



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“MODELO DE GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS OPERACIONALES”

*TESIS PARA OPTAR AL GRADO MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE
EMPRESAS*

PEDRO DANIEL HIDALGO RAMÍREZ

PROFESOR GUÍA
LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
IVAN BRAGA CALDERÓN
ALEJANDRO TAPIA GODOY
WALTER CAZENAVE GUIER

SANTIAGO DE CHILE
AGOSTO 2013

RESUMEN.

El éxito en la gestión de proyectos mineros se ha vuelto un desafío cada día más difícil de cumplir debido a las actuales condiciones del mercado, las cuales han impuesto restricciones para acceder a una mano de obra calificada e insumos críticos a precios competitivos. Bajo este escenario, es primordial ejercer una correcta administración y gestión de los recursos de capital disponibles para la ejecución de una cartera de proyectos, a fin de garantizar el cumplimiento de las metas planteadas en materia de seguridad, plazos de implementación y presupuesto; lo cual asegura la rentabilidad comprometida a los inversionistas.

Si bien la gestión de proyectos mayores es estándar en las distintas compañías mineras, al hacer foco en los proyectos denominados operacionales que cada minera administra, no existe una metodología del todo estandarizada. Los proyectos operacionales se caracterizan por niveles de inversión de tamaño medio (bajo los 250 MUSD y superiores a 10 MUSD) y cuyos retornos de igual forma son acotados, pero cuyos alcances presentan una alta interferencia con los procesos productivos existentes. En este sentido, se presenta el desafío de elaborar un marco metodológico para la ejecución estandarizada de este tipo de proyectos, utilizando una estructura organizacional óptima.

Es importante destacar que la gestión de proyectos es una disciplina que se aprende en la práctica sin mayores herramientas, y por tanto cualquier intento por documentar los aprendizajes y mejores prácticas será un aporte para mejorar las posibilidades de éxito del grupo de ejecución. Los aprendizajes plasmados en este documento corresponden a la ejecución de proyectos que se realiza en el Asset Pampa Norte, en especial para su operación Minera Spence, en el marco de los proyectos de crecimiento que actualmente se encuentra ejecutando la faena.

El desarrollo del marco procedural formará parte de un trabajo más amplio que paralelamente busca estandarizar los procesos de gestión de Proyectos en el Asset, siendo este documento un inicio para la estandarización de los proyectos en la etapa de ejecución. De esta forma, este documento buscara facilitar la definición de metas individuales de cada área así como también las del equipo de ejecución y establecer regímenes de medida que permitan capturar el real desempeño de las empresas de construcción y montaje.

AGRADECIMIENTOS.

Con especial afecto se agradece la oportunidad proporcionada por mi compañía, BHP Billiton y su Asset Pampa Norte, para participar del programa MBA versión Industria Minera. Se agradece todo el apoyo financiero y la disponibilidad en mi jornada laboral para participar de este programa.

Afectuosamente también, se agradece la posibilidad proporcionada por el Head of Projects, Sr. Alejandro Tapia, quién me recomendó para desarrollar este MBA. Se agradece toda la confianza depositada en mis capacidades personales así como también, todo el apoyo en conocimientos para enfrentar este desafío.

Especiales agradecimientos a mi familia, en especial a Yazmin por su paciencia, comprensión y permanente apoyo durante todo este período.

Tabla de Contenido

1. Introducción.	1
1.1. Motivación del Trabajo	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivos Generales.	2
1.2.2. Objetivos Específicos.	2
2. Antecedentes.	3
2.1. Marco de Trabajo	3
2.2. Contexto Organizacional del Asset Pampa Norte.	3
2.3. Contexto de Mercado.	6
2.4. Gestión de Proyectos.	8
2.4.1. Fases de un Proyecto	8
2.4.2. Procesos para la ejecución de un proyecto	10
2.4.3. Entrega a operaciones	12
2.5. Lecciones Aprendidas en la ejecución de Proyectos	13
2.5.1. Gestión de Compras	13
2.5.2. Gestión de Contratos	14
2.5.3. Comisionamiento y Puesta en marcha	15
2.5.4. Programación y control de actividades	16
3. Planteamiento Organizacional.	19
3.1. Equipos y Roles del Owner Team	19
3.1.1. Equipo de Ingeniería	20
3.1.2. Equipo de Ejecución.	24
3.1.3. Equipo de Control.	27
3.2. Diseño Organizacional	30
3.2.1. Apoyo áreas funcionales	30
3.2.2. Organigrama Equipo de Ejecución	32
4. Metodología del equipo de Ejecución.	33
4.1. Interacción entre Equipos de trabajo	33
4.2. Proceso general para la Construcción y Montaje	34
4.2.1. Reunión de Kick-Off	36

4.2.2. Realizar evaluación de riesgo del montaje	36
4.2.3. Planear las actividades	36
4.2.4. Realizar tareas de montaje	37
4.2.5. Medición del progreso del proyecto	37
4.2.6. Definir ajustes	37
4.2.7. Entregar los informes finales	38
4.3. Proceso de Comisionamiento y Puesta en Marcha	38
4.3.1. Realizar evaluación de riesgo para el comisionamiento	40
4.3.2. Pruebas	40
4.3.3. Ejecutar el arranque del proyecto	40
4.3.4. Gestionar la entrega del proyecto al cliente	41
4.4. Planificación y Control de la Ejecución	41
4.4.1. Alcances de la Planificación y Control de la Ejecución	42
4.4.2. Programación de Actividades	43
4.4.3. Programación de Detenciones y Tie In	45
4.4.4. Control de avance físico	45
4.4.5. Control de Adquisiciones	46
4.4.6. Informes	47
4.5. Gestión Salud, Seguridad y Medioambiente - HSE	48
4.5.1. Exigencias al contratista de construcción y montaje	49
4.6. Interacción con el Cliente	50
4.6.1. Esquema de inter-relaciones	53
5. Estructura organizacional para la Ejecución.	54
5.1. Interacciones Owner Team y Empresa Colaboradora de Construcción	54
5.2. Impactos de la nueva organización propuesta.	56
5.2.1. Comparativo en la ejecución de un único proyecto	57
5.2.2. Comparativo para una cartera de proyectos	60
6. Conclusiones.	62
Bibliografía	63
7. Anexos	64
7.1. Anexo A - Nomenclatura.	64
7.2. Anexo B - Formato Informe Diario	66
7.3. Anexo C - Formato Informe Semanal	68
7.4. Anexo D - Formato Informe Mensual	70
7.5. Anexo E - Formato Informe Avance para construir curva S	71
7.6. Anexo F - Formato seguimiento de adquisiciones	72
7.7. Anexo G - Formato Lista de Defectos - Punch List	73
7.8. Anexo H - Formato Lista de Chequeo final - Check List	75
7.9. Anexo I - Procedimientos mínimos	76

7.9.1. Generales	76
7.9.2. Eléctricos	77
7.9.3. Mecánica Estructuras	78
7.9.4. Civiles	79
7.10. Anexo J - Protocolos mínimos de calidad	79
7.10.1. Generales	79
7.10.2. Eléctricos	80
7.10.3. Mecánica Estructuras	80
7.10.4. Civiles	81

Capítulo 1

Introducción.

Las actuales condiciones de mercado han empujado a la industria minera a desarrollar proyectos de inversión que permitan incrementar la producción y con ello la rentabilidad durante el período de bonanza. Un primer paso para incrementar la producción es maximizar la utilización de la capacidad instalada, a través de optimizaciones puntuales en la línea productiva que resultan de un análisis técnico económico de las restricciones o cuellos de botella existentes. Así nacen proyectos que buscan identificar estos cuellos de botella y ejecutar las mejoras que sean necesarias para eliminar estas restricciones, lo cual tiene un impacto directo en el valor del negocio. Los proyectos operacionales usualmente requieren intervenciones en equipos críticos dentro del proceso, por tanto podrían afectar su capacidad productiva durante el tiempo que dure la intervención; y eventualmente afectarla de forma permanente si resultan dañadas las instalaciones. En este contexto, el éxito en la ejecución de los Proyectos Operacionales resulta relevante para el negocio, y por tanto se requiere de una gestión óptima que permita asegurar el cumplimiento de las metas del proyecto.

Actualmente el Asset Pampa Norte perteneciente a la compañía BHP Billiton, que controla las operaciones Spence en Sierra Gorda (II Región) y CMCC (I región), se encuentra en pleno proceso de crecimiento a través de la implementación proyectos operacionales que permitirán maximizar las capacidades productivas con la infraestructura base existente. Para desarrollar y ejecutar estos proyectos dispone de la unidad de Proyectos Operacionales que realiza los estudios de ingeniería en todas sus etapas y luego ejecuta las obras de construcción y montaje en las faenas. Considerando el volumen y envergadura de los proyectos en cartera, es imprescindible contar con una metodología que permita estandarizar la gestión para la ejecución de los diferentes proyectos en el Asset, lo cual será materia del presente trabajo de tesis.

Si bien en la compañía existen lineamientos para la gestión de proyectos de inversión de gran envergadura contenidos en el "Global Level Document for Major Capital Projects" [1] (válido para inversiones superiores a 250 MUSD), éstos no son del todo ajustables a la realidad de proyectos que buscan optimizar procesos con un bajo nivel de inversión

denominados operacionales ”. De esta manera empleando como base la guía para la gestión y administración de proyectos contenida en el ”PMBOK”[4], emitido por el Project Management Institute (PMI), esta tesis busca establecer una estructura organizacional y metodológica para la gestión de proyectos operacionales en Pampa Norte, la cual sea aplicable a cualquier proyecto de esta naturaleza no importando la compañía o industria en la cual se desarrolle, con foco en el cumplimiento de metas tanto en materia de seguridad, calidad, plazos y costos presupuestados.

1.1. Motivación del Trabajo.

Si bien existe una amplia bibliografía referente a la gestión y administración de proyectos, en general ésta es aplicable en organizaciones muy robustas que por lo general se usan en proyectos de gran envergadura. Este trabajo busca adaptar los conceptos generales y aplicarlos en proyectos operacionales de tamaño medio (inversión sobre 5 MUSD y hasta 250 MUSD), cuyo nivel organizacional es claramente menor a los grandes proyectos.

Por otra parte, la experiencia en el desarrollo de este tipo de proyectos ha evidenciado aprendizajes que resultan relevantes de documentar y formalizar en una metodología aplicable a todo tipo de proyectos llamados operacionales.

1.2. Objetivos.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo establecer una metodología para la gestión y administración exitosa de proyectos operacionales, considerando un marco procedimental que permita minimizar los riesgos y asegurar el cumplimiento de las metas establecidas.

1.2.1. Objetivos Generales.

- Establecer un marco procedimental para el cumplimiento del plazo, la calidad y el presupuesto del proyecto.
- Elaborar un procedimiento para la gestión y administración de proyectos operacionales.
- Definir una estructura organizacional recomendada del Owner Team y el contratista

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Estandarizar la gestión de proyectos.
- Establecer un control efectivo sobre el plan de ejecución del proyecto.

Capítulo 2

Antecedentes.

2.1. Marco de Trabajo

El Asset Pampa Norte se encuentra en pleno proceso de crecimiento y se ve enfrentado a desarrollar un gran número de iniciativas que buscan aumentar los volúmenes de producción, en una primera instancia maximizando el uso de las capacidades instaladas para lo cual sus intervenciones pueden resultar en un daño irreparable en producción para la operación; por tanto es vital contar con todos los controles que permitan maximizar las oportunidades de éxito.

El presente trabajo pretende desarrollar una metodología para la gestión de proyectos operacionales en base a la experiencia en la ejecución de este tipo de proyectos en el Asset Pampa Norte; a fin de mejorar a futuro la productividad del owner team, la seguridad y calidad de los trabajos a ejecutar; así como también controlar de forma eficaz los costos y plazos planteados, estableciendo requerimientos mínimos tanto a nivel organizacional, documental y contractual.

De esta manera, el presente estudio busca establecer el paso a paso en la ejecución de los proyectos operacionales, detallando los requerimientos y acciones necesarias de realizar tanto por el Owner Team como las empresas colaboradoras. De esta manera se detallaran las gestiones y acciones necesarias para: obtener los fondos de inversión, desarrollar las ingenierías asociadas, realizar la reportabilidad del proyecto, adjudicar insumos y contratistas, realizar el inicio de obras en faena y realizar los controles de avance e inversión.

2.2. Contexto Organizacional del Asset Pampa Norte.

BHP Billiton es una compañía líder de recursos naturales cuyas diez divisiones tienen presencia en más de veinticinco países alrededor del mundo: Petróleo, Aluminio, Uranio,

Diamantes y productos de especialidad, Materiales para acero inoxidable, Hierro, Manganeso, Carbón Metalúrgico, Carbón Energético y Metales Bases. Su base corporativa se encuentra en Melbourne, Australia y desde allí son controlados los corporativos de cada división, entre ellas la correspondiente a Metales Base ubicada en Santiago.

El Asset Pampa Norte forma parte junto a Escondida, Antamina (Perú), Pinto Valley (Estados Unidos), y Cannington (Australia) de la división de Metales Base de BHP Billiton. El Asset Pampa Norte está conformado por las operaciones Cerro Colorado y Spence ubicadas en la primera y segunda región de Chile respectivamente (ver figura 2.1) y en conjunto su producción alcanza las 270 mil toneladas de cátodos de cobre de alta pureza (ver figura 2.2), lo que representa el 25 % de la producción mundial de cobre de BHP Billiton.



Figura 2.1: Operaciones Base Metals y su Asset Pampa Norte.

El Asset está dividido en ocho gerencias, entre las cuales se encuentra el área de Proyectos, la cual tiene dos grandes responsabilidades: (i) por una parte de desarrollar proyectos de crecimiento que permitan procesar minerales hipógenos en ambas operaciones, a cargo de la Gerencia de Proyectos Mayores, y (ii) desarrollar proyectos de mejora operacional para maximizar las capacidades instaladas, a cargo de la Gerencia de Proyectos Operacionales (ver figura 2.3).

La Gerencia de Proyectos Operacionales se encuentra actualmente ejecutando dos proyectos en Spence (Spence North Phase Access, Spence Throughput Increase) y otro en

	Unidades	2009	2010
Producción	Toneladas	256.529	267.053
Datos Financieros			
Ventas	Millones US\$	1.558	2.326
Inversión Total Acumulada	Millones US\$	2.537	2.987
Colaboradores al 31 de diciembre			
Dotación Propia*	Nº de personas	1.856	1.910
Contratistas	FTE (<i>Full Time Equivalent</i>)	2.423	2.826

Figura 2.2: Producción de Cobre del Asset Pampa Norte

Cerro Colorado (Stacking CMCC Upgrade), para los cuales su estructura organizacional se encuentra en plena expansión y rediseño para abordar eficientemente las necesidades futuras de la división.

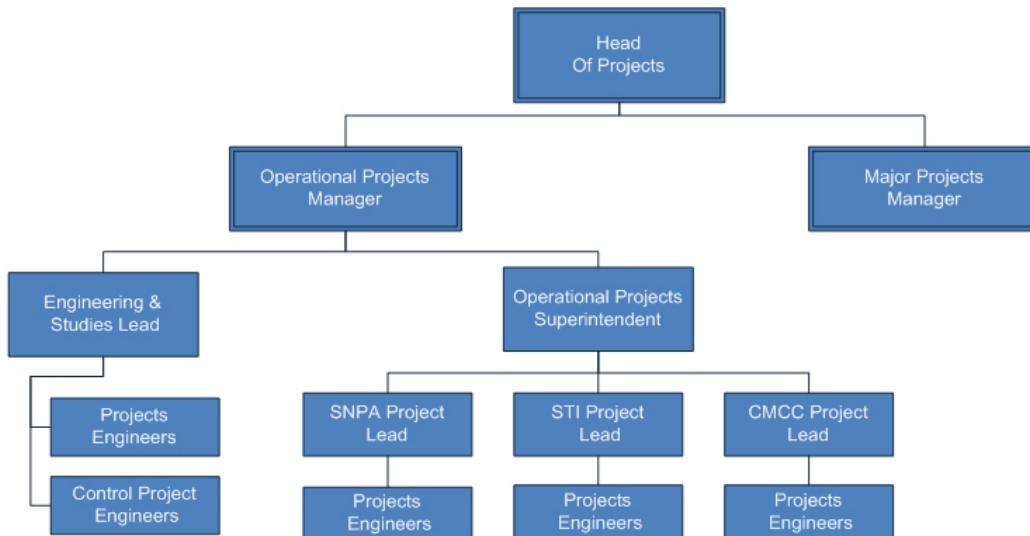


Figura 2.3: Organigrama de Proyectos, 2011.

El presente estudio recogerá los aprendizajes de estos proyectos actualmente en ejecución, y propondrá mejoras organizacionales y de gestión para la ejecución de los futuros proyectos dentro el Asset Pampa Norte, basado en los lineamientos de la compañía y en los estándares para el desarrollo de proyectos establecido por el PMI.

2.3. Contexto de Mercado.

El alza mundial en la demanda metálicos no ferrosos ha levantado fuertemente los precios de los commodities, en especial para el Cobre cuyo precio se ha casi triplicado en los últimos 5 años. Esta alza ha impulsado el desarrollo de numerosos proyectos de Cobre, tanto de expansión como para el desarrollo de nuevas minas en todo el mundo. La producción asociada a tales proyectos se estima en 12 millones de toneladas de cobre fino, de las cuales el 54 % proviene de yacimientos ubicados en Latinoamérica, según datos mostrados en la figura 2.4

Actualmente Chile provee el 20 % de la producción mundial y ocupa el primer lugar en producción comprometida (16 % mundial, ver figura 2.5) por los nuevos proyectos en ejecución, según se puede observar en la tabla N°3. En este escenario, existe una alta demanda HHs de ingeniería y construcción fuertemente especializada en minería, que el mercado actualmente no es capaz de suplir, razón por la cual las mineras deben comenzar a ejecutar planes de retención y desarrollo de grupos de proyectos, que permitan materializar las iniciativas de crecimiento y así aumentar el valor del negocio.

País	Producción asociada (TM)	Participación (%)
África	1.599.000	13,07
América	7.629.000	62,37
Latinoamérica	6.693.000	54,72
Norteamérica	936.000	7,65
Asia	1.796.000	14,68
Europa	284.000	2,33
Oceania	923.000	7,55
Total Mundial	12.231.000	100,00

Figura 2.4: Principales países por concentración de proyectos y producción asociada. Cifras según catastro Cochilco 2011 [2]

La actividad minera en Chile ha evidenciado un progresivo aumento en los últimos años lo que se ha evidenciado en el sostenido aumento de la inversión, la cual el pasado 2010 alcanzó los US\$46.613 millones repartidos en 136 proyectos (ver figura 2.6), los cuales representan un aumento superior al 30 % respecto al año anterior. A su vez los proyectos por ejecutar aumentaron un 20 % respecto al año anterior alcanzando los US\$18.083 millones de inversión comprometida.

De esta manera, la inversión involucrada en proyectos mineros actualmente en construcción representa cerca de un 40 % del total de la actividad del país, si se considera que los proyectos energéticos en su mayoría suplen las necesidades de uso intensivo de las

Ranking	País	Nº de proyectos	Participación en el total (%)	Producción asociada (TMF)	Participación en producción (%)
1	Chile	26	15,7	2.376.400	19,4
2	Perú	19	11,5	2.334.000	19,1
3	Canadá	18	10,8	527.000	4,3
4	Australia	14	8,4	674.000	5,5
5	Congo RD	12	7,2	804.000	6,6
6	México	10	6,0	486.600	4,0
7	EE.UU	8	4,8	409.000	3,3
8	Brasil	7	4,2	556.000	4,5
9	Filipinas	6	3,6	281.000	2,3
10	Zambia	6	3,6	559.000	4,6
11	China	4	2,4	170.000	1,4
12	Arabia Saudita	4	2,4	106.000	0,9
Sub total		134	80,6	9.283.000	75,9
Mundo		166	100,0	12.231.000	100,0

Figura 2.5: Producción Mundial asociada a nuevos proyectos. Cochilco 2011.



