

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
PROYECTOS ORIENTADA A CUMPLIR LA PROMESA DE
VALOR DE LOS PROYECTOS CORPORATIVOS DE
CODELCO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

SEBASTIÁN MAUR ATÍAS

**PROFESOR GUÍA:
JUANITA GANA QUIROZ**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
OMAR CERDA INOSTROZA
ANDRÉS KETTLUN LEYTON**

**SANTIAGO DE CHILE
DICIEMBRE 2008**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR : SEBASTIÁN MAUR ATÍAS
FECHA: 09/12/2008
PROF. GUIA: SRA. JUANITA GANA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS ORIENTADA A
CUMPLIR LA PROMESA DE VALOR DE LOS PROYECTOS CORPORATIVOS DE
CODELCO**

El presente trabajo de título tuvo como objetivo proponer un sistema de gestión de apoyo a la gestión de proyectos corporativos de Codelco para disminuir la probabilidad de diferencias entre los índices operacionales del diseño de un proyecto y los reales, una vez que el proyecto se encuentra en su fase de operación.

La metodología consistió en realizar un levantamiento de la situación actual de la organización de proyectos de Codelco que permitiera dilucidar los factores clave en la definición de los índices operacionales, tales como actores y roles relevantes, ciclo de vida del proyecto y responsabilidades, entre otros. Para hacerlo se obtuvieron datos de varias fuentes: información pública (web, documentos, memorias anuales y declaraciones), entrevistas a actores claves y documentos de proyecto confidenciales de la Corporación.

Realizando análisis cuantitativos y cualitativos se identificaron 5 tópicos de gestión críticos para la disminución de brechas entre los índices operacionales del diseño de un proyecto y los reales, una vez que este se encuentra en su fase de operación: gestión de personal; gestión de negocios con terceros; gestión de operaciones; gestión de recursos mineros; y gestión de sustentabilidad.

Como resultado, se proponen estos tópicos como incubadoras de proyectos de gestión que permiten hacer frente a la problemática de las brechas antes mencionada. Para ello se caracteriza cada uno de los tópicos definiendo su responsable, su objetivo general, sus objetivos específicos, las principales actividades que deben impulsar y los resultados esperados.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES GENERALES	5
1.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA.....	5
1.2.	NUEVO SISTEMA DE INVERSIÓN DE CAPITAL	13
2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	15
3.	OBJETIVOS.....	17
3.1.	OBJETIVO GENERAL	17
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4.	ALCANCE	18
5.	MARCO CONCEPTUAL.....	19
5.1.	DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS	19
5.2.	GUÍA DEL PMBOK	22
5.2.1.	CICLO DE VIDA DEL PROYECTO Y ORGANIZACIÓN.....	27
5.2.2.	ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN	35
6.	METODOLOGÍA	38
7.	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS	48
8.	LEVANTAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	62
9.	PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN	71
10.	CONCLUSIONES	82
	BIBLIOGRAFÍA	83
	ANEXOS	84
	ANEXO 2. ORGANIGRAMA DE CODELCO.....	86
	ANEXO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO MINERO.....	87
	ANEXO 4 PAUTA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA.....	91
	ANEXO 5. LISTADO DE REVISIONES INDEPENDIENTES.....	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 Ficha técnica de divisiones de Codelco	8
Ilustración 1.2 Proyecto estratégico de Codelco 1994-2020	12
Ilustración 1.3 Cartera de los proyectos más relevantes de Codelco	10
Ilustración 11.1 Roles y actores para los proyectos del Programa de Proyectos	78
Ilustración 11.2 Estructura para el tópico de proyectos de gestión de personal.....	78
Ilustración 11.3 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de negocios con terceros	79
Ilustración 11.4 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de operaciones	79
Ilustración 11.5 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de recursos mineros.....	80
Ilustración 11.6 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de sustentabilidad.....	80
Ilustración 2.3.2.1 Estructura de costos de División Andina	54
Ilustración 3.1 Costos Unitarios división Andina	55
Ilustración 3.2 Matriz Delta divisional 2008-2018.....	56
Ilustración 3.3 Principales contratos de la división proyectados para el año 2018...	58
Ilustración 5.1 Plan de Producción División Andina.....	52
Ilustración 5.2 Gerencias estudiadas en el proyecto de sustento de la promesa de valor desarrollado por IGT	53
Ilustración 6.1 Áreas de experiencia que necesita la dirección del proyecto.....	24
Ilustración 6.2 Coste del proyecto y nivel de personal típicos a lo largo del ciclo de un proyecto	29
Ilustración 6.3 Influencia de los interesados a lo largo del tiempo.....	30
Ilustración 6.4 Secuencia de fases típicas en un ciclo de vida del proyecto.....	32
Ilustración 6.5 Relación enter los interesados y el proyecto	33
Ilustración 6.6 Influencia de la estructura de la organización en los proyectos	36
Ilustración 6.7 Organización combinada.....	36
Ilustración 8.1 Las dos cadenas de valor de la Corporación	63
Ilustración 8.2 Nivel de inversión de Codelco (1990-2007)	64
Ilustración 8.3 Fases del ciclo de vida de los proyectos en Codelco.....	66
Ilustración 8.4 Etapas del ciclo de vida del proyecto	68
Ilustración 8.5 Descomposición del VAN del Proyecto	68
Ilustración 8.6 Comparación de VAN como criterio que influye en la evaluación de proyectos.....	69
Ilustración A2.1 Esquema de la elección de años para el análisis	45
Ilustración A3.1 Tiempo asociado a un proyecto minero (rajo abierto).....	87

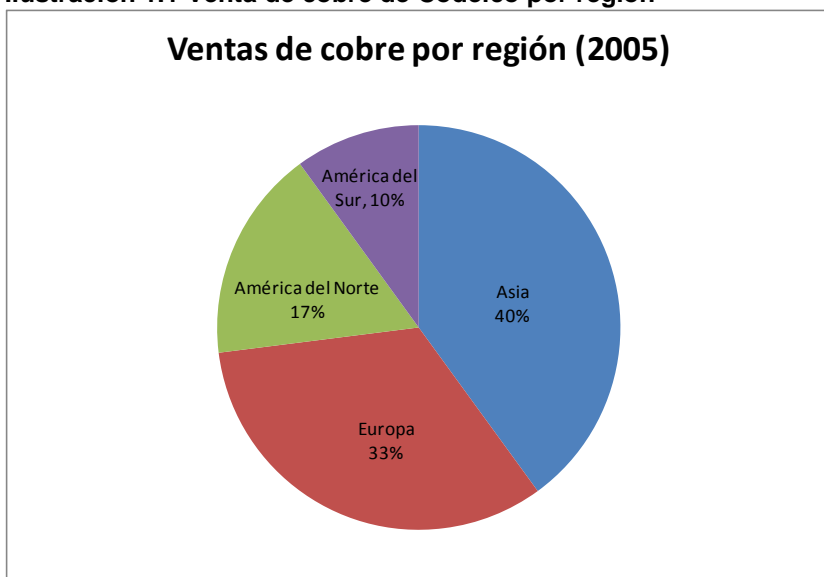
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES GENERALES

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

Codelco es la principal productora de cobre fino en el mundo con un volumen de 1.66 millones de toneladas métricas anuales (2007) lo que representa alrededor del 15% del total del mercado. Asimismo, la Corporación posee las mayores reservas base de cobre, con alrededor del 20% del total del planeta¹.

Los productos que vende Codelco, encabezados por los cátodos Grado A (99,99% de cobre), son vendidos en los distintos mercados mundiales. Actualmente el mercado más importante para la Corporación es Asia que absorbe el 40% de su oferta, lo siguen: Europa con un 33%, América del Norte con 17% y América del Sur con 10% (2005).

Ilustración 1.1 Venta de cobre de Codelco por región



Fuente: Codelco

Paralelamente es líder mundial en la producción y venta de molibdeno. Este metal es utilizado principalmente para aleaciones de acero especiales y es comercializado principalmente a los mercados de la Unión Europea, Asia y América Latina.

¹ La región de Los Andes chileno es considerada el principal depósito cuprífero, con cerca del 40% de las reservas demostradas en el mundo.

La historia de Codelco se remonta a la promulgación de la reforma constitucional que nacionalizó el cobre el 11 de Julio de 1971, bajo la presidencia de Salvador Allende Gossens, aunque la creación de la Corporación Nacional del Cobre de Chile se formaliza recién el 1 de Abril de 1976.

La Corporación la encabeza un Directorio con 7 integrantes designados por la Presidencia de la República. Dicho Directorio es liderado por el Ministro(a) de Minería, integrándolo además: el Ministro(a) de Hacienda, tres representantes designados por la Presidencia y dos directores representantes de trabajadores y supervisores. El actual directorio de Codelco se presenta en el ANEXO 1.

El Directorio es quien elige al Presidente Ejecutivo de Codelco, encargado de dirigir la empresa. Su labor en la administración superior de Codelco es asistida por vicepresidencias y gerencias corporativas especializadas (el organigrama se encuentra en el ANEXO 2).

Codelco realiza sus operaciones principalmente a través de 5 divisiones, encargadas de explotar los yacimientos, el procesamiento de los minerales y la obtención del metal y subproductos que se envían a los mercados mundiales.

Estas divisiones son:

Codelco Norte.

Ubicada en la II Región, en pleno Desierto de Atacama, cercana a la ciudad de Calama. Se origina tras fusionarse las divisiones de Chuquicamata y Radomiro Tómic. Ambos complejos explotan sus yacimientos a rajo abierto y producen concentrado de cobre, cátodos electrorrefinados y electroobtenidos (con pureza de 99,99%) y otros subproductos.

Actualmente los principales proyectos de división Codelco Norte son: Mina Subterránea Chuquicamata, Mina Ministro Alejandro Hales y Sulfuros Radomiro Tomic.

Salvador.

Se encuentra en el norte de la III Región de Atacama. Realiza tanto explotación subterránea como a rajo abierto y produce concentrado de cobre, cátodos electrorrefinados y electroobtenidos y otros subproductos.

Actualmente el principal proyecto de división Salvador es la fundición de Potrerillos.

Ventanas.

Ubicada en la V Región, en la localidad de Las Ventanas. Consiste en un plantel industrial que realiza la fundición de distintos minerales provenientes de las otras divisiones u otras minas. Originalmente la fundición de Ventanas formaba parte de ENAMI; en el año 2005 fue traspasada a Codelco constituyéndose así en su quinta división. Ventanas produce cátodos de cobre, lingotes de oro y granallas de plata.

Andina.

También ubicada en la V Región. Andina realiza explotación de yacimiento tanto subterránea como a rajo abierto y produce sólo concentrado de cobre y otros subproductos.

Actualmente, los principales proyectos de división Andina son los proyectos de expansión PDA Fase I y II, así como el proyecto Desvío Río Blanco.

El Teniente.

Se encuentra en la VI Región, en plena Cordillera de Los Andes. Corresponde a la mina subterránea más grande del mundo. El Teniente produce cobre refinado a fuego (RAF) y ánodos de cobre.

Actualmente, algunos de sus principales proyectos son Pilar Norte y Nuevo Nivel Mina.

Codelco cuenta para sus divisiones con una dotación propia de más de 18.000 personas, de las cuales aproximadamente la mitad se encuentra en división Codelco Norte, principalmente en el complejo de Chuquicamata que posee la mina a rajo abierto más grande del mundo. La empresa cuenta además con una dotación de contratistas que excede las 23.000 personas

La siguiente ilustración presenta un cuadro resumen de las Divisiones donde se caracterizan por el tipo de producto, el nivel de producción anual, el costo por libra directo y las dotaciones interna y externa.

Ilustración 1.2 Ficha técnica de divisiones de Codelco

	Codelco Norte	Salvador	Ventanas	Andina	El Teniente
Producto	Cátodos electrorefinados y electroobtenidos y cátodos de cobre	Cátodos electrorefinados y electroobtenidos y concentrado de cobre	Cátodos de cobre, lingotes de oro y granallas de plata	Concentrado de Cobre	Refinado a fuego y ánodos de cobre
Producción (KTM)	896	63		218	404
Costo Directo (c/lb)	33,2	77,6		34,7	47
Dotación propia (pers.)	8424	1717	1038	1298	4808
Dotación externa (pers.)	9932	3290	770	4884	7183

Fuente: Codelco

Inversión de los proyectos mineros en Codelco

América Latina goza de gran actividad en la industria de la minería y más específicamente en la de cobre. Actualmente se están desarrollando gran cantidad de proyectos mineros de cobre en la región. Esto se puede apreciar en el estudio “Catastro mundial de proyectos y prospectos mineros de cobre para el periodo 2006-2015” realizado por la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) en Mayo de 2007, donde se estima que la inversión de proyectos mineros de cobre en Latinoamérica para el periodo 2006-2015 supera el 50% del total de la

inversión mundial en proyectos de este tipo, tal como se muestra en la siguiente ilustración

Ilustración 1.3 Catastro mundial de proyectos mineros de cobre 2006-2015

Región	Proyectos			Inversión esperada	Participación
	Total	Cobre fino	Concentrado		
África	24	12	12	4.710	7,24%
Latinoamérica	69	29	40	36.132	55,55%
Norteamérica	26	7	19	5.159	7,93%
Asia	25	3	22	9.708	14,93%
Europa	7	1	6	1.936	2,98%
Oceanía	15	3	12	7.398	11,37%
Total	166	55	111	65.043	100,00%

Fuente: "Catastro mundial de proyectos y prospectos mineros de cobre para el periodo 2006-2015", COCHILCO, Mayo de 2007

Entre los países de la región destaca el caso de Chile el cual posee un alto nivel de inversión de capital en proyectos mineros de cobre. Según el estudio "Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro, Proyección del periodo 2007-2011 Actualizada a Diciembre de 2007", también realizado por COCHILCO en Diciembre de 2007, la inversión en minería de cobre en Chile para el periodo 2007-2011 tiene un valor estimado de 13.939 millones de US\$ de los cuales 6.128 millones de US\$ corresponden a inversiones de Codelco, es decir, aproximadamente un 40%.

Es relevante mencionar que los montos de inversión se han incrementado considerablemente durante el año 2008, principalmente por el aumento de algunos insumos críticos como el acero. Un ejemplo significativo es el Proyecto de Desarrollo Andina (PDA) Fase II de Codelco que aumentó de 3.700 (en el último estudio citado) a 4.800 millones de US\$.

El alto nivel de inversión de capital en proyectos mineros de Codelco se traduce en una nutrida cartera de proyectos que requieren un alto nivel de inversión de capital. La siguiente ilustración presenta un cuadro con los proyectos más relevantes para la Corporación² para los próximos años.

² Las diferentes etapas del proyecto minero se encuentran explicadas en el ANEXO 3

Ilustración 1.4 Cartera de los proyectos más relevantes de Codelco

Proyecto	Inversión (MUS\$)	Etapa	Fecha de puesta en marcha
Gaby	1.050	Rump Up	2008
PDA Fase I	730	Construcción	2010
Sulfuros RT	220	Ejecución	2010
Pilar Norte	120	Construcción	2010
Mina ministro Hales	900-1.300	Prefactibilidad	2014
PDA FASE II	4.800	Prefactibilidad	2015
Nuevo Nivel Mina	1.600	Prefactibilidad	2017
Chuquicamata Subterránea	1.900	Prefactibilidad	2018

Fuente: Codelco

El manejo de esta cartera de inversiones, así como el desarrollo de cada proyecto en particular representa un gran desafío para la Corporación por la complejidad que conlleva.

Por ello Codelco reconoce la existencia de dos cadenas de valor paralelas al interior de la Corporación, que crean valor ya sea mediante excedentes o bien aumentando el valor de la empresa, estas son las de: Proyectos y Operación. Estas dos cadenas interactúan de modo tal que la de Proyectos produce los activos que en un futuro serán explotados por la de Operación para la producción de cobre.

La siguiente ilustración muestra las cadenas de valor de Proyectos (la de arriba) y Operación (la de abajo) consideradas por Codelco.

Ilustración 1.5 Cadenas de valor de Codelco



Fuente: Codelco

Esto refleja la importancia que está dando la empresa al desarrollo exitoso de sus proyectos de inversión de capital. El éxito de los proyectos de Codelco –los que aumentarán su valor económico- será fundamental para consolidarla en la posición de liderazgo en el mercado mundial del cobre.

Para afrontar este desafío es necesario desarrollar la *capacidad de la organización* para alimentar y materializar en forma eficaz y eficiente la cartera de proyectos. Para ello debe contar con los recursos materiales y económicos, un equipo competente, organización adecuada con atribuciones/responsabilidades bien definidas y un conjunto de herramientas de gestión.

Estrategia de la organización

Respecto a la estrategia de la Organización, Codelco cuenta con un proyecto estratégico para el periodo 1994-2020 que contiene 3 fases, tal como se describe en el siguiente cuadro³.

³ Presentación “Proyecto Común de Empresa 2000-2006: síntesis y resultados” realizada por el entonces Presidente Ejecutivo Juan Villarzá, 13 de Enero 2006.

Ilustración 1.6 Proyecto estratégico de Codelco 1994-2020

Fases	periodo	Objetivo	Estrategia de negocio	Compromisos y metas
Fase 1 de Ordenamiento	1994-1999	Recuperar competitividad y rentabilidad	Modernización de Codelco	Reducir costos (al menos 10 c/lb)
				Aumentar producción (al menos 500 Ktm)
				Aumentar productividad (50%)
Fase 2 de Transformación	2000-2006	Maximizar el Valor Económico y las transferencias (dividendos) al Estado	Proyecto Común de Empresa (PCE)	Duplicar el valor económico
				Incrementar los excedentes
Fase 3 de Consolidación	2006-2020	Aumentar el Valor Económico	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar y expandir los mercados del cobre promoviendo nuevos usos de cobre - Mantener posición competitiva de bajos costos - Consolidar posición de liderazgo en mercado mundial 	Incrementar la productividad y limitar los aumentos de costo
				Aplicación del Programa Capex
				Mantener la cuota del mercado
				Promover la innovación tecnológica
				Desarrollo de los recursos humanos
				Implementación del desarrollo de políticas y prácticas sustentables

Fuente: Codelco

Durante los años 2000 y 2006, la Corporación realizó la Fase 2 de su proyecto estratégico llamado Proyecto Común de Empresa (PCE). La meta principal de esta fase fue la de duplicar el valor económico de la empresa al cabo de 6 años.

La empresa cumplió la meta planteada para el 2006 al duplicar su valoración, pasando de US\$ 13.000 millones a un valor estimado entre US\$ 24.500 y US\$ 27.500 millones según auditoría encargada a la consultora internacional Goldman Sachs⁴.

⁴ “Estimación del valor financiero de Codelco”, Sala de prensa de Codelco, 13 de Enero de 2006

La fase actual del proyecto estratégico consiste en consolidar este “Nuevo Codelco”. Para ello, Codelco se plantea aumentar la producción de 1.700 ktm a 2.500 ktm de cobre, enfrentando así diversos desafíos:

- Asegurar financiamiento para el plan de inversiones, manejando nuevas formas de endeudamiento y capitalización.
- Profundizar la investigación y la innovación tecnológica, lo cual es considerado como un requisito clave para asegurar la competitividad futura. Entre estos desarrollos se encuentra la biotecnología y la automatización de procesos.
- Resolver problemas de institucionalidad y lograr que el gobierno corporativo permita la autonomía de gestión necesaria para que sus divisiones puedan competir en igualdad de condiciones con transnacionales.
- Materializar exitosamente los proyectos de inversión claves, para lo que se requiere una nueva organización e institucionalidad en gestión de proyectos.

Específicamente, el esfuerzo de la Corporación por desarrollar una nueva organización e institucionalidad en la gestión de proyectos se materializó en un nuevo sistema de inversión de capitales que pretende hacerse cargo de las necesidades de Codelco, en términos de su ambiciosa cartera de proyectos, que apunta a duplicar para el año 2020, su actual nivel de producción.

1.2. NUEVO SISTEMA DE INVERSIÓN DE CAPITAL

La implantación de un nuevo sistema corporativo para la inversión de capital, oficializado a fines del año 2005, surgió como respuesta a la necesidad de aumentar la captura de valor de los proyectos de inversión ,así como, de contar con un marco distintivo en la gestión de inversiones, basado en las mejores prácticas de la industria, según lo establece la Política Corporativa de Inversión de Capital. La marcha blanca de este sistema se inició a comienzos de 2006.

