *Oil and Gas.* Obtenido de Metodología Fel (Front-End Loading) para la Gestión de Proyectos:
<https://abfreddy.wordpress.com/2019/06/07/metodologia-fel-front-end-loading-para-la-gestion-de-proyectos/>

Silva, F. (2019). *Control aplicado al movimiento de tierras masivo del proyecto Quellaveco.* Universidad de Piura, Piura. Obtenido de
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4392/TSP_ICI_019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Toro, P. (2021). *Antecedentes Quellaveco.* Obtenido de
<https://es.scribd.com/document/475681533/ANTECEDENTES-QUELLAVECO-docx>

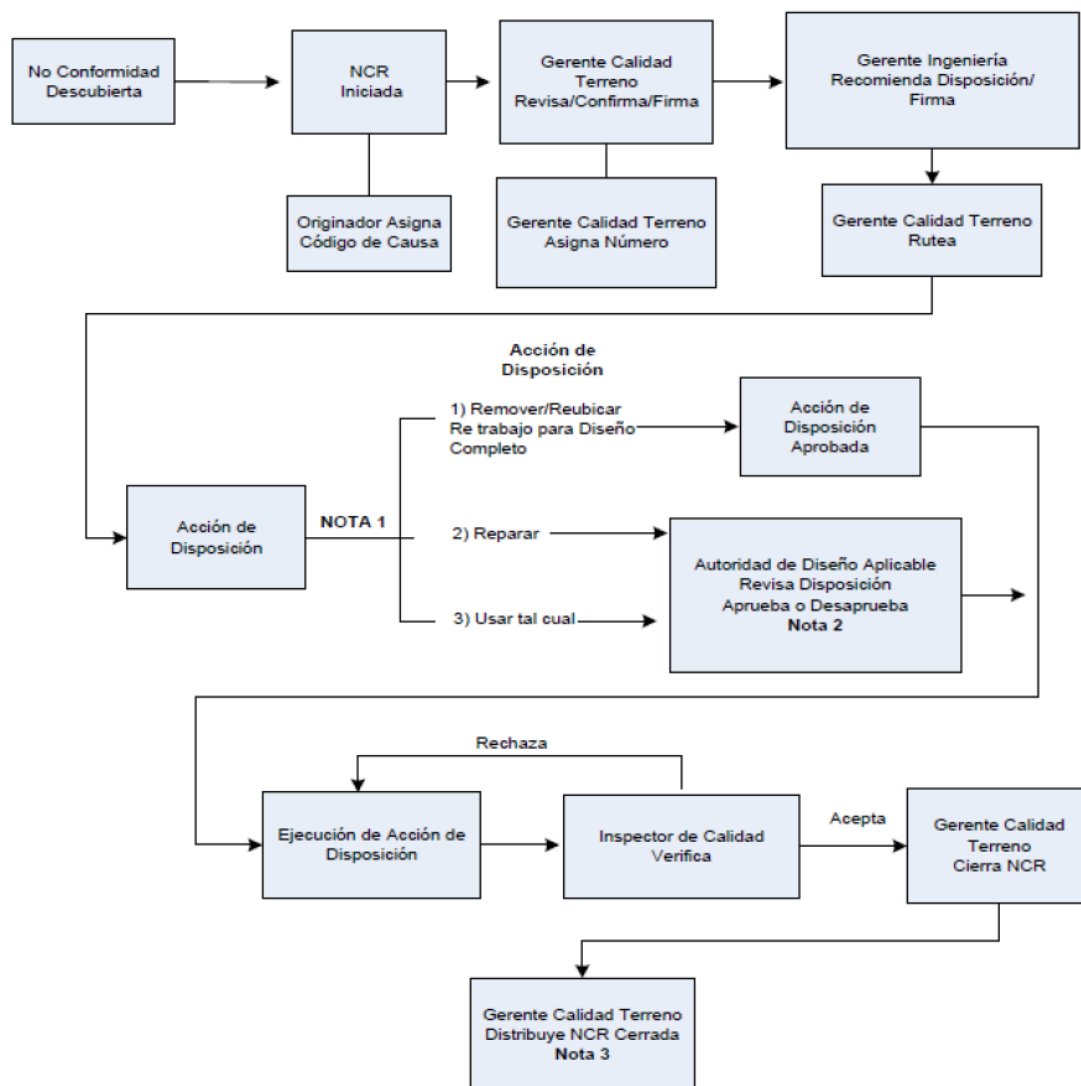


Anexo 1:

Flujograma de ruta reporte de no conformidad – procedimiento manual

Figura 0.1:

Flujograma de Ruta Reporte de no Conformidad-Procedimiento Manual



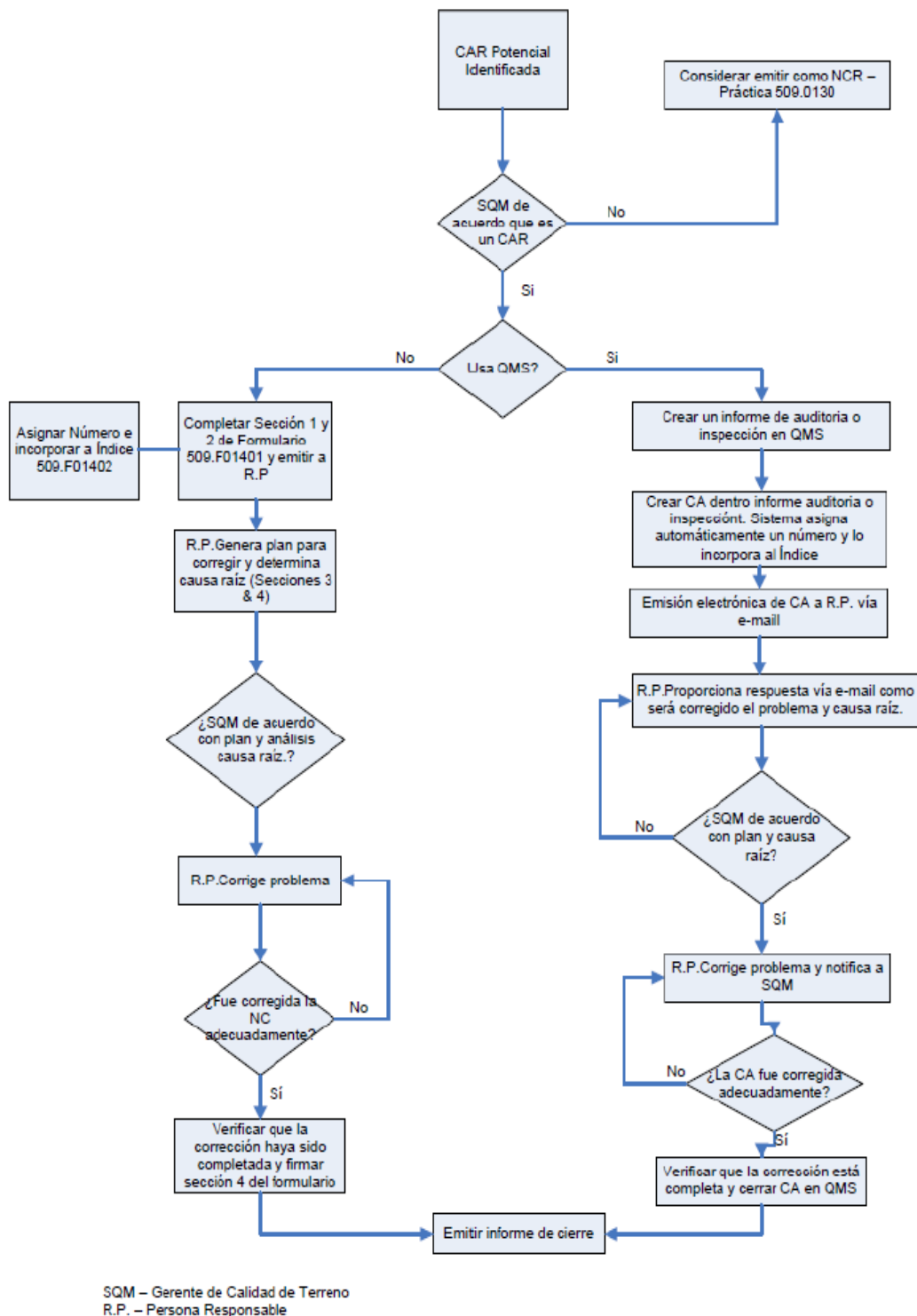
Nota: Extraído del manual de calidad de la supervisión