Figura 2.6: Evolución de la Inversión en Proyectos mineros en Chile

mineras.(ver figura 2.7).

Junto con consolidar y retener el conocimiento en el desarrollo de proyectos, las empresas mineras deben asegurar que las lecciones aprendidas y las mejores prácticas sean implementadas en los futuros proyectos, con el fin de garantizar un sostenido mejor desempeño en el amplio rack de iniciativas que actualmente se manejan. No existe otra forma más efectiva para el traspaso de estos aprendizajes que a través de una metodología



Figura 2.7: Distribución de Proyectos a nivel país por sector. Sofofa 2011.

que sintetice la organización y las medidas de control que permitan garantizar el éxito en la gestión futura de proyectos.

2.4. Gestión de Proyectos.

Los proyectos se definen de varias formas dependiendo de la bibliografía que se tome como referencia, siendo una de las más acertadas la siguiente:

organizar actividades que no pueden ser tratadas dentro de los límites operativos normales de la organización, lo cual demanda un esfuerzo temporal (con comienzo y final definidos) que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, [4]

De esta manera la gestión y administración de proyectos no es trivial y depende de la naturaleza del proyecto, así como también de la organización en la cual se encuentra.

2.4.1. Fases de un Proyecto

Los proyectos pueden diferenciarse unos de otros al monto de inversión requerido, lo cual determina por lo general el nivel de complejidad en su diseño y el nivel de las aprobaciones necesarias para proseguir con la ejecución final. En el caso particular de la minería, se considera que montos de inversión superiores a 2 MUSD corresponden a proyectos de tamaño medio, mientras que montos superiores a 250 MUSD corresponden a proyectos mayores. En ambos casos, el desarrollo de los proyectos desde una idea hasta ser convertidos en una realidad operable puede dividirse en cinco fases (ver figura 2.8), las cuales según el estándar del "Project Management Institute" (PMI) son:

- A.Identificación

En esta etapa se buscan potenciales alternativas que permitan agregar valor al negocio, identificando y no analizando con mayor profundidad los riesgos que esta iniciativa pudiese representar. Es vital en esta fase eliminar las alternativas que definitivamente no tienen potencial para evitar un uso injustificado de recursos en futuros estudios. El nivel de ingeniería y de caracterización de los recursos es limitado aún.

- B.Selección

En base a las alternativas identificadas se avanza en detallar la ingeniería a nivel básico para obtener un presupuesto tanto para la inversión como para la futura operación del proyecto, así como también los recursos humanos, permisos, impactos medioambientales, riesgos y un mayor volumen de información geológica que permita agregar mayor certeza sobre los recursos involucrados. De esta manera, de existir valor tras las evaluaciones económicas, se seleccionan alternativas potenciales estableciendo una recomendada, la cual deberá estar respaldada por retornos de inversión superiores a cero. Estas alternativas serán rankeadas con el pool de iniciativas de la compañía a fin de determinar cuáles serán sometidas a la aprobación para proseguir con los estudios de Definición. A este nivel, es necesario declarar los estudios recomendados de realizar en todas las áreas para la siguiente fase, en especial pruebas experimentales e industriales que sean necesarias.

- C.Definición

Se avanza en el desarrollo de los estudios de ingeniería a nivel de detalle (50 a 75 % completado) y en la realización de las pruebas correspondientes a la alternativa seleccionada en la etapa anterior (pudiendo existir dos en algunos casos), sometiendo dicha alternativa a una evaluación económica exhaustiva (NPV) en la cual se consideran los valores finales de inversión y costos futuros de operación con un nivel de certeza de un 10-15 % , ver figura 2.9. A este nivel se encuentra completamente definido el alcance del proyecto, los riesgos y sus controles, así como todas las consideraciones medioambientales y permisos necesarios para la ejecución del proyecto. De esta manera, en esta fase se presenta el proyecto a la aprobación final para iniciar su construcción con un alcance y objetivos definidos (Scope of work, SoW) y las metas de cumplimiento para la siguiente fase (Key points indicators, KPIs) de acuerdo a un plan de trabajo propuesto (Project Execution Plan, PEP).

- D.Ejecución

Una vez aprobado el proyecto, se deben completar los estudios de detalle en paralelo se da inicio a al plan de adquisiciones y contratos de acuerdo al PEP aprobado. Así una vez terminados los estudios complementarios, se debe desarrollar de forma física lo planteado en los estudios y disponerlo a condición de operación según los KPIs definidos para la ejecución exitosa del proyecto.

- E.Operación

Una vez construido el proyecto y dispuesto con todas las pruebas necesarias de funcio-

namiento para garantizar el cumplimiento de los alcances y sus objetivos, el proyecto es entregado a un grupo de Operaciones para su puesta en servicio.

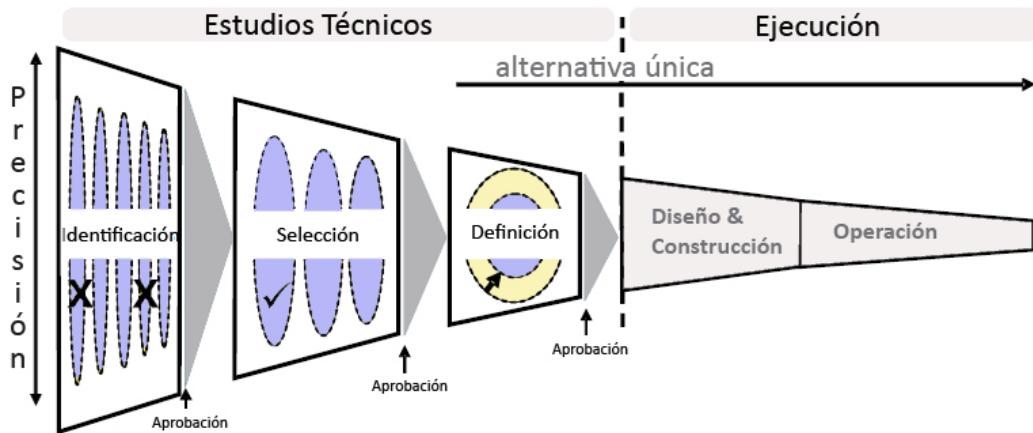


Figura 2.8: Etapas de un proyecto.

	Identificación	Selección	Definición
Iteraciones	Múltiples	2-5	1 (2) definida
Precisión	± 30-45%	± 20-25%	± 10-15%
Contingencia	≈ 25%	≈ 15%	≈ 10%
Opciones	Varias	2-5	1-2

Figura 2.9: Contingencias a considerar por etapa.

Cada una de estas etapas debe cumplir con la elaboración de un mínimo de entregables para lo cual es necesario implementar un sistema integrado para la gestión y administración de proyectos que permita minimizar los riesgos de sobrecosto y desviaciones en el programa de ejecución [3].

2.4.2. Procesos para la ejecución de un proyecto

Una vez que los Proyectos son parte del plan de inversiones de una compañía y deben avanzar en su etapa de ejecución, es necesario coordinar la realización de cinco procesos de forma paralela según se muestra en la figura 2.10:

- **Iniciación**

Término de todos los estudios aprobados y necesarios para iniciar la ejecución del proyecto.

■ Planificación

Establecer un plan detallado de trabajo en acuerdo con los alcances y objetivos, identificando las actividades y planes de acción críticos.

■ Ejecución

Integrar a todos los agentes y recursos necesarios en acuerdo con el plan y así concretar los trabajos.

■ Monitoreo y Control

Seguimiento, revisión e intervención oportuna en el progreso de las actividades detalladas en el plan de trabajo.

■ Cierre

Proceso de formalización del término de las obras con su respectivo hand-over.

Para el desarrollo de cada uno de estos procesos se requiere la interacción coordinada de una serie de equipos de trabajo tanto de ingeniería, programación, compras y contratos, construcción, medioambiente, comunidades, recursos humanos, revisiones externas y los equipos del cliente final. El éxito de los proyectos está sometido a una correcta coordinación de todos estos agentes y a su oportuno involucramiento previo y durante la ejecución. De esta manera, se requiere una definición anticipada de los roles y responsabilidades de cada equipo en cada una de las fases del proyecto.

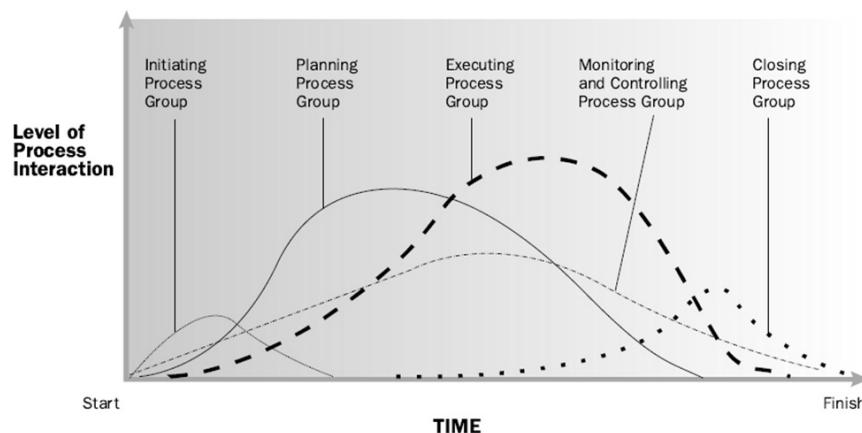


Figura 2.10: Nivel de interacción de procesos en el desarrollo de proyectos.

Los roles de cada equipo son dinámicos según la fase en la cual se encuentre el proyecto, por tanto los responsables de cada proceso en la cadena también varían. De esta manera, resulta vital definir una estructura organizacional óptima que permita enfrentar estos procesos a lo largo de la vida del proyecto.

2.4.3. Entrega a operaciones

Para realizar la entrega final del Proyecto a Operaciones es necesario planificar las entregas parciales y definir oportunamente a los responsables de la operación para participar de las recepciones respectivas (ver figura 2.11), y de esta forma garantizar la operatividad de los sistemas y el cumplimiento de las metas organizacionales que el proyecto involucra.

Todo comienza con el desarrollo del comisionamiento, el cual da paso a la formalización de los punch list^{7.1} *internos de construcción* y posteriormente a los punch de *entrega a operaciones*, en base a los cuales se determina la puesta en servicio de los equipos. En este proceso es necesario que los equipos de Operaciones designen a su respectivo SPA7.1 para el proyecto, tal cual se menciona en la sección 3.2.1 y a través de ellos participen ampliamente en las caminatas de inspección en conjunto con el grupo de Proyectos; a fin de recopilar todas las desviaciones de la construcción y de la operación de los equipos, las cuales serán listadas para posteriormente establecer de forma coordinada acciones, responsables y fechas de cierre.



Figura 2.11: Proceso de entrega del Proyecto al grupo de Operaciones y sus participantes en cada caso.

Una vez cerrados los punch list, el equipo de Proyectos cierra su participación en el proceso y realiza la entrega formal al SPA7.1, quién posteriormente deberá coordinar con Operaciones la realización de la puesta en marcha de los equipos para su entrega definitiva a Operaciones. Es importante considerar la realización oportuna de las respectivas capacitaciones al personal de mantenimiento y operaciones dentro del proceso de entrega, a fin de garantizar el correcto empoderamiento del usuario en la operación definitiva de los nuevos sistemas. De esta manera, se debe evitar en lo posible el involucramiento del personal de Proyectos más allá del cronograma dispuesto para este tipo de actividades, las cuales retrasan la puesta en servicio de las nuevas instalaciones y equipos; prolongando la presencia y vínculo del equipo de proyectos con la corrección de deficiencias que tarde o temprano deben ser asumidas por el grupo de mantenimiento de la Operación.

2.5. Lecciones Aprendidas en la ejecución de Proyectos

Como resultado de la ejecución de proyectos realizada por el grupo de ejecución del área de Proyectos en el Asset Pampa Norte, es posible extraer una serie de aprendizajes, los cuales deben ser necesariamente capturados por un modelo de gestión que permita alcanzar éxito en la implementación de los futuros proyectos.

2.5.1. Gestión de Compras

Es imprescindible implementar tempranamente un seguimiento exhaustivo al programa de suministros diseñado por el área de ingeniería, para lo cual se requiere un formal hand-over del proceso con todos los detalles tales como:

- WBS de compras y contratos con sus respectivas solicitudes y órdenes de compra.
- Bases y especificaciones técnicas disponibles para los procesos de compra y contratos.
- Datos de contacto de todos los proveedores.

De esta manera, el área de control y programación del grupo de ejecución en faena deberá:

- implementar un oportuno plan de inspecciones de calidad previo al despacho desde fábrica.
- asegurar el cumplimiento en los plazos de entrega para los despachos.
- monitorear los transportes desde fábrica a faena en todas sus etapas.
- asegurar re-inspección de calidad una vez el suministro se encuentre en faena y en sus entregas al contratista de construcción y montaje.
- implementar oportunos planes de acción frente a las desviaciones que se evidencien en las entregas.

Este proceso deberá ser apoyado por un contratista para la verificación de calidad especializado, el cual asegure el cumplimiento con las especificaciones técnicas y estandares exigidos por la compañía para cada uno de los componentes y estructuras en proceso de compra.

2.5.2. Gestión de Contratos

En base a la experiencia en la ejecución de las obras de construcción y montaje en faena, se ha evidenciado que las bases de los actuales contratos celebrados por la compañía no presentan las herramientas necesarias para que el equipo ejecutor implemente medidas de control y mitigación sobre las desviaciones en el desempeño que pudiese evidenciar el contratista de montaje y construcción. Para este efecto es imprescindible que el contrato explice:

- **Bases de Medición y Pago** Una vez las obras son definidas en el WBS del proyecto con todas sus partidas y sus respectivas cantidades, es necesario que las ofertas sean presentadas en el mismo formato con sus correspondientes análisis de precios unitarios (APU). Una vez el contrato es adjudicado, debe ser plasmado en las bases de medición y pago, de forma tal que las obras adicionales y/o disminuciones de obras puedan ser valorizadas de forma precisa y rápida sin mayores conflictos.
- **Aportes** Es necesario establecer claramente cada uno de los aportes del mandante y el contratista, estableciendo los límites de batería para los suministros y los plazos mínimos de antelación para contar con los materiales y equipos previo al inicio de las obras.
- **Porcentaje de comercialización** Junto con precisar los valores detallados en el APU, es necesario acordar con el contratista un margen para las transacciones que sean solicitadas por el mandante para la correcta ejecución de las obras. Es común que durante el desarrollo de las obras sean precisados ya sea por ingeniería o por construcción, materiales o equipos fuera del alcance del contrato original, para lo cual la estructura de compras del contratista es mucho más ágil para obtener de forma oportuna los recursos que sea necesarios.
- **Vendors** Durante el comisionamiento y puesta en marcha de los equipos es vital el soporte que los vendors (representantes de los fabricantes de los equipos) entregan al equipo de puesta en marcha, sin embargo, es importante que estos profesionales cumplan con un mínimo de requisitos para resguardar la seguridad de sus actividades, y así cumplir con aspectos legales exigidos por el Reglamento de seguridad minera”(DS132) y las normativas internas de la compañía. En este sentido es necesario que en la formulación de los contratos de soporte técnico en faena se consideren las siguientes exigencias para el personal:
 - Certificado de examen preocupacional
 - Inducciones del área y cursos específicos del área de trabajo
 - Contrato de trabajo y/o documentación que respalde la relación contractual
 - Carta de inicio de actividades en Sernageomin

- **Multas** Los contratos deberán dar margen para la aplicación de multas en forma parcial y progresiva a lo largo de la vida del proyecto, de manera de resguardar el cumplimiento en plazo, cantidad y calidad de las obras. Al disponer de un contrato con claras bases de medición y pago en concordancia a un detallado WBS, es posible aplicar multas de forma progresiva y parciales de existir incumplimientos de seguridad, en las entregas de las obras y/o protocolos asociados, así como también en las cantidades comprometidas.
- **HSEC** Si bien los requerimientos HSEC son parte integral de la evaluación de las empresas de servicios, los contratos una vez celebrados no hacen referencia en sus claúsulas de incumplimiento a estos índices, ni mucho menos establecen herramientas de gestión más que el término unilateral del contrato, el cual muchas veces es la última herramienta a emplear.

Es importante destacar que los regulares procesos de compras y contratos de la Operación son completamente distintos a los requerimientos de un proyecto de mediana y mayor envergadura, donde la función del área de Supply es netamente apoyar una adjudicación bajo marcos contractuales que consideran servicios en su mayoría continuos o de larga extensión, donde la responsabilidad durante la prestación de los servicios es entregada de forma íntegra a un administrador de contrato.

Sin embargo, para el caso de Proyectos, las bases contractuales deben ser más robustas proporcionando mayor flexibilidad y herramientas al owner team para realizar gestión sobre las desviaciones del contratista en plazos estrechos de tiempo. Así también, se requiere un soporte más continuo sobre los cambios de alcance, modificaciones y/o cierres de las órdenes de compra, así como también sobre la asignación de servicios fuera de los alcances originales, cuya gestión debe realizarse con una velocidad superior a la regular para evitar desviaciones mayores en el programa de ejecución.

2.5.3. Comisionamiento y Puesta en marcha

La etapa de comisionamiento y puesta en marcha es una etapa reducida en tiempo respecto a la construcción y montaje, en donde las interacciones entre las distintas disciplinas es clave para el logro de las metas del proyecto. Es una etapa marcada por las pruebas de instrumentación y control de los equipos, posterior a la certificación de los conexionados y del correcto montaje mecánico. Para ello se requiere de un equipo robusto de profesionales de instrumentación y DCS (Distributed control system), tanto del owner team apoyado de los especialistas de los vendors como también de la operación.

Para lograr una correcta puesta en marcha es necesario que desde la etapa de ingeniería se establezca:

- **una filosofía de control integrada** que considere cada uno de los subsistemas instalados. Esta lógica de control debe ser aprobada y documentada por la operación,

los vendors y el equipo de ingeniería, de manera que sirva de guía a los vendors para desarrollar la lógica de cada subsistema y así también al proceso de habilitación del sistema conjunto en faena. En la etapa de diseño de esta lógica se deben explicitar las alarmas que serán parte de la instrumentación, las modificaciones al sistema existente y las interfaces HMI que serán utilizadas por los operadores en terreno durante la operación regular de los sistemas.

- **una ingeniería de hardware de control** que garantice la compatibilidad de los sistemas a nivel de comunicaciones y permita la fácil integración de los sistemas en terreno. Ésta deberá estar acompañada de un estándar para la programación de los sistemas de control de los distintos vendors.
- **un líder DCS dentro del Owner Team** que desde la ingeniería coordine con operaciones la generación de una filosofía de control integrada con la correcta selección del hardware de control, para posteriormente guiar a los vendors en sus desarrollos específicos. Una vez iniciada la construcción y montaje deberá integrarse al equipo de ejecución y liderar las acciones en las etapas de chequeo de conexiones, precomisionamiento, comisionamiento y finalmente durante la puesta en marcha de los sistemas.
- **un soporte vendor** con personal que permita dar cobertura al plan de comisionamiento y puesta en marcha, el cual con regularidad supera los 10 días y se realiza en horario continuado (24 hrs), por tanto es necesario considerar al contingente de personal que permita garantizar el soporte de forma continuada en esta etapa.

2.5.4. Programación y control de actividades

Finalmente para cerrar las lecciones aprendidas es imprescindible hacer mención al área de planificación y control, la cual se puede identificar como la de mayor peso dentro de las disciplinas de la ejecución y cuyo éxito garantiza en gran medida el éxito en la ejecución de las obras.

Para lograr éxito en esta área es fundamental contar con un equipo robusto dentro del owner team, soportado por un equipo de ITOs que permita perseguir los avances y alarmar respecto a las desviaciones para tomar acción oportuna en conjunto con el contratista.

Los contratistas a su vez deberán presentar un plan para asegurar el cumplimiento de las metas de seguridad, plazos y calidad de sus obras, el cual deberá estar dotado de:

- estructura organizacional competente para la ejecución, planificación y control de las obras.
- administración competente y suficiente para una correcta gestión de los recursos materiales y humanos.
- respaldos de la competencia técnica del personal a cargo de la supervisión en terreno de las obras.