Para este propósito, durante 2005 la Corporación creó una nueva vicepresidencia destinada a la ejecución de los proyectos de expansión estratégicos de la Corporación llamada Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP).

Actualmente esta vicepresidencia tiene a cargo los proyectos de rentabilidad estratégicos, con los niveles más altos de inversión en la empresa, como es el caso del proyecto de expansión PDA (Proyecto de Expansión Andina) Fase II que será puesto en marcha para el año 2015, con un monto estimado de inversión por sobre los 4.800 MUS\$ de dólares.

Por ello es necesario desarrollar una serie de herramientas, técnicas, habilidades y conocimientos que le permitan generar metodologías orientadas a mejorar cada vez más la gestión de los proyectos.

Al respecto existen diferentes guías y metodologías que recogen las mejores prácticas en las empresas más exitosas del mundo para la gestión de proyectos, las cuales han sido estudiadas ampliamente durante los últimos 20 años.

Sin embargo, en una empresa del tamaño y complejidad de Codelco, que además por ser estatal debe cumplir con una serie de requisitos y procedimientos que buscan dar transparencia a la gestión, no basta con aplicar directamente las guías y metodologías clásicas a los proyectos corporativos, sino que el Sistema de Inversión de Capitales y más específicamente lo referente a la gestión de proyectos debe ser capaz de adecuarse a la propia realidad de la Corporación.

De ahí que se observen desafíos y oportunidades de mejora para el desarrollo de proyectos expansivos estratégicos, haciendo valiosas las mejoras al sistema de gestión de proyectos.

En esta Memoria se estudia, desde el punto de vista de la gestión de proyectos, cómo disminuir la probabilidad de diferencias entre los Índices Operacionales determinados en el diseño de un proyecto y los reales de la división impactada por él, una vez puesto en marcha, manteniendo condiciones de diseño desafiantes.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El aumento de la complejidad y nivel de inversión de los proyectos de Codelco, ha llevado a la empresa a instalar un nuevo Sistema de Inversión Corporativo para hacer frente a los nuevos desafíos.

Este nuevo Sistema cuenta con dos subsistemas. El primero, llamado Sistema de Gestión de Inversión, tiene como propósito seleccionar las mejores inversiones de capital. Cuenta con una política y manuales establecidos y define los mínimos estándar que debe cumplir cada proyecto en cuanto al alcance de cada etapa.

El segundo, llamado Sistema de Gestión de Proyectos, tiene como propósito levantar los mejores proyectos y ejecutarlos óptimamente. Su cuerpo normativo es consistente con lo establecido por el Sistema de Gestión de Inversión, pero orientado a la mejor forma de realizar los proyectos. En general, el presente proyecto se enfoca particularmente en este subsistema, tanto en lo referente a la gestión de proyectos como a su organización particular.

Esta nueva organización para la gestión de proyectos, genera diversos riesgos y desafíos originados en las distintas etapas del proyecto. De allí que el gerente del proyecto y su equipo deben dirigir las tareas requeridas a través de las mejores prácticas orientadas a maximizar el valor del proyecto, manteniendo la calidad y controlando riesgos y plazos.

En particular para el caso de proyectos Brownfields, es decir, aquellos que modifican o amplían una instalación preexistente⁵, tiende a generarse una brecha entre los distintos índices de los parámetros del diseño operacional (número de equipos, utilización efectiva, dotaciones, rendimientos, etc.), obtenidos de benchmarks -adaptados por factores de sitio- y los observados en las operaciones de la división.

⁵ Esto en contraposición a los proyectos denominados “Greenfield”, correspondientes a proyectos que desarrollan instalaciones completamente nuevas y que operarán de manera independiente a instalaciones ya existentes.

La presente memoria se propone diseñar un sistema de gestión que pudieran adoptar las divisiones de la Corporación en su gestión interna de proyectos, que se haga cargo de las diferencias entre índices operacionales del diseño de un proyecto y sus índices operacionales reales.

Este sistema apuntará, ya sea a disminuir la probabilidad de que existan diferencias entre índices a lo largo del desarrollo del proyecto, o bien a generar prácticas que permitan a las divisiones hacerse cargo de estas diferencias, transformándolas en metas.

La relevancia de este estudio radica en la potencial disminución de riesgos de incumplimiento del plan minero propuesto por los proyectos mineros y con ello, la reducción del riesgo de no alcanzar el VAN prometido.

Esta propuesta surge a partir de antecedentes y evidencias de que efectivamente existen diferencias entre los índices operacionales propuestos por un proyecto y los reales de la división involucrada, una vez que se encuentra en operación; ante esto, no está claro cómo ni quién debe hacerse cargo de las diferencias.

Para realizar este estudio, se cuenta con diferentes fuentes de Casa Matriz, de las divisiones, además de consultores externos que han trabajado como contratistas en proyectos para Codelco.

Para abordar el análisis desde el punto de vista teórico, se utiliza primordialmente el Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) como guía de las buenas prácticas en la gestión de proyectos desarrollado por el Project Management Institute (PMI).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

“Diseñar un sistema de gestión divisional orientado a disminuir la probabilidad de diferencias entre los índices operacionales de diseño de un proyecto y los índices operacionales reales, una vez puesto en marcha el proyecto; contribuyendo a disminuir el riesgo de incumplimiento del VAN del proyecto”.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las variables críticas que inciden en los índices operacionales del proceso de producción del cobre.
- Identificar la organización actual de la gestión de proyectos de la Corporación.
- Identificar actores y procedimiento según los cuales se definen los índices operacionales en el diseño de los proyectos.
- Definir un procedimiento que permita a la división comprometerse dentro de sus alcances con los índices operacionales propuestos por el diseño un proyecto.

4. ALCANCE

El objetivo de esta Memoria está enfocado a proyectos de tipo Brownfield, debido a que este tipo de proyecto, al considerar índices operacionales más exigentes que los alcanzados históricamente por la división, implica un desafío de gestión importante, pues requiere cambiar una cultura operacional que ha prevalecido durante años o décadas. En contraste a esto, en los proyectos de tipo Greenfield los indicadores utilizados surgen a partir de benchmark ajustado por factores de sitio o indicadores homologados de operaciones similares y no existe una cultura operacional previa, sino que ésta se puede formar desde su inicio.

La envergadura de los proyectos considerados para cumplir el objetivo propuesto, son los manejados y diseñados por la Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP), los cuales tienen una inversión de capital superior a los US\$ 10MM.

Para realizar el análisis propuesto, no se considerará un listado exhaustivo de todos los índices operacionales involucrados en el proceso de producción del cobre, sino sólo aquellos que resultan más críticos.

El sistema que se propone como resultado del estudio no contempla la implementación de este en la Corporación.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1. DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

Luego de la segunda guerra mundial, las empresas fueron afectadas de manera significativa en cuanto a su estructura organizacional, financiera y tecnológica. Surgieron nuevos enfoques y metodologías de dirección empresarial. Emergieron modelos de planificación estratégica y dirección de proyectos; nuevas técnicas de comercialización y evolución de las inversiones; también teorías de manejo de recursos humanos, gestión del conocimiento y otras.

La Gestión de Proyectos es uno de estos nuevos enfoques que incorpora una metodología de administración y conducción de proyectos integrada, especialmente utilizada en proyectos complejos de desarrollo e inversión de capital.

Se apoya en principios y técnicas de desarrollo organizacional, planificación y control de recursos. Su objetivo es transformar una decisión de inversión en una realidad física, controlando las limitantes de costos y plazos y cumpliendo con los estándares de calidad esperados.

Antes del desarrollo de la Gestión de Proyectos, la empresa realizaba sus proyectos con un enfoque funcional, dejando las decisiones finales al gerente de la empresa. En la medida que los proyectos han ido aumentando de magnitud y complejidad, el enfoque funcional se vuelve impracticable, siendo necesario asignar responsabilidad a un nuevo actor, comúnmente denominado Director de Proyecto, Gerente de Proyecto, Jefe de Proyecto o Administrador de Proyecto.

Su evolución teórica y práctica ha sido producto del trabajo continuo de profesionales de empresas, universidades e institutos. Este esfuerzo ha sido particularmente notorio en Inglaterra y Estados Unidos, con la creación del International Project Management Association (IPMA) en 1965 y el Project Management Institute (PMI) en 1969, respectivamente. Aun así, el desarrollo de

metodologías y su aplicación se ha ido globalizando según las necesidades de las empresas de todo el mundo.

La utilidad de tener una metodología para la gestión de los proyectos permite enfocar todos los proyectos de la misma forma, sin importar qué tipo de proyectos sean dentro de la organización. Asimismo, permite repetir los éxitos e ir mejorando continuamente la gestión de los proyectos y no comenzar de cero cada vez que se desarrolle un proyecto nuevo.

Por otro lado, permite organizar los tiempos, cumplir los plazos, estimar mejor las incertidumbres, apoyando así la disminución y gestión de los riesgos asociados al proyecto. Adicionalmente, clarifica los roles de los actores involucrados generando responsabilidades y mayor satisfacción al cliente (interno).

En cuanto a los recursos humanos que involucra, sistematizar las prácticas desarrolla las habilidades del equipo. Más aún, facilita la capacitación de nuevos integrantes al existir una documentación previa de cómo se han hecho las cosas antes.

Existen varias metodologías para gestionar los proyectos tales como:

- PMBOK (Project Management Body Of Knowledge) del Project Management Institute (PMI), ampliamente difundido en Estados Unidos.
- PRINCE2 (Projects IN Controlled Enviroments) de la Office of Government Commerce (OGC), metodología propuesta por el gobierno ingles, ampliamente difundida en Europa.
- P2M (Project & Program Management for Enterprise Innovation) correspondiente al estándar Japonés.
- V-Modell, promovido por el Gobierno y Ministerio de Defensa alemán.
- HERMES, correspondiente a una adaptación del V-Modell promovido por el gobierno suizo.

Estas metodologías buscan resolver las siguientes preguntas para un proyecto.

- Quién. Quiénes son los actores y cuáles son sus roles dentro de un proyecto.
- Qué. Qué procesos, actividades y entregables son necesarios.
- Cuándo. Planificación de un proyecto, determinar el momento indicado para desarrollarlo y reglas para decidir esto.
- Cómo. Cómo se asignan los roles, cómo se realizan las actividades y qué herramientas se utilizan.

Cada metodología resuelve en mayor o menor medida cada una de estas preguntas, por ello, la(s) metodología(s) que elija una organización debiera(n) ser la(s) que mejor se adapte(n) a sus necesidades y cultura.

Actualmente las metodologías que están en boga son PMBOK y PRINCE2, aunque no se puede afirmar que sean competidoras. PMBOK está enfocada en desarrollar los procedimientos y conceptos que soporten la gestión de proyectos; PRINCE2, por otro lado, define un ambiente para gestionar el desarrollo de productos, de acuerdo a los objetivos del negocio.

En base a esto se puede decir que el PRINCE2 apunta sus esfuerzos en aumentar las probabilidades de éxito en el desarrollo de proyectos, mientras que el PMBOK se ocupa de definir y desarrollar el cuerpo del conocimiento de un proyecto que un gerente de proyectos debe manejar.

Para el caso de la presente Memoria, se utilizarán principalmente las nociones desarrolladas en el PMBOK, puesto que es una herramienta más adecuada a los objetivos de esta, al entregar los fundamentos teóricos que deben considerarse en la gestión de proyectos.

5.2. GUÍA DEL PMBOK

En 1987, voluntarios del PMI se reunieron por primera vez para condensar lo esencial de los fundamentos de la dirección de proyectos. Fue así que se publicó la primera edición del PMBOK en un intento por documentar y estandarizar información y prácticas generalmente aceptadas en la gestión de proyectos.

La guía del PMBOK tiene por finalidad principal proporcionar una identificación general de los fundamentos de la dirección de proyectos que son aplicables a la mayoría de los proyectos y sobre los cuales existe un amplio consenso de su valor y utilidad. Estos fundamentos se traducen en una serie de buenas prácticas cuya aplicación aumenta las posibilidades de éxito.

Esta metodología también proporciona y promueve un vocabulario común para analizar, escribir y aplicar la dirección de proyectos permitiendo el desarrollo teórico y conceptual de la gestión de proyectos como disciplina.

Según el PMBOK, la dirección de proyectos se define como *“la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de dirección de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. El director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto”*⁶.

La dirección de un proyecto incluye las siguientes acciones:

- Identificar requisitos.
- Establecer objetivos claros y alcanzables.
- Equilibrar demandas de calidad, alcances, tiempos y costes.
- Adaptar especificaciones, planes y enfoque de las diversas inquietudes y expectativas de los diferentes interesados.

⁶ Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 8)

Las tres principales restricciones de un proyecto son el alcance, el tiempo y los costes de éste. La calidad del proyecto dependerá de un equilibrio de estos tres factores. Así, los proyectos de alta calidad entregan el producto, servicio o resultado con el alcance solicitado, en el tiempo acordado y dentro del presupuesto. Estos tres factores están correlacionados, de modo tal que si cambia cualquiera de ellos, al menos algún otro se ve afectado.

Otro aspecto a considerar en la gestión de proyecto es la que hace relación con la incertidumbre sobre cada uno de los factores y el riesgo de incumplimiento asociado a éste, el cual afecta la calidad final del producto, servicio o resultado.

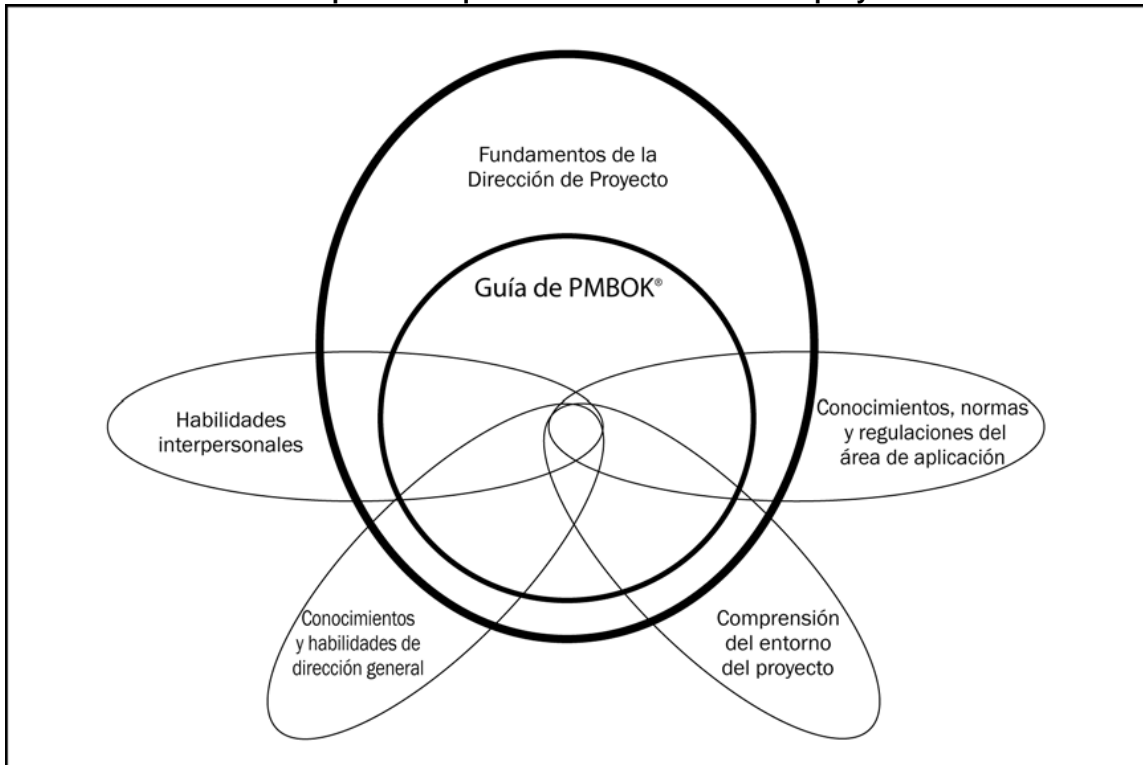
Las herramientas, técnicas, habilidades y conocimientos, generalmente reconocidos como mejores prácticas que emanan del PMBOK están enfocadas hacia el área de dirección de proyectos. Sin embargo, comprenderlas y aplicarlas no es suficiente para una dirección de proyectos efectiva. Esta requerirá que el equipo de dirección del proyecto comprenda y use las herramientas, técnicas, habilidades y conocimientos correspondientes a, por lo menos, cinco áreas de experiencia:

- Fundamentos de la Dirección de Proyectos
- Conocimiento, normas y regulaciones del área de aplicación
- Comprensión del entorno del proyecto
- Conocimiento y habilidades de dirección general
- Habilidades interpersonales

Todas estas áreas están relacionadas entre sí y no puede existir una sin las demás. Los equipos de proyecto efectivos, integran estos elementos en todos los aspectos de su proyecto. Para esto no es necesario que cada miembro del equipo maneje completamente cada una de estas cinco áreas. Más aún, es poco probable que una sola persona cuente con todos los conocimientos y habilidades necesarios para el proyecto. Sin embargo, sí es recomendable que el equipo de dirección del proyecto tenga un conocimiento profundo de la guía PMBOK y que

esté familiarizado con los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, así como con las otras cuatro áreas de dirección para gestionar un proyecto de forma efectiva.

Ilustración 5.1 Áreas de experiencia que necesita la dirección del proyecto



Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 13)

Los Fundamentos de la Dirección de Proyectos describen el conocimiento propio de la dirección de proyectos, la cual se superpone con otras disciplinas de dirección. Tal como se observa en la figura, la guía del PMBOK es un subconjunto de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos.

Los conocimientos, normas y regulaciones del área de aplicación se refieren a lo que es necesario conocer, en tanto se relacione con el proyecto, acerca de las normas nacionales e internacionales (como pueden ser las normas ISO) y regulaciones del gobierno o las instituciones.

La comprensión del entorno del proyecto se refiere a conocer todos los aspectos sociales, económicos y ambientales dentro de los que se desarrolla el proyecto.

Cada uno de ellos tiene impactos positivos, negativos, deseados y/o no deseados. El equipo del proyecto debe considerar el contexto social, cultural, internacional, político y físico en el que se encarna su proyecto.

Los conocimientos y habilidades de dirección general corresponden a las características necesarias que debe tener un director general, tales como capacidades y conocimientos para planificar, organizar, seleccionar equipos o manejar la ejecución y control de las operaciones de una empresa en funcionamiento.

Las habilidades interpersonales agrupan una serie de aspectos que sirven a la gestión de las relaciones interpersonales, como la comunicación efectiva, la influencia en la organización, el liderazgo, la motivación, la negociación, la gestión de conflictos y la resolución de problemas.

Dentro del contexto de la dirección de proyectos es relevante mencionar lo que se conoce como Oficina de Gestión de Proyectos o PMO por sus siglas en inglés. Una PMO es una unidad de la organización para centralizar y coordinar la dirección de proyectos a su cargo. Pone énfasis en la planificación coordinada, la priorización y la ejecución de proyectos y subproyectos vinculados con los objetivos de negocio generales de la organización matriz o del cliente.

Estas unidades realizan diferentes actividades: desde proporcionar las funciones de respaldo para la dirección de proyectos tales como formación, software, políticas estandarizadas o procedimientos, hasta la dirección y responsabilidad directas en sí mismas para cumplir los objetos del proyecto.

Una PMO puede cumplir el rol de autoridad para actuar como interesada integral y estar encargada de tomar decisiones clave durante la etapa de iniciación de cada proyecto. También puede estar autorizada para dar recomendaciones o concluir proyectos con el fin de cumplir con los objetivos estratégicos del negocio. Por último, la PMO puede participar además en la selección, dirección y reubicación

del personal compartido de los proyectos y, si es posible, del personal dedicado de los proyectos.