Anexo 2:

Flujograma reporte acción correctiva

Figura 0.2:

Flujograma Reporte de Acción Correctiva

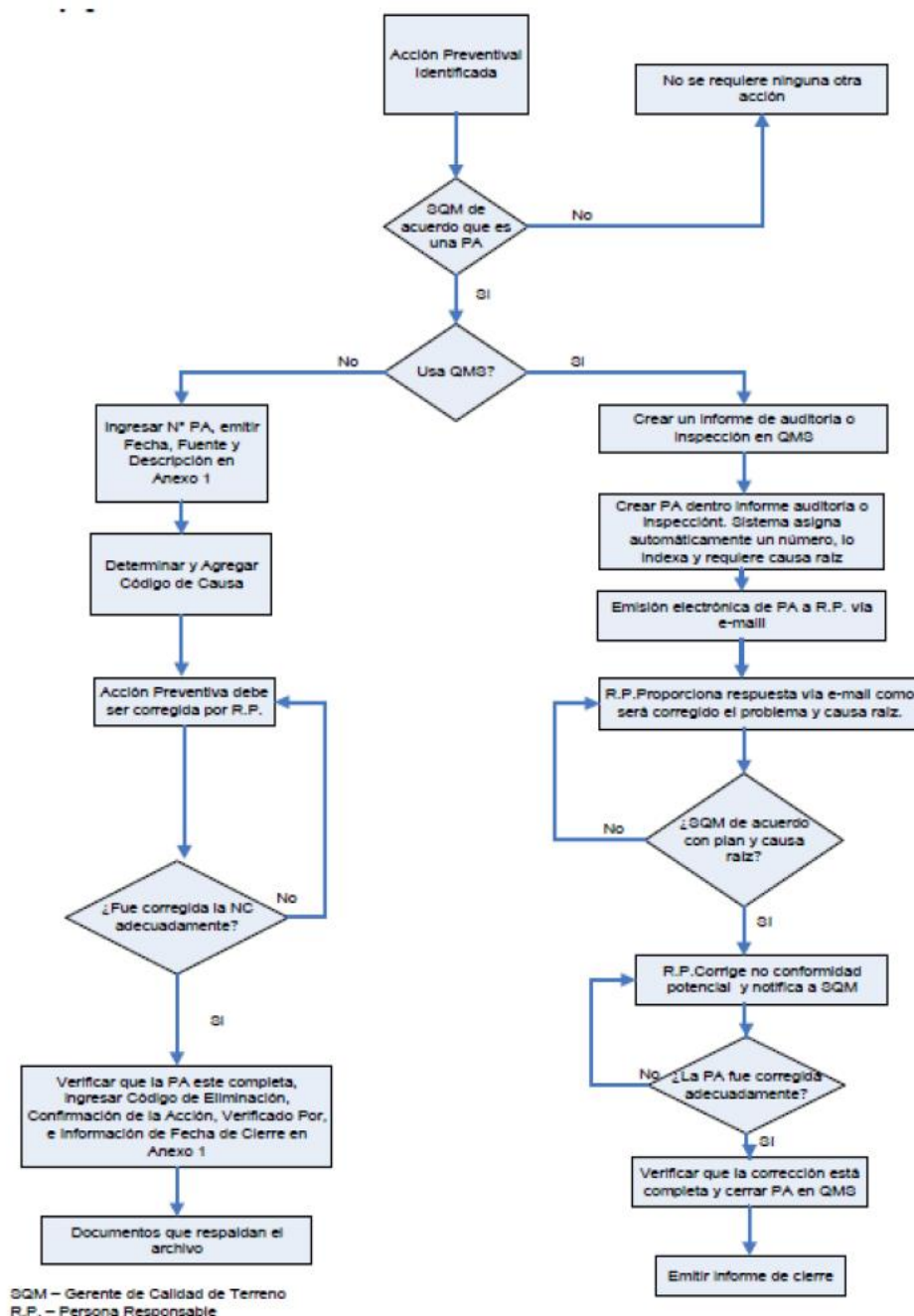


Nota: Extraído del manual de calidad de la supervisión

Anexo 3: Flujograma acción preventiva

Figura A.3:

Flujograma de Acción Preventiva



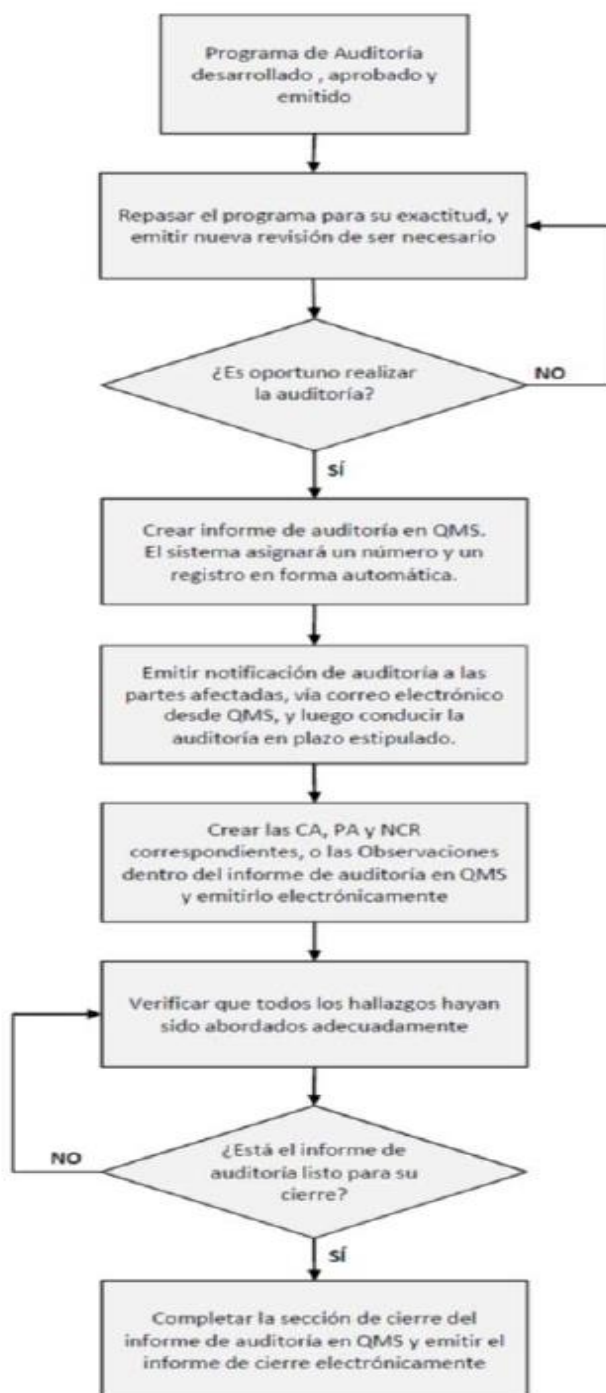
Nota: Extraído del manual de calidad de la supervisión

Anexo 4:

Flujograma auditoria QMS

Figura A.3:

Flujograma de Auditoria QMS



Nota: Extraído del manual de calidad de la supervisión

Anexo 5:
Cronograma trisemanal. 3W

Figura 0.5:

Cronograma Trisemanal 3W

WBS	CWP Construction	Activity ID P6	P6 Actividad	Cant.	Un	Semana Previa							Esta Semana							Próxima Semana						
						Lun 1	Ma 2	Mi 3	Ju 4	Vi 5	Sa 6	Do 7	Lun 1	Ma 2	Mi 3	Ju 4	Vi 5	Sa 6	Do 7	Lun 1	Ma 2	Mi 3	Ju 4	Vi 5	Sa 6	Do 7
2000	2010-001	C2010100020	Cañería para WP #20	100	cu	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10	
	2010-002	C2010110010	Fundación para WP #20	300	m3	10	10	10	20	20			20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20	
Total Hombres / Día						20	20	20	30	30	30	0	30	30	30	30	30	30	0	30	30	30	30	30	30	0
Item Prog 3 Sem	CWP Construction	ID Activiad P6	Actividad Programa Trisemanal	Cant.	Un																					
2000	2010-001	C2010100020	Cañería 4" para WP #20																							
			Instalación Cañería 4" Fnd P-700	40	cu	5	5	5	5	5	5		5	5	5	5	5		5	5	5	5				
			Instalación Cañería 4" Fnd P-705	50	cu	2	2	2	2	2	1		2	2	2	2	2	1		2	2	2	2			
	2010-002	C2010110010	Fundación para WP #20																							
			Inst Concreto Fnd P-605	50	m3					6	6															
			Moldaje Fnd P-450			10	10	10	10	10	10															
			Inst Concreto Fnd P-450	60	m3												6	6								
			Desmoldaje Fnd P-450																4	4	4	4				
			Moldaje Fnd E-610										5	5	5	5	5	5		10	10	10	10			
			Inst Concreto Fnd P-610	70	m3																		8	8		
Total Hombres / Día						20	20	20	20	26	26	0	25	25	25	25	21	21	0	24	24	24	24	13	13	0

Nota: Extraído de las bases del contrato

River	<ul style="list-style-type: none"> • Término.... • Término ... • Inicio ... • Inicio 	
	Temas no Resueltos / Riesgos	Plan de Mitigación
	•	•
	•	•
	•	•
	•	•

Section 2 - Adjuntos

-Fotografías

-Planos

-Otro material gráfico

Nota: Extraído de las bases del contrato

Anexo 7: Ejemplo informe mensual

Figura 0.7:

Ejemplo de informe mensual

- INFORME MENSUAL

El Informe Mensual deberá incluir las siguientes secciones por Área:

Area 1000: HIGH MOUNTAIN

1. **Resumen Ejecutivo**
 - Resumen ejecutivo que abarque la globalidad del alcance del trabajo del área.
2. **Logros Principales**
 - Inicio o Término de actividades relevantes del programa en el período.
3. **Actividades Planificadas**
 - Actividades Relevantes planificadas para el próximo período.
4. **Temas no resueltos y riesgos**
 - Curso de acción recomendado para temas relevantes no resueltos o que impliquen riesgos para el contrato.
5. **Temas Relevantes de Programación**
 - Narrativa en relación a Actividades en Ruta Crítica e Hitos del contrato.
6. **Temas Relevantes del Avance**
 - Narrativa en relación a actividades significativas con avance en el período.
7. **Temas Relevantes Informe de Costos**
 - Narrativa en relación a temas relevantes del informe de tendencias y proyección de costos.
8. **Administración del Cambio**
 - Temas relevantes en relación a los cambios que podrían impactar costos y plazos del contrato.
9. **Adjuntos / Métricas**
 - Exhibit 9-1 Programa Nivel Gerencial
 - Exhibit 9-2 Programa Hitos Contractuales
 - Exhibit 9-3 Programa Detallado del Contrato
 - Exhibit 9-4 Informe de Avance de Construcción y Desempeño.
 - Exhibit 9-5 Informe de Tendencias y Proyección de Costos.
 - Exhibit 9-7 Curva Proyección de Costos
 - Exhibit 9-8 Registro Cambios

Nota: Extraído de las bases del contrato

Anexo 8:

Formulario de solicitud de información (RFI)

Figura 0.8:

Formulario de solicitud de información (RFI)

Número de Instrucción de Terreno de Contrato (CSI) (si corresponde) :		CSI No. _____	
		<input type="checkbox"/> No Aplica	
Firma de la Persona que Responde	Fecha de devolución al Contratista:		
Nombre en Letra Imprinta	Co: Administrador de Contratos		
Cargo:			

Nota: Extraído de las bases del contrato

Anexo 9:
Gestión de cambio (DCN)

Figura 0.9:

Gestión de cambio (DCN)