- procedimientos técnicos para el desarrollo de cada una de la actividades.
- plan integral HSEC que detalle los procesos y controles a implementar durante la ejecución de las obras.
- programa detallado para el aseguramiento de la calidad de sus obras, con los respectivos protocolos propuestos a implementar en cada una de las actividades.
- programa de trabajo detallado a nivel 5 o 6 integrando todas y cada una de las actividades, sus interrelaciones, recursos humanos, materiales y equipos necesarios.
- programa de acreditación y credencialización del personal.
- programa de certificación de equipos y herramientas al interior de faena.

Para enfrentar con éxito la etapa de comisionamiento y puesta en marcha de los equipos es necesario que el equipo de planificación reciba, de parte del grupo de ingeniería y los vendors, un input claro, detallado y preciso respecto a las pruebas y ajustes que cada subsistema requiere tanto en vacío como con carga, considerando la secuencialidad de las actividades y las interferencias que puedan existir entre cada subsistema para efectuar dichas pruebas.

Por otra parte, es primordial contar con un involucramiento temprano de las áreas operativas al desarrollo del proyecto ya en la etapa de ingeniería como también al inicio de la movilización del grupo de construcción a faena, de manera de en forma conjunta sean identificados:

- los representantes de las área de producción, mantenimiento, confiabilidad y el SPA 7.1 que liderará este equipo de parte del usuario.
- los requerimientos mínimos acordados previo al inicio del proyecto y sean levantados de forma temprana aquellos que sean imprescindibles de incorporar y que se encuentren fuera del alcance original.
- las interferencias y/o condiciones de riesgo evidenciadas en terreno y no capturadas por la ingeniería.
- la recopilación de históricos de falla y/o modificaciones de los equipos e instalaciones no registrados en los planos oficiales, todos ellos no capturados parcial o totalmente durante la ingeniería.
- las coordinaciones necesarias para la administración de los activos retirados y en condición de ser reutilizados por la Operación.
- las condiciones de entrega de los equipos e instalaciones por parte de la Operación a Proyectos.

- las pruebas operativas necesarias de considerar en el plan de comisionamiento de los equipos.

Capítulo 3

Planteamiento Organizacional.

De acuerdo a los antecedentes presentados en el capítulo anterior resulta imprescindible proponer una estructura organizacional que permita enfrenta la ejecución de proyectos (Organizational Breakdown Structure, OBS). De esta manera, basado en los procesos necesarios para la administración de la ejecución del proyecto se propondrá una estructura con roles y responsabilidades específicas (División de Responsabilidades, DoR), que permita administrar las obras de construcción y montaje.

3.1. Equipos y Roles del Owner Team

En base a los procesos detallados en la sección anterior detallados en la figura 2.10, se identifican tres grupos de trabajo necesarios para el desarrollo e implementación exitosa de los proyectos. Estos tres equipos de trabajo deben coordinarse definiendo las responsabilidades y tareas que cada uno de estos grupos abordará para la materialización final del proyecto.

Se presenta en la figura 3.1 un esquema general con objeto de clarificar los alcances y responsabilidades generales que cada equipo de trabajo deberá cumplir durante el desarrollo y ejecución del proyecto.

	<i>Ingeniería</i>	<i>EQUIPOS Ejecución</i>	<i>Control</i>
<i>Gestión</i>	Diseñar un plan de ejecución	Dirigir y gestionar la ejecución	Monitorear y controlar avances Realizar el control de cambios
<i>Alcance</i>	Levantamiento de requerimientos	Ejecutar según alcances definidos	Verificar y controlar los alcances
	Definir los alcances en acuerdo con el usuario		
	Elaborar el WBS del proyecto		
<i>Plazo</i>	Definir actividades secuencialmente		Controlar el programa comprometido
	Estimación de recursos y duraciones		
	Elaboración de un programa maestro		
<i>Costos</i>	Elaborar el presupuesto según el WBS		Controlar el gasto comprometido
	Estimar el CAPEX del proyecto		
<i>Calidad</i>	Diseñar un plan de calidad	Asegurar calidad de las obras	Controlar la calidad de las obras
<i>Labour</i>	Diseñar un plan de reclutamiento	Creación de un equipo de proyectos	
<i>Comunicaciones</i>	Identificar los interlocutores válidos del cliente	Realizar entrega oportuna de información	Reportar el desempeño del proyecto
	Identificar al o los SPA	Gestionar las expectativas del cliente	
	Diseñar e implementar un plan de comunicaciones efectivo		
<i>Riesgos</i>	Identificar y analizar los riesgos		Monitorear y controlar los riesgos identificados
	Diseñar e implementar un plan de gestión de los riesgos con tareas y responsables		
<i>Compras & Contratos</i>	Diseñar e implementar un plan de compras y contratos	Gestionar las compras de acuerdo al plan	Administrar y cerrar las compras

Figura 3.1: Mapa "DoR" de responsabilidades por área para cada equipo de trabajo.

3.1.1. Equipo de Ingeniería

Este grupo debe desarrollar la ingeniería del proyecto, estableciendo los alcances en acuerdo con el cliente y garantizando el cumplimiento de los estándares, normativas y especificaciones técnicas de la compañía. Deberá diseñar un plan de trabajo que dentro de la programación de actividades incluya las eventuales interferencias con la operación regular de la faena; y de esta forma permita determinar los tiempos efectivos de trabajo para una correcta valorización del proyecto y sus contingencias.

Las actividades mínimas por área que deberá cumplir el grupo de ingenierías son las siguientes:

- **Presupuesto y Plazo**

Es importante que al momento de la valorización del proyecto se disponga con un programa de actividades detallado en un nivel al menos 4 o 5, dependiendo de la complejidad del proyecto, a fin de garantizar la consideración de todos los recursos humanos, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de las obras.

En base a la ingeniería y al programa de actividades se deberá someter a aprobación tanto el presupuesto como el plazo para la ejecución del proyecto. Una vez aprobado el proyecto, esta iniciativa podrá pasar a ser parte del portafolio de proyectos del grupo de ejecución y por tanto se deberá avanzar en la adjudicación de las compras y contratos de acuerdo a la planificación del proyecto.

Tanto el programa de actividades, el cual determina los plazos para cada hito del proyecto, como el presupuesto para la ejecución de las obras deben basarse en un WBS detallado (ver figura 3.2) que permita identificar cada uno de los servicios de la forma más desagregada posible, de manera que ésta alimente una base contractual robusta para su seguimiento y administración durante la ejecución de las obras.



Figura 3.2: WBS de actividades tipo correspondiente a un plan de trabajo.

■ Licitación del contrato de construcción y montaje

El ingreso de un proyecto a la cartera del grupo de ejecución de proyectos operacionales es marcado por el llamado a licitar para la construcción y montaje del proyecto en cuestión, proceso el cual debe ser liderado por el equipo de Ingeniería. Es esta instancia es donde el grupo de ejecución de proyectos se involucra en la revisión de las bases técnicas, en especial el plan de constructibilidad propuesto, de manera de asegurar la consideración de todos los aspectos técnicos y que el programa refleje de forma fiel los tiempos y recursos necesarios para la correcta ejecución de las intervenciones definidas por la ingeniería.

Es importante destacar que dada la dinámica de estos proyectos, los cuales requieren ser ejecutados en un plazo breve para mantener el NPV proyectado, es necesario avanzar en los procesos de licitación con un nivel de ingeniería básico, lo cual generará distorsiones en la ejecución futura una vez la ingeniería sea precisada. De esta manera, resulta vital realizar una revisión continua del programa a fin de actualizarlo según evoluciona la ingeniería.

Resulta relevante que el grupo de ingeniería explice las competencias mínimas del personal clave de las empresas contratistas que ejecutarán las obras en faena, en especial de:

- la administración del proyecto
- el experto en prevención y su equipo de prevención
- el planificador y sus programadores
- los jefes de terreno en todas sus disciplinas
- el jefe de la oficina técnica y de calidad
- el jefe de logística y bodega
- encargado de RRHH y RRLL en faena

■ Compras y Contratos

Este proceso debe ser liderado por el área de Supply de la compañía a requerimiento del equipo de Ingeniería, para lo cual Supply requiere adaptar sus procesos a la realidad de Proyectos, cuyos tiempos de adjudicación y ejecución son más estrechos y cuyos contratos son de naturaleza distinta a los regularmente celebrados por la operación. En este sentido, se requiere la incorporación de un **líder de compras y contratos especializado** en la elaboración de este tipo de órdenes de compra y contratos para proyectos, considerando sus respectivas bases administrativas, generales, comerciales y especiales; de manera de asegurar la incorporación de las herramientas contractuales necesarias para el correcto control y gestión de los materiales y servicios contratados.

Regularmente los encargados de compras y contratos son quienes deben velar por lograr un acuerdo que permita asegurar el cumplimiento de los servicios involucrados en el proyecto, sin embargo, es a menudo necesario que el grupo de proyectos se involucre a través del equipo de ingeniería en la **elaboración y revisión de las condiciones y multas**, a fin de asegurar un correcto control de los servicios y sus desviaciones. Sin perjuicio de lo anterior, es el líder de compras y contratos quién deberá acompañar al equipo de proyectos, en pos de garantizar el estricto cumplimiento del contrato, así como también apoyar la modificaciones que sean necesarias y/o celebrar nuevos contratos de apoyo que pudiesen mejorar el desempeño en faena.

Por otra parte se deberá exigir a las empresas contratistas el **cumplimiento irrestrictivo de las normativas, estandares y metas HSEC**, para lo cual las bases contractuales deberán incluir todas las actividades que son necesarias de cumplir una vez se encuentren en terreno. Así también se deberán incluir cláusulas de multas asociadas a los incumplimientos en esta materia.

■ Planificación Línea Base

La planificación de los trabajos que es base de la licitación, corresponde a un programa elaborado por la ingeniería de acuerdo al grado de avance y cuyas intervenciones han sido previamente discutidas con la operación de manera de impactar en el menor grado posible la producción. En este sentido resulta vital que en base al **plan de constructibilidad** propuesto por la ingeniería se realice una revisión detallada de las intervenciones por parte del grupo ejecutor de terreno, de modo de incorporar consideraciones de montaje que por lo general incrementan los plazos de ejecución, así como también identificar amenazas que atenten con el cumplimiento de las metas del proyecto.

Dado que los planes elaborados en la etapa de ingeniería deben ser corregidos una vez la ingeniería es detallada, resulta importante revisar y actualizar el plan de intervenciones (ver figura 3.3 alineado con los planes de compras y contratos ya cerrados; y finalmente coordinar este plan integrado con la Operación. De esta forma, en caso de existir impactos sobre el plan de producción es necesario revisar y repactar un plan de intervenciones en base a los nuevos antecedentes disponibles.

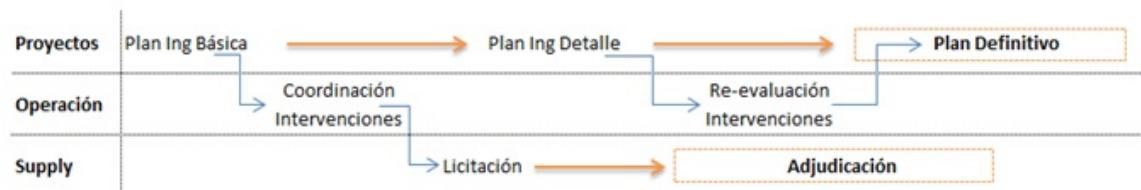


Figura 3.3: Definición de un plan de intervención para un proyecto operacional.

Según lo anterior, existirán casos donde la adjudicación del contrato puede realizarse bajo un cronograma de ejecución que puede no ser el definitivo, en cuyo caso los presupuestos deben considerar contingencias que permitan absorber estas desviaciones a fin de minimizar los impactos sobre el CAPEX. Es imprescindible que las proyecciones de aumento sean advertidas y declaradas oportunamente por el equipo de proyectos.

■ Recursos vendors en faena

Es primordial que el grupo de ingeniería considere dentro de las estimaciones la presencia en forma extensa del personal vendor en faena durante y posterior al término de la construcción y montaje, de manera de asegurar el soporte durante la puesta en marcha; y posteriormente para realizar los entrenamientos que el personal de mantenimiento y operaciones requiera para todos sus turnos de trabajo.

Es necesario que el grupo de ingeniería elabore una programación de las asistencias de acuerdo a los requerimientos del proyecto, y para ello considere dentro de las bases

contractuales de suministro, la presencia en faena de personal técnico que cumpla con los requerimientos mínimos para lograr las acreditaciones correspondientes según se menciona en la sección 2.5.2.

■ **HSEC**

El grupo de diseño deberá asegurar el cumplimiento de las normativas y estándares HSEC de la compañía de parte del proyecto. Para esto deberá solicitar el apoyo a las áreas de Salud y Seguridad, quienes deberán designar a un responsable con el fin de revisar las propuestas de trabajo de las empresas contratistas y apoyar en la definición de los KPIs del proyecto.

Por otra parte se deberá solicitar el apoyo al área de Medioambiente y Comunidades para en base al plan de administración de los riesgos definido en la ingeniería se implementen los planes de mitigación de los eventuales impactos del proyecto y la tramitación de los respectivos permisos aplicables para la ejecución del proyecto.

3.1.2. Equipo de Ejecución.

El grupo ejecución recibirá de parte del grupo de diseño toda la ingeniería para la ejecución de las obras en terreno, debiendo en primera instancia revisar los alcances, los planes de constructibilidad y budget propuestos por el grupo de diseño de acuerdo al WBS elaborado para el proyecto (ejemplo ver figura 3.2). De forma rápida el equipo de ejecución deberá avanzar en empoderarse del proyecto para avanzar en el inicio temprano de las obras con todos los recursos necesarios.

Dentro de las responsabilidades del grupo de ejecución se encuentran:

■ **Conformación de un Owner Team** Una vez el proyecto es traspasado a la ejecución es necesario concretar una organización que permita administrar los recursos y liderar las actividades conforme a la naturaleza del proyecto. En este sentido es necesario designar el o los responsables de:

- administrar al contratista de construcción y montaje.
- gestionar y administrar un sistema integrado de salud y seguridad.
- liderar el proceso de monitoreo y control del programa y calidad de las actividades.
- realizar el seguimiento a las adquisiciones y su respectiva logística de entrega en faena.
- liderar la ejecución en terreno en las distintas disciplinas de acuerdo a la envergadura del proyecto.
- liderar el proceso de seguimiento al CAPEX del proyecto.
- liderar y coordinar los bloqueos por parte Proyectos.

- liderar los trabajos de instrumentación y control como especialista DCS del área, según se menciona en 2.5.3

En este sentido es necesario habilitar los contratos de apoyo a la gestión que sean necesarios, tales como:

- servicios transitorios o fijos para supervisores y/o coordinadores de terreno
- ITOs en fábricas, maestranzas y faena
- topografía
- especialistas consultores
- soporte legal
- auditorias laborales
- ingenierías de terreno

■ Gestión y Administración HSEC

El grupo de ejecución deberá administrar el sistema integrado de gestión HSEC que sea valido en la operación donde se ejecute el proyecto. Para ello deberá contar con personal competente válido por el área funcional respectiva que permita liderar la gestión tanto al interior del Owner Team como con las empresas colaboradoras.

Se deberán validar los inventarios de riesgos y los procedimientos de cada una de las actividades del proyecto a fin de dar fiel cumplimiento a la normativa y protocolos de riesgo vigentes. De esta manera, el equipo deberá documentar todas las acciones conducentes a controlar los riesgos inherentes del proyecto y posteriormente hacer seguimiento a su correcta implementación durante la ejecución de las obras de construcción y montaje.

La planificación de las actividades dentro del plan maestro deberá considerar dentro de los tiempos para ejecución de las actividades: la elaboración de procedimientos, realización de cursos, certificaciones, inducciones, difusiones y charlas diarias en línea con el plan propuesto por el contratista.

■ Administración del contratista a Faena

Una vez adjudicado el o los contratos de construcción y montaje, el o los contratistas deberán presentar toda la documentación necesaria para iniciar la acreditación del personal, equipos y herramientas, para lo cual se requiere una **rigurosa logística y un prudente proceso de reclutamiento** que permita contar con los recursos humanos necesarios según la curva de manhour propuesta para la ejecución de las obras. Es importante considerar dentro de las acciones tempranas la oportuna realización de los cursos internos de la faena que sean necesarios para una **diligente**

acreditación, así como también la realización de charlas e inducciones que permitan **difundir los riesgos y condiciones existentes en las áreas de trabajo**. Es importante **difundir todos los procedimientos de trabajo** necesarios en cada una de las actividades a desarrollar.

Una vez en terreno se deberá proceder a construir la instalación de faena, a fin de disponer de las oficinas, bodegas y áreas necesarias para la preparación de los equipos y materiales requeridos para la ejecución de las obras. Posteriormente, es necesario realizar un riguroso seguimiento a los avances del contratista por medio de:

- revisión diaria y semanal en reuniones formales de programación, debidamente minuteadas con acuerdos y responsables para su seguimiento y control.
- revisión semanal y mensual del comportamiento en salud y seguridad por parte de los trabajadores con la administración.
- revisión y resolución de dudas constructivas a través de solicitudes formales de información (SDI).
- notificación formal de desviaciones a través de cartas contractuales y uso del libro de obras.
- resolución de conflictos en mesas ampliadas con la administración.
- entregas y recepciones formales de materiales y equipos por parte del contratista.

■ **Programación y seguimiento de actividades**

Una vez el contratista se encuentre habilitado en faena con las primeras dotaciones de personal, herramientas y equipos, es prioritario revisar el plan de actividades original y evidenciar eventuales modificaciones que pudiesen tener impactos en costos y plazos. Para esto se deben reprogramar las actividades y establecer los planes de acción con el contratista a fin de cumplir la metas del proyecto.

Es necesario **revisar de forma constante y regular el programa de trabajo** (diaria y semanalmente), y de ser necesario intervenir el grupo de programación del contratista para asegurar la ejecución de las obras tempranas y principales, identificando todos los recursos que sean necesarios.

Junto con revisar el plan de actividades se deben establecer las **frecuencias y formatos para la elaboración y emisión de los reportes** del proyecto por parte del contratista al equipo del dueño, así como también la realización de reuniones de revisión de los programas de trabajo y sus participantes.

En base a los avances y el nivel de criticidad de las eventuales desviaciones, es necesario que el grupo de ejecución sea oportuno en **tomar las decisiones para asegurar el**

cumplimiento de las metas del proyecto, ya sea incorporando recursos adicionales a través de las empresas principales o bien llamando a externas.

■ **Verificación y aseguramiento de calidad**

El grupo de ejecución debe velar por el cumplimiento de los estándares mínimos detallados en la ingeniería y explicitados en las especificaciones técnicas que son parte de las bases técnicas del contrato de construcción y montaje. Por tanto, es imperativo exigir el cumplimiento de dichas especificaciones técnicas a través de un grupo de especialistas en calidad (ITOs), el cual a su vez apoyan las actividades de seguimiento al programa de actividades, según se recomienda en la sección 2.5.4.

■ **Seguimiento a las compras**

De acuerdo a lo mencionado en la sección 2.5.1 es importante monitorear el status de cada una de las adquisiciones del proyecto y su status de transporte, así como también monitorear la calidad en el despacho y recepción en faena apoyado por el contratista de aseguramiento de calidad mencionando en el punto anterior.

■ **Gestión de comunicaciones**

Es necesario identificar y diferenciar las comunicaciones que existen por una parte al interior del grupo de ejecución y por otra a las existentes con las restantes áreas de la organización.

La coordinación para establecer una fluida comunicación al interior del grupo de ejecución debe ser tratada oportunamente de manera de agilizar la gestión y administración de las obras, tal que todos los actores que forman parte del Owner Team (personal interno y contratistas) como también de la empresa contratista de construcción y montaje puedan alinear sus esfuerzos para cumplir con las metas del proyecto.