Entre las características clave de una PMO, la guía del PMBOK incluye:

- Recursos compartidos y coordinados entre todos los proyectos administrados por ella
- Identificación y desarrollo de la metodología de dirección de proyectos, de las mejores prácticas y de las normas
- Oficina de información y administración de políticas, procedimientos y plantillas de proyectos
- Coordinación central de la gestión de las comunicaciones entre proyectos
- Una plataforma guía para directores de proyecto
- Supervisión central de todos los cronogramas y presupuestos de proyectos dentro de la cartera de la Oficina
- Coordinación de los estándares generales de calidad del proyecto entre el director del proyecto y la organización encargada de la evaluación de calidad

Algunas de las diferencias que establece la guía del PMBOK entre los directores de proyectos y una PMO son:

- Persiguen objetivos distintos y por tanto están sujetos a distintos requisitos, aun cuando los esfuerzos están alineados con las necesidades estratégicas de la organización
- Por su lado, el director de proyecto es responsable de cumplir con los objetivos específicos del proyecto, mientras que la PMO es una estructura de la organización con lineamientos específicos que pueden incluir una perspectiva para toda la empresa
- La PMO gestiona cambios significativos en el alcance del programa y puede considerarlos como posibles oportunidades para cumplir mejor con los objetivos del negocio

- El director de proyecto controla los recursos del proyecto asignados, para cumplir los objetivos de éste, mientras que la PMO optimiza el uso de recursos compartidos de la organización de todos los proyectos
- El director del proyecto gestiona el alcance, el cronograma, el coste y la calidad de los resultados de los paquetes de trabajo, mientras que la PMO gestiona el riesgo general, la oportunidad general y las interdependencias entre proyectos
- El director de proyecto informa acerca del avance del proyecto y sobre otros aspectos específicos de éste, mientras que la PMO proporciona información consolidada y una visión empresarial de los proyectos que se desarrollan en su ámbito

5.2.1. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO Y ORGANIZACIÓN

Los proyectos y la dirección de proyectos se realizan en un contexto más amplio que el atribuible al propio proyecto. El equipo de dirección que lo desarrolla debe entender este entorno a fin de poder seleccionar las fases del ciclo de vida, los procesos y las herramientas y técnicas que se ajustan adecuadamente al proyecto.

Con la intención de facilitar la gestión, los directores de proyectos o la propia organización puede dividir sus proyectos en fases, con enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. Al conjunto de estas fases se le llama “ciclo de vida del proyecto”.

El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin. Así, la definición del ciclo del proyecto, ayudará al director de proyecto a determinar, por ejemplo, si deberá tratar un estudio de prefactibilidad como primera fase del proyecto o si tratará a éste como un proyecto separado e

independiente. Cuando el resultado de dicho esfuerzo preliminar no sea claramente identificable, lo recomendable es tratarlo como proyectos separados.

La transición de una fase a otra dentro del ciclo de vida de un proyecto generalmente implica y está definida por alguna forma de transferencia técnica. Los productos, servicios o resultados entregables de una fase se chequean para ver si están completos, si cumplen con los requisitos y se aprueban antes de iniciar la siguiente fase. Sin embargo, hay organizaciones que permiten que una fase comience antes de la aprobación de la totalidad de los productos, servicios o resultados de la fase previa, cuando los riesgos involucrados se consideran aceptables. Este tipo de práctica que superpone fases del ciclo de vida del proyecto es una técnica de compresión del cronograma conocida como “ejecución rápida”.

Es relevante mencionar que según la consultora IPA (Independent Project Analysis), que trabaja con una base de datos de más de 11.000 proyectos a nivel mundial estudiando cuáles son las mejores prácticas que aseguran el éxito de los proyectos, el máximo valor potencial de un proyecto se captura cuando se ejecuta correcta y completamente cada una de las etapas. Las auditorías contratadas por Codelco a IPA en caso de proyectos no exitosos, revelaron como una de las causas relevantes el desarrollo inadecuado –ya sea insuficiente o incompleto- de los estudios preinversionales.

No existe un único método para definir el ciclo de vida óptimo de un proyecto. Hay algunas organizaciones que han optado por definir un ciclo de vida único de modo que les permita estandarizar los proyectos, mientras que otras permiten al equipo de dirección de proyectos elegir un ciclo de vida más apropiado para el proyecto.

Según la guía del PMBOK, los ciclos de vida del proyecto generalmente definen:

- Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase (por ejemplo, definir en qué fase se debe realizar un trabajo de ingeniería de cálculo en particular)

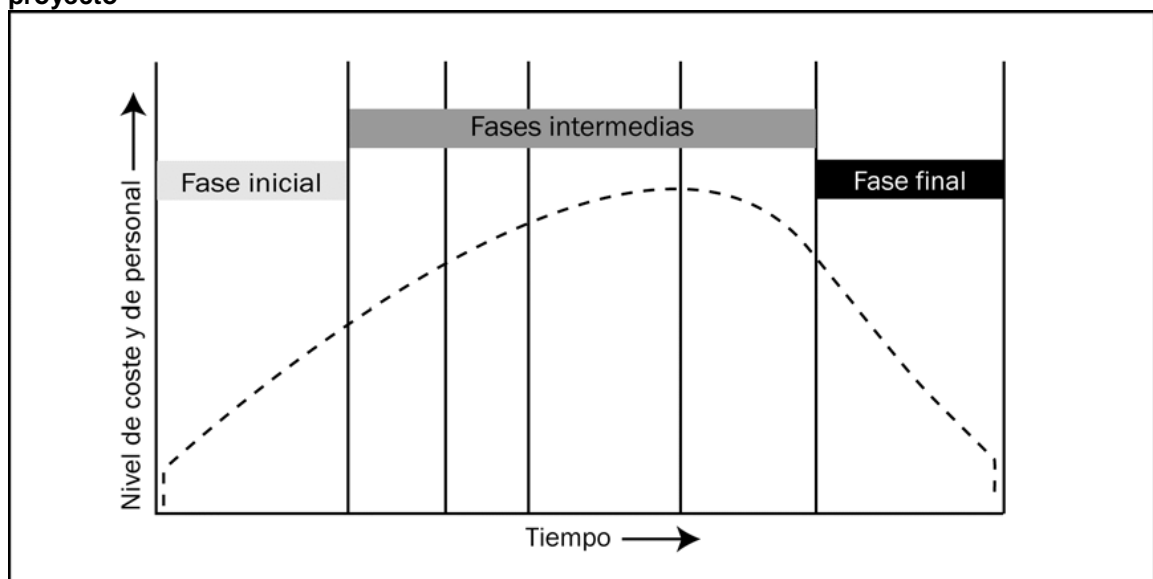
- Cuándo se deben generar los productos entregables en cada fase y cómo se revisa, verifica y valida cada uno de estos
- Quién está involucrado en cada fase (por ejemplo, definir si la operación debe participar en la ingeniería de un módulo particular del proyecto)
- Cómo controlar y aprobar cada fase

El nivel de detalle que describe el ciclo del proyecto puede ser mayor o menor dependiendo de la organización. Las descripciones más detalladas pueden incluir formularios, diagramas y listas de control para proporcionar estructura y control.

La guía del PMBOK afirma que la mayoría de los ciclos de vida de proyectos comparten determinadas características comunes:

- En términos generales, las fases son secuenciales y suelen estar definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o de componentes técnicos
- El nivel de coste y de personal es bajo al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su conclusión, tal como se muestra en la siguiente figura

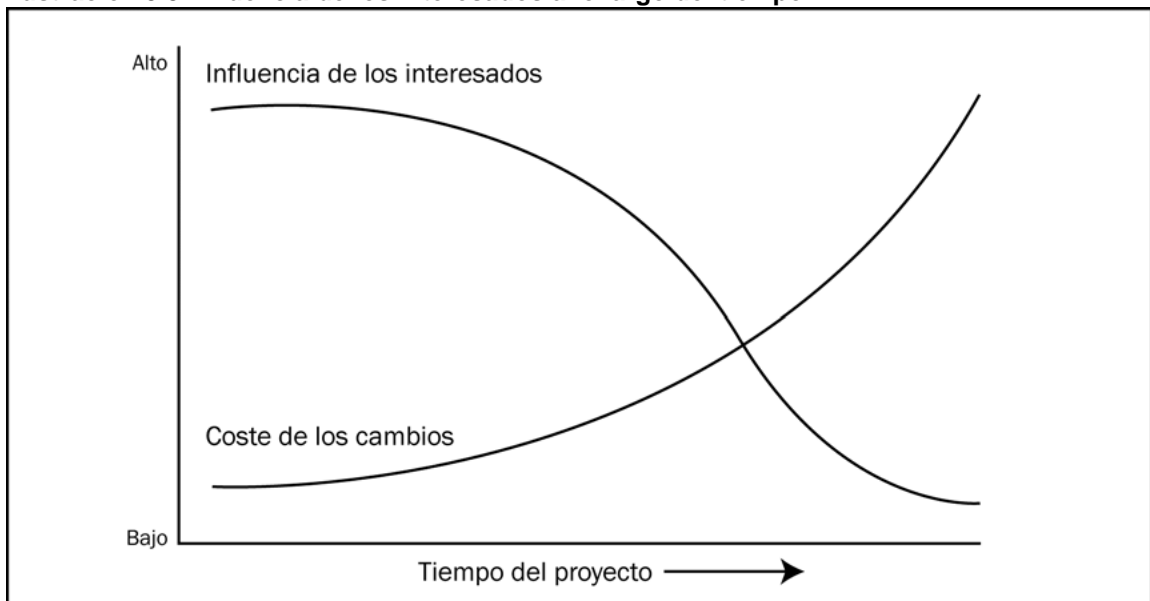
Ilustración 5.2 Coste del proyecto y nivel de personal típicos a lo largo del ciclo de un proyecto



Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 21)

- El nivel de incertidumbre es más alto al inicio del proyecto y por tanto el riesgo de incumplimiento de los objetivos es también más elevado. Las certezas de finalizar con éxito aumentan gradualmente a medida que avanza el proyecto
- El poder que tienen los interesados en el proyecto para influir en las características finales del producto, servicio o resultado final del proyecto y en el coste final, es más alto al comienzo y decrece gradualmente a medida que avanza el proyecto. La siguiente ilustración lo refleja conceptualmente. Una de las principales causas de este fenómeno es que el coste de cambios y corrección de errores generalmente aumenta a medida que avanza el proyecto

Ilustración 5.3 Influencia de los interesados a lo largo del tiempo



Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 21)

La conclusión y aprobación de uno o más productos entregables caracterizan a una fase del proyecto. Un producto entregable es un producto de trabajo que se puede medir y verificar, como por ejemplo una especificación, un informe del estudio de factibilidad, un documento detallado del diseño o un prototipo de

trabajo. Algunos productos entregables, y junto con ellos las fases, son parte de un proceso generalmente secuencial, diseñado para asegurar el adecuado control del proyecto y obtener el producto, servicio o resultado final que se deseaba, es decir cumplir el objetivo del proyecto.

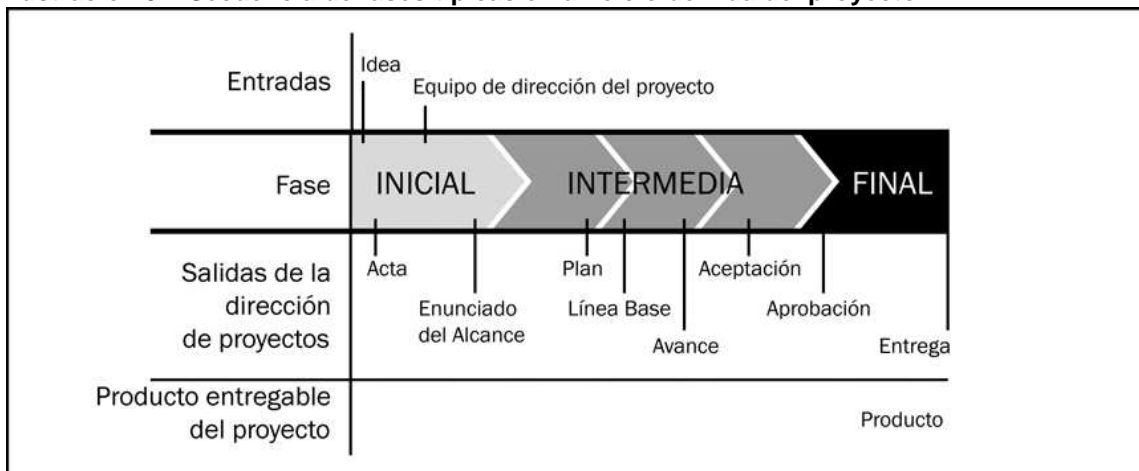
Dentro de un proyecto específico, las fases pueden ser subdivididas en subfases en función del tamaño, complejidad, nivel de riesgo y restricciones del flujo de caja. Generalmente el producto entregable de cada subfase se relaciona con el producto entregable de la fase a la que pertenecen.

Con frecuencia la dirección de proyectos lleva a cabo una revisión antes de cerrar la fase actual para tomar la decisión de comenzar actividades de la siguiente fase, por ejemplo en los casos en que el director de proyecto elige la ejecución rápida como curso de acción. En otros casos, como el de compañías de tecnología de la información, se observa que realizan el desarrollo de sus productos entregables de modo iterativo, donde más de una fase del proyecto puede avanzar de forma simultánea.

Es importante señalar que la conclusión formal de una fase no incluye la autorización de la fase siguiente. Puede suceder por ejemplo que al terminar una fase se considere que el riesgo es demasiado alto como para permitir la continuidad del proyecto.

La siguiente ilustración muestra una secuencia de fases común en un ciclo de vida del proyecto.

Ilustración 5.4 Secuencia de fases típicas en un ciclo de vida del proyecto

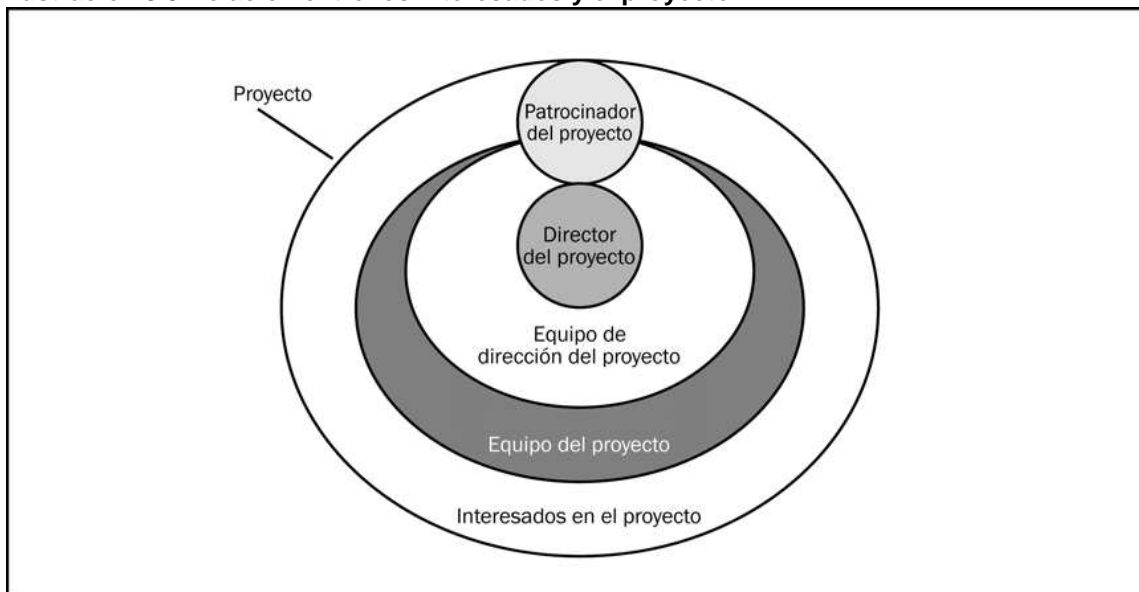


Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 23)

Interesados en el proyecto

Los interesados en el proyecto son personas y organizaciones que participan de forma activa en el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución o conclusión de éste. También pueden influir sobre los objetivos y resultados del proyecto. El equipo de dirección del proyecto debe identificar a los interesados, determinar sus requisitos y expectativas y dentro de lo posible gestionar su participación para asegurar un proyecto exitoso. La siguiente ilustración muestra la relación entre los interesados y el equipo del proyecto.

Ilustración 5.5 Relación entre los interesados y el proyecto



Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 25)

Existen niveles de responsabilidad y autoridad variable en la participación de un proyecto dependiendo de los interesados. La responsabilidad y autoridad varía desde la colaboración ocasional en encuestas y grupos de consumidores, hasta el patrocinio total del proyecto, el que eventualmente incluye proporcionar respaldo político y financiero. Si los interesados ignoran este espacio, puede generar un impacto negativo sobre los objetivos del proyecto. Del mismo modo, en caso que los directores de proyecto ignoren a los interesados, también se puede esperar un impacto perjudicial sobre los resultados finales.

La identificación de los interesados no es siempre sencilla. En algunos casos se considera que un operario de una cadena de montaje, cuyo empleo futuro depende del resultado de un proyecto de diseño de un nuevo producto, es un interesado. No identificar un interesado clave puede causar problemas significativos a un proyecto. La guía del PMBOK cita el siguiente ejemplo: *“el reconocimiento tardío de que el departamento legal era un interesado importante en un proyecto de actualización de software de transición al año 2000 (Y2K) hizo que se agregaran muchas tareas de documentación adicionales a los requisitos del proyecto”*.

No obstante se identifique adecuadamente a los interesados en el proyecto, estos pueden influir de manera positiva o negativa. Los de influencia positiva son aquellos que normalmente se beneficiarían con un resultado exitoso del proyecto, mientras que los interesados de influencia negativa son aquellos que ven resultados negativos como consecuencia del éxito del proyecto. Por ejemplo, los líderes empresariales de una comunidad que se beneficiará de un proyecto de expansión industrial podrían ser interesados de influencia positiva ya que proyectan un beneficio económico para la comunidad. Por el contrario, los grupos de ecologistas podrían ser interesados de influencia negativa si consideran que el proyecto perjudica el medio ambiente más que lo aceptable. Los interesados de influencia positiva pueden agilizar algunas actividades del proyecto, por ejemplo consiguiendo permisos necesarios; mientras que los interesados de influencia negativa pueden obstaculizar el proyecto, por ejemplo exigiendo evaluaciones de impacto ambiental más exhaustivas. Con frecuencia, el equipo del proyecto ignora a los interesados de influencia negativa y pone el éxito del proyecto en riesgo.

Es posible que los roles y responsabilidades de los interesados puedan solaparse, como cuando una empresa de ingeniería proporciona financiamiento para una planta que ella misma está diseñando.

Según la guía del PMBOK, algunos de los interesados claves son:

- Director del proyecto
- Cliente/usuario. La persona u organización que utilizará el producto del proyecto. Existen múltiples niveles de cliente. Por ejemplo, en el caso de un nuevo producto farmacéutico, dentro de los clientes pueden encontrarse los médicos que lo recetan, los pacientes lo toman y las entidades aseguradoras que pagan por él
- Organización ejecutante.
- Miembros del equipo del proyecto
- Equipo de dirección del proyecto

- Patrocinador. La entidad que proporciona los recursos financieros, monetarios o en especie para el proyecto
- Influyentes. Personas o grupos que no están directamente relacionados con el producto final del proyecto, pero que, debido a su posición en la organización del cliente o del ejecutante, pueden ejercer una influencia positiva o negativa sobre el curso del proyecto
- Oficina de Gestión de Proyectos (PMO). Si es que existe, la PMO puede ser un interesado si tiene responsabilidad, ya sea directa o indirecta con el resultado del proyecto

5.2.2. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN

La estructura de la organización ejecutante dará una idea de las restricciones a la disponibilidad de recursos con que se enfrentará el proyecto. Las estructuras se pueden clasificar en un espectro que va desde la organización funcional a la orientada a proyecto, pasando entre medio por diversas estructuras matriciales. La siguiente ilustración resume las principales características acerca de los proyectos que tiene cada una de estas estructuras.