DCN – Design Change Notice			
Originator:		DCN / REV. #:	
Discipline & Supt:		DATE:	
Drawing Number:		RFI #:	
Other Attachments:		NCR/MDR #:	
Specification:		Contract #:	
Existing Condition:			
Description of Change:			
ROM Estimate:			
Change Management			
Schedule Impact <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO		Cost Impact <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO	
Scope Change <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO		Note: PDN required due to Schedule, Scope or Cost Impact	
Resolution/Action Required/Remarks			
Cause for Change			
1. ENGINEERING AND DESIGN	2. CONSTRUCTION	3. VENDOR/SUB-CONT.	4. CLIENT
<input type="checkbox"/> 1.1 Dimensioning incorrect	<input type="checkbox"/> 2.1 Field fabrication error	<input type="checkbox"/> 3.1 Poor workmanship	<input type="checkbox"/> 4.1 Client initiated change request
<input type="checkbox"/> 1.2 Orientation incorrect	<input type="checkbox"/> 2.2 Installation error	<input type="checkbox"/> 3.2 Fabrication error	<input type="checkbox"/> 4.2 Plant initiated delays
<input type="checkbox"/> 1.3 Conflict with Spec./Standard	<input type="checkbox"/> 2.3 Out-of sequence erection	<input type="checkbox"/> 3.3 Non-conformance to spec	
<input type="checkbox"/> 1.4 Material improperly identified	<input type="checkbox"/> 2.4 Repair of damage	<input type="checkbox"/> 3.4 Vendor drawing error	5.0 LATE DESIGN
<input type="checkbox"/> 1.5 Revision to IFC drawing after initial fabrication or installation	<input type="checkbox"/> 2.5 Accumulation of fabrication and installation tolerances	<input type="checkbox"/> 3.5 Delivery delay/damage	<input type="checkbox"/> 5.1 Rework due to late design or materials information
<input type="checkbox"/> 1.6 Design missed or not detailed	<input type="checkbox"/> 2.6 Schedule variation	<input type="checkbox"/> 3.6 Agreed S/C backcharge	
<input type="checkbox"/> 1.7 Existing Conditions	<input type="checkbox"/> 2.7 Field run design item	<input type="checkbox"/> 3.7 Support of S/C	6.0 WELD REPAIRS
<input type="checkbox"/> 1.8 Other	<input type="checkbox"/> 2.8 Support of other DFL		<input type="checkbox"/> 6.1 Rework due to repair of NDE field welds
Approvals			
Fluor / Sub-contractor Engineering:	Fluor Area Project Manager / Project Engineer:	Client Area Manager / Project Engineer:	
Date:	Date:	Date:	
Signature:	Signature:	Signature:	
Print Name:	Print Name:	Print Name:	
Comments:	Comments:	Comments:	
Distribution			
<input checked="" type="checkbox"/> Site PDDM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nota: Extraído del procedimiento de gestión de cambio de la supervisión.

Anexo 10:

Notificación desviación potencial (PDN)

Figura 0.9:

Notificación desviación potencial (PDN)