Por otra parte, es necesario establecer los nexos oficiales con las restantes áreas de la compañía y a su vez el nivel de reporte requerido en cada caso. Así también se deberán establecer los SPA por parte de la operación con quienes se realizarán:

- Reuniones formales de coordinación.
- Levantamiento en terreno de condiciones riesgosas existentes y de alcance del proyecto.
- Registro de los cambios de alcance solicitados.

3.1.3. Equipo de Control.

El grupo de control deberá asegurar el seguimiento a las actividades desarrolladas por el grupo ejecutor y el soporte para la implementación de los planes de acción definidos en la obra, esto a través de la oportuna tramitación de las propuestas de cambio, ya sea a través de la firma de documentación, tramitación de órdenes de compra y/o contratos de servicios.

Así mismo el grupo de control debe encargarse de la reportabilidad de los proyectos forma transversal a la organización.



Figura 3.4: Alineamiento estratégico de un proyecto.

Junto con definir de forma explícita los objetivos y metas del proyecto en línea con la visión estratégica de la compañía, es necesario establecer las métricas de cumplimiento y no perder de vista los diferentes factores de éxito que contribuyen al logro de las metas del proyecto. De esta manera la organización se debe articular para dar cumplimiento a los objetivos a través de un plan de trabajo detallado que interrelacione a los tres grupos (Diseño, Ejecución y Control) y permita abordar los principales factores de éxito, tales como:

- Cumplir con la planificación en plazo y presupuesto
- Cumplir con los estándares de calidad definidos
- Correcto desarrollo de los procesos de aprobación
- Administración y control de cambios en los contratos
- Definir los alcances medioambientales
- Alinear los alcances con las necesidades del cliente
- Involucramiento temprano y constante del cliente y de todas las partes interesadas
- Documentar acuerdos y alcances con el cliente previo a la ejecución
- Provisión de todos los recursos necesarios para la ejecución del proyecto

- Gestión de la expectativas
- Identificar todos los riesgos del proyecto
- Eficaz control de los cambios de alcance
- Efectiva comunicación con los colaboradores y el cliente
- Definir hitos de revisión formales
- Administración y gestión de permisos gubernamentales y/o medioambientales
- Documentación oportuna de desviaciones y/o solicitudes
- Cumplimiento de obligaciones laborales

3.2. Diseño Organizacional

Considerando la realidad organizacional que enfrentan este tipo de proyectos en las diferentes organizaciones, donde el grupo de Proyectos tiene una estructura matricial que depende igualmente de recursos funcionales sin exclusividad, se tiene un escenario particularmente complejo por cuanto constantemente se requiere alinear las prioridades de los grupos funcionales con las urgencias del proyecto (ver figura 3.5).

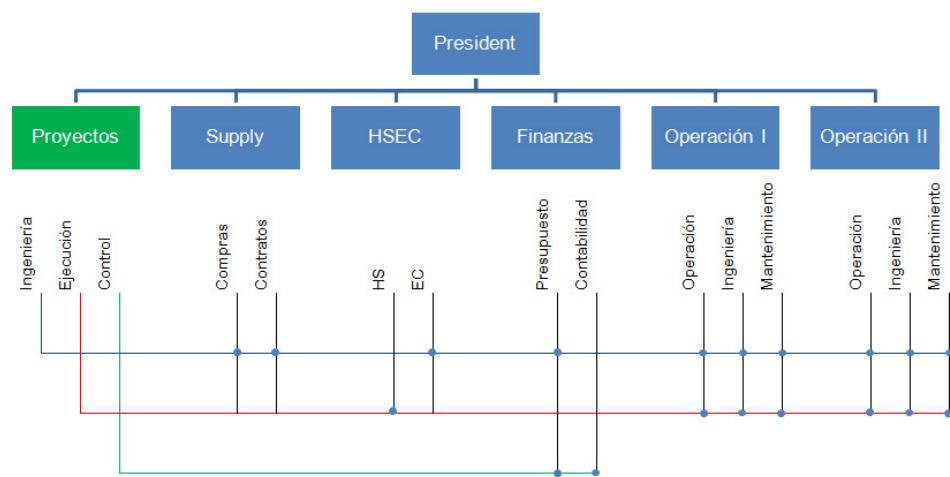


Figura 3.5: Esquema Organizacional tradicional industria minera.

3.2.1. Apoyo áreas funcionales

Bajo este escenario, se requiere que los grupos funcionales designen responsables en lo posible exclusivos o con prioridad para el soporte al grupo de Proyectos, los cuales deberán tener en lo posible KPIs alineados con el equipo de proyectos con el cual se relacione.

Del esquema anterior resulta necesario contar con representantes SPA ("single point accountability") por cada área, los cuales se pueden listar como sigue:

- Analista de compras y Analista de contratos
 - Elaboración de compras y contratos con el equipo de Ingeniería
 - Soporte técnico al grupo de ejecución durante el desarrollo del contrato
- Especialista de Salud y Seguridad
 - Elaboración de métricas (KPIs) del proyecto y evaluación de propuestas junto al equipo de Ingeniería

- Revisión y monitoreo del desempeño del contratista de construcción y montaje junto al equipo de Ejecución
- Especialista de Medioambiente para la evaluación y tramitación de los permisos gubernamentales pertinentes
- Responsable del grupo Ingeniería de la Operación
 - Capturar expectativas y requerimientos del cliente para su integración en la etapa de Ingeniería.
 - Apoyo al equipo de ejecución durante el proceso de punch list y posterior recepción del proyecto.
- Representante de Mantenimiento (mecánico-estructuras, eléctrico, DCS) y Operaciones
 - Apoyo en las definiciones del proyecto junto al equipo de Ingeniería
 - Apoyo en el comisionamiento y puesta en marcha de los sistemas con el equipo de Ejecución.

3.2.2. Organigrama Equipo de Ejecución

En base los procesos y roles presentados en esta sección se propone un diagrama organizacional base con los cargos claves para enfrentar en óptimas condiciones la fase de ejecución de un proyecto, tal como se muestra en la figura 3.6.

Esta estructura debe ser soportada por personal adicional interno y/o a través de contratos de servicios los cuales deberán ser revisados de acuerdo a la naturaleza de los proyectos. Así también, la organización deberá disponer de los recursos funcionales que el proyecto requiera para su correcto desarrollo y puesta en servicio final, según se muestra en la figura 3.7.

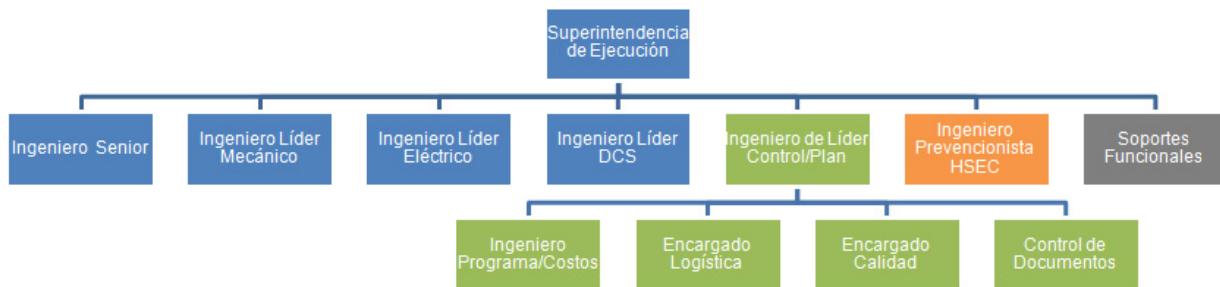


Figura 3.6: Esquema Organizacional base del Owner Team



Figura 3.7: Apoyos funcionales al grupo de ejecución.

Capítulo 4

Metodología del equipo de Ejecución.

Esta sección busca delinear el ciclo regular y estandarizado para la ejecución de proyectos operacionales, partiendo por detallar las interacciones entre los distintos equipos identificados en la sección 3.1 en base a la estructura organizacional presentada en la sección 3.2.2. De esta manera se establecerán los diagramas funcionales de los distintos equipos y sus entregables para garantizar el cumplimiento con los estándares de gestión de proyectos declarados por el PMI (referencias [4], [5]); así como también tomar acción frente a los aprendizajes detallados en la sección 2.5. En base a estos diagramas cada equipo tiene un proceder que deberá ser normado, de los cuales en este documento sólo se establecerá el paso a paso que el equipo de ejecución deberá implementar.

4.1. Interacción entre Equipos de trabajo

Como primera aproximación se pueden ver en la figura 4.1 las distintas interacciones y entregables que cada equipo presentado en la sección 3.1 debe aportar en la sinergía para al ejecución de un proyecto operacional.

De la figura anterior se pueden identificar las interacciones que los distintas áreas al interior del grupo de ejecución, ya detalladas en la sección 3.2.2, deben enfrentar de forma coordinada y através de un ciclo ordenado que permita realizar un seguimiento regular e intensivo durante el desarrollo de las obras de construcción y montaje; y posterior comisionamiento y entrega final.

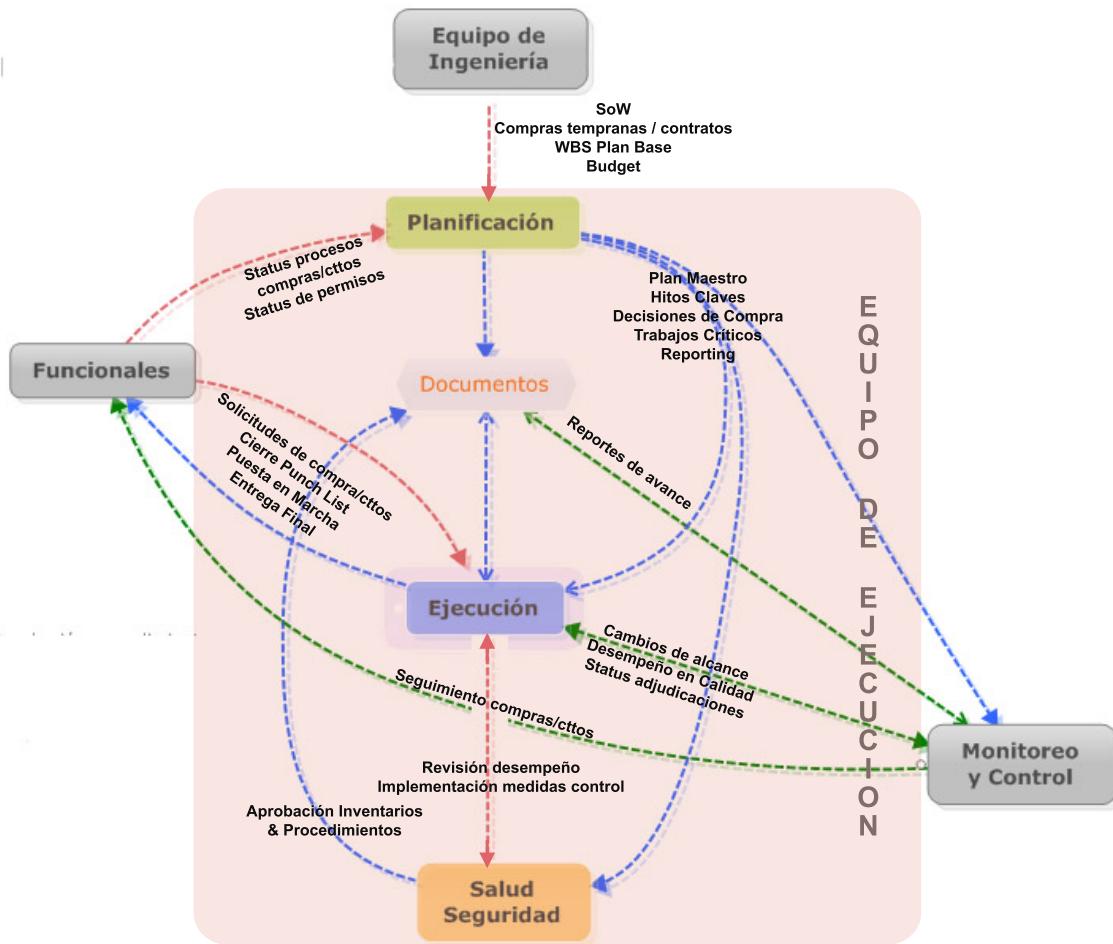


Figura 4.1: Mapa de interacciones entre los equipos de trabajo para la ejecución.

4.2. Proceso general para la Construcción y Montaje

El proceder que el equipo de ejecución tendrá desde que el proyecto es aprobado con los fondos de inversión (IAR 7.1) necesarios para obtener todos los recursos para la correcta ejecución es el mostrado en la figura 4.2, el cual detalla los pasos a seguir tales como: el ingreso del contratista a faena, el proceso planificación y ejecución de las obras, con su respectivo control en las áreas de seguridad, calidad, plazo y presupuesto; las pruebas que anteceden la entrega definitiva para finalmente dar cierre al proyecto.

De la figura 4.2 es posible apreciar que el corazón de la ejecución no está precisamente en la realización de las actividades sino más bien en el ciclo de planificación y posterior control de las obras, lo cual sugiere que los esfuerzos del grupo de ejecución deben estar prioritariamente en este ciclo.

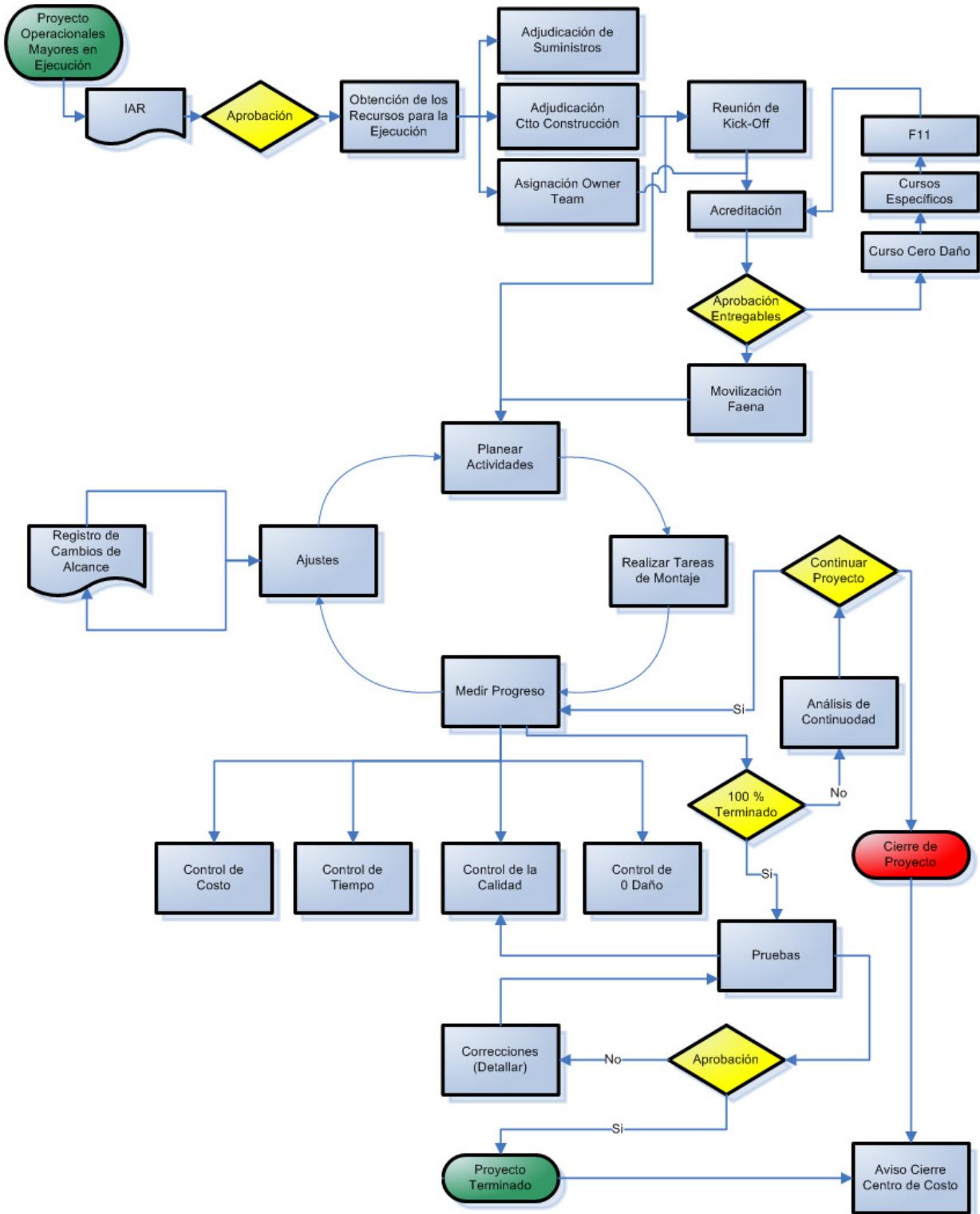


Figura 4.2: Proceso general para la ejecución de proyectos operacionales.

4.2.1. Reunión de Kick-Off

El líder del proyecto debe citar la primera reunión de proyecto en donde se da por iniciado la ejecución. El objetivo de esta reunión es revisar la carta gantt y los hitos (“milestones”) del proyecto. Algunos de los tópicos a tocar en la reunión son:

- Reunirse con los clientes relevantes para oficializar la iniciación de las actividades del montaje.
- Explicar claramente en la reunión las actividades a realizar en el montaje, los riesgos existentes y sus controles.
- Realizar el Plan de Comunicaciones para su formalización tanto con la empresa contratista como con el cliente.
- Definir la periodicidad de las reuniones de avance del proyecto.

4.2.2. Realizar evaluación de riesgo del montaje

El equipo de trabajo, en conjunto con el contratista, deben realizar un “Análisis de Riesgos” para la ejecución del Proyecto (Construcción y Montaje) siguiendo la metodología EWRM. En esta etapa tiene por objetivo, entre otras cosas:

- Identificar riesgos en las etapas de Construcción y Montaje.
- Garantizar el control de los riesgos identificados en estas etapas.

Dependiendo del tipo de trabajo y del número de personas que involucre la etapa de montaje se debe diseñar un programa preventivo de seguridad, que involucre inspecciones, OPS, charlas de 5 minutos, reuniones, chequeos de riesgos críticos de acuerdo a carta gantt.

4.2.3. Planear las actividades

En esta etapa se debe realizar una planeación exhaustiva de las actividades de montaje del proyecto en cuanto a presupuesto y cronograma. Para ello, el Owner Team deberá basarse primero en los riesgos identificados y en las medidas implementadas para su mitigación y todos ellos deberán ser reflejados en la carta gantt e hitos del proyecto. De esta forma esta tiene por objetivo, entre otras cosas:

- Realizar las actividades de montaje según la programación establecida (carta gantt).
- Programar y comprometer los recursos necesarios para la ejecución en conformidad de las obras.
- Coordinar las actividades y sus interferencias con el área cliente.

- Alinear los aportes del mandante y de la empresa de construcción y montaje con los hitos de la carta gantt.
- Documentar el proyecto.

4.2.4. Realizar tareas de montaje

Las tareas de construcción y montaje del proyecto deberán tomar en cuenta los análisis de riesgos para esta etapa y los estándares técnicos aplicables establecidos en las bases de construcción y montaje al momento de la licitación. El equipo del proyecto es responsable de diligenciar y otorgar todos los recursos comprometidos para ejecutar el montaje y monitorear de cerca el cumplimiento del programa preventivo de seguridad en línea con las metas de la carta gantt. Se debe tener especial atención con las labores que involucren trabajos con alto potencial de riesgo, de acuerdo a la evaluación realizada en conjunto con el contratistas de construcción y montaje.

4.2.5. Medición del progreso del proyecto

Esta etapa del proceso consiste en medir diaria y mensualmente los avances de la ejecución del proyecto junto a los costos incurridos. A su vez, además de medir costos y tiempo, es necesario controlar que el proyecto siga dentro de los alcances (control de alcance) y que las obras se realicen con seguridad. Entre otras cosas el equipo de proyectos deberá velar por:

- Verificar diariamente en campo el avance de las obras y compararlo con el cronograma establecido para la ejecución de las mismas.
- Hacer seguimiento continuo al presupuesto del proyecto.
- Diligenciar y entregar a sus superiores los reportes de avance y ejecución de las obras en los informes de seguimiento y reuniones respetivas.
- Diligenciar (Ingeniero de planificación y control) el informe del estado de las inversiones de capital (CAPEX 7.1) detallado y reportarlos para su revisión al menos mensual.