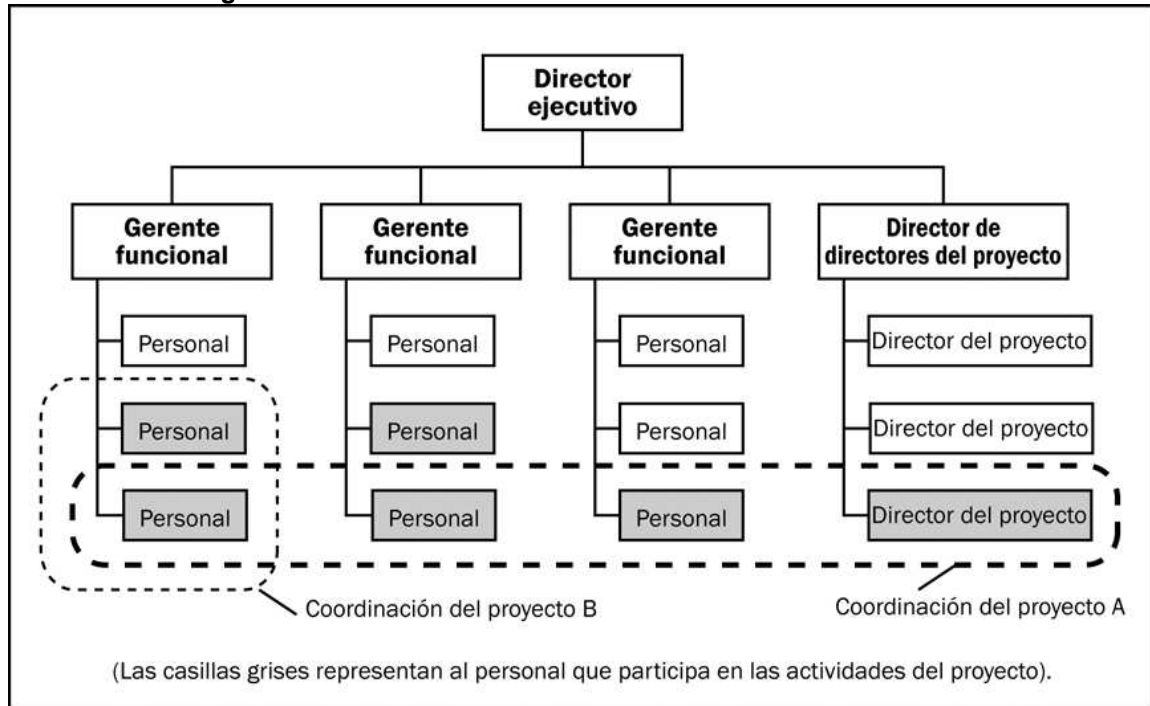
Ilustración 5.6 Influencia de la estructura de la organización en los proyectos

Estructura de la organización Características del proyecto	Funcional	Matricial			Orientada a proyectos
		Matricial débil	Matricial equilibrada	Matricial fuerte	
Autoridad del director del proyecto	Poca o ninguna	Limitada	Baja a moderada	Moderada a alta	Alta a casi total
Disponibilidad de recursos	Poca o ninguna	Limitada	Baja a moderada	Moderada a alta	Alta a casi total
Quién controla el presupuesto del proyecto	Gerente funcional	Gerente funcional	Combinación	Director del proyecto	Director del proyecto
Rol del director del proyecto	Dedicación parcial	Dedicación parcial	Dedicación completa	Dedicación completa	Dedicación completa
Personal administrativo de la dirección de proyectos	Dedicación parcial	Dedicación parcial	Dedicación parcial	Dedicación completa	Dedicación completa

Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 28)

A continuación se muestra el esquema de una estructura de organización combinada que presenta una mezcla entre la organización funcional y matricial.

Ilustración 5.7 Organización combinada



Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición, ©2004 Project Management Institute (p. 31)

Rol de la PMO en las estructuras de la organización

Muchas organizaciones se dan cuenta del beneficio que implica desarrollar e implementar una PMO. Esto sucede frecuentemente en organizaciones que emplean una estructura de organización de tipo matricial y aún más en aquellas que emplean una estructura de organización orientada a proyectos.

La función de una PMO dentro de una organización puede variar desde una influencia de asesoramiento, limitada a la recomendación de políticas y procedimientos específicos sobre proyectos individuales, hasta una participación formal de autoridad por parte de la dirección ejecutiva.

En caso que exista la PMO, los miembros del equipo del proyecto dependerán directamente del director del proyecto o, si son compartidos, de la PMO. El director del proyecto, por su parte, dependerá directamente de la PMO. Adicionalmente, la flexibilidad de la dirección centralizada de una PMO puede ser capaz de ofrecer al equipo y al director del proyecto mayores oportunidades para ascender al interior de la organización.

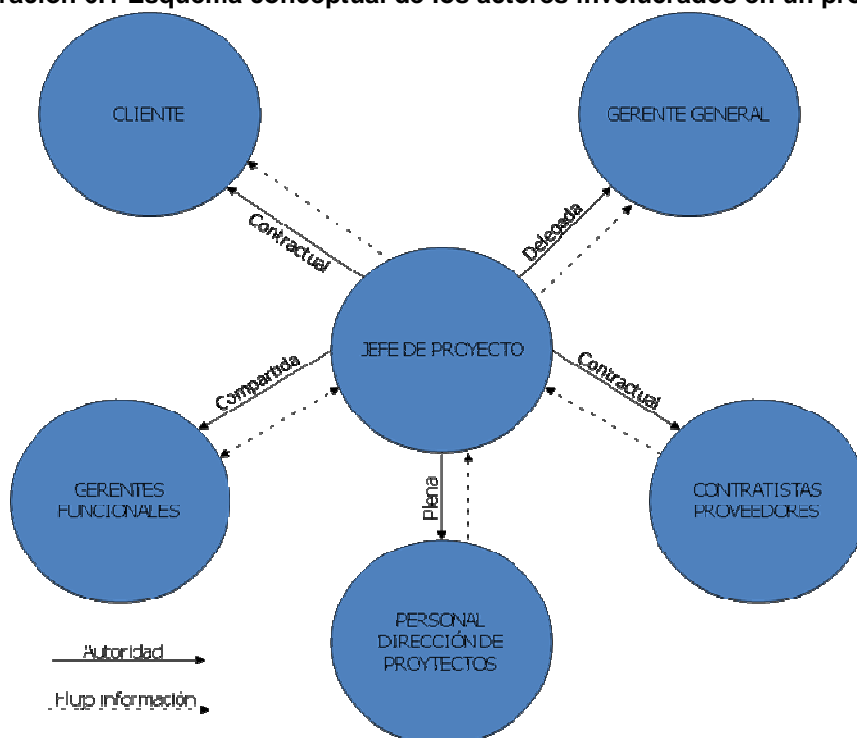
6. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para realizar este estudio consiste, en primer lugar, en hacer un levantamiento de la actual organización que tiene la gestión de proyectos en la Corporación.

Este levantamiento debe incluir:

1. El procedimiento según el cual se definen los índices operacionales en el diseño de los proyectos.
2. Los actores involucrados en dicho procedimiento y sus responsabilidades (la Ilustración 6.1 muestra un esquema conceptual de los actores involucrados).

Ilustración 6.1 Esquema conceptual de los actores involucrados en un proyecto



Fuente: Dyvinetz Pinto, Juan Miguel (2008). Curso de Gestión de Proyectos, Universidad de Chile (p.41)

3. Cómo procede la división una vez que los índices operacionales en el diseño del proyecto se determinan.

Para ello se realizará una investigación que consta, por una parte, de la lectura de documentos tanto públicos como confidenciales de la Corporación y por otra de diálogos con informantes claves, ya sea por entrevistas formales, o bien por conversaciones informales.

Una vez realizado el levantamiento, se diseñará un sistema de gestión que sirva a la división para disminuir la probabilidad de incumplimiento de los índices operacionales definidos en el diseño del proyecto, aminorando con esto, el riesgo de no cumplir con el VAN del proyecto.

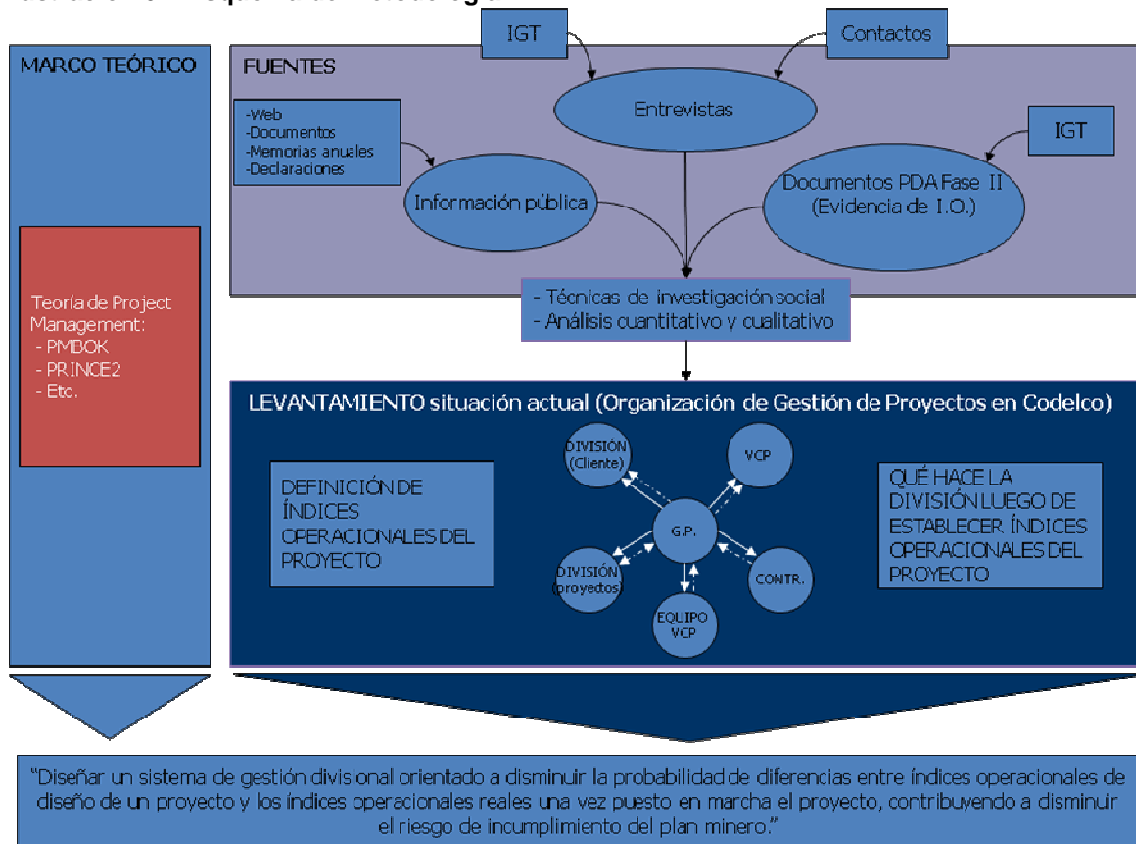
Este procedimiento debe considerar dos aspectos:

1. Al momento de definir los índices operacionales del diseño del proyecto, la división debe asegurarse de que estos estén dentro de sus posibilidades.
2. Las acciones que debe realizar la división para alcanzar efectivamente los índices operacionales definidos en el diseño del proyecto.

Para elaborar este procedimiento –junto con el levantamiento–, como marco teórico se utilizará bibliografía sobre metodologías, herramientas y habilidades para la gestión de proyectos, que proporcionan los fundamentos aplicables a la mayoría de los proyectos y sobre los cuales existe un amplio consenso de su valor y utilidad.

La siguiente ilustración muestra un esquema de la metodología a emplear:

Ilustración 6.2 Esquema de metodología



Fuente: Elaboración propia

Entrevista semiestructurada

Las técnicas cualitativas de indagación como parte de las metodologías de investigación constituyen una herramienta relevante para la recolección de información que, para el caso de la ingeniería, resulta útil en el desarrollo de los análisis de procesos, la elaboración de planes de mejora y la resolución de problemáticas, entre otros.

Las técnicas cualitativas son un modelo dinámico, que entregan las claves del discurso de un grupo o persona en situación. Su gran valor radica en que indaga

el ámbito donde los mecanismos de constitución de la subjetividad social se revelan de forma más clara e ineludible. Permite que afloren los "hechos", considerando que al ser éstos realizados por alguien, son el producto del (los) sujeto(s). Quien quiera cuestionar no sólo los productos que afloran a la superficie de la vida social, sino también la realidad que los produce y les da sentido, debe hacer del sujeto, socialmente constituido y socialmente constituyente, el centro de su reflexión.

Su función metodológica básica, en el contexto del presente estudio, es la de contar con una herramienta de carácter exploratorio, que permita la generación de hipótesis y la identificación de variables relevantes.

En el caso particular de este estudio se propone el método de las *entrevistas semiestructuradas*, en el que el entrevistador cuenta con una pauta de preguntas y temas, diseñada con anterioridad. Este método induce la focalización en los temas de interés, provee una estructura determinada de la conversación, y permite comparar fácilmente varias entrevistas.

La aproximación cualitativa permite crear una situación de auténtica comunicación, multidimensional, dialéctica y eventualmente contradictoria con el facilitador, en la que el entrevistado no sólo contesta, sino también influye en el cuestionario, pudiendo reformular las preguntas planteadas. Se estructura un proceso informativo-formativo recíproco, en el que cada frase del discurso adquiere su sentido en su propio contexto concreto.

Para el estudio se concretaron 5 entrevistas a personas que jugaban diferentes roles dentro de la organización de proyectos. Los actores entrevistados fueron:

- David Benado, empleado de la Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollos de El Teniente.
- Gabriel Werner, empleado de la GCEI.
- Roberto Madrid, Gerente de Evaluación Económica de Proyectos de la VCP.

- Juan Medel, Gerente Corporativo.
- Alexis Mandiola, consultor de IGT S.A., ha trabajado en varios proyectos de consultoría con Codelco.

La pauta de la entrevista semiestructurada se encuentra en el ANEXO 4.

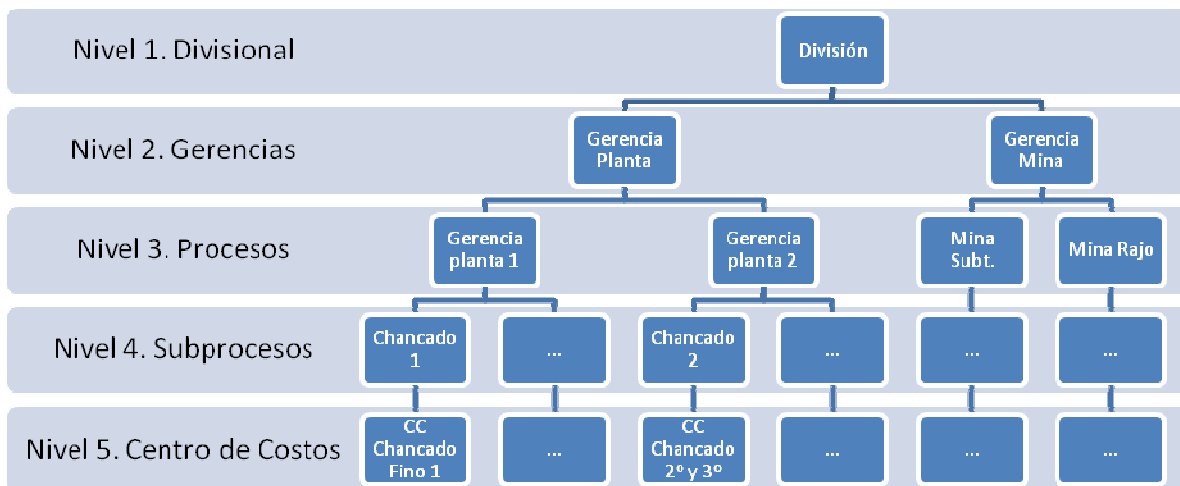
Metodología del Árbol de Valor

Esta metodología fue utilizada para realizar el análisis cuantitativo de la promesa de valor del Proyecto de Desarrollo Andina (PDA) Fase II en el marco de una consultoría realizada por la empresa IGT S.A. a división Andina (ver Capítulo 7).

Dada una estructura de costos tal que los Centros de Costos –nivel más básico de costos- se distribuyen según el organigrama de la estructura de la Organización, sin permitir ambigüedad acerca de a qué proceso, subproceso, área o gerencia pertenece –tal como es el caso de División Andina-, es posible realizar un análisis cuantitativo de costos desde el nivel más agregado al más desagregado en forma de un árbol. A continuación se presenta una formalización de esta metodología.

Supongamos sin pérdida de generalidad una estructura organizacional, similar a la de división Andina, de cinco niveles como la siguiente

Ilustración 6.3 Organigrama conceptual para el Árbol de Valor



Fuente: Elaboración propia

Los elementos de cada nivel del organigrama tienen asociado un costo que corresponde a la suma de los costos de los elementos del nivel inferior asociados a él. Así, cada Centro de Costos pertenece puede pertenecer a sólo un Subproceso; un Subproceso puede pertenecer a sólo un Proceso; cada Proceso puede pertenecer a sólo una Gerencia y cada Gerencia pertenece sólo a la División.

Sea V el conjunto de nodos donde cada uno de ellos corresponde a los costos de algún elemento⁷ de los niveles de desglose de costos de división Andina (Ejemplos en División Andina: costos Área de Apoyo (nivel 2), costos Mina Rajo (nivel 3), costos molienda SAG (nivel 4), costos Transporte Mina Rajo (nivel 4), etcétera). Así, la estructura del árbol viene dada por la propia estructura de costos de la división.

⁷ Cada elemento pueden ser una Gerencia, un Proceso, Subproceso o Centro de Costos dependiendo del nivel de desglose.

Sea E el conjunto de arcos tales que su nodo final j pertenece al siguiente nivel de desglose de costos del nodo inicial i .

Sea t algún año dentro del horizonte de análisis del estudio (en el caso de División Andina, el horizonte de estudio relevante es el periodo entre 2008-2018).

Luego, el árbol $T(V, E, t)$ queda bien definido y corresponde al desglose de costos de un año particular para una división donde sus nodos finales (hojas) corresponden a los Centros de Costos de ésta. Dado que en todo momento estaremos hablando de la misma estructura y proyección de costos podemos notar a cada árbol simplemente como T_t .

Con esta estructura de árbol es posible realizar la operación “resta” entre dos árboles de distintos años. Esta operación da como resultado un nuevo árbol con los mismos arcos, pero donde cada nodo contiene la brecha de costos entre ambos años. Estos árboles serán denominados *árboles brecha*”.

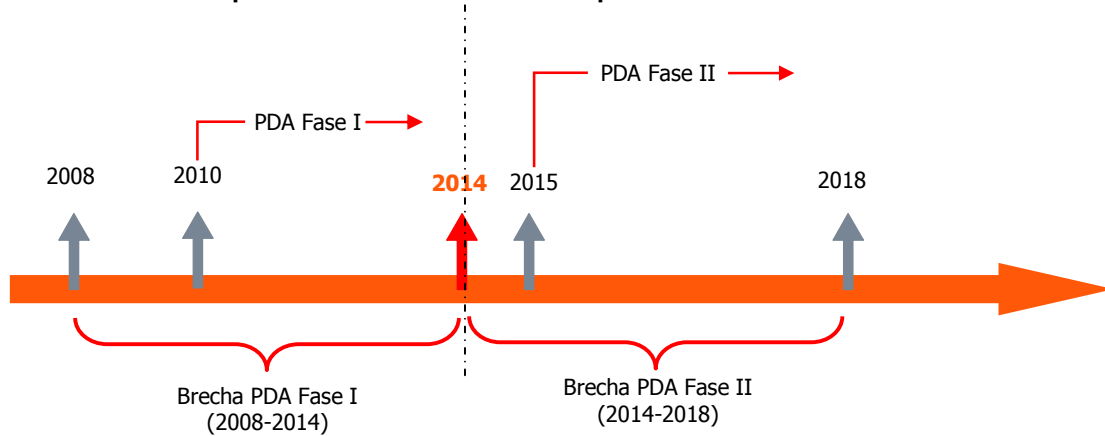
$$T_{t_1} - T_{t_2} = T_{\Delta t}(V_{\Delta t}, E, \Delta t)$$

En general esta modelación de árboles permite hacer un análisis de brechas de costos en donde es posible distinguir cuáles áreas (nodos) son los más impactados por la implementación de algún proyecto; en particular los de expansión PDA Fase I y/o PDA Fase II para el caso de división Andina.

En el caso de División Andina, para considerar el *árbol brecha* total de costos entre 2008 y 2018, así como los *árboles brecha* generados, tanto por PDA Fase I como PDA Fase II por separado, se escogieron adecuadamente los años para el análisis según los niveles de producción propuestos en el plan de producción. Esto se sustenta en el hecho que, al tratarse de proyectos de expansión, los niveles de producción resultan un indicador de cuándo entran efectivamente en función dichos proyectos.

El siguiente esquema muestra las brechas de costo que se van a considerar en el análisis.