POTENTIAL DEVIATION NOTICE ROM ESTIMATE			
Project Client	61XX <i>Rev. A</i>		<input type="checkbox"/> D1 Baseline Change <input type="checkbox"/> D2 Design Development <input type="checkbox"/> D3 Trend <input type="checkbox"/> D4 Budget Shift
AREAS: <input style="width: 150px;" type="text"/>	DATE INITIATED : <input style="width: 150px;" type="text"/>		<input type="checkbox"/> R1 Design Optimization <input type="checkbox"/> R2 Variation Quantity/Price <input type="checkbox"/> R3 Schedule <input type="checkbox"/> R4 Community related <input type="checkbox"/> R5 Safety related <input type="checkbox"/> R6 Capex Omission <input type="checkbox"/> R7 Claims <input type="checkbox"/> R8 Backcharge <input type="checkbox"/> R9 Unforeseen Field conditions <input type="checkbox"/> R10 Scope transfer from/to owner <input type="checkbox"/> R11 Other: _____
PDN TITLE : <input style="width: 400px;" type="text"/>			
DISCIPLINE/ DEPARTMENT : <input style="width: 340px;" type="text"/>			
ORIGINATOR NAME : <input style="width: 340px;" type="text"/>			
PDN DESCRIPTION: <div style="border: 1px solid black; height: 80px; margin-top: 5px;"></div>			
CAUSE OF DEVIATION: <div style="border: 1px solid black; height: 30px; margin-top: 5px;"></div>			
ROM VALUE			
<input type="checkbox"/> Less than 10,000 US cancel, do not initiate	<input type="checkbox"/> 10,000 to 50,000 USD	<input type="checkbox"/> 50,000 to 100,000 USD	
<input type="checkbox"/> 100,000 to 500,000 USD	<input type="checkbox"/> 500,000 to 1,000,000 USD	<input type="checkbox"/> 1,000,000 to 5,000,000 USD	
<input type="checkbox"/> Greater than 5,000,000 USD	<input type="checkbox"/> Other _____		
SCHEDULE IMPACT: Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Comments: _____	
PERMITS IMPACT: Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		_____	
<input style="width: 150px;" type="text"/> <small>CHANGE MANAGEMENT LEAD SIGNATURE - Date</small>		<input style="width: 150px;" type="text"/> <small>SCHEDULE LEAD SIGNATURE - Date</small>	
PROJECT CONTROLS MANAGER SIGNATURE - Date <input style="width: 250px;" type="text"/>			
Fluor Approval: <input type="checkbox"/> Send to Client <input type="checkbox"/> Cancel <input type="checkbox"/> Revise / Resubmit			
FUNDING: <input type="checkbox"/> MANAGEMENT RESERVE <input type="checkbox"/> CONTINGENCY <input type="checkbox"/> DESIGN GROWTH <input type="checkbox"/> INCREASE/ DECREASE ITC <input type="checkbox"/> BUDGET SHIFT			
COMMENTS: _____ PROJECT MANAGER SIGNATURE - Date <input style="width: 250px;" type="text"/>			
Anglo American Decision or Approval			
<input type="checkbox"/> Approved (proceed w/ work) <input type="checkbox"/> Revise / Resubmit <input type="checkbox"/> Stop Work <input type="checkbox"/> Develop Detail Design / Estimate <input type="checkbox"/> Rejected			
COMMENTS: _____			
<input style="width: 150px;" type="text"/> <small>Approver 1 - Date</small>		<input style="width: 150px;" type="text"/> <small>Approver 2 - Date</small>	
<input style="width: 250px;" type="text"/> <small>PROJECT DIRECTOR - Date</small>			

Nota: Extraído del procedimiento de gestión de cambio de la supervisión.

Anexo 11:

Certificado de Transferencia, Cuidado, Custodia y Control

Aviso de Disponibilidad para Transferencia de Cuidado, Custodia y Control
Certificado de Transferencia de Cuidado, Custodia y Control
Anexo 14

AVISO DE DISPONIBILIDAD PARA TRANSFERENCIA DE CUIDADO, CUSTODIA Y CONTROL

CERTIFICADO DE TRANSFERENCIA DE CUIDADO, CUSTODIA Y CONTROL

Contratista:	Proyecto:		
Alcance de Servicios:	<i>Site Services Agreement</i>	Contrato No.:	<i>K-CC-102</i>
Fecha:	<i>05 de junio del 2022</i>	Ubicación:	<i>Perú</i>

AVISO DE DISPONIBILIDAD PARA TRANSFERENCIA DE CUIDADO, CUSTODIA Y CONTROL

Por la presente el Contratista citado líneas arriba certifica que los siguientes Sistemas Operables (y partes de la Instalación acordadas a incluir en los Sistemas Operables) están completas y listas para ser transferidas al Cliente para su Cuidado, Custodia y Control, conforme a los requisitos del Contrato:

1. **1140-6001** *Pipeline y estaciones de bombeo*

*Supervisión
Representante:*
(Nombre y Firma)

Título:

*Propietario:
Representante*
(Nombre y Firma)

Título:

CERTIFICADO DE TRANSFERENCIA CUIDADO, CUSTODIA Y CONTROL

Por el presente CERTIFICADO, el Cuidado, Custodia y Control de los siguientes Sistemas Operables (y partes de la Instalación acordadas a incluir en los Sistemas Operables) se transfieren por este medio del Contratista al Cliente conforme a los requisitos del Contrato:

1. **1140-6001** *Pipeline y estaciones de bombeo*

*SMI
Representante:*
(Nombre y Firma)

Título:

*Anglo American:
Representante*
(Nombre y Firma)

Título:

Nota: Extraído de los procedimientos de la empresa de Supervisión