El principal reporte que se debe entregar es el informe mensual, el cual incluye el gráfico de curva S, tanto para el avance físico como en costos. Además de controlar tiempos, costos, riesgos y alcance, el proyecto debe ser ejecutado con cero defectos y con ello la calidad del mismo se medirá una vez terminado la fase de montaje, durante la etapa de pruebas.

4.2.6. Definir ajustes

En esta etapa se debe definir si son necesarios algunos ajustes para cumplir con los alcances del proyecto o si requieren ampliación y/o modificación. En este caso el Owner Team es responsable de:

- Estudiar los cambios o adiciones que sea necesario hacer en el alcance original del proyecto en conjunto con los clientes y sus consecuencias en el presupuesto y el cronograma original.
- Gestionar la aprobación o rechazo del cambio de alcance del proyecto.
- Informar al cliente si el cambio no es aprobado.
- Si el cambio es aprobado se debe actualizar el presupuesto del proyecto.

Por último, se debe proceder a ejecutar los cambios necesarios para cumplir estos nuevos alcances y se deben crear o modificar Procedimientos, Planos y Manuales impactados por el cambio (documentar).

4.2.7. Entregar los informes finales

Junto con terminar la construcción y montaje del proyecto se debe asegurar la entrega de todos los informes y documentos finales necesarios para el buen funcionamiento durante la operación regular de los equipos e instalaciones. Dentro de los documentos mínimos que se deben recolectar para el cierre del proyecto se encuentran:

- Listado Repuestos Críticos (comprar junto con los equipos principales).
- Planes de Mantenimiento.
- Procedimientos de Operación / Bloqueo.
- Planos finales y planos as-built.
- Planes de Arranque y Entrega.
- Protocolos de pruebas.
- Manuales de mantenimiento y operación.
- Respaldos de las lógicas de control implementadas.

4.3. Proceso de Comisionamiento y Puesta en Marcha

Una vez son finalizadas las obras de construcción y montaje se debe proceder con la etapa de comisionamiento y pruebas según el diagrama mostrado en la figura 4.3, proceso que cobra especial relevancia por cuanto en estas etapas se generan y refinan los listados de defectos de cada uno de los subsistemas instalados por el proyecto, estableciendo de forma clara aquellos que son necesarios de corregir previo a la puesta en marcha y aquellos que pueden ser corregidos a posterior durante la operación regular de los equipos.

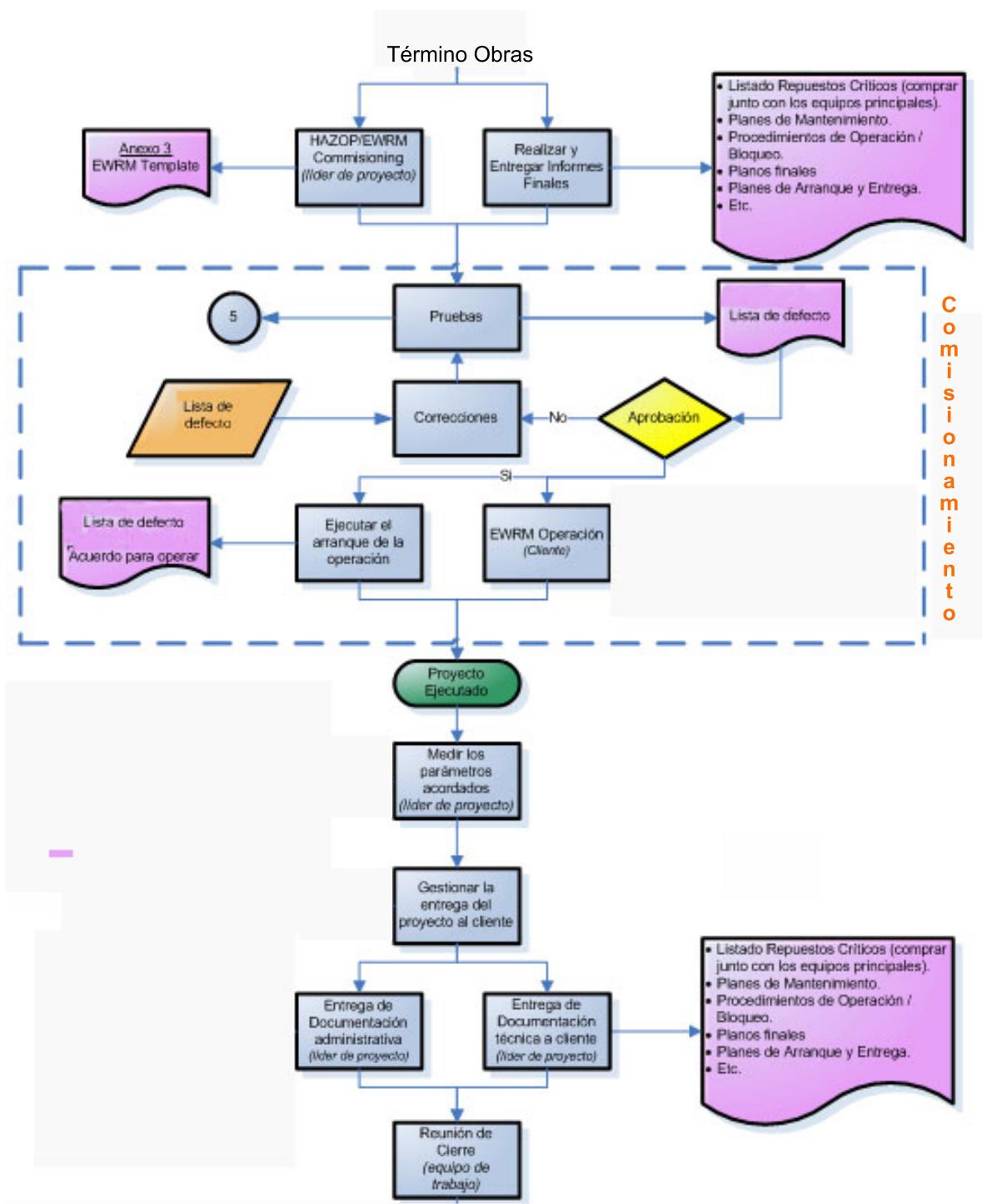


Figura 4.3: Proceso general para la ejecución de proyectos operacionales.

4.3.1. Realizar evaluación de riesgo para el comisionamiento

El equipo de trabajo, en conjunto con el contratista, deberá realizar un Análisis de Riesgos para la realización de las pruebas del Proyecto siguiendo la metodología EWRM 7.1. En esta etapa tiene por objetivo, entre otras cosas:

- Identificar riesgos en la etapa de Prueba.
- Garantizar el control de los riesgos identificados en esta etapa.

Además el Owner Tema deberá perseguir la protocolización de cada una de las pruebas a los equipos y subsistemas de acuerdo a las especificaciones técnicas de la ingeniería.

4.3.2. Pruebas

El equipo de trabajo deberá ejecutar las pruebas en vacío, teniendo en cuenta siempre el “Análisis de Riesgos” realizado para tal fin y los controles de riesgos establecidos. Las pruebas tienen por objetivo, entre otras cosas, probar el funcionamiento de los equipos sin carga y con ello elaborar la lista de defectos del proyecto para lo cual se deberá visitar las obras en conjunto con el cliente para así definir y acordar los items pendientes en el “Listado de Defectos del Proyecto”, junto con la criticidad que estos representan para la correcta operación de los sistemas. El proyecto solo se cierra después de haber ejecutado las observaciones de responsabilidad de proyectos acordadas con el cliente, las cuales deberán estar detalladas en el Listado de Defectos (punch list 7.1).

La lista de defectos debe desarrollarse en común acuerdo con el cliente, quien es el al fin y al cabo quien acepta o no el proyecto para su paso a operación, y su objetivo es identificar, para luego corregir, las deficiencias observadas antes de la entrega del proyecto. Por último, la lista de defectos servirá como herramienta para medir la calidad de la ejecución del proyecto.

4.3.3. Ejecutar el arranque del proyecto

En esta etapa se ejecuta el arranque del proyecto, teniendo en cuenta siempre el análisis de Riesgos realizado para la operación. Se definen los plazos para la entrega formal del documento de cierre del proyecto y firma el acta de acuerdo para operar. Una vez cumplida esta etapa el proyecto inicia su cierre para lo cual es necesario medir el cumplimiento de los parámetros de diseño acordados en la concepción de la iniciativa, tales como:

- Especificaciones de Requerimientos del Cliente.
- Especificación de alcances.
- Informe de budget del proyecto.
- Plazo de ejecución respecto a carta gantt.

4.3.4. Gestionar la entrega del proyecto al cliente

El Owner Team deberá diligenciar la entrega formal del proyecto al cliente para su operación en régimen, para ello debe preocuparse de:

- Ejecutar el traspaso a la operación (handover) bajo un acuerdo para operar.
- Entregar documentación administrativa final
- Dar cierre a la cuenta de gastos CAPEX del proyecto adjuntando un acta de capitalización de activos.
- Entregar todos los documentos técnicos del proyecto, como por ejemplo, planos as-built, manuales de operaciones y mantenimiento, planes de mantenimiento, lista de equipos, procedimientos etc. y almacenarlos en los sistemas documentales del cliente.
- Realizar reunión de cierre de proyecto con el cliente, quedando este último como dueño y responsable del funcionamiento y operación de lo ejecutado.

4.4. Planificación y Control de la Ejecución

El área de planificación del grupo de ejecución debe considerar todas las variables que afectan el desarrollo de las obras tanto en cero daño, calidad, plazo y presupuesto, tal cual se muestra en la figura 4.4

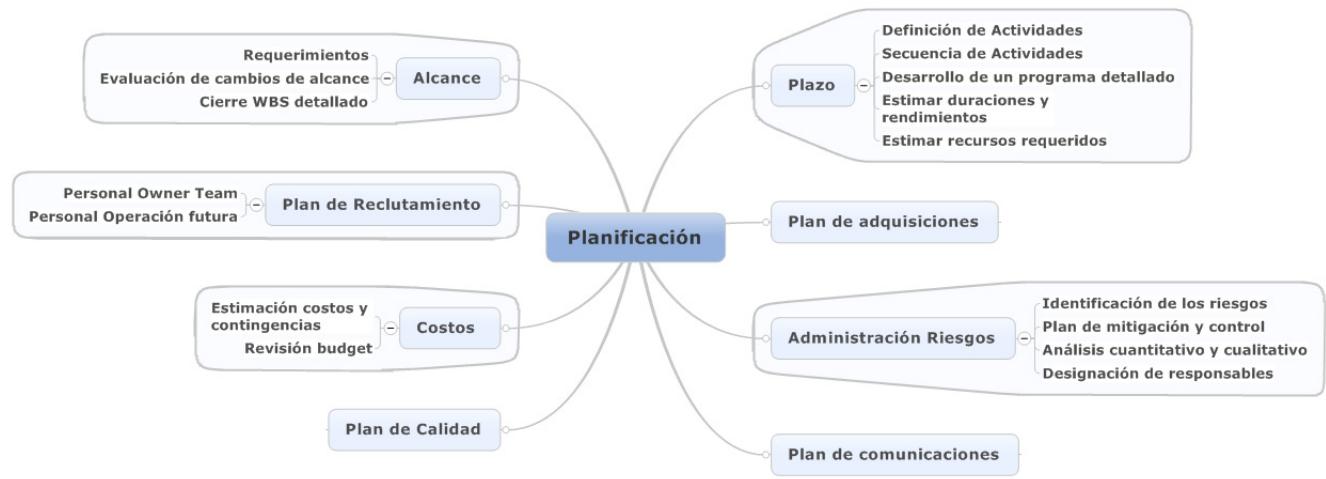


Figura 4.4: Mapa de prioridades de la planificación para la ejecución de un proyecto.

El objetivo de este proceso debe ser la entrega de la recopilación de la información de avance en forma oportuna, precisa y completa a fin de poder tomar acciones sobre la base de los distintos indicadores de desempeño del proyecto en el menor tiempo posible, de manera

de tomar acciones ya sean preventivas o correctivas para el logro de una ejecución exitosa.

4.4.1. Alcances de la Planificación y Control de la Ejecución

Para esto es necesario que el equipo de ejecución cuente con el apoyo de un contratista especializado en la inspección técnica de obras (ITOs), el cual establezca los mecanismos para controlar los estados de avance durante la construcción y montaje y en base a ello:

- Preparar y emitir informes periódicos y extraordinarios de:
 - Estados de avances de la construcción de proyectos
 - Cambios por aumentos de obras y/u obras extraordinarias
 - Disponibilidad de equipos, maquinarias, mano de obra y materiales del constructor necesarios para la construcción de proyectos en los plazos establecidos.
- Actualizar y controlar cuadros y gráficos generales que permitan visualizar el estado de avance de la construcción de proyectos.
- Obtener y mantener registros:
 - fotográficos y visuales (videos) de las diferentes etapas de construcción de proyectos en sus aspectos más relevantes para los informes periódicos o extraordinarios.
 - del tiempo trabajado, tiempo perdido y sus causas, de los contratos de construcción
 - de cubicaciones, cantidades de obra ejecutada y verificadas y cantidades de obra por completar.
- Elaborar y emitir:
 - Informes de solicitudes y del contratista de construcción,
 - Lista de chequeo al inicio del contrato, con pauta de seguimiento.
 - Pautas de referencia para la contratación de servicios especiales de laboratorio.
 - Medir, revisar y registrar el avance de las obras informado por el contratista de construcción.
 - Coordinar y realizar el seguimiento al cumplimiento de las acciones correctivas o preventivas que se generen de las inspecciones, informando semanalmente al Administrador del Proyecto y al Ingeniero de Prevención respecto al cumplimiento de éstas.
- Realizar permanentes análisis y actualizaciones de la programación, de manera de visualizar e informar de manera temprana sus desviaciones, proponiendo planes de mitigación de las desviaciones.

- Informar oportunamente eventuales omisiones, discrepancias e indefiniciones en la construcción de proyectos; gestionar y activar las aclaraciones correspondientes.
- Entregar en las reuniones de arranque con el contratista todos los requerimientos de programación y control en cada uno de los ámbitos (alcance, calidad, plazo, costos, seguridad y salud ocupacional, housekeeping, medio ambiente, permisos, laboral, comunidad, etc.) para el adecuado seguimiento de las obras.
- Participar en:
 - Visitas a terreno durante los procesos de licitación de contratos de construcción de proyectos.
 - Entrega de terreno y en los actos de recepción provisoria para cada contrato, confeccionando las respectivas actas.
- Los ITOs deberán mantener permanentemente informado al grupo de ejecución respecto de todos los acontecimientos relevantes de la obra, en cualquiera de sus ámbitos. Para ello, deberá emitir un informe de las obras objeto de inspección, incluyendo al menos la siguiente información:
 - Control financiero - presupuestario.
 - Control del programa oficial de la obra. (Curvas S)
 - Controles de calidad de las obras.
 - Modificaciones a los proyectos.
 - Estado administrativo de la obra.
 - Set de fotografías, que demuestre el grado de avance de las mismas.
 - Observaciones y comentarios relevantes del período que comprende el informe.

4.4.2. Programación de Actividades

El grupo de programación y control será responsable de coordinar las actividades de planificación entre los inspectores técnicos de obra, el administrador de contratos y el encargado de control documentos; a fin de preparar los distintos programas del proyecto y monitorear continuamente el estado de avance evidenciado en informes de terreno, contratos y calidad.

La programación deberá incluir los siguientes entregables:

- Programa resumen maestro del proyecto Nivel 1 (Adquisiciones, Construcción, Comisionamiento y PEM).
- Programa resumen áreas del proyecto Nivel 2 (WBS)

- Programa por especialidades (OO.CC, Mecánica-Piping, Eléctrico e Instrumentación) Nivel 3.
- Programa por actividades Nivel 4.

Estos niveles de desarrollo variaran dependiendo del nivel de complejidad de las obras en ejecución, es así como proyectos de baja complejidad, con escasas interferencias y poco intensivos en personal y equipos, se pueden desarrollar en un Nivel 2, y ser generados en MS Project. Adicionalmente, dependiendo de la complejidad de los proyectos en ejecución, se desarrollarán y mantendrán actualizados los siguientes programas de detalle:

- Programa de Construcción de Detalle (Trisemanal).
- Programa de Paradas de Planta, Tie Ins y Programa de Pruebas Pre-Operacionales.

En general los programas a desarrollar deberán incluir para cada actividad la siguiente información:

- Código de identificación de la actividad.
- Descripción de la actividad.
- Duración de la actividad.
- Fechas de Inicio y Término Tempranas.
- Fechas de Inicio y Término Tardías.
- Holgura Total para cada actividad.
- Horas Hombre por especialidad.
- Horas Máquina por actividad.
- Barra de la actividad.
- Barra flotante que representa la Holgura.

Además se mostrará claramente la Ruta Crítica, definiéndose como actividad crítica toda aquella actividad cuya Holgura Total sea menor o igual a 0 días.

4.4.3. Programación de Detenciones y Tie In

Se deberán desarrollar los programas detallados para todos los trabajos de Tie-Ins. Los componentes de este Programa de Detenciones incluirán actividades de tie-ins y cualquier otra actividad que pueda impactar el normal desarrollo de operaciones, la lista incluye:

- Trabajos de Tie-In.
- Trabajos de construcción con detención de planta.
- Trabajos de rectificación de lista de ítems pendientes (punch list).

Para la programación de cada una de las detenciones se deberá considerar tres partes distintas:

- Tramitación de permisos y bloqueos según corresponda.
- Trabajos preliminares, previos al comienzo de la detención.
- Trabajos de detención con participación directa del equipo de Tie-In
- Trabajos post detención.

Cada actividad dentro del programa deberá ser identificada con un responsable ya sea el owner team, la empresa contratista, el vendor o el usuario final. El seguimiento de avance de los Tie-Ins se realizará mediante actualizaciones por turno, diarias o semanales según sea la amplitud del Tie-in. Sin perjuicio de lo anterior se deberá generar un informe semanal por disciplina y por área con gráficos de avance.

4.4.4. Control de avance físico

Una vez disponible el programa detallado del Proyecto, se deberá proceder a calcular el avance logrado por cada actividad que genere una obra tangible, procesos de compras y entregables de ingeniería, aplicando para ello la metodología del Valor Ganado. Las actividades indirectas no deben aportar al avance del proyecto (p.e. Ingeniería de Contraparte, Administración, Inspección Técnica, Instalación de Faenas, Ensayos, Topografía, etc.).

La curva de avance así obtenida (Curva S, ver figura 4.5) deberá ser utilizada para la medición del avance, la cual debe ser generada en forma regular, semanal o diariamente si esta corresponde a una detención de planta, incluyendo la **curva de avance real** y el estimando de avance en las actividades restantes, generando la **curva de avance proyectada**. En base a la ponderación de las actividades del programa maestro, que detalla pesos de avance para la etapa de adquisición y para la etapa de ejecución en obra, se podrá calcular el **avance global**.