Ilustración 6.4 Esquema de la elección de años para el análisis



Fuente: IGT

El año 2014 es el año que se utilizará como límite de análisis para PDA Fase I y como inicio de análisis para PDA Fase II. Utilizar el mismo año como final de una brecha e inicio de la otra permite que las brechas sean aditivas y que su suma entregue la brecha total de costos, es decir la producida por ambos proyectos. Esto es:

$$\text{Brecha Total} = \{\text{Brecha PDA Fase I}\} + \{\text{Brecha PDA Fase II}\}$$

Formalmente se puede caracterizar de la siguiente forma:

- Brecha 1, provocada por PDA Fase I: $T_{2014} - T_{2008}$
- Brecha 2, provocada por PDA Fase II: $T_{2018} - T_{2014}$
- Brecha total, provocada por ambos proyectos: $T_{2018} - T_{2008}$

Notar que la expresión Brecha total se puede escribir como:

$$T_{2018} - T_{2008} = (T_{2018} - T_{2014}) + (T_{2014} - T_{2008})$$

Este modelo de análisis de costos permite reconocer de manera sencilla en qué áreas de la organización se encuentran los principales impactos generados por algún proyecto. Basta con revisar aquellos nodos que tienen mayor brecha, avanzando desde la raíz hacia las hojas.

MATRIZ DELTA

La *Matriz Delta* es un objeto diseñado para observar y analizar de forma sencilla las ramas de un nodo particular en un *Árbol de Valor* operado por la resta de dos años particulares. Así, la *Matriz Delta* muestra las brechas de las ramas de un nodo en particular generadas por la resta de los árboles en forma de matriz, ayudando con ello a identificar cuáles son las ramas relevantes y proseguir con la desagregación del análisis bajo la metodología del *Árbol de Valor*.

Las filas de la *Matriz Delta* corresponden a los Elementos de costos que posee la división. En este caso, como se verá más adelante se consideran 10 Elementos de costos (Capítulo 7).

Las columnas de la *Matriz Delta* corresponden a las distintas ramas de desglose (nodos hijos) que tiene el nodo particular que se está observando. Así para el caso de la *Matriz Delta* de división Andina en su nivel divisional (el más agregado), las columnas corresponden a las distintas gerencias que esta posee (Mina, Planta, Servicios y Suministros, Áreas de Apoyo y SBL). Para el caso del nodo de la gerencia Mina, las columnas de su *Matriz Delta* son todos sus procesos: Mina Rajo, Cuerpos Profundos, III Panel, Administración Gerencia Mina y Administración de Mantenimiento.

En cada celda de la matriz se encuentra diferencia de costos generada por la resta entre los *Árboles de Valor* para los años seleccionados. Así, por ejemplo, la *Matriz Delta* a nivel divisional para el árbol que representa la brecha de costos provocada por PDA Fase I ($T_{2014} - T_{2008}$), lleva en cada una de sus celdas d_{ij} la diferencia de costos unitarios entre los años 2014 y 2008 para el Elemento i en la gerencia j.

7. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS

Para identificar los factores críticos que inciden en los índices operacionales más relevantes se utilizará un análisis cuantitativo sobre los costos proyectados del Proyecto de Desarrollo Andina (PDA) Fase II.

Este análisis cuantitativo se enmarcó dentro de la prestación de servicios de consultoría que la empresa consultora IGT S.A. realizó a la Vicepresidencia Corporativa de Proyectos de Codelco mediante el proyecto “SERVICIOS PARA EL SUSTENTO DE LA PROMESA DE VALOR DEL PND (Plan de Negocios y Desarrollos) 2008⁸” en el marco del estudio de ingeniería conceptual del PDA Fase II.

Dentro de esta prestación, IGT S.A. desarrolló –entre otros entregables- una agenda estratégica de iniciativas para la Línea de Gestión del PDA Fase II que le permitirá a división Andina prepararse de mejor forma para cumplir con la promesa de valor del proyecto. Más concretamente, consistió en presentar a la división una agenda de iniciativas de gestión que permitan llevar a la práctica lo que el PDA Fase II compromete según su diseño.

Para conformar la agenda de iniciativas, IGT S.A. realizó previamente un análisis cuantitativo sobre los costos unitarios que división Andina proyecta entre los años 2008 y 2018 según el diseño del PDA Fase II. Este desarrollo consiste en hallar los Centros de Costos -nivel más básico de costos de la división- que más disminuyen con el proyecto de ampliación, como asimismo identificar cuáles son los sustentos que explican la mayor parte de esta disminución, a saber: insumos, variables operacionales, contratos y dotaciones.

La función del memorista dentro de esta prestación fue la de realizar el análisis cuantitativo antes mencionado. Para ello se utilizó la proyección de costos PND

⁸ PND 2008 corresponde al Plan de Negocios y Desarrollo de división Andina el cual incluye una proyección de los costos de la división desde 2008 a 2084 que considera la implementación de sus proyectos más probables, incluyendo PDA Fase I y II.

2008 entregado por la división Andina a través de la Vicepresidencia Corporativa de Proyectos VCP.

Índices Operacionales en el diseño de proyectos mineros

Para evaluar la factibilidad técnica y económica de explotación, así como el valor de un yacimiento determinado -en la etapa de evaluación de proyectos- no basta con establecer las riquezas de los minerales existentes en él. Se debe establecer además el plan de extracción óptimo considerando restricciones de carácter técnico, económico y estratégico.

A partir de los sondajes y las interpretaciones geológicas de un yacimiento se genera un modelo de bloques, el cual consiste en dividir el yacimiento en bloques tridimensionales, cada uno de los cuales tiene asignadas coordenadas espaciales, tamaño, densidad y leyes de los distintos minerales, además de otras características geológicas que inciden en la recuperación como el nivel de arcillas, la litología. Estos modelos de bloques permiten estimar el nivel de recursos de un yacimiento.

El siguiente paso es la estimación de reservas. Para ello es necesario definir una ley de corte; esto es el nivel de ley a partir del cual se define lo que será considerado mineral y lo que será considerado estéril. La ley de corte es función del precio del metal, los costos de mina, planta y tratamiento así como también la recuperación metalúrgica. Todo el material que esté sobre la ley de corte es considerado mineral y por tanto, reserva.

Luego de esto, en el caso de las minas a rajo abierto –como es el caso del PDA Fase II- se debe optimizar el rajo del yacimiento. En esta etapa se diseña la forma del rajo considerando variables relevantes como el ángulo de talud, si este será constante o variable por sector y elevación; fijar bancos de inicio y final de los caminos; fijar anchos, pendiente y dirección de caminos, generar excavaciones

para la instalación de correas transportadoras, entre otras. Asimismo se maximiza el VAN y se entrega una programación de extracción que indica la forma óptima en que deben extraerse los bloques de la mina. El software más utilizado para este efecto en la industria es el Whittle.

El plan de producción optimizado junto al diseño del rajo implica una configuración específica de parámetros operacionales tales como: tecnología y cantidad de equipos, tecnología y cantidad de molinos, dotación y otros, cada uno de los cuales cuenta con un rendimiento dado por catálogo o benchmark adaptados por factores de sitio. Estos parámetros son los que se incorporan, junto con el resto de las variables significativas como el precio del cobre, la recuperación, el combustible, la energía y el agua entre otros, para obtener el flujo de cajas del VAN.

La configuración de tecnología, equipamiento e infraestructura propuesta por el plan minero está determinado a partir de una serie de índices operacionales tales como: utilización efectiva de los equipos, dotación necesaria, nivel de ausentismo, tratamiento de la planta entre otros que se obtienen a través de valores de catálogo y benchmark adaptados a la realidad del complejo minero.

Índices operacionales relevantes

El estudio que se pretende realizar busca disminuir las diferencias entre índices operacionales del diseño de un proyecto con los reales de la división involucrada, una vez el proyecto esté en su etapa de Operación.

División Andina posee dos grandes áreas operativas: una perteneciente a la mina de donde se extrae el mineral y la otra a la planta donde este es procesado. Cada una de estas áreas posee índices operacionales propios que dependen del tipo de operaciones que se realizan en cada una de ellas. Asimismo, existen índices

operacionales referidos a los recursos humanos de la división que afectan la productividad y el cumplimiento del plan minero.

De este modo los índices operacionales relevantes para las operaciones pueden ser agrupados como sigue:

Índices Operacionales de los recursos humanos. Entre ellos se encuentran la dotación, el ausentismo, la productividad y el aumento anual de la remuneración.

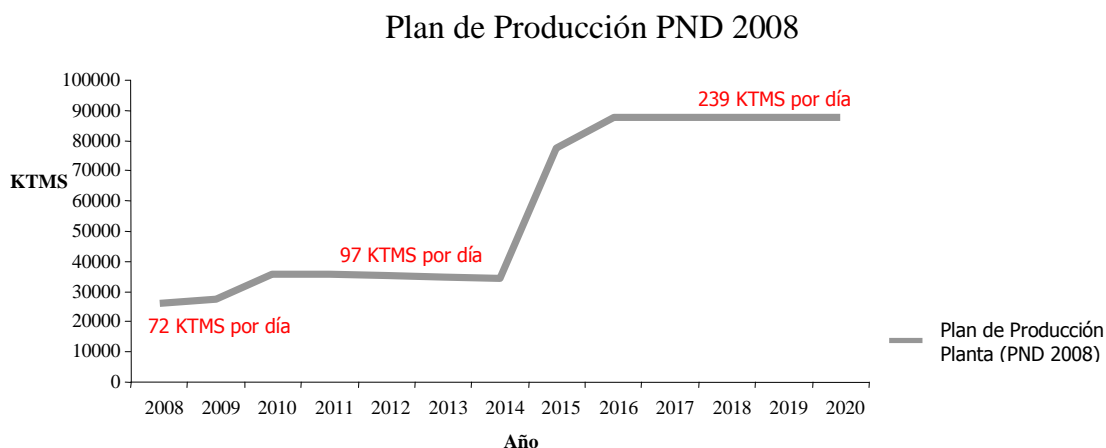
Índices Operacionales de Mina. Entre ellos se encuentran la utilización efectiva de los equipos, los costos de combustible, neumáticos y acero, el rendimiento de las palas de carguío(ton/hr), la distancia media de transporte de los camiones y días de operación de la mina.

Índices operacionales de Planta. Entre ellos se encuentran la utilización efectiva de la molienda, el porcentaje de recuperación de cobre, el suministro de reactivos, la granulometría del mineral y días de operación de la planta.

Plan de Producción del proyecto PDA Fase II

El plan de producción del PND 2008 considerado para realizar el análisis se observa en la siguiente ilustración.

Ilustración 7.1 Plan de Producción División Andina



Fuente: IGT – PND 2008

En el eje vertical se encuentra la producción anual de la división medida en KTMS (Kilo toneladas métricas); esta producción comprende la cantidad de mineral tratado por las plantas de división Andina.

Esto refleja el alto impacto que tiene sobre la división este proyecto, pues la cantidad de mineral tratado aumenta en más del triple. En el gráfico se observan dos crecimientos: el primero en 2010 corresponde a la puesta en marcha del PDA Fase I; el segundo en 2015, para llegar a un máximo en 2016 corresponde a la puesta en marcha del PDA Fase II.

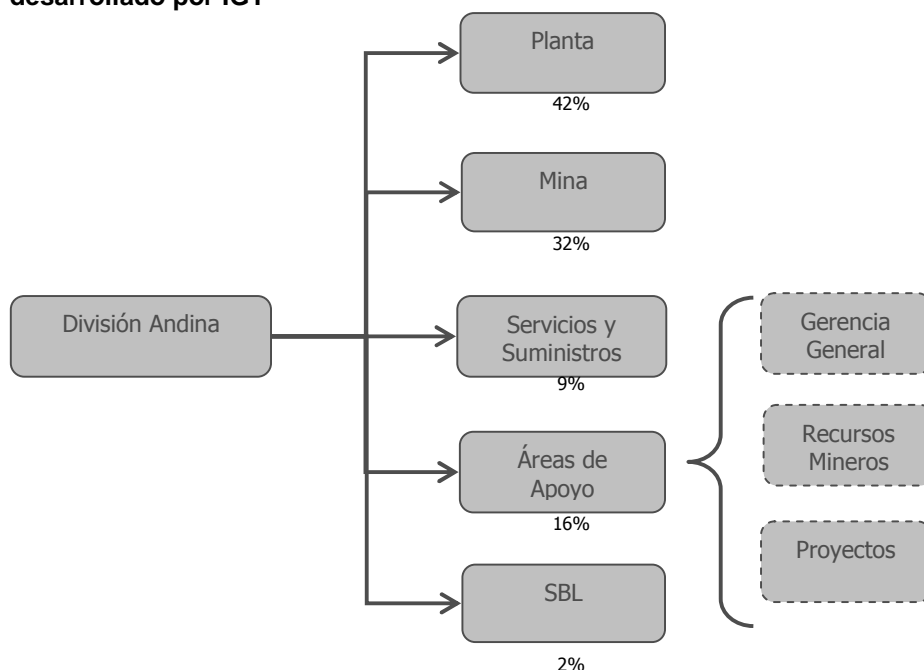
El horizonte que se utilizó para el análisis fue de 10 años comprendidos entre 2008 y 2018, abarcando así tanto PDA Fase I como Fase II, ambos en operación hacia el 2018.

Estructura de costos de división Andina

Para comprender el estudio realizado es necesario conocer la estructura de costos con que opera división Andina, pues esta permite ordenar y organizar adecuadamente el análisis cuantitativo de los costos unitarios.

Para este caso de estudio se consideró una estructura organizacional de división Andina con 6 gerencias principales, a saber: gerencia Mina (GMIN), gerencia Planta (GPLA), gerencia de Servicios y Suministros (GSYS), Gerencia General (GG), gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo (GRMD) y la gerencia de Proyectos (GPRO). Las últimas 3 -GG, GRMD, y GPRO- serán agrupadas en una sola Área de Apoyo (AA) para efectos en la claridad de los análisis⁹.

Ilustración 7.2 Gerencias estudiadas en el proyecto de sustento de la promesa de valor desarrollado por IGT



Fuente: PND 2008 – IGT

En la ilustración, los porcentajes que aparecen debajo de cada gerencia corresponden a la proporción del costo total de la división en el año 2008 según lo proyectado por el informe PND 2008.

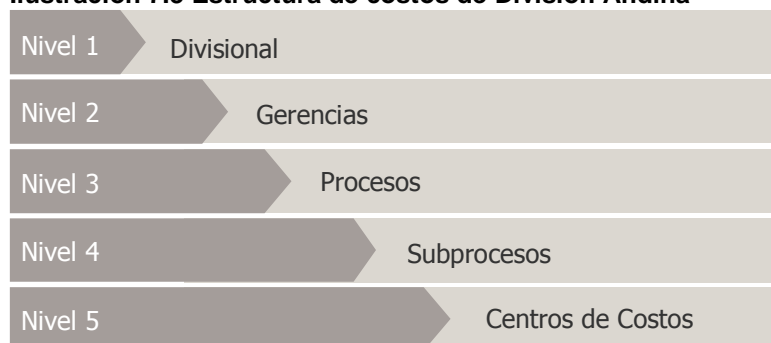
Cada una de estas gerencias posee procesos independientes de las otras gerencias, los que a su vez poseen subprocesos. Asimismo, cada uno de los Centros de Costos (el nivel de desglose más básico que utiliza la división) se

⁹ Adicionalmente, en 2013 comienza a operar una nueva gerencia llamada Sulfuros de Baja Ley (SBL) perteneciente al proyecto de biolixiviación .

asocia con un único subproceso, por tanto también con un solo proceso y una sola gerencia.

De este modo, la división puede estructurar sus costos en distintos niveles según se observa en la siguiente figura.

Ilustración 7.3 Estructura de costos de División Andina



Fuente: división Andina - IGT

Esta estructura permite desglosar los costos de la división en forma de un árbol de 5 niveles, en donde cada uno de ellos corresponde a un nivel de desglose específico. Esta característica fue aprovechada para llevar a cabo los análisis cuantitativos, realizando los análisis desde el nivel más agregado hacia el más desagregado. Esta metodología se denominó “Árbol de Valor” (ver Capítulo 6).

A partir del informe PND 2008, se pueden calcular los costos unitarios de la división, sus gerencias, procesos y subprocesos. Formalmente:

$$\text{Costo Unitario}(x_i, t) = \frac{\text{Costo}(x_i, t)}{\text{Prod}(t)}$$

Donde x_i es un elemento cualquiera del nivel i de costos (ej. Gerencia Mina es un elemento del nivel 2 de desagregación de costos) y t corresponde a un año particular.

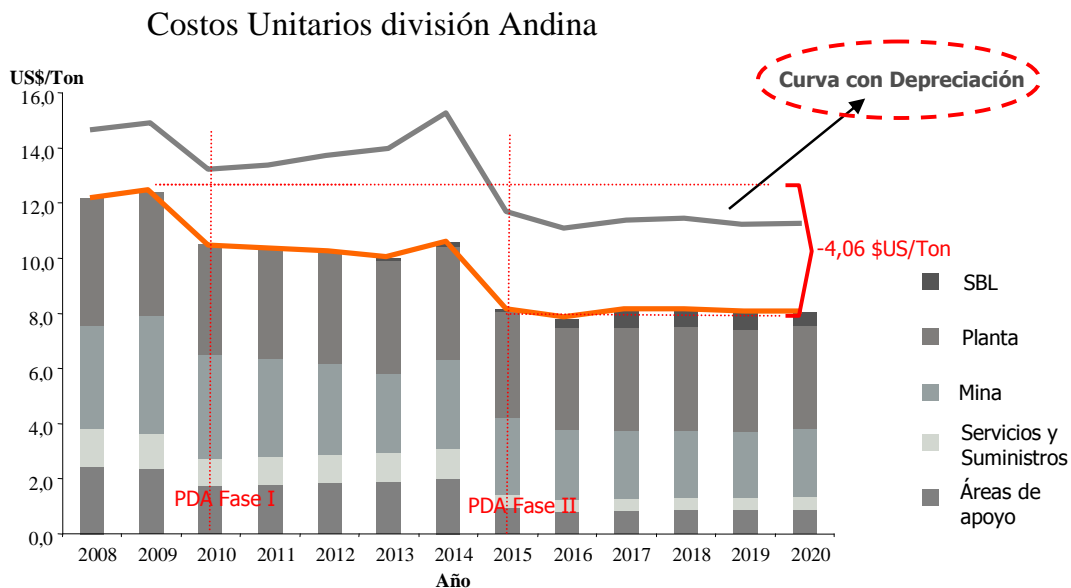
Análisis cuantitativo sobre la división y sus gerencias

Se pueden reconocer en división Andina que existen 3 gerencias que concentran la mayor porción de los costos. Estas gerencias son las de Planta, Mina y Servicios y Suministros. Entre ellas 3 se puede explicar más del 80% de los costos de la división.

Dado lo anterior y para simplificar el análisis, el resto de las gerencias fueron agrupadas en un solo grupo denominado Áreas de Apoyo. Dentro de ella se encuentran la Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo (GRMD), la Gerencia General (GG) y la Gerencia de Proyectos (GPRO).

El siguiente gráfico corresponde a la serie de costos unitarios de toda la división. Se graficó con y sin depreciación con la intención de analizar la brecha de costos unitarios reales (con depreciación) y la brecha de costos unitarios despejando el efecto de la inversión (sin depreciación).

Ilustración 7.4 Costos Unitarios división Andina



Se observa que, en la curva sin depreciación la baja de costos entre los años 2008 y 2018 es de 4,06 US\$/Ton, esto corresponde aproximadamente a una

disminución del 34% en ese periodo, lo cual constituye una promesa de valor que la división debe ser capaz de cumplir.

En la misma curva, se evidencian dos bajas de costos provocadas por los proyectos de expansión PDA Fase I en el año 2010 y PDA Fase II en 2015. Se puede apreciar que en el año previo a la puesta en marcha de ambos proyectos existe un leve aumento en los costos unitarios de la división. Esto se puede explicar por la preparación previa necesaria para poner en marcha los proyectos (preparación de personal, preparación de los equipos nuevos, utilización de nuevas instalaciones, etcétera).

Por otro lado, en el caso de la curva con depreciación, se puede ver que hasta el 2010 se comporta similar a la curva sin depreciación. Luego se observa un aumento lineal hasta el año 2013, para producirse un aumento de la pendiente en 2014. Este aumento en el costo de la depreciación responde a la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto PDA Fase II. El aumento de la pendiente sucede por un aumento en la intensidad de la inversión debido a la llegada de nuevos equipos.