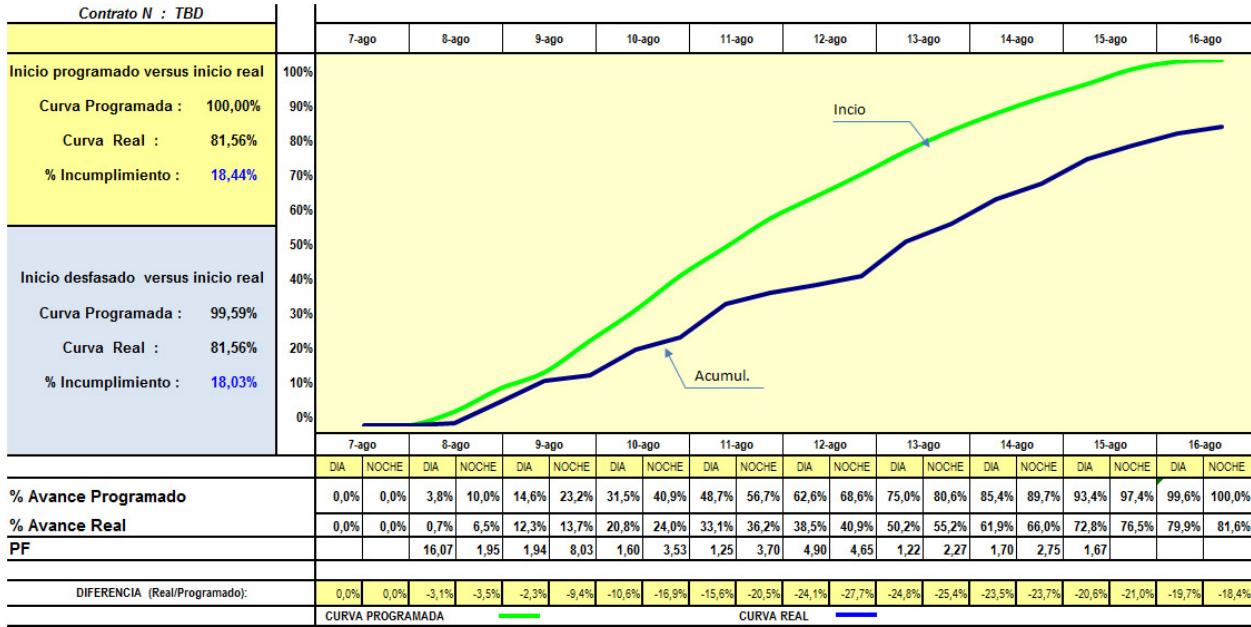


Figura 4.5: Curva S - Seguimiento al avance físico de obras.

4.4.5. Control de Adquisiciones

La medición de avance de los procesos de compra deberá ser discreta en sumedición, de acuerdo a porcentajes de avance asociados a cada hito de control desde la emisión de la requisición hasta la puesta del equipo o material en terreno. Para el cálculo de la Curva de Avance se tomará en cuenta como Factor de Ponderación entre cada orden de compra, su valor presupuestado en relación al monto de todas las compras.

Cuadro 4.1: Tabla de Ponderación Avance Adquisiciones.

	Hitos	Parcial %	Acumulado %
Emisión requisición		5	5
Adjudicación		5	10
Emisión Orden de Compra		15	25
Entrega del Proveedor		40	65
Conocimiento de embarque		10	75
Arribo a puerto de destino		10	85
Material en bodega u obra.		15	100

El equipo será el responsable del control de los avances porcentuales por actividad (%), sobre la base de la información entregada por el Contratista de Construcción. Entre cada actividad, la ponderación se calculará en función de las HH Directas de la actividad, en relación

a las HH Directas de toda la obra. El avance físico real de cada ítem se calculará de acuerdo a la cantidad real de obra ejecutada a la fecha de control, sobre el total del ítem estimado. El avance deberá medirse respecto de la obra a ejecutar y no respecto del presupuesto. La actualización de la cantidad de obra estimada a ejecutar (distinta a la contratada), deberá ser respaldada por la respectiva orden de cambio

4.4.6. Informes

■ Informe Mensual

Se presentarán en forma mensual y dentro de los primeros 5 días de cada mes, un informe con toda la información y antecedentes de las actividades ejecutadas hasta al menos el penúltimo viernes del mes anterior. El detalle a presentar es el siguiente:

- Antecedentes generales del Contrato (número, nombre, fechas inicio y término, nombre administrador mandante y del contratista)
- Curva S de avance físico (real v/s programado), para cada etapa (adquisiciones, construcción y puesta en Marcha) y para el contrato como conjunto.
- Informe de avance físico (actividades desarrolladas, a desarrollar, alertas, etc.).
- Avance financiero actualizado, con proyección de cobro de todos los estados de pagos hasta el final del contrato y proyección del costo final del mismo (Forecast).
- Curva de dotación empleada (HH disponibles y HH expuestas a riesgo).
- Disponibilidad de equipos, si corresponde.
- Informe de incidentes, accidentes, quasi-accidentes.
- Informe de recepción de sitios, si corresponde.
- Informe de cubicación aproximada de material utilizado de empréstito, considerando el rechazo de la planta seleccionadora, si corresponde.
- Certificados de calibración de equipos topográficos y de mecánica de suelos, si corresponde.
- Órdenes de cambio en análisis.
- Reclamos pendientes.
- Riesgos en el contrato.
- Estado de situación de los suministros, si corresponde.
- Otra información que sea solicitada por el Cliente.

■ Informe Semanal

En fecha a definir de cada semana, se deberá entregar un informe el cual contendrá las principales actividades desarrolladas la semana anterior y el avance del proyecto, en sus diferentes fases. El detalle se presenta a continuación:

- Programa actualizado versus maestro en revisión 0.
- Curva S de avance físico (real, programado temprano y tardío, avance proyectado).
- Tabla de medición de avance, como complemento al Programa que incluye la equivalencia entre itemizado del contrato y de las actividades del programa.
- Informe fotográfico que incluye fecha y lugar.
- Resumen de protocolos de entrega para los trabajos ya realizados (topografía y mecánica de suelos).
- Informe de incidentes, accidentes, quasi-accidentes.
- Informe de gestión ambiental, con descripción de manejos de residuos, emisión de polvo, manipulación de sustancias peligrosas, uso de suelos (empréstito, instalación de faenas), derrame de aceites y grasas, etc.
- Informe estadía de maquinarias y/o equipos.
- Informe de prevención de riesgos.

■ Reporte Diario

En forma diaria, y antes de mediodía el contratista de construcción deberá entregar un reporte diario que detalle al menos lo siguiente:

- Detalle de dotaciones diarias (personal directo, indirecto y contratado)
- Detalle de equipos mayores en terreno (operando, disponibles, panne y mantenimiento).

4.5. Gestión Salud, Seguridad y Medioambiente - HSE

Para la ejecución de las obras de construcción y montaje, así como también para la etapa de comisionamiento y puesta en marcha es necesario que el Owner Team defina y establezca un marco para la gestión exitosa en materia de Salud, Seguridad y Medioambiente (HSE 7.1), que considere:

- El desarrollo e implementación temprana de un manual y plan específico para abordar la gestión HSE del proyecto.
- Los contratista deberán incluir un “Plan HSE” como parte integrante del contrato para garantizar la aplicación uniforme de la política de HSE en todo el proyecto.
- Exigencia de exámenes médicos pre-ocupacionales para todo el personal que trabaje en la obra.
- Realizar cursos de inducción de la compañía y específicos de las áreas de trabajo y de las actividades a desarrollar por cada trabajador, previo al desarrollo del trabajo en el proyecto.

- Educación continua y capacitación para la supervisión y mano de obra del proyecto.
- Un programa exhaustivo de cumplimiento de HSE proactivo para la línea de supervisión y mando del Owner Team y las empresas contratistas.

El objetivo final deberá ser alcanzar una alta productividad de los grupos de trabajo en terreno con permanente adhesión al programa de HSE, de manera que se obtengan beneficios tales como:

- Ningún daño ni accidentes incapacitantes de las personas ni impactos al proceso.
- No ejecutar ni incurrir en re-trabajos.
- Reducción del ausentismo.
- Mejora de la salud y bienestar del personal.

4.5.1. Exigencias al contratista de construcción y montaje

Para lograr la implementación exitosa del plan HSE, es necesario que en las etapas previas de ingeniería y licitación se hayan exigido los siguientes ítems a las empresas contratistas:

- Listado de actividades y acciones dentro de la gestión HSE.
- Capacitación para todo el personal.
- Requerimientos legales obligatorios.
- Programas de observación conductual con los respectivos incentivos.
- Equipos de protección personal (EPP).
- Estaciones de emergencia para terreno.
- Señales y letreros.
- Dispensadores de agua en terreno.
- Elementos para Bloqueo.
- Programa de alcohol y drogas, que establece procedimientos y disposiciones para desarrollar actividades preventivas, educativas de control y evaluación generando y promoviendo al interior de la organización, trabajadores y grupo familiar una aptitud de alerta y diálogo preventivo, logrando un ambiente seguro de trabajo
- Manejo de desechos (domésticos, industriales y peligrosos).
- Almacenamiento de combustibles.

- Estándar para generadores, compresores y grupos electrógenos.
- Estándar de barreras Duras.
- Estándar de Andamios.
- Plan de Tráfico, orientado a mantener un control tanto de personas, vehículos, equipos y vías de transito, el objetivo es minimizar y/o controlar los principales riesgos generados principalmente en la conducción y transito asociado a vehículos de carretera y equipos móviles que apoyen las actividades.
- Plan de Emergencia.(incendio, explosión, sismos, derrames, accidente tránsito, descarga eléctrica, caídas en alturas y fuentes de agua, neblinas, médicas)
- Reportes HSEC.
- Realización de cursos específicos en faena.
- Requerimientos para el personal de prevención.
- Certificación de Equipos y operadores de equipos, evaluando los conocimientos teóricos y prácticos en los equipos a operar, así como también asegurar competencias para verificar el estado y las condiciones de seguridad de los equipos.
- Plan de reuniones de seguridad y revisión del desempeño e incidentes ocurridos.
- Plan de control de la fatiga que permite controlar las causas fisiológicas, mentales, psicológicas, el entorno, los elementos externos y los afectivos.
- Plan de Higiene y Salud Ocupacional, con el objeto de garantizar el bienestar físico, mental y social en los trabajadores y contribuir al mejoramiento de la vida en faena.

4.6. Interacción con el Cliente

Para una correcta coordinación de las actividades a realizar durante las intervenciones del proyecto, es necesario establecer canales de comunicación fluidos con las diferentes áreas de la operación. En este contexto es vital entender que la dinámica del área de Proyectos debe acomodar su planificación dentro de la estructura y prioridades de la operación sin descuidar los objetivos y metas del proyecto. En este sentido, el manejo de los conflictos y diferencias deberán ser tratados y consensuados en conjunto por representantes formales de cada área, estableciendo acuerdos, responsables y seguimiento a las tareas que cada área deberá realizar para lograr el éxito del proyecto.

De esta forma, el primer paso es contar con el SPA7.1 por parte de las áreas del cliente, el cual deberá interactuar con el grupo de ejecución para establecer de forma coordinada los

plazos, preparativos y requerimientos que sean necesarios para realizar las intervenciones en las instalaciones.



Figura 4.6: Interacción Proyectos con el Cliente

Una vez establecidos los canales de comunicación entre el personal de la Operación y Proyectos, es necesario que el Owner Team identifique en cada uno de los miembros de la operación sus principales intereses y preocupaciones de manera que la coordinación de esfuerzos durante ejecución del proyecto responda en tiempo, cantidad y calidad a la mayor parte de las necesidades y en un rango aceptable para el cliente.

De esta forma, la preparación del plan de ejecución en conjunto con el cliente traerá consigo una negociación de plazos y aportes para finalmente establecer las metas del equipo de ejecución y con ello una vez terminadas las obras, la gestión del grupo de ejecución podrá ser medida según el grado de cumplimiento de las promesas acordadas en la etapa de negociación.

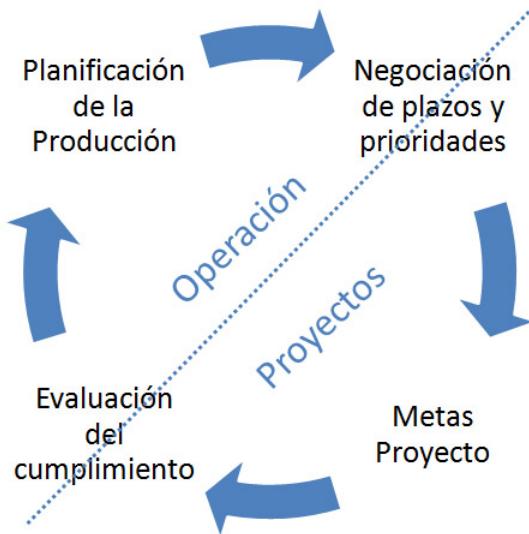


Figura 4.7: Gestión del Proyecto con enfoque en la Operación

Una vez fijadas las intervenciones del Proyecto en conjunto con la Operación, es necesario establecer los indicadores y criterios para monitorear en conjunto los avances y preparativos. Para esto es necesario fijar un plan periódico de reuniones tanto estratégicas como tácticas:

Estratégicas Revisión con visión en las acciones futuras.

- Verificar el cumplimiento de los objetivos globales de la organización.
- Revisión de las externalidades y tendencias globales en el desempeño futuro del proyecto, y revisión de posibles decisiones de continuidad. (Hot Market, Inestabilidad)

Tácticas Revisión del avance cotidiano.

- Revisión del desempeño HSEC del área.
- Revisión de acciones para garantizar la continuidad operacional.
- Coordinación con el plan de detenciones Mantenimiento.
- Avance con las áreas operativas.
- Revisión del listado de defectos levantados con la operación, con seguimiento a los planes de cierre.
- Avance del proyecto con reportabilidad a la Gerencia.
- Monitorar grado de satisfacción del cliente.

4.6.1. Esquema de inter-relaciones

De acuerdo con lo anterior, es necesario que la organización del equipo de Ejecución (detallada en la sección 3.2.2) pueda interactuar de forma fluida con el grupo de la Operación, para lo cual es necesario que el Owner Team pueda segregar su presencia en las distintas reuniones para apoyar los requerimientos del cliente.

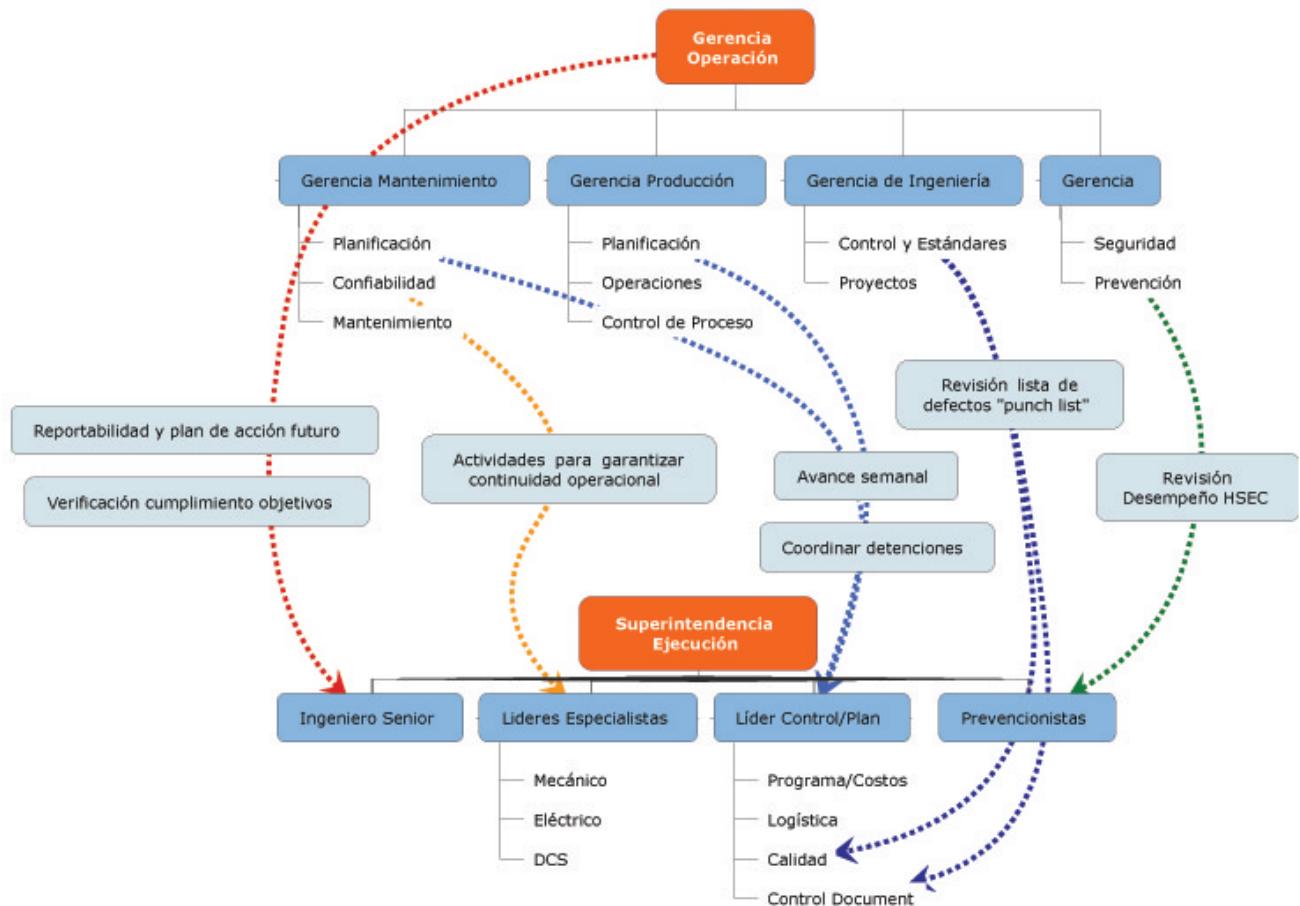


Figura 4.8: Mapa de interacciones, Operaciones - Proyectos

Capítulo 5

Estructura organizacional para la Ejecución.

En base a los lineamientos del modelo desarrollado en el presente documento se presenta una estructura organizacional para enfrentar la ejecución de proyectos operacionales, compuesta por personal propio, sumado a algunos plazos fijos y con el apoyo de contratos de soporte de inspección técnica de obras (ITOs) y de ingenierías de soporte a la construcción (SDI, respuestas a Solicitudes de Información de las empresas de construcción y montaje).

Así también se propone una estructura mínima recomendada para la organización del contratista que ejecutará las obras (ver figura 5.1), de manera de garantizar el correcto control y planificación de las obras tanto en seguridad, cantidad y calidad; y por otra parte la oportuna y precisa reportabilidad de los avances y desviaciones del proyecto.

5.1. Interacciones Owner Team y Empresa Colaboradora de Construcción

Las interacciones entre el equipo de ejecución y la empresa colaboradora se detallan en la figura 5.1, donde se observa de forma clara que en cada estructura organizacional existe un par que permite realizar el seguimiento a los avances de las obras, como también dar respuesta a las SDI7.1 emitidas por el constructor, o bien comunicar al contratistas respecto de los inputs para la planificación de las intervenciones (llegada suministros, fechas y plazos de planta detenida).

Existen una serie de configuraciones para administrar y gestionar la ejecución de Proyectos a través de contratos de soporte, sin embargo estos tienen un alto costo debido a que requieren estructuras organizacionales robustas para controlar los riesgos involucrados:

- EPC : Elaboración de la ingeniería, gestión de las compras y construcción de las obras. Este corresponde a un contrato del tipo “llave en mano”.
- EPCM: Similar al anterior con la diferencia que sólo “administra y gestiona” a un contratista de construcción.
- PCM: Similar al anterior sin la elaboración de la ingeniería.
- CM : Gestión de las compras y la construcción de las obras.