Ya en 2015, con la puesta en marcha del PDA Fase II se observa la disminución en costos unitarios de la división, para estabilizarse a partir de 2016, año en que el proyecto está funcionando plenamente (tal como se observa en el plan de producción del PND 2008). La disminución –o brecha- de costos unitarios que alcanza la curva de depreciación es de 3,17 US\$/Ton entre los años 2008 y 2018, lo que corresponde aproximadamente a un 28% de disminución en ese periodo.

La Ilustración 3.2 muestra la *Matriz Delta*¹⁰ para el caso divisional (el nivel más agregado) donde el valor de cada celda corresponde a la disminución de costos unitarios entre los años 2008 y 2018 de cada gerencia por cada Elemento de costo, según proyecta el PND 2008.

Ilustración 7.5 Matriz Delta divisional 2008-2018

¹⁰ La Matriz Delta es parte de la metodología de Árbol de Valor y se encuentra detallada en el ANEXO 2

Elemento	GERENCIAS					TOTAL
	OTROS	SERVICIOS	PLANTA	MINA	SBL	
01 Remuneraciones	-0,52	-0,12	-0,35	-0,64	0,03	-1,60
02 Materiales	-0,03	-0,08	-0,28	0,04	0,18	-0,16
03 Combustibles	0,00	-0,01	-0,03	0,03	0,00	-0,02
04 E. Eléctrica Comprada	0,00	-0,02	0,21	-0,19	0,34	0,35
05 Servicios de 3os.	-0,43	-0,71	-0,39	-0,57	0,03	-2,06
06 Otros Servicios	-0,44	-0,01	0,00	-0,02	0,00	-0,47
15 Servicios de Apoyo a la Producción	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03
17 Servicios Varios Internos	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,14
09 Depreciación	-0,02	-0,12	0,73	0,30	0,00	0,90
TOTAL	-1,57	-1,07	-0,10	-1,01	0,59	-3,17

Fuente: IGT – PND 2008

Las columnas de la matriz reflejan el alto impacto que tienen los proyectos de ampliación PDA Fase I y Fase II, sobre las Áreas de Apoyo y los Servicios y Suministros. También se puede observar que la gerencia de Mina es impactada de manera considerable con una disminución de su costo unitario de 1,01 US\$/Ton.

Por otro lado, la gerencia Planta casi no se ve afectada debido a su alto costo en Depreciación. Es importante recalcar que esta gerencia se ve fuertemente modificada por la instalación de una nueva planta debido a la implementación del PDA Fase II.

Las filas de la matriz permiten identificar qué Elementos son los más impactados por una disminución de costos unitarios. Estos son: Remuneraciones con una disminución de 1,60 US\$/Ton y Servicios de Terceros con una de 2,06 US\$/Ton entre los años 2008 y 2018. También destaca la Depreciación con un aumento de 0,90 US\$/Ton en el mismo periodo, lo cual refleja la inversión necesaria para la implementación de los proyectos.

Luego, una parte importante de la disminución de costos unitarios dependerá de la gestión de las remuneraciones del personal que trabaja en la división y de la gestión de los negocios con contratistas.

Por otro lado, la proyección de costos para el PDA Fase II considera una serie de contratos relevantes para la división que tienen una alta criticidad en los costos totales de la división. Estos contratos se muestran (rankeados por monto) en la siguiente ilustración y representan un 30% del total de los costos.

Ilustración 7.6 Principales contratos de la división proyectados para el año 2018

ELEMENTO	GERENCIA	SERVICIOS	COSTO (KUS\$)
E. Eléctrica Contratada	PLANTA	Sum. Energía Eléctrica Nueva Andina	84.167
E. Eléctrica Contratada	PLANTA	Sum. Energía Eléctrica Cordillera	42.740
E. Eléctrica Contratada	SBL	Sum. Energía Eléctrica Cordillera	30.182
Combustible	MINA	Petróleo Diesel	25.893
Materiales	PLANTA	Repuestos Chancadores y Molinos	23.796
Materiales	PLANTA	BOLA AC MOLINO 3" PROACER	20.993
Materiales	PLANTA	BOLA AC MOLINO 5" MOLY-COP	17.665
Otros Servicios	OTROS	Atención Salud I	15.898
Materiales	MINA	Neumático 4060671 MINERO 55/80R63	13.226
Materiales	MINA	Emulsión Apex Gold	12.765
Materiales	MINA	Nitrato de Amonio	11.447
TOTAL			298.771
COSTO ANUAL			1.003.247

Fuente: PND 2008

Se observa que la mayoría de estos costos corresponden a contratos de suministros necesarios para las operaciones de la mina (petróleo, neumáticos, emulsión y nitrato de amonio) y la planta (suministro de energía eléctrica, repuestos de chancadores y molinos), los que inciden de manera crítica en el cumplimiento de los índices operacionales. La falta de cualquiera de ellos puede provocar una baja en la productividad por la falta de repuestos o bien un detenimiento momentáneo de las operaciones, afectando así el cumplimiento del plan minero.

Además de los desafíos de gestión que reflejan las proyecciones de costos del PDA Fase II, es necesario considerar también la cultura divisional actual de Andina. Lo referente al nivel de cumplimiento histórico de las metas en la división es particularmente importante para este estudio, puesto que será de alta criticidad para cumplir con la promesa de valor y más específicamente con el VAN del proyecto.

Al revisar el cumplimiento histórico de las metas se encontró que en general la división no alcanza a cumplir sus metas. En 2007 la división estuvo un 5,5% por debajo de la meta de utilización efectiva de la molienda SAG; un 4,1% por debajo de la meta de utilización efectiva de los equipos de carguío de la mina; y en promedio desde el 2002 al 2007, la meta de recuperación de cobre –una de las variables críticas en el VAN de los proyectos mineros- no ha sido alcanzada.

Tópicos de gestión relevantes

A partir de estos antecedentes se pueden identificar algunos tópicos importantes sobre los que es necesario trabajar para alcanzar la promesa de valor de los proyectos, en particular, para cumplir con los índices operacionales definidos en el diseño de los proyectos.

1. Gestión sobre el personal. En el caso particular del PDA Fase II, para cumplir con la baja de costos unitarios en remuneraciones (Ilustración 3.2) es necesario asegurar entre otras cosas que el alza de las remuneraciones, que el nivel de ausentismo, que la preparación y competencia del personal sean las del diseño del proyecto.

Algunas de las principales variables a revisar en este tópico son: el nivel de ausentismo, la dotación, el perfil de la carrera, el empoderamiento, la negociación con los sindicatos, reajuste de remuneraciones, etc.

2. Gestión de los negocios con terceros. En el caso particular del PDA Fase II, para cumplir con la baja en costos unitarios en Servicios de Terceros (Ilustración 3.2) se debe desarrollar una gestión de contrato, que sea capaz de administrar el aumento en volumen y complejidad de los contratos que se considerarán en el proyecto.

Algunas de las variables a revisar en este tópico son: el costo de los contratos, la administración de los contratos, estrategia de terciarización, beneficios y costos de la terciarización, etc.

3. Gestión sobre las operaciones. En el caso particular del PDA Fase II para alcanzar el cumplimiento de las metas que históricamente no se han logrado tales como la utilización efectiva de la molienda y los equipos de carguío o el de la recuperación de cobre. Algunas de las variables a revisar en este tópico son: el costo de petróleo, neumáticos y acero, la utilización efectiva de los equipos, las características y tecnologías de los equipos, la utilización efectiva de la molienda, el porcentaje de recuperación de cobre, la planificación invernal, los días de operación, el sistema de turnos, los servicios de suministros, etc.

Para alcanzar estas metas sin disminuir la exigencia del diseño del proyecto se requieren proyectos de gestión que provoquen los cambios necesarios para que la cultura divisional se adapte a la “Nueva Andina”.

Si bien estos tópicos involucran los índices operacionales críticos, existen variables relevantes que también inciden sobre éstos pero que no están directamente ligados a la operación. No sólo eso. Son variables que además tienen que ver con el negocio y la estrategia de la Corporación, ampliando así las dimensiones que deben ser consideradas en los proyectos de gestión que se realicen.

Así se adicionan los siguientes dos tópicos:

4. Gestión sobre el recurso minero. Debido a que el conocimiento del yacimiento es central para la estimación precisa de la promesa de valor del proyecto, adicionalmente es fundamental para la planificación anual de las operaciones, así como para la generación de nuevos proyectos que aumenten el valor de la corporación.

Algunas de las variables a revisar en este tópico son: la ley de cabeza del mineral, la calidad y análisis de las muestras, etc.

5. Gestión sobre la sustentabilidad. La corporación le da una importancia cada vez mayor a la necesidad de un desarrollo sustentable tanto para el medio ambiente como para la comunidad (por ejemplo: el manejo de recirculación de agua, el manejo de relaves, la seguridad del personal, el control de otros riesgos ambientales como los incendios, etc.). Algunas de las variables a revisar en este tópico son: el nivel de recirculación de agua, caudales, calidad del espesamiento, manejo adecuado de RISES y RILES¹¹, riesgos de impacto ambiental, riesgos de seguridad laboral, cumplimiento de normativas, etc.

¹¹ Los RISES corresponden a Residuos Industriales Sólidos, mientras que los RILES a Residuos Industriales Líquidos

8. LEVANTAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

A fines del año 2005, Codelco implantó un nuevo Sistema de Inversión de Capital que surgió como respuesta a la necesidad de contar con un marco distintivo en la gestión de inversiones, basado en las mejores prácticas de la industria, según lo establece la Política Corporativa de Inversión de Capital. A comienzos del año 2006, se dio marcha blanca a este nuevo sistema.

La implantación del nuevo sistema surge a partir del diagnóstico levantado por la auditoría de la empresa IPA (Independent Project Analysis) que arrojó como resultado la identificación de una serie de dificultades del antiguo sistema de inversión de capitales, el cual dejaba a cada una de las divisiones a cargo de sus proyectos. Los problemas encontrados en el levantamiento de la auditoría se resumen en:

- Proceso inversional con debilidades para asegurar la captura del máximo valor de los proyectos
- Falta de disciplina en el cumplimiento de los procesos inversionales definidos
- Ausencia de una organización apta para la gestión eficiente de proyectos de capital
- Disminución de la eficiencia en el manejo de proyectos por aspectos productivos

Asimismo, el factor humano jugaba un rol primordial en las dificultades observadas. No existía claridad acerca de los roles de los participantes dentro de un proyecto, ni formalidad en el ciclo de vida de éste. Cada división desarrollaba las distintas fases del proyecto pero los alcances en cada una de estas etapas, variaban de proyecto a proyecto y de división a división. Todo esto provocaba que los proyectos se desviaran en costos, plazos y alcances.

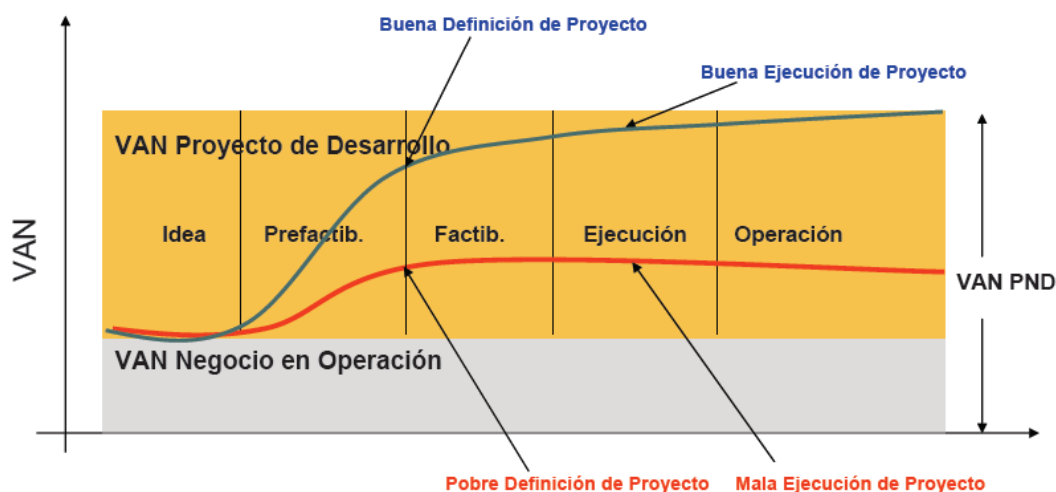
Por otro lado, el sistema no incentivaba un levantamiento confiable de los riesgos asociados al proyecto, puesto que no existía un actor externo con rol de normador y contralor, sino sólo los controles que se realizaban directamente al interior de cada división.

La respuesta que generó esta auditoría en Codelco fue:

- Reconocer la coexistencia de dos cadenas de valor al interior de la Corporación: Proyectos y Operación.
- Creación de una Vicepresidencia Corporativa de Proyectos para disponer de capacidades que aseguren la calidad en la ejecución de los proyectos
- Nuevo Sistema de Inversión de Capitales que determina cinco roles específicos que no pueden ser desempeñados simultáneamente por un mismo actor

La siguiente ilustración explica conceptualmente las dos cadenas de valor reconocidas al interior de la Corporación, donde la mayor captura del valor económico depende de una buena definición y ejecución de los proyectos.

Ilustración 8.1 Las dos cadenas de valor de la Corporación



Fuente: Codelco

Paralelamente, el nivel de inversiones de Codelco ha crecido sustancialmente durante los últimos 18 años, tal como se muestra en la siguiente ilustración, donde

se estima que el monto actual de inversiones es 260% del que se tenía durante los años 90. Este aumento en el nivel de inversiones registrado en los últimos años, reafirma la necesidad de un nuevo modelo del sistema de inversión de capitales.

Ilustración 8.2 Nivel de inversión de Codelco (1990-2007)



Fuente: Codelco

El nuevo Sistema Corporativo de Inversión de Capitales dio como resultado el desarrollo de dos sub-sistemas que poseen manuales, procedimientos e instructivos propios. Estos son: el Sistema de Gestión de Inversión (SGI) y el Sistema de Gestión de Proyectos (SGP).

El propósito del SGI, es seleccionar las mejores inversiones de capital. Cuenta con una política y manuales establecidos y define los mínimos estándar que debe cumplir cada proyecto en cuanto al alcance de cada etapa; realiza el proceso de control de los proyectos, así como el proceso de evaluación y priorización de los proyectos.

El propósito del SGP es levantar los mejores proyectos y ejecutarlos óptimamente. Su cuerpo normativo es consistente con lo establecido por el Sistema de Gestión de Inversión, pero orientado a la mejor forma de realizar los proyectos.

Los objetivos del nuevo sistema se resumen en:

- Asegurar alineamiento con la estrategia, prioridades y valores de la Corporación
- Maximizar el valor al dueño con riesgos aceptables
- Que las decisiones sean hechas de forma consistente de acuerdo al marco normativo definido
- Asegurar tener la más alta probabilidad de éxito
- Entregar los resultados de los compromisos adquiridos en los plazos establecidos

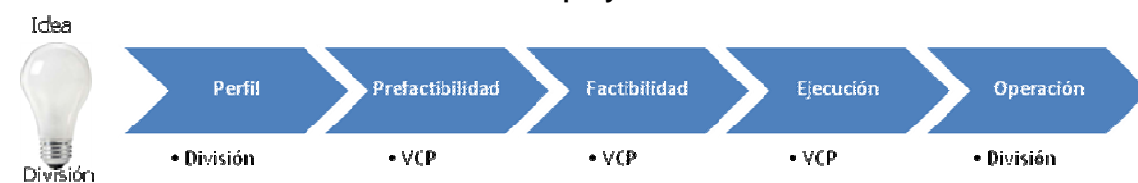
El sistema definió los alcances de las distintas etapas o fases que regirán todos los proyectos de la Corporación. Las etapas son la de Perfil, Prefactibilidad, Factibilidad, Ejecución y Operación.

Las tres primeras corresponden a etapas de diseño, en donde la propuesta se va complejizando y afinando a medida que se avanza en las fases. La etapa de Perfil presenta una idea general del proyecto, especificando algunos parámetros relevantes para el proyecto como por ejemplo la ley de mineral involucrada y una propuesta con requisitos generales. La etapa de Prefactibilidad propone diferentes alternativas para conseguir el objetivo del proyecto, realizando evaluaciones económicas y algunas técnicas. Al final de esta etapa, se debe seleccionar la alternativa más conveniente para cumplir los objetivos del proyecto. Esto corresponde al producto o entregable principal de esta etapa. Por último, durante la etapa de Factibilidad se profundizan los estudios técnicos, económicos y de ingeniería, únicamente de la alternativa elegida en la etapa anterior.

La Ejecución corresponde a la etapa en que se realizan las construcciones de la alternativa seleccionada y desarrollada en las etapas previas. Una vez finalizada esta etapa, comienza la fase de Operación, en la cual la división recibe el proyecto de manos del ejecutor y se hace cargo de la operación.

La siguiente ilustración muestra las diferentes fases o etapas del ciclo de vida de los proyectos de la Corporación. Bajo cada una se indica quién es el encargado de ejecutarla. Existe una sub etapa de Puesta En Marcha (PEM) ubicada dentro de la Ejecución y que precede a la fase de Operación. En la Puesta En Marcha se dejan todas las instalaciones y servicios preparados para la operación por parte de la división

Ilustración 8.3 Fases del ciclo de vida de los proyectos en Codelco



Fuente: Codelco

El Sistema Corporativo de Inversión de Capitales especificó también los distintos roles que participan en un proyecto y qué actores pueden desempeñarlo:

- **Dueño:** puede ser el Presidente Ejecutivo o el Gerente General de alguna división. En los proyectos de expansión de carácter estratégico para la empresa, particularmente los de base minero metalúrgica, la Corporación mantendrá el rol de Dueño; por otro lado, en los proyectos vinculados a la mantención de las operaciones y reemplazo de equipos (en general proyectos de alcance divisional), el rol de Dueño lo ejercerá el Gerente General de la división.
- **Cliente:** lo desempeña el área de negocio que habrá de gestionar la operación una vez en marcha. Es su responsabilidad proveer al ejecutor de la información base geominero-metalúrgica en calidad, robustez y confiabilidad, de tal modo de sustentar las ingenierías conceptuales y básicas. El Cliente está encargado de extraer durante la operación los beneficios de los activos dispuestos por la ejecución del proyecto.
- **Ejecutor:** lo desempeña la Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP) en caso que los proyectos superen los 10 MUS\$ de dólares de inversión. Su responsabilidad es gestionar los proyectos desde la fase de

Prefactibilidad, Factibilidad y Ejecución inversional de acuerdo al alcance, costo, calidad y seguridad comprometidos. La VCP deberá maximizar el VAN de los proyectos a partir de la base geominero-metalúrgica proporcionada por los clientes.

- Normador/Contralor: la desempeña la Gerencia Corporativa de Evaluación de Inversiones y Control de Proyectos (GCEI). Este rol es el encargado de efectuar las distintas revisiones independientes a lo largo del desarrollo del proyecto. Estas se realizan mediante distintas normas y procedimientos¹² al finalizar las fases de Perfil, Prefactibilidad y Factibilidad y durante la etapa de Ejecución. Finalmente, luego de dos años de operación una vez ejecutado el proyecto, ejecuta una revisión de Post Inversión.

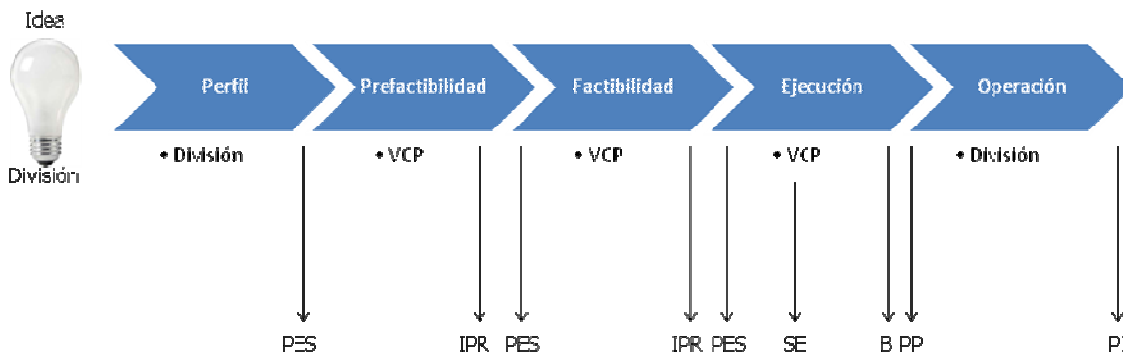
Para el caso de la fase de Perfil, quien lleva adelante la ejecución es la propia división que propone el proyecto. Una vez terminada la fase, la Ingeniería de perfil pasa a revisión por un Comité Coordinador de Proyecto (CCP) que sugiere al dueño si el proyecto debiese continuar o no.

El Sistema de Inversión de Capitales establece un criterio formal de toma de decisión, denominado “tollgate”¹³, entre cada etapa del ciclo de vida del proyecto donde se define si el proyecto continua o no. La siguiente es una ilustración conceptual de las etapas del proyecto y los diferentes estudios que se realizan entre ellas (tollgates) para definir la continuación del proyecto.

¹² En el ANEXO 5 se listan las distintas revisiones que lleva adelante la Gerencia Corporativa de Evaluación de Inversiones.

¹³ En español significa “Peaje”

Ilustración 8.4 Etapas del ciclo de vida del proyecto

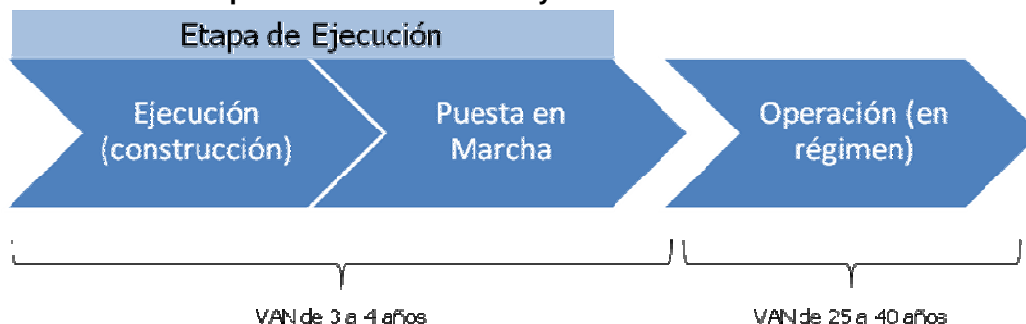


PES: Revisión independiente de desarrollo y competitividad
 IPR: Revisión independiente de pares (Independent Peer Review)
 SC: Revisión independiente de seguimiento y control
 B: Revisión independiente de Benchmarking (similar al PES pero con índices reales)
 PP: Revisión independiente de cierre (Post Proyecto)
 PI: Revisión independiente de Inversión (Post Inversión)

Fuente: Codelco

En cuanto a criterios que influyen en la decisión de realizar o no un proyecto o una etapa determinada de éste, además de los propios a la gestión de la cartera corporativa de proyectos o los de las relaciones independientes, el Sistema de Inversión de Capitales propone un modelo en el que el VAN del proyecto se descompone en un VAN de Ejecución (sobre un periodo de unos 3 a 4 años) que resulta negativo, pues corresponde a parte de la inversión del proyecto y otro de Operación (sobre un periodo de unos 25 a 40 años) que corresponde al periodo de vida estimado del proyecto desde que la división comienza a operar en régimen.

Ilustración 8.5 Descomposición del VAN del Proyecto



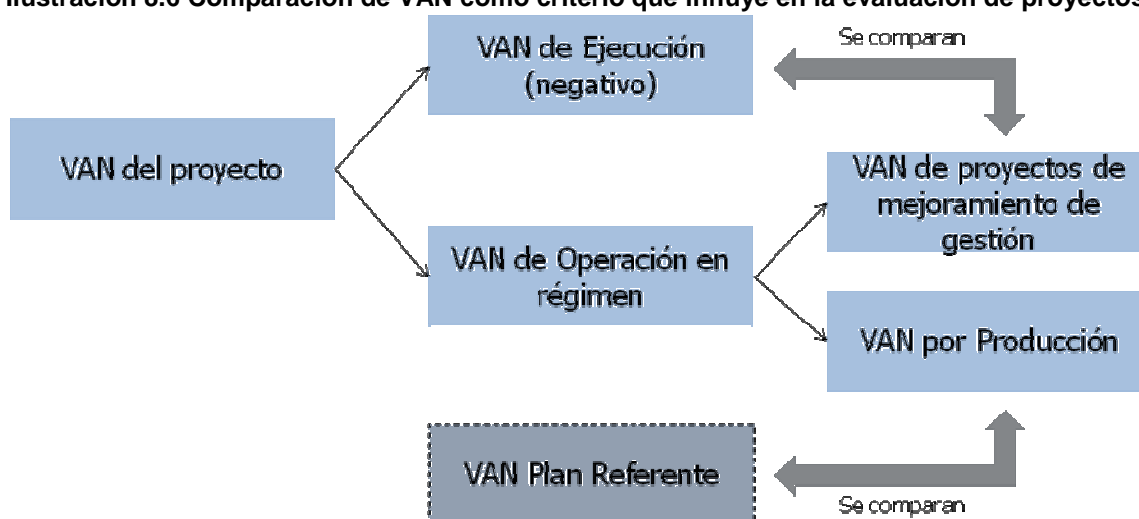
VAN del proyecto = VAN de Ejecución (incluyendo puesta en marcha) + VAN de Operación en régimen

Fuente: Codelco

A su vez, el VAN de Operación tiene, por un lado, una componente correspondiente a la cantidad de mineral tratado, el cual es comparado con el VAN del plan minero de la división que no considera la realización del proyecto¹⁴ como uno de los criterios que influyen en la decisión de realizar o continuar realizando el proyecto.

La otra componente corresponde al VAN de la serie de los subproyectos de mejoramiento de gestión que fueron desarrollados durante el proyecto. Esta componente es comparada con el VAN de Ejecución y se utiliza como otro de los criterios que influyen en la decisión de realizar o continuar realizando el proyecto.

Ilustración 8.6 Comparación de VAN como criterio que influye en la evaluación de proyectos



Fuente: Codelco

Definición de Índices Operacionales en el diseño del proyecto

Los Índices Operacionales definidos en el diseño del proyecto son fijados por el ejecutor, es decir, por el equipo de la VCP que está a cargo. Para ello, el equipo utiliza datos de benchmarking, criterios de expertos e información que provee la división en su rol de Cliente.

¹⁴ Este plan divisional es conocido en la organización como “Plan Referente”

Con el sistema actual y el diseño de los roles que cada actor desempeña en la gestión de proyectos, la VCP -como ejecutor- tiende a definir Índices Operacionales más exigentes que los reales que posee la división con la intención de exigirle un aumento de rendimiento y mejora continua para maximizar el valor de sus activos.

Sin embargo, a pesar de que es la VCP quien define los índices, éstos deben ser aprobados por el cliente. Así, la división en caso de aceptar, se compromete a que, suponiendo que todas las especificaciones en el diseño del proyecto hayan sido correctamente implementadas, alcanzará los índices operacionales prometidos por proyecto.

Este compromiso lo hace durante las etapas de revisión de Prefactibilidad y Factibilidad del proyecto ante el Comité Coordinador de Proyectos quien sugiere al Presidente Ejecutivo la aprobación, el rechazo de la siguiente etapa o indica qué entregables aún no están completos.

De este modo, tanto la VCP como la división están obligados a negociar y llegar a acuerdos sobre el valor de los de índices operacionales del diseño del proyecto, generando una tensión entre ambos actores.

9. PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN

Identificación de fuentes de diferencia

A partir de la investigación realizada y las distintas fuentes consultadas se pueden distinguir tres causas principales que generan una brecha entre los Índices Operacionales del diseño del proyecto y los reales de la división una vez que el proyecto está en su fase de Operación.

- **Desarrollo de una ingeniería de detalle insuficiente para explicar a la división cómo puede alcanzar los Índices Operacionales.** Se observó a partir de las entrevistas, que existe para la división un vacío sobre cómo operativizar aquello que promete el proyecto; sobre qué actividades son necesarias para alcanzar efectivamente los valores de los Índices Operacionales definidos en el diseño del proyecto y cómo debe desarrollarlas.

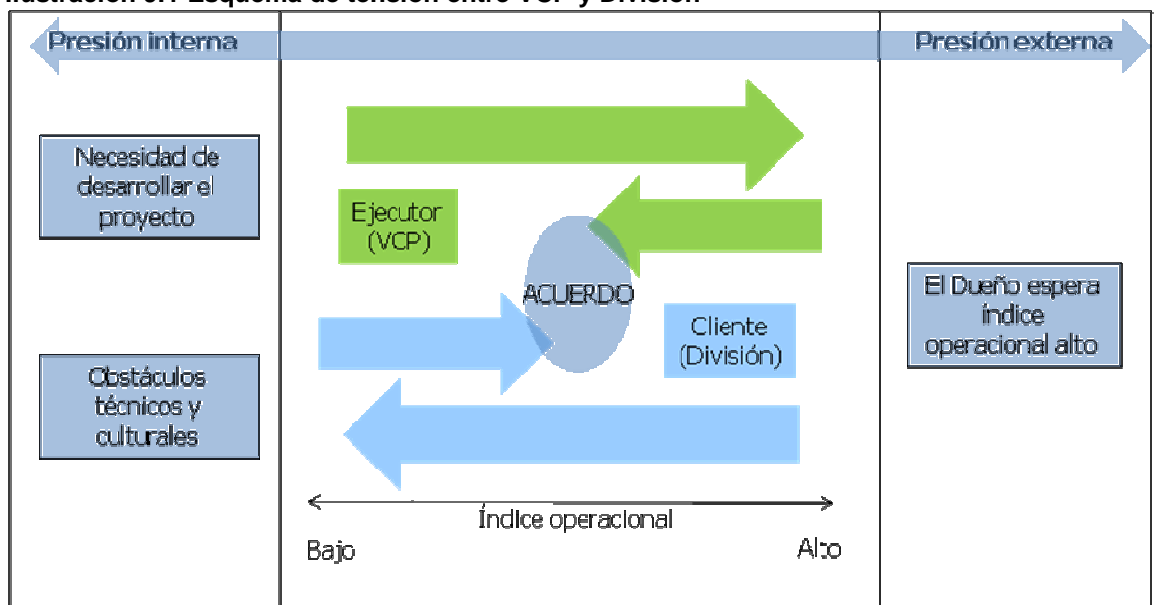
A la división le corresponde operar un proyecto que no fue diseñado por ella y que no alcanza el nivel de detalle técnico, tanto de equipos e infraestructura, como de los recursos humanos y organización necesarios para que se adapte a lo propuesto en el diseño del proyecto. Esto requerirá un esfuerzo adicional que utiliza recursos de la división y en el que la VCP no tiene ninguna obligación.

- **Tensión entre VCP y división.** La VCP en su rol de Ejecutor del proyecto puede presionar a la división, ante el Dueño, a que se haga cargo de Índices Operacionales similares a los del mercado y la competencia -o aún más exigentes-, los que pueden ser inalcanzables dada la realidad geográfica, la capacidad de los recursos humanos o la propia cultura de la división (la cual varía de división en división).

La división como Cliente, tiene por un lado la presión del Dueño a que mejore su rendimiento y productividad y, por tanto, de aceptar índices que sean exigentes; por otro lado debe ser cuidadoso de aprobar metas que sean alcanzables por la división.

La VCP como Ejecutor, si bien cuenta con el respaldo del Dueño para proponer índices operacionales exigentes, debe conseguir que la división (el Cliente) los acepte y, por tanto, se comprometa con los índices operacionales que serán definidos en el diseño del proyecto.

Ilustración 9.1 Esquema de tensión entre VCP y División



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 9.1 se muestra la dinámica de la tensión entre la VCP en su rol de Ejecutor (flechas verdes) y la división en su rol de Cliente (flechas celestes). Las flechas representan la disposición que tiene uno u otro de subir o bajar la exigencia de los índices operacionales. La orientación de las flechas indica tanto el tipo de presión (interna o externa), como la exigencia del índice operacional que se propone (bajo o alto).

Existe una presión externa, ejercida -principalmente- por el Dueño del proyecto (Presidente Ejecutivo) que tiende a empujar el índice operacional

hacia un valor exigente tanto para la VCP como para la división, puesto que el dueño prefiere índices operacionales exigentes que mejoren el rendimiento de sus activos.

Por otro lado, para el caso de la división, existe una presión interna provocada por obstáculos técnicos y culturales propios de la división (resistencia al cambio, competencia de las personas, factores geográficos, climáticos, etc.), que dificultan aumentar el rendimiento y alcanzar los índices operacionales exigentes.

Para el caso de la VCP, la presión interna es provocada por la necesidad de avanzar a la siguiente fase del proyecto y, por tanto, de alcanzar un acuerdo con la división (requerido para continuar con la siguiente fase), lo que empuja a los índices operacionales hacia valores menos exigentes.

Esta tensión es clave para conseguir que los índices operacionales se transformen en una meta alcanzable para la división. Para ello, la división debe tener claridad sobre los aspectos claves que le permitirán afrontar la exigencia de los índices operacionales. De lo contrario aumentará la probabilidad de diferencias entre los índices operacionales del diseño y los reales de la división una vez que esté puesto en marcha el proyecto.

Es fundamental notar que en la dinámica de tensión planteada, es la división la que fuerza los índices operacionales hacia valores menos exigentes, pues si no lo hiciera, la VCP no tendría ningún incentivo para hacerlo. El Ejecutor del proyecto buscará índices más exigentes con el interés de realizar el mejor proyecto posible dentro de los alcances y presupuesto aprobado. Sólo cederá su exigencia cuando la división exija una disminución, con la intención de alcanzar un acuerdo y continuar con la siguiente fase.

En efecto, a partir de las entrevistas, surgió que tanto la VCP como la división quieren realizar el mejor proyecto posible: la VCP porque ése es

precisamente su propósito; la división porque busca aumentar su importancia y prestigio dentro de la organización. Esto genera un círculo vicioso en donde uno no es suficientemente crítico con el otro (y viceversa) y en donde el proyecto puede ver aumentada su exigencia a un nivel mayor que el aceptable, con el beneplácito de ambos.

Propuesta de sistema de gestión

Cómo solución a las problemáticas observadas se proponen dos recomendaciones que resultan complementarias: una de más alto nivel que requiere de un cambio cuidadoso y estratégico por parte de la organización y otra aplicable dentro del modelo actual del Sistema Corporativo de Inversión de Capital. Este último es el que se presenta con mayor detalle, pues se relaciona directamente con la gestión de proyectos.

La primera alternativa propone vincular la Vicepresidencia Corporativa de Control de Gestión y Excelencia Operacional de la Organización –que ya existe- con el Sistema Corporativo de Inversión de Capital, de modo tal que la Vicepresidencia Corporativa de Control de Gestión y Excelencia Operacional, tenga atribuciones para realizar un control sobre el desempeño y cumplimiento de los planes mineros de los proyectos de rentabilidad que realiza la corporación.

Para ello, esta Vicepresidencia puede crear comités de control de gestión para cada división que vayan revisando los resultados divisionales cada cierto periodo de tiempo. Estos comités y en general la Vicepresidencia Corporativa de Control de Gestión y Excelencia Operacional deben tener la capacidad de generar en las divisiones compromiso y responsabilidad con sus resultados operacionales.

El control de gestión forzará por un lado que la división realice los proyectos de gestión necesarios para cumplir las metas del plan minero; y por otro que

contribuya a disminuir la intensidad del círculo vicioso antes explicado entre el Ejecutor y el Cliente para los nuevos proyectos que se realicen.

La segunda propuesta consiste en generar un Programa de Proyectos divisionales de gestión una vez que finalice la etapa de Prefactibilidad del proyecto que ejecuta la VCP. Esto debido a que en ese momento se debe seleccionar la alternativa final que será desarrollada durante el resto de las etapas y por lo tanto hay certidumbre para la división acerca de cuál es el escenario definitivo que deberá afrontar.

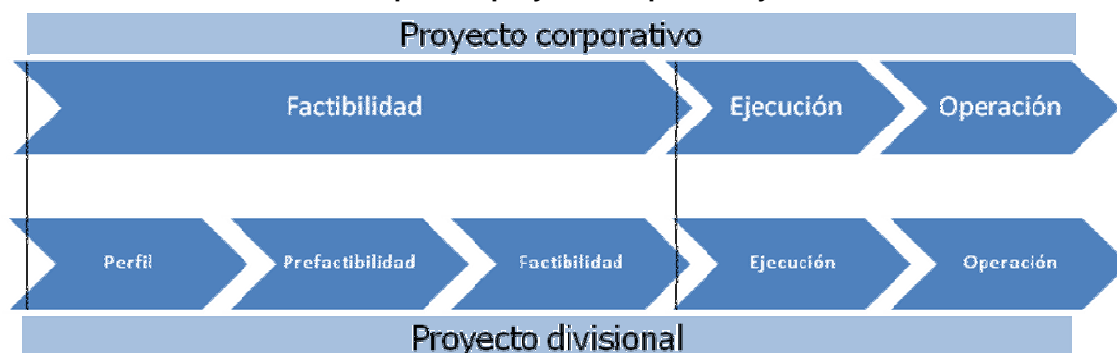
Lo anterior permite a la división comenzar el ciclo de sus proyectos a partir de un escenario que no cambiará en el tiempo y que ya cuenta con cierto nivel de detalle.

Cada uno de los proyectos del Programa de Proyectos debe completar las fases de Perfil, Prefactibilidad y Factibilidad en el mismo periodo de tiempo que la fase de Factibilidad del proyecto desarrollado por la VCP; de modo tal que, durante la ejecución del proyecto corporativo¹⁵, se ejecute simultáneamente el Programa de Proyectos divisionales.

Para los proyectos del Programa de Proyectos, la duración de las etapas de Ejecución y Operación debe estar condicionada por los requerimientos del proyecto corporativo. En algunos casos, como el de capacitaciones, puede ser que el proyecto corporativo requiera que los operadores estén capacitados en el mismo instante en que empieza su fase de Operación. En este caso, la fase de Operación de la capacitación debe realizarse antes que la del proyecto corporativo. En otros casos como desarrollar un sistema de gestión de contratos, las fases de Operación entre este proyecto y el corporativo pueden ser simultáneas.

¹⁵ Proyecto corporativo se refiere al proyecto que ejecuta la VCP. Esto con el fin de hacer la distinción respecto a los proyectos de gestión necesarios para alcanzar el valor de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo.

Ilustración 9.2 Relación entre etapas del proyecto corporativo y divisional



Fuente: Elaboración propia

El Programa de Proyectos cuenta con 5 tópicos específicos (levantados en el capítulo 7) que de alguna u otra manera deben responder al cumplimiento de los índices operacionales críticos de un proyecto particular. Estos son: Proyectos de Gestión de Personal, Proyectos de Gestión de Negocios con Terceros, Proyectos de Gestión de Operaciones, Proyectos de Gestión de Recursos Mineros y Proyectos de Gestión de Sustentabilidad.

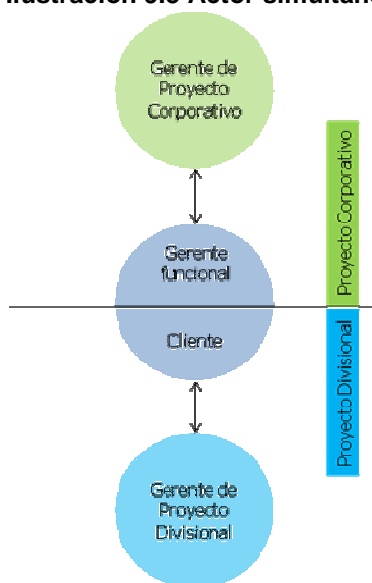
Cada proyecto del Programa de Proyectos debe considerar, un ciclo de vida con las mismas fases y alcances que los que rigen para el Sistema Corporativo de Inversión de Capitales. Es decir debe tener las etapas de Perfil, Prefactibilidad, Factibilidad, Ejecución y Operación, cada una con los alcances detallados en los manuales del Sistema de Inversión de Capital (SIC).

Debido a que el Programa de Proyectos se realiza a nivel divisional, el rol de Dueño del proyecto debe cumplirlo el Gerente General de la división. Él es quien aprueba los proyectos y presupuestos, siendo estos provenientes de la división.

El Ejecutor de los proyectos debe ser la Gerencia de Proyectos de la división, la que debe formar los equipos que desarrollarán el Programa de Proyectos. Estos equipos deben tener acceso a todos los documentos e información del proyecto corporativo. Estos pueden ser proveídos por los encargados que tiene la división para nutrir de información técnica relevante al proyecto corporativo.

El rol de Cliente de cada proyecto del Programa debe ser desempeñado por el Gerente o jefe del área impactada. Estas personas suelen ser los mismos que proveen a la VCP de la información requerida por el proyecto corporativo. Luego, estas personas serán el punto de conexión entre un proyecto divisional y el corporativo.

Ilustración 9.3 Actor simultáneo en el proyecto corporativo y divisional



Fuente: Elaboración propia

De este modo, el que conoce mejor -en la división- el proyecto corporativo en un área determinada, es también el que conoce mejor los proyectos de gestión que servirán a esa área, transformándose en un cliente que aporta valor al o a los proyectos divisionales de su área.

El rol de contralor debe ser cumplido por la Gerencia Corporativa de Evaluación de Inversiones y Control de Proyectos (GCEI), manteniendo independencia con el resto de los actores y siguiendo el procedimiento del Sistema de Inversión de Capital (SIC).

De este modo, los roles del proyecto deben ser asignados a los diferentes actores relevantes según el siguiente cuadro

Ilustración 9.4 Roles y actores para los proyectos del Programa de Proyectos

Rol	Actor
Dueño	Gerente General de la división
Ejecutor	Gerencia de Proyectos (GPRO) de la división
Cliente	Gerente o jefe del área afectada ¹⁶
Contralor	Gerencia Corporativa de Evaluación de Inversiones (GCEI)

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las revisiones y aprobación para pasar de una etapa a otra en los proyectos de gestión divisional, hay que decir que estas deben ser independientes de las revisiones y aprobaciones del proyecto corporativo ya que, a pesar de que se requiere de una sincronización de las etapas, ambos tipos de proyecto se desarrollan paralelamente.

Es importante definir que en caso de que el cumplimiento de un índice operacional requiera de un cambio a nivel corporativo, como por ejemplo la estructura de remuneraciones, éste no se podrá realizar a menos que la Corporación realice el cambio estratégico correspondiente. Todos los proyectos del Programa de Proyectos deben supeditarse a la estrategia corporativa.

Las siguientes ilustraciones explican cómo deben estructurarse, de forma genérica, cada uno de los Tópicos que darán origen al Programa de Proyectos.

Ilustración 9.5 Estructura para el tópico de proyectos de gestión de personal

Tópico de proyectos de gestión de personal
Responsable
Gerencia de Desarrollo Humano
Objetivo General
Generar proyectos vinculados a la gestión de personal orientados a alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo.
Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar variables críticas vinculadas al personal interno de la división que afectan los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo • Generar iniciativas y actividades, desde el enfoque de la gestión de personal, orientadas a alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo • Generar los proyectos de gestión de personal que debe realizar la división para alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos en el proyecto corporativo
Actividades específicas

¹⁶ La Gerencia a la cual pertenezca depende de quién debe ser el responsable una vez esté operando el proyecto corporativo

<ul style="list-style-type: none"> • Definir equipos de trabajo (en la Gerencia de Desarrollo Humano) • Proponer proyectos de gestión de personal orientados a cumplir con los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo • Definir equipos de proyectos (en la Gerencia de Proyectos)
Resultados esperados
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la brecha entre lo planificado en el plan minero y lo obtenido en la operación. • Mejorar los índices de la gestión de personal • Alinear al personal interno con la planificación estratégica de la división • Desarrollar una cultura del mejoramiento continuo

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9.6 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de negocios con terceros

Tópico de proyectos de gestión de negocios con terceros
Responsable
Gerencia de Negocios con Terceros
Objetivo General
Generar proyectos vinculados a la gestión de negocios con terceros orientados a alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo
Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar variables críticas vinculadas a los negocios con terceros que afectan los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo • Generar iniciativas y actividades, desde el enfoque de la gestión de negocios con terceros, orientadas a alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo • Generar los proyectos de gestión de negocios con terceros que debe realizar la división para alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos en el proyecto corporativo
Actividades específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Definir equipos de trabajo (en la Gerencia de Negocios con Terceros) • Proponer proyectos de gestión de negocios con terceros orientados a cumplir con los valores de los Índices Operacionales definidos • Definir equipos de proyectos (en la Gerencia de Proyectos)
Resultados esperados
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la brecha entre lo planificado en el plan minero y lo obtenido en la operación. • Mejorar los índices de la gestión de negocios con terceros • Aumentar la alineación de los contratistas con la planificación estratégica de la división • Desarrollar una cultura del mejoramiento continuo

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9.7 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de operaciones

Tópico de proyectos de gestión de operaciones
Responsable
Superintendencia Planta, Superintendencia de Mina Rajo y/o Subterránea o Gerencia de Servicios y Suministros
Objetivo General
Generar proyectos vinculados a la gestión de operaciones orientados a alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo
Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar variables críticas vinculadas a las operaciones que afectan los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo

<ul style="list-style-type: none"> • Generar iniciativas y actividades, desde el enfoque de la gestión de operaciones, orientadas a alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo • Generar los proyectos de gestión de operaciones que debe realizar la división para alcanzar los valores de los Índices Operacionales definidos en el proyecto corporativo
Actividades específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Definir equipos de trabajo (en la Superintendencia responsable) • Proponer proyectos de gestión de operaciones orientados a cumplir con los valores de los Índices Operacionales definidos • Definir equipos de proyectos (en la Gerencia de Proyectos)
Resultados esperados
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la brecha entre lo planificado en el plan minero y lo obtenido en la operación. • Mejorar los índices de la gestión de operaciones • Maximizar el valor de los activos • Desarrollar una cultura del mejoramiento continuo

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9.8 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de recursos mineros

Tópico de proyectos de gestión de recursos mineros
Responsable
Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo
Objetivo General
Generar proyectos vinculados a la gestión de recursos mineros orientados a la precisión en el conocimiento del yacimiento, que permitan aumentar la exactitud del plan minero
Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar variables críticas que afectan la precisión en el conocimiento del yacimiento • Generar iniciativas y actividades, desde el enfoque de la gestión de recursos mineros, orientadas a hacer más preciso y exacto¹⁷ el plan minero • Generar los proyectos de gestión de recursos mineros que debe realizar la división para hacer más preciso y exacto el plan minero
Actividades específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Definir equipos de trabajo (en la Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo) • Proponer proyectos de gestión de recursos mineros orientados a aumentar la precisión y exactitud del plan minero • Definir equipos de proyectos (en la Gerencia de Proyectos)
Resultados esperados
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la brecha entre lo planificado en el plan minero y lo obtenido en la operación. • Mejorar los índices de la gestión de recursos mineros • Realizar planes mineros más precisos y exactos • Desarrollar una cultura del mejoramiento continuo

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9.9 Estructura de proyecto para el tópico de proyectos de gestión de sustentabilidad

Tópico de proyectos de gestión de sustentabilidad
Responsable
Gerencia de Sustentabilidad o su similar encargado de la sustentabilidad

¹⁷ Precisión y exactitud son en este contexto diferentes. Precisión se refiere a la dispersión entre las estimaciones; mientras que exactitud, a cuán cerca están esas estimaciones de lo real

Objetivo General
Generar proyectos vinculados a la gestión de sustentabilidad orientados a que los valores de los Índices Operacionales definidos por el proyecto corporativo sean alcanzados cumpliendo con las exigencias de la organización en cuanto a sustentabilidad (medioambientales, de seguridad, etc.)
Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar aspectos críticos vinculados a la sustentabilidad que puedan verse afectados durante la fase de Operación del proyecto corporativo. • Generar iniciativas y actividades, desde el enfoque de la gestión de sustentabilidad, orientadas a permitir que la promesa de valor del proyecto corporativo se cumpla dentro la exigencias de la organización en el marco de la sustentabilidad • Generar los proyectos de gestión de sustentabilidad que permitan que la promesa de valor del proyecto corporativo se alcance dentro de las exigencias de la organización en el marco de la sustentabilidad
Actividades específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Definir equipos de trabajo (en la Gerencia de Sustentabilidad o similar) • Proponer proyectos de gestión de sustentabilidad orientados a que la promesa de valor del proyecto corporativo se cumpla dentro de las exigencias de la organización en el marco de la sustentabilidad • Definir equipos de proyectos (en la Gerencia de Proyectos)
Resultados esperados
<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que la reducción de la brecha entre lo planificado en el plan minero y lo obtenido en la operación, se realice de acuerdo a las exigencias de la organización en el marco de la sustentabilidad. • Mejorar los índices de la gestión de sustentabilidad • Desarrollar una cultura del mejoramiento continuo

Fuente: Elaboración propia

10. CONCLUSIONES

Si bien el nuevo Sistema Corporativo de Inversión de Capitales no está exento de dificultades -desde una de las cuales surgió esta memoria-, de todos modos genera un viraje total a los problemas del antiguo sistema.

La definición de roles y actores, de las fases y sus alcances, las revisiones independientes, es decir, las nuevas características del Sistema Corporativo de Inversión de Capitales, son cruciales para la gestión de proyectos tal como lo propone la guía de mejores prácticas del PMBOK.

El sistema propuesto resulta práctico en el sentido de que no requiere una reestructuración del Sistema Corporativo de Inversión de Capitales de Codelco, sino que opera sobre este mismo. Esto es: se aplica el mismo sistema para desarrollar proyectos divisionales, en coordinación con las etapas de Factibilidad y Ejecución del proyecto corporativo.

Asimismo, el sistema propuesto es adaptable a otras organizaciones, sean o no compañías de minería. Basta que exista una problemática de diferencias entre índices operacionales de diseño de un proyecto y los reales de la operación.

Queda para un estudio posterior la adaptación del sistema propuesto a proyectos de tipo Greenfield¹⁸, debido a que si bien no hay cómo comparar diferencias entre índices operacionales de diseño de un proyecto con reales de la operación (puesto que estos últimos no existen), sí se pueden generar brechas entre los índices esperados y los que resultan una vez está en su etapa de Operación.

¹⁸ Corresponde a los proyectos que no son de expansión sino nuevas instalaciones, en contraposición a los proyectos de tipo Brownfield

BIBLIOGRAFÍA

Página de la Corporación Nacional del Cobre. Disponible en www.codelco.cl

Memoria Anual Codelco 2007

Página Codelco Educa. Disponible en www.codelcoeduca.cl

Página de la Comisión Chilena del Cobre. Disponible en www.cochilco.cl

Capítulo 12 de Recursos Humanos de INGENIERÍA CONCEPTUAL PLAN DESARROLLO ANDINA FASE II. (Vicepresidencia de Proyectos Corporativos de Codelco, Agosto de 2008).

Plan de Negocios y Desarrollos (PND) de 2008. Informe con la proyección de los costos de la división que considera la implementación del proyecto PDA Fase II.

Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Tercera Edición (Guía del PMBOK®), 2004

Dyvinez Pinto, Juan Miguel (2008). Curso de Gestión de Proyectos, Universidad de Chile

ANEXOS

ANEXO 1. DIRECTORIO DE CODELCO

El actual Directorio está compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

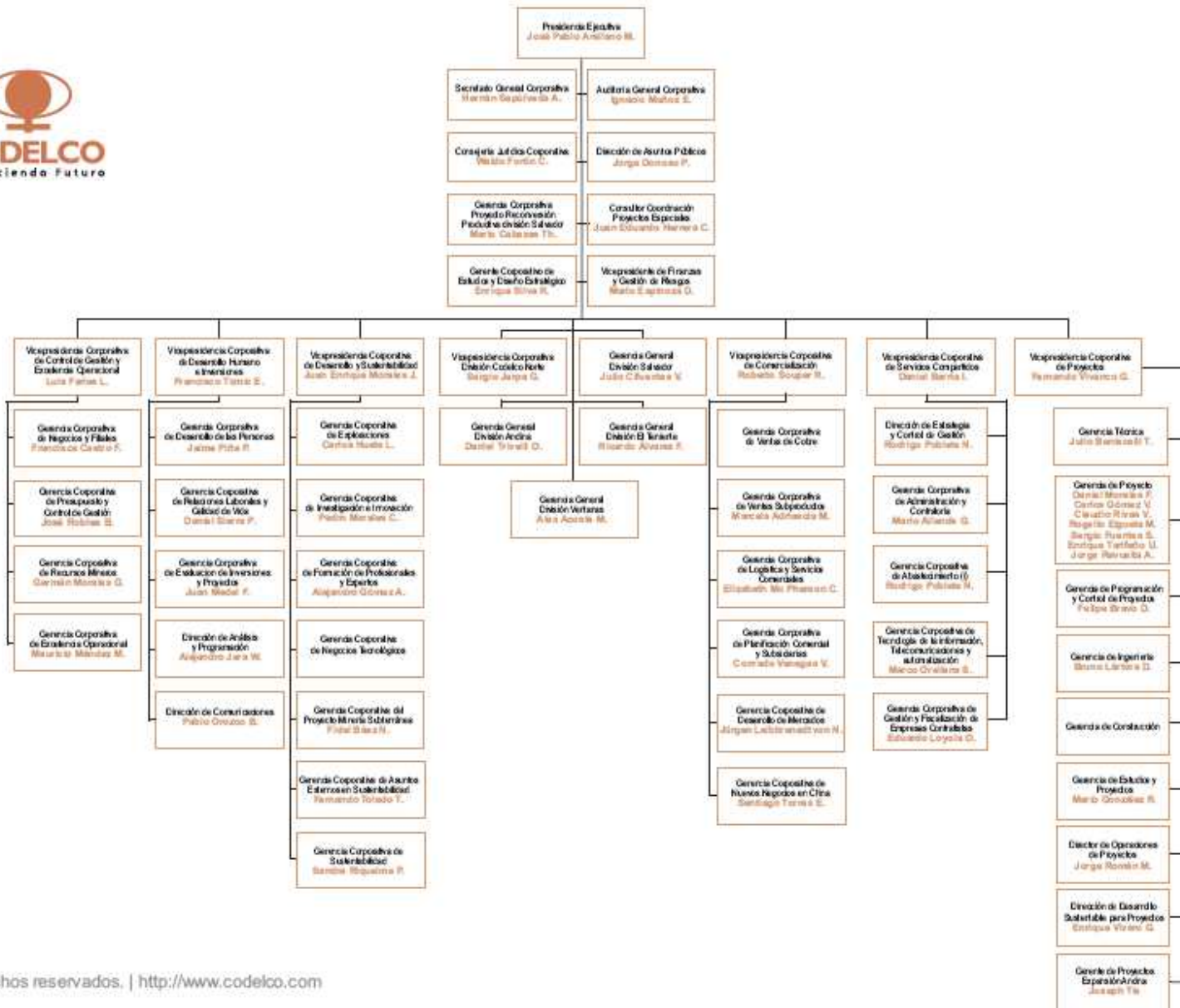
Ministro de Minería, Santiago González Larraín (Ingeniero Civil, Universidad Santiago de Chile).

Directores:

- Ministro de Hacienda, Andrés Velasco Brañes (Economista, Universidad de Columbia, EEUU).
- Representante de S.E.¹⁹ la Presidenta de la República, Jorge Bande Bruck (Economista American University, Washington, EEUU).
- Representante de S.E. la presidenta de la República, Nicolás Majluf Sapag (Ingeniero Civil Industrial, Universidad Católica de Chile).
- Representante de S.E. la presidenta de la República, General Inspector de Carabineros, Gustavo González Jure (Abogado, Universidad de Chile).
- Representante Asociación Gremial Nacional de Supervisores del Cobre, Jorge Candia Díaz (Ingeniero Civil Hidráulico, Universidad de Chile).
- Representante de la Federación de Trabajadores del Cobre, Raimundo Espinoza Concha (Técnico electricista con estudios de Ingeniería en Minas, Universidad Técnica de Antofagasta).

¹⁹ Su Excelencia

ANEXO 2. ORGANIGRAMA DE CODELCO



© Todos los derechos reservados. | <http://www.codelco.com>

Fuente: Codelco

ANEXO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO MINERO

La actividad minera se genera debido a la existencia geológica de minerales en la Tierra y al de un mercado que demanda metales. Adicionalmente, desde el punto de vista económico, la minería tiene características específicas que la hacen clasificable en un tipo particular de productos: commodities vendidos como materia prima, donde el precio depende directamente de la oferta y la demanda y donde el ambiente físico juega un rol fundamental.

El “ambiente geológico” de los depósitos de minerales influye en el negocio minero porque:

- Son inicialmente desconocidos. Esto implica que se requieren recursos para explorar y encontrarlos, lo cual tiene un alto costo en tiempo e inversión.
- Son fijos en tamaño. Por tanto están sujetos a agotamiento y lo hacen un negocio de duración finita.
- Son variables en calidad. La incertidumbre acerca de la ley de minerales real de los yacimientos genera una rentabilidad riesgosa, así como una productividad decreciente en el tiempo.
- Son fijos de ubicación. Esto hace perder la decisión estratégica de la ubicación de las instalaciones, lo que puede producir un alto impacto en la inversión y los costos.

El siguiente cuadro muestra una estimación del tiempo asociado a un proyecto minero:

Ilustración A3.1 Tiempo asociado a un proyecto minero (rajo abierto)

Tiempo asociado a un proyecto minero (rajo abierto)

Item	Años
Descubrimiento a Exploración	15
Exploración a Factibilidad	6
Factibilidad a Puesta En Marcha	3,5
Puesta En Marcha a Producción Normal	0,5
Total	25

Fuente: Gerente de Proceso Proyecto Pascua-Lama, Barrick Chile.

Llegar a transformar un depósito de minerales en un yacimiento y operar como una mina requiere un gran esfuerzo. Consta de una serie de etapas que demandan altas sumas de capital, recursos humanos con preparación especializada y calificada; además del tiempo utilizado en cada etapa, que juega un rol relevante.

Las etapas mencionadas son:

Prospección. Tiene por objetivo lograr un conocimiento general del área de interés general y consiste en encontrar anomalías geológicas en la corteza terrestre, en donde posiblemente pueda existir un depósito de mineral. Las técnicas de prospección más utilizadas son: la geología regional, mapas y publicaciones de minas antiguas, geoquímica, geofísica, fotografías aéreas e imágenes satelitales. Durante esta etapa todavía se desconoce el tamaño y el valor del depósito mineral encontrado.

Exploración. El objetivo de esta etapa es lograr un conocimiento detallado del depósito mineral descubierto en la fase de prospección, limitándolo a un área más restringida. Consiste en delinear las dimensiones exactas y el enriquecimiento del depósito mineral, vale decir el valor del depósito. Para esta etapa, las técnicas más utilizadas son las de sondajes diamantinos y muestreos de túneles, zanjas y caminos. Esta fase genera un modelo geológico y un modelo de recursos del depósito y es un hito para realizar un estudio de pre-factibilidad para tomar la decisión de seguir adelante con el proyecto. En ese caso, se puede decir que se está en presencia de un yacimiento.

Evaluación del proyecto. Si el estudio de pre-factibilidad fue aprobado, comienza la evaluación del proyecto minero. Para ello se realiza un estudio de factibilidad donde se determinan las siguientes características:

- Tamaño de la mina y la planta.
- Método de explotación y procesamiento.

- Cantidad de reservas (recursos económicamente exportables)
- Plan minero²⁰.
- Equipamiento e infraestructura.
- Inversiones.
- Estimación de costos de operación y comercialización.
- Flujo de caja y rentabilidad del proyecto.
- Aspectos legales (propiedad del yacimiento, agua, energía, accesos, etc.)
- Aspectos sociales

Finalmente se debe presentar ante las autoridades un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que demuestre que las operaciones que se realizarán no alteran considerablemente el entorno y que los residuos que se produzcan no contengan elementos nocivos más allá de los permitidos por la ley.

Desarrollo y Construcción. Consiste en los trabajos previos que se realizan en la mina para llegar al mineral desde la superficie y asegurar la alimentación sostenida del mineral a la planta de proceso. En el caso de minas rajo abierto, se realiza un trabajo llamado “pre-strippin”, que consiste en extraer la roca sin valor comercial (estéril) que está sobre las reservas minerales. Normalmente, en forma paralela se realiza la etapa de Construcción destinada a establecer instalaciones para la extracción, procesamiento, transporte, abastecimiento energético y acceso vial al yacimiento.

Producción o explotación. En esta etapa se inicia la alimentación sostenida del mineral a la Planta de procesamiento, de acuerdo a los requerimientos establecidos en los planes de producción del proyecto. Los tres principales