Sin embargo, para seleccionar una estructura de soporte es necesario considerar la envergadura de los proyectos en cuestión, ya que este tipo de estructuras son aplicables a mega-construcciones en las cuales se requiere controlar un alto riesgo en la ejecución. De esta forma, para tratar proyectos operacionales que buscan una mejora productiva en base a inversiones de capital acotadas de bajo riesgo, es necesario diseñar una estructura de trabajo óptima (según se presenta en la sección 3.2.2), la cual permita controlar y dirigir con éxito la ejecución, tal como se muestra en la figura 5.1

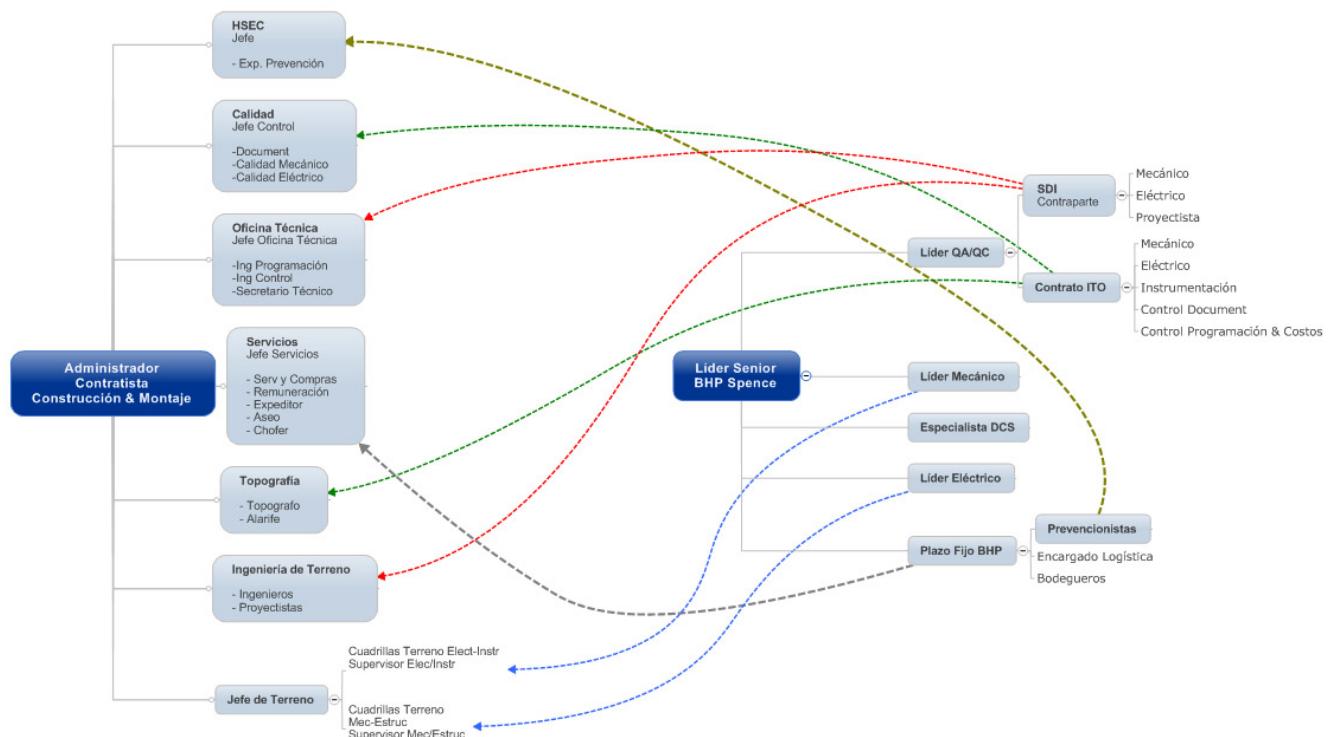


Figura 5.1: Estructura organizacional propuesta para un área de Proyectos Operacionales.

En este esquema se presenta una estructura pequeña para el Owner Team 7.1, la cual esta soportada por un contrato del tipo ITO7.1, el cual provee el aseguramiento de la calidad, junto al apoyo en la planificación y control de las obras en terreno. Por otra parte existe un contratista del tipo SDI7.1, el cual da respuesta a todas las inquietudes y/o asuntos no resueltos de la ingeniería.

Además la estructura del Owner Team se ve reforzada con personal directo del tipo plazo fijo, cuya permanencia en el equipo se encuentra condicionada a la existencia de proyectos. De esta manera, se mantiene en la organización a un grupo con mayor experiencia en la gestión de este tipo de proyectos, el cual es alimentado con recursos externos para la prevención y supervisión en terreno de las obras.

5.2. Impactos de la nueva organización propuesta.

A continuación se presenta el resultado de comparar la estructura organizacional original de proyectos del Asset Pampa Norte respecto a la estructura propuesta en el presente documento para la gestión de proyectos operacionales. En el caso original (ver figura 5.2), el owner team se encuentra apoyado por un contratista del tipo PCM5.1 para la gestión y administración de las obras; mientras que bajo la estructura propuesta (ver figura 5.3), se fortalece el Owner Team y se apoya su gestión a través de la habilitación de un contratista del tipo ITO 7.1 y de SDI7.1.

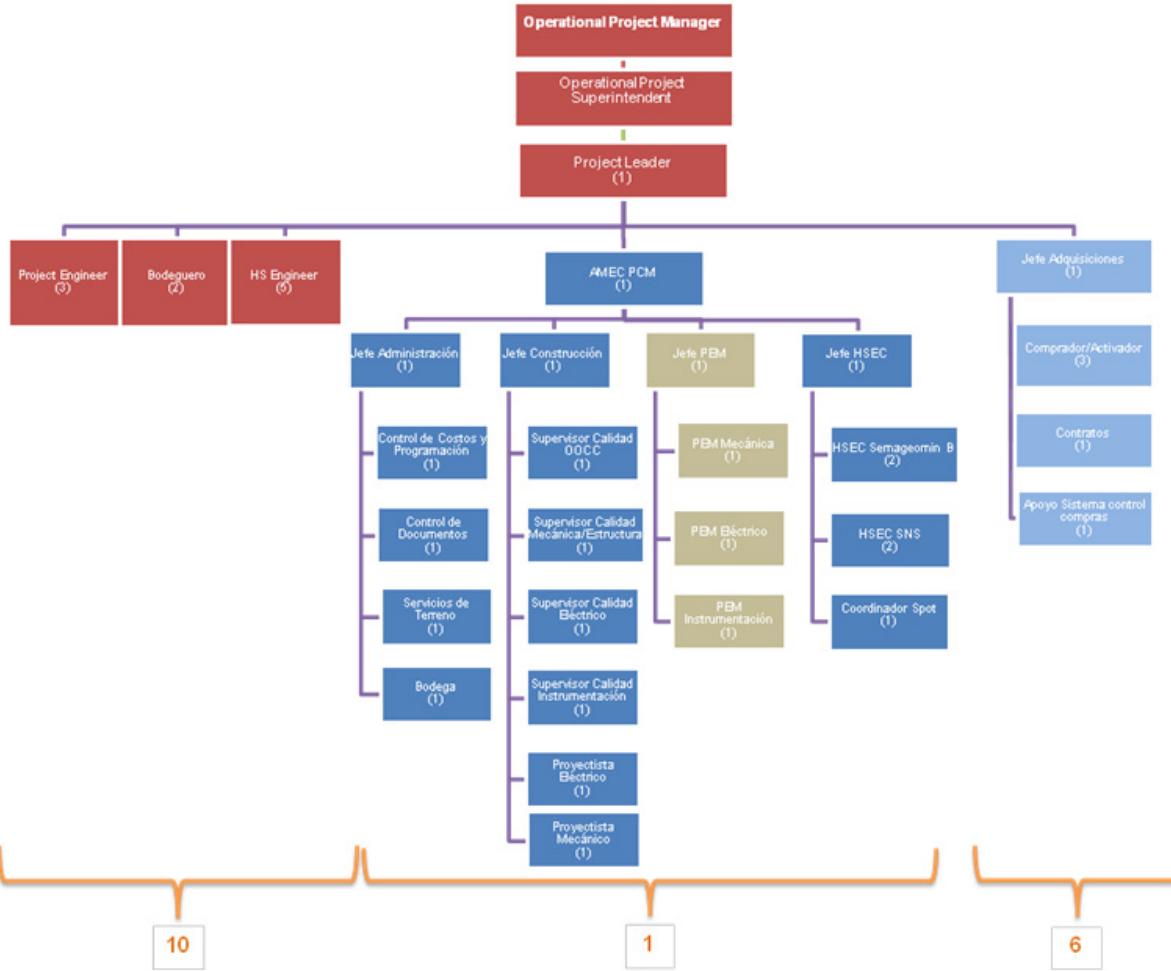


Figura 5.2: Organigrama Original Área de Proyectos Operacionales.

5.2.1. Comparativo en la ejecución de un único proyecto

Al comparar las dotaciones de la estructura original y la propuesta por este estudio, se pueden observar cantidades similares de profesionales (ver figura 5.4), existiendo claras diferencias en el grado de control que asume el Owner Team sobre las obras, el cual resulta más elevado para el caso propuesto respecto al original. Esto se debe a que en la estructura original existe un intermediario PCM que sirve de filtro frente a las coordinaciones diarias con los contratistas de construcción (caso 5.2), y por tanto el Owner Team atiende problemas de mayor impacto y decisiones estratégicas.

En este sentido, bajo la estructura propuesta se requiere de un equipo con altas capacidades para la gestión y administración, tanto para el entendimiento de la ingeniería, la gestión de suministros, y la gestión de un grupo de contratistas de construcción; junto con

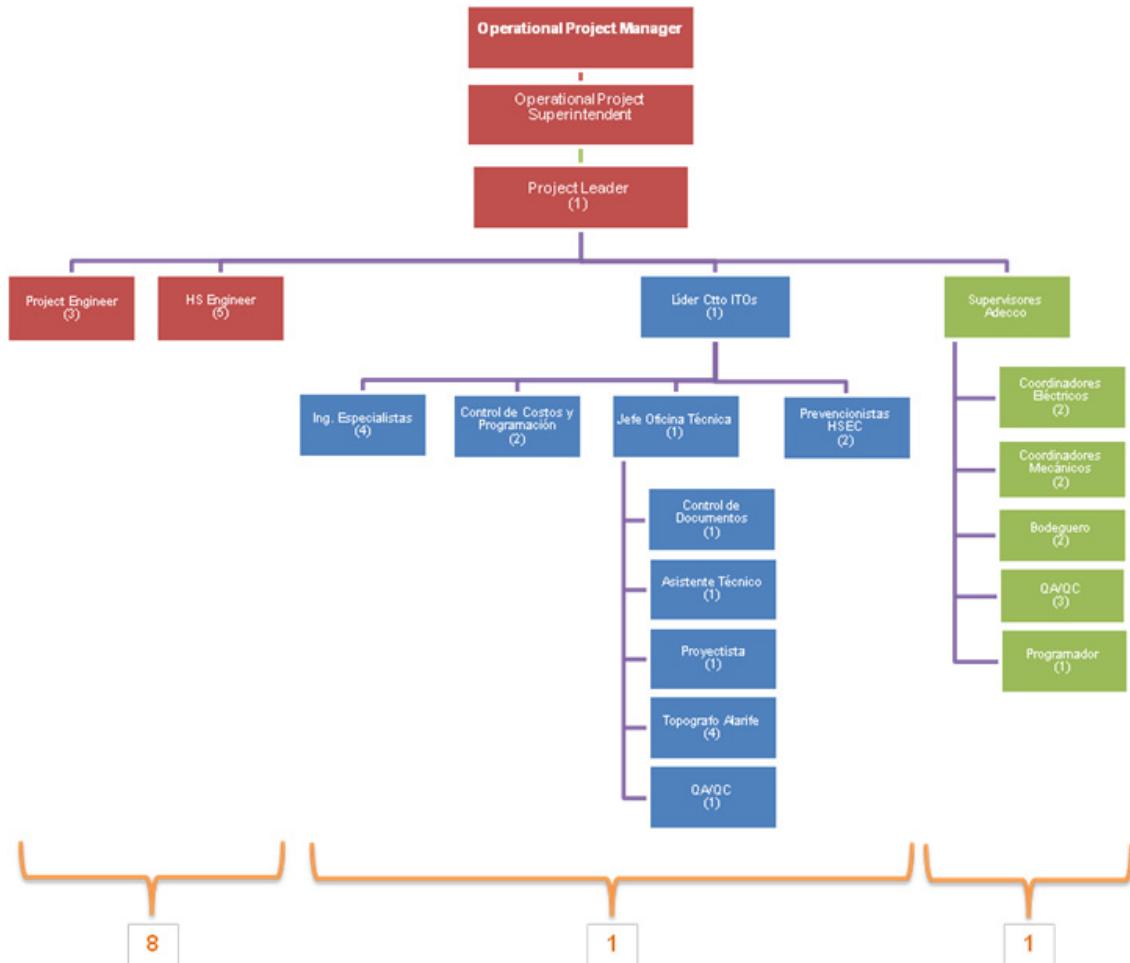


Figura 5.3: Nueva estructura organizacional Área de Proyectos Operacionales.

la expertis para supervisar las obras en terreno y garantizar el éxito en la ejecución. De esta forma, la conformación de este equipo requiere de un estricto proceso de reclutamiento para incorporar profesionales de alto rendimiento y clara fortaleza técnica.

Estructura	Owner Team		Contrato Apoyo		TOTAL
	Indefinidos	Plazo Fijo	Adm	Terreno	
Original	1	10	10	15	36
Nueva	4	15	2	16	37

Figura 5.4: Dotaciones comparativas para ambas estructuras organizacionales.

De esta forma, con la nueva estructura organizacional propuesta el Owner Team toma total protagonismo y responsabilidad de frente a las actividades y coordinaciones diarias de

terreno, existiendo una supervisión directa de las obras; y con ello se ejerce pleno control sobre las variaciones a lo largo de la ejecución. Con ello se minimizan los impactos que generan las desviaciones del programa de construcción sobre los planes de producción del cliente, entregando flexibilidad al plan de ejecución.

Los costos comparativos de ambas alternativas tampoco son muy diferentes según se aprecia en la figura 5.2, los cuales han sido calculados para las dotaciones declaradas en base a un proyecto de duración 1 año e inversión del orden de los 40 MUSD. Es claro que los costos para el Owner Team se ven incrementados con la estructura propuesta (ver fig 5.3), a la vez que disminuyen los costos de los contratos de apoyo, lo que se explica por la re-distribución del personal.

Por otra parte, del histórico de proyectos realizados bajo la modalidad PCM se puede obtener un valor mes del servicio normalizado por profesional en obra, el cual puede ser extrapolado a las dotaciones declaradas para las estructuras organizacionales original y propuesta. De esta forma se obtiene que el costo del servicio PCM alcanza los 400 KUSD por mes; mientras que para la nueva organización el valor mes de los contratos de apoyo es de 310 KUSD mensuales. A su vez, los costos para la nueva organización se ven incrementados dado el mayor número de profesionales del Owner Team en terreno (ver tabla 5.4), lo cual en base a los costos unitarios descritos en la tabla 5.2 evidencia un aumento de USD 840.000 para la nueva organización propuesta.

Cuadro 5.1: Comparación de Costos para ambas organizaciones.

Item	Costo Unitario USD	Org. Original #	Org. Nueva #
Ingeniero Senior	15.000	1	1
Ingeniero de Proyectos	12.000	13	3
Asesor HS	7.000	5	5
Bodegueros	3.000	2	2
QA/QC	5.800		3
Supervisor Elect/Mec	5123		4
Programador	6.872		1
Subtotal		92.000	136.764
Alojamiento-Alimentación	1.500	16.500	28.500
Camionetas	1.250	13.750	23.750
Gastos Generales	5 %	6.112	9.450
Total		128.362	198.464

Cuadro 5.2: Costos comparativos para la Gestión de un Proyecto.

Estructura	Owner Team	Contrato Apoyo	TOTAL
Original	1.540.350	4.800.970	6.341.320
Nueva	2.381.576	3.704.128	6.085.704

5.2.2. Comparativo para una cartera de proyectos

Al considerar que un área de ejecución de proyectos regularmente ejecuta una cartera de proyectos, es necesario comparar el efecto que esta nueva organización puede ejercer sobre la gestión de una cartera de proyectos. De esta manera, es posible comparar la gestión de proyectos realizada por el área en los años 2011 y 2012 en el Asset, tanto en la faena “Spence” como “CMCC”, en cuyo primer período se empleo la organización apoyada por contratista del tipo PCM y en el segundo año se empleo la organización propuesta en el presente documento. En ambos casos se ejecutaron tres proyectos con duraciones que varían entre los 10 y 12 meses, y con montos de inversión entre 30 y 40 MUSD.

Cuadro 5.3: Costos para una Cartera de 3 Proyectos.

Estructura	Owner Team	Contrato Apoyo	TOTAL
Original	1.540.350	12.218.094	13.758.444
Nueva	3.567.009	5.761.976	9.328.986

Bajo el esquema organizacional original no se observan variaciones en las dotaciones del Owner Team y sólo incrementos en el costo del apoyo PCM, el cual desarrolla tres estructuras PCM robustas para cada uno de los proyectos, generando enormes ineficiencias al estructurar equipos separados con duplicidad de funciones y bajo rendimiento de los recursos asignados. Bajo la estructura propuesta en el presente estudio, se observa que el Owner Team aumenta su dotación para atender a los nuevos requerimientos, a la vez que los apoyos del contratista ITOs también aumentan de forma mesurada, según se muestra en la tabla 5.4.

De esta manera, al ejecutar una cartera de proyectos bajo la estructura organizacional propuesta se obtienen claros beneficios (casi 4.5MUSD para el caso anterior)que pueden llegar a representar casi un 10 % del valor de un proyecto, y cerca de un 45 % de ahorro respecto a la estructura original. Junto con ello, el control sobre las obras es directo y no depende de la gestión de un contratista, ejerciendo un mayor control sobre los avance de la obra, la selección del personal competente y la administración de su tiempo de trabajo; el cual en el caso de los PCM no necesariamente responde a las necesidades inmediatas del Owner Team.

Cuadro 5.4: Comparativo de dotación para la ejecución de 1 proyecto y una cartera de 3 Proyectos - Bajo estructura organizacional propuesta

Item	1 Proyecto	3 Proyectos
	#	#
Ingeniero Senior	1	1
Ingeniero de Proyectos	3	5
Asesor HS	5	7
Bodegueros	2	2
QA/QC	3	5
Supervisor Elect/Mec	4	10
Programador	1	3
Subtotal	19	33
ITOs	18	28
Total	37	61

Por otra parte, bajo la estructura de trabajo propuesta, el “know how” de la gestión de proyectos permanece y se desarrolla en los miembros del equipo de proyectos, propiciando un área para la formación de personal competente para la gestión de proyectos y diseño de soluciones futuras de ingeniería que la organización requiera.

Tal cual se aprecia en la tabla 5.4, las adiciones de personal para gestionar la cartera son acotadas y optimizadas para la gestión exitosa de los proyectos, aprovechando las sinergias con el personal ya existente en la organización, tanto en la estructura del equipo como también en el contratista ITO; por tanto los aumentos de dotación no son lineales como en el caso del apoyo PCM de la organización original.

Capítulo 6

Conclusiones.

1. La presente metodología permite estandarizar la gestión de los proyectos de ejecución, en particular de aquellos que se desarrollan actualmente en Minera Spence, generando una correcta y regular reportabilidad del desempeño en materia de: “Salud y Seguridad”, “Avance Físico” y evolución de los “Costos” del proyecto.
2. Con la implementación de la nueva estructura organizacional, los proyectos han logrado un cumplimiento de las metas tanto en seguridad y presupuesto, con leves desviaciones en el plazo, menores a las evidenciadas bajo la estructura anterior soportada por un contratista PCM.
3. Esta metodología mejora considerablemente el control de las obras, pues la supervisión directa por parte del Owner Team ha permitido anticiparse a las desviaciones y tomar acciones efectivas en pos del cumplimiento de las metas del proyecto, proporcionando un seguimiento exhaustivo sobre la gestión del contratista. A diferencia de un contratista del tipo PCM quién resuelve de forma más lenta las desviaciones, estableciendo medidas que muchas veces no consideran mayormente los excesivos costos que esto pudiese representar.
4. Los costos de la organización propuesta muestran mejoría para la ejecución de una cartera de proyectos respecto a la estructura empleada en el pasado, lo cual evidencia claros ahorros para la gestión futura.
5. Se han segregado las responsabilidades de cada miembro del equipo al definir claramente los roles, estableciendo las rutas de comunicación en pos de mantener relaciones de mutua cooperación con el cliente y el contratista; lo cual permite dar respuesta ágil y efectiva a las necesidades de los diferentes usuarios.
6. El presente documento facilitará el trabajo de los futuros miembros del área, por cuanto establece de forma clara el paso a paso para la ejecución de proyectos (planificación, control y cierre), así como también los informes e instancias de reunión que son necesarias de realizar con el cliente para lograr una adecuada reportabilidad de los proyectos.

Bibliografía

- [1] BHP Billiton, *Internal global level document 31, major capital projects*, Minerals (2011).
- [2] Cochilco, *Catastro mundial de proyectos y prospectos mineros de cobre para el período 2006 - 2015*, Comisión chilena del Cobre, Dirección de Estudios.
- [3] C Adams DJ Noort, *Effective mining project management systems*, International Mine Manager Conference, Melbourne (2006).
- [4] PMI, *A guide to the project management body of knowledge*, An American National Standard, ANSI/PMI 99-001-2010 (2010).
- [5] J. Rodney Turner, *The handbook of project-based management - 3rd edition*, McGraw Hill, USA (2008).

Capítulo 7

Anexos

7.1. Anexo A - Nomenclatura.

SPA Single Point Accountability - único punto responsable.

Punch List Lista de defectos - aplica a la construcción y a la puesta en marcha de los equipos.

WBS Work Breakdown structure - estructura de descomposición del trabajo (EDT).

HSEC Health, Safety, Environment and Community - Salud, Seguridad, Medioambiente y Comunidad.

HSE Health, Safety and Environment - Salud, Seguridad y Medioambiente.

DCS Distributed Control System - Sistema de instrumentación para el control general de una instalación.

HMI Human-Machine interface - Interface hombre máquina para el control de equipos.

NPV Net Present Value - Valor Presente aplicable a inversiones.

CAPEX Capital Expenditure - Inversión de Capital.

KPI Key performance indicator - Indice de desempeño.

SoW Scope of Work - Alcances del proyecto.

SoR Scope of Requirement - Listado de requerimientos del cliente.

PEP Project Execution Plan - Plan de ejecución para un proyecto.

Owner Team Equipo del Proyecto.

IAR Investment Approval Request - Solicitud de Aprobación de fondos de inversión.

EWRM Enterprise Wide Risk Management - Metodología para la administración y gestión de Riesgos en una compañía.

ITO Inspección técnica de obras.

SDI Solicitud de información aplicable a formalizaciones de consultas del contratista al owner team.

PEM Puesta en marcha.

Tie-In Conexión final de un equipo o instalación con otra, la cual por lo general requiere detención.

Owner Team Equipo del Dueño o Equipo de Proyectos.

APU Análisis de precios unitarios.

ITO Inspección técnica de obras.

RRHH Departamento de recursos humanos.

RRLL Departamento de recursos laborales.

HH Horas hombre aplicable a la medición de dotaciones en terreno.

7.2. Anexo B - Formato Informe Diario

INFORME DIARIO PROYECTO CONTRATO N° XXXXX									Código	XXX		
									Versión	Y		
									Fecha	XX-XX-XX		
Fecha: XX-XX-XX			Turno: dia			Día: XX			Horas : ZZ		REV	0
Columna N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
				1+2+3		4-5	horas/dia		7+8			
Cargo	Total contratados	(-) Finiquitados desde informe anterior	(+) Ingresos desde inf. anterior	Total fuerza trabajo hoy	(-) En descanso hoy	Total trabajando hoy	Total HH Hoy	Total HH hasta inf. Anterior	Total HH Acumuladas			
D	Capataz											
I	Maestro Mayor											
R	Maestro Primera											
E	Maestro Segunda											
C	Soldador											
T	Ayudante											
O	Total Mano de Obra Directa											
S	Ingeniero Administrador											
N	Jefe Oficina Técnica											
I	Secretario Técnico											
R	Experto Programación y Control											
E	Jefe Control de Calidad											
R	Ing. Control Calidad											
C	Control de Documentos											
T	Jefe de Terreno											
O	Supervisor											
S	Jefe de HSEC											
N	Supervisor HSEC											
I	Secretario HSEC											
D	Coordinador SPOT											
I	Jefe Administrativo											
R	Encargado de Personal											
E	Asistente de Personal											
C	Encargado de Servicios y Compras											
T	Encargado Recepción											
O	Encargado Remuneraciones-Campamento											
S	Topógrafo											
N	Alarife-Trazador											
I	Jefe de Bodega											
D	Pañolero											
I	Auxiliar Aseo											
R	Chofer											
E	Operador Múltiple											
C	Mecánico Rigger											
O	Total Mano de Obra Indirecta											
S	Jefe Terrero	-	-	-	-	-	-	-	-			
C	Supervisor	-	-	-	-	-	-	-	-			
N	Operador	-	-	-	-	-	-	-	-			
I	Chofer	-	-	-	-	-	-	-	-			
D	Total Mano Obra Indirecta											
TOTAL GENERAL												
Equipo		Total Hoy	Total HM Hoy	Total HM al Inf. Anterior	Total HM Acumulada	Disponible	Panne	Mantención	Observaciones			
E	Grúa 60 Ton											
Q	Grúa 60 Ton											
U	Grúa Horquilla											
I	Camión Pluma											
P	Camiones											
O	Camionetas											
S	Buses											
S	Camión 3/4											
Total												
ACT N° ACTIVIDADES DIARIAS												
ACT N°	ACTIVIDADES DIARIAS			RESPONSABLE/CARGO	HH	TOTAL E	Total HH Acumulado (Inf. Ant.)					
1							Directo					
2							Indirecto					
3							TOTAL					
4								HH (hoy)				
5								Directo				
6								Indirecto				
7								TOTAL				
8									Total HH (hasta hoy)			
9									Directo			
10								Indirecto				
CONTRATISTA												
Nombre: Cargo: Firma: Fecha: Observaciones y/o comentarios:						MANDANTE						
Nombre: Cargo: Firma: Fecha: Observaciones y/o comentarios:												

Figura 7.1: Informe de avance diario.

7.3. Anexo C - Formato Informe Semanal

LOGO EMPRESA	INFORME SEMANAL PROGRAMACIÓN Y CONTROL PROYECTO						Nº documento Actualizado DD-XX-XX Nº contrato: xxxxxx Contratista: xxxxxx
Semanas del dd de mes al dd de mes del año.							
1.- INFORMACION GENERAL		2.- CAPEX		3.- AVANCES		4.- HSEC	
Cliente xxxxx	Budget xxxx	Actual Mes xxxx	Real xxxx	Variación xx%	Físico xxxx	Horas Trabajadas	Incidentes Significativos
SI de proyectos xxxxx	Forecast Mes xxxx				Esta Semana HH.	Total HH.	Esta Semana Total 0 0
Adm de contrato xxxxx							
Comentarios HSEC		Comentarios Avance		Hitos			
1.-	1.-	1.-	1.-	2.-	2.-	2.-	2.-
2.-	2.-	3.-	3.-	3.-	3.-	3.-	3.-
3.-	4.-	4.-	4.-	4.-	4.-	4.-	4.-
4.-	5.-	5.-	5.-	5.-	5.-	5.-	5.-
Programa semanal		Actividades críticas					
1.- Actividad 1	1.-	2.- Actividad 2	2.-	3.- Actividad 3	3.-	4.- Actividad n	4.-
FOTOS							
FOTO 1				FOTO 2			
GRAFICAS							
Avance Programado vs Avance Real 				HH Programadas vs HH Gastadas 			
Avance Financiero 				HH Programadas vs HH Ganadas 			

Figura 7.2: Informe de avance semanal.
68

7.4. Anexo D - Formato Informe Mensual

Nº Documento		INFORME MENSUAL PROYECTO XXXXX Mes (n) del XXXX																			
Descripción del Proyecto		KPIs		Seguridad		Treshold		Target		Slech											
Una breve descripción y objetivos del proyecto.																					
Estadísticas de Seguridad (Personal) directo e indirecto																					
#Informes																					
hh. Mes (n-1)		Hrs del mes n	HH Totales a la Fecha	LTFR del Proyecto	Incidentes a la Fecha	TFR	Ref.	Insidentes Significativos durante el mes		Clasificación											
hh. Mes (n-1)		Total hh.	0	0	0	0		A la fecha no se registran Incidentes Significativos		Acciones Inmediatas											
-																					
Progreso		Comentarios del Progreso		Avance Programado v/s Real		-		-		-											
Principales Hitos del Mes		1.-		100%		68.231		-		-											
Hrs mes (n-1)		2.-		90%		61.408		-		-											
-		3.-		80%		54.585		-		-											
-		4.-		70%		47.762		-		-											
-		5.-		60%		40.939		-		-											
-		6.-		50%		34.115		-		-											
-		7.-		40%		27.292		-		-											
Principales Hitos Mes Siguiente		8.-		30%		20.469		-		-											
-		9.-		20%		13.646		-		-											
-		10%-		10%		6.823		-		-											
-		0%		sem.1		sem.2		sem.3		sem.4											
-		Avance Reprogramado del Mes (n) (%)		Avance Real del Mes (n) (%)		Avance Reprogramado a la Fecha (%)		Avance Real a la Fecha (%)		Programado											
-		XX%		YY%		ZZ%		KK%		Actual											
-		-		-		-		-		Reprog.											
-		-		-		-		-		Forecast											
Correspondencia los directas																					
Financiero		Comentarios		Project Risks, Issues & Concerns		1.-		2.-		3.-											
Budget Original (US\$K)	Aprobaciones Suplementarias (US\$K)	Budget Total (US\$K)	1.-	1.-	1.-	1.-	1.-	2.-	2.-	3.-	3.-										
XXXX	XXX.XXX	XXXXX	2.-	2.-	2.-	2.-	2.-	3.-	3.-	4.-	4.-										
Forecast del Mes Septiembre (US\$K)	Mes Septiembre (US\$K)	Real a la Fecha (US\$K)	3.-	3.-	3.-	3.-	3.-	4.-	4.-	5.-	5.-										
			4.-	4.-	4.-	4.-	4.-	5.-	5.-	6.-	6.-										

Figura 7.3: Informe de avance mensual.

7.5. Anexo E - Formato Informe Avance para construir curva S

PROYECTO

INFORME DE AVANCE

ID	Actividad	Información Según Programa Meta				Avance Acumulado Periodo Actual				HH Ganadas
		Recursos HH	Duración (Días)	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Fecha de Inicio real	Fecha de Término Real	% Avance Físico Actividad	% Avance Real	
	TOTAL	5315,50		XX-XX-XX	XX-XX-XX			69,61%	3700,2875	
1	PROYECTO XXXXXX	0	0	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0,00%	0	
2	Inicio			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
3	Entregable N°1			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
4	Proceso 1.1			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
5	Actividad 1.1.1	0	0	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,00%	0
6	Actividad 1.1.2	30	0,33	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
7	Actividad 1.1.3	50	0,56	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,94%	50
8	Actividad 1.1.4	50	0,56	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,94%	50
9	Actividad 1.1.5	50	0,56	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
41	Actividad 1.1.6	50	0,56	XX-XX-XX	XX-XX-XX			20%	0,19%	10
42	Actividad 1.1.7	50	0,56	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
43	Actividad 1.1.8	20	0,22	XX-XX-XX	XX-XX-XX			30%	0,11%	6
44	Proceso 1.2			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
45	Actividad 2.1.1	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	1,35%	72
46	Actividad 2.1.2	180	5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	3,39%	180
213	Actividad 2.1.3	60	0,67	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	1,13%	60
214	Actividad 2.1.4	24	0,44	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
215	Actividad 2.1.5	24	0,67	XX-XX-XX	XX-XX-XX			50%	0,23%	12
216	Actividad 2.1.6	16	0,44	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
217	Actividad 2.1.7	144	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
218	Proceso 1.3			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
220	Actividad 3.1.1	16	0,44	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,30%	16
221	Actividad 3.1.2	16	0,44	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,30%	16
222	Actividad 3.1.3	8	0,22	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,15%	8
223	Actividad 3.1.4	135	1,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	2,54%	135
225	Actividad 3.1.5	16	0,44	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,30%	16
226	Actividad 3.1.6	16	0,44	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,30%	16
227	Actividad 3.1.7	8	0,22	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,15%	8
228	Actividad 3.1.8	135	1,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	2,54%	135
232	Entregable N°2			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
293	Proceso 2.1			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
298	Actividad 2.1.1	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	1,35%	72
299	Actividad 2.1.2	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			80%	1,08%	57,6
300	Actividad 2.1.3	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	1,35%	72
301	Actividad 2.1.4	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
302	Actividad 2.1.5	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			25%	0,34%	18
303	Actividad 2.1.6	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
304	Actividad 2.1.7	72	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
307	Actividad 2.1.8	6,75	0,25	XX-XX-XX	XX-XX-XX			25%	0,03%	1,6875
308	Actividad 2.1.9	6,75	0,25	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
352	Actividad 2.1.10	8	0,44	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,15%	8
353	Actividad 2.1.11	10	0,28	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,19%	10
354	Actividad 2.1.12	18	0,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,34%	18
355	Actividad 2.1.13	18	0,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,34%	18
356	Actividad 2.1.14	18	0,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,34%	18
357	Actividad 2.1.15	54	2	XX-XX-XX	XX-XX-XX			50%	0,51%	27
358	Actividad 2.1.16	120	4	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	2,26%	120
359	Actividad 2.1.17	18	0,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,34%	18
360	Actividad 2.1.18	18	0,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	0,34%	18
361	Actividad 2.1.19	18	0,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
362	Actividad 2.1.20	18	0,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			0%	0,00%	0
363	Proceso 2.2			XX-XX-XX	XX-XX-XX					
365	Actividad 2.2.1	180	2,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	3,39%	180
366	Actividad 2.2.2	180	2,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			60%	2,03%	108
368	Actividad 2.2.3	180	2,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	3,39%	180
369	Actividad 2.2.4	180	2,5	XX-XX-XX	XX-XX-XX			100%	3,39%	180

Figura 7.4: Tabla de medición de avance.

7.6. Anexo F - Formato seguimiento de adquisiciones

Figura 7.5: Tabla de seguimiento a las adquisiciones.

7.7. Anexo G - Formato Lista de Defectos - Punch List

Figura 7.6: Hoja de Lista de Defectos - Punch List.

7.8. Anexo H - Formato Lista de Chequeo final - Check List

Revisión	Nombre	Firma	Fecha
Superintendente Construcción			
Gerente de Construcción	75		

Figura 7.7: Lista de Chequeo previo a la entrega.

7.9. Anexo I - Procedimientos mínimos

7.9.1. Generales

- Canastillo alza hombre.
- Carga, descarga y transporte de materiales y equipos .
- Desmovilización instalación de faenas.
- Montaje modificacion, desarme de andamios y plataformas de trabajo.
- Trabajos en altura.
- Aislacion y bloqueo.
- Trabajos en caliente.
- Izaje,carga y descarga.
- Espacios confinados.
- Cierre y abandono.
- Calificación procedimiento de soldadura.
- Calificación de soldadores.
- Manejo de consumibles para procesos de soldadura en obra.
- Control de operaciones de soldadura.
- Soldadura arco manual.
- Manejo y almacenamiento de electrodos de soldadura.
- Reparación de soldadura.
- Corte y soldadura con gas.
- Instalación de faena.
- Carga y descarga contenedores.
- Control de bienes de propiedad cliente.
- Operación de esmeriles angulares.
- Pintura industrial.
- Traslado personal.

7.9.2. Eléctricos

- Montaje cable minero.
- Tendido de cables.
- Izaje de postes.
- Tendido de conductores y cable de guardia.
- Vestido de postes.
- Desarme de linea aerea de 23 kv.
- Confecciones de mufas.
- Montaje de escalerillas.
- Tendido banco de ductos.
- Montaje conduit.
- Canalizacion electricas .
- Montaje de tableros y equipos.
- Montaje y desmontaje de equipos eléctricos.
- Fabricación y montaje de soportes
- Instalación de cable electrico de baja tensión.
- Prueba de continuidad en cables eléctricos.
- Prueba de resistencia a la aislación en cables y equipos eléctricos.
- Preparación e instalación de malla de tierra.
- Conexionado de cables eléctricos.
- Cableados sala eléctrica a motores.
- Desconexión y retiro de cables para motores.
- Montaje de paneles sala eléctrica.
- Retiro de equipos eléctricos.
- Preparación y tendido linea.
- Templado, engrampado y conexionado linea.

- Preparación y tendido fibra optica.
- Montaje de equipos.
- Excavaciones y montaje muertos y tirantes.

7.9.3. Mecánica Estructuras

- Montaje estructuras.
- Desarme de estructuras.
- Desmontaje de estructuras.
- Reforzamiento de estructuras.
- Reubicación de estructuras.
- Carga y descarga de rieles.
- Fabricación de estructuras.
- Ejecuci y control de torque.
- Pre-armado de estructuras.
- Reparación de pintura.
- Soldadura acero carbono.
- Montaje de equipos mecánicos.
- Desmontaje de equipos mecánicos.
- Procedimiento de cañeria de hdpe.
- Procedimiento montaje de cañerias.
- Pruebas hidrostáticas.
- Cambio de elementos mecánicos.
- Instalación de suples y atiesadores.
- Utilización de prensas mecanicas.
- Soldadura de cañeria por termofusion.

7.9.4. Civiles

- Excavaciones.
- Demolición.
- Rellenos compactados.
- Hormigón armado.
- Reparación de defectos en el hormigón.
- Preparación de juntas de hormigón.
- Fabricación e instalación de enfierradura.
- Instalación de mortero de nivelación.
- Instalación de placas de nivelación.
- Fabricación de enfierradura de refuerzo.
- Excavación de zanjas terreno comúnic
- Excavación en terreno común.
- Hormigones simples.
- Moldajes.
- Solicitud y recepción de hormigones.
- Topografía.

7.10. Anexo J - Protocolos mínimos de calidad

7.10.1. Generales

- Instalación de faena.
- Certificado de entrega de área de trabajo contratista.
- Punch list de construcción.
- Punch list de comisionamiento y puesta en marcha.

7.10.2. Eléctricos

- Inspección conduit electrico.
- Registro de prueba conexión a tierra.
- Lista de cotejo de iluminación.
- Tableros de distribución de alumbrado, fuerza y control.
- Lectura de resistencia malla a tierra.
- Inspección malla a tierra.
- Montaje de equipos electricos.
- Inspección visual de canalizaciones.
- Aislacion y continuidad de conductores.
- Terminaciones y conexionado.
- Montaje malla de tierra.
- Prueba aislacion de motores.
- Inspección en instalacion de cables de baja tension.
- Instalacion de unidades de alumbrado.
- Pruebas de comunicación.

7.10.3. Mecánica Estructuras

- Inspección de instalación de cajas escaleras y plataformas.
- Informe de torque de pernos.
- Aceptación de edificios.
- Instalación de acero estructural.
- Calificación soldadores.
- Inspección visual de soldadura.
- Inspección control de fungibles.
- Especificación del procedimiento de soldadura.

- Lista de cotejo instalación placas nivelación.
- Inspección de groutt.
- Lista de cotejo fierro montaje y estructuras.
- Montaje de estructuras.
- Montaje de equipos.
- Montaje de chutes.
- Montaje de motores.
- Apriete de pernos.
- Apriete de pernos de estructura.

7.10.4. Civiles

- Control de vaciado de hormigón.
- Inspección antes de la colocación del hormigón.
- Recepción de excavaciones.
- Control de pedidos diarios de hormigones.
- Esquema topográfico.
- Niveles topográficos.
- Recepción de topografía.
- Control alineamiento estructuras.
- Control de colocación de enquieradura.
- Control de camiones mixer.
- Inspección de hormigonado.
- Inspección vaciado de hormigón.
- Control de excavaciones.
- Control alineamientos de equipos.
- Acta recepción topográfica.

- Movimiento de tierra.
- Aplome estructuras.
- Recepción de estructuras.
- Rellenos compactados.
- Postura de enfierradura.
- Hormigonado.
- Aplicación de grout.
- Prueba de densidad in situ.
- Inspección de suelo compactado.
- Resultado proctor modificado.
- Inspección de preparación de superficies y aplicación de pinturas.
- Informe inspección pintura terminada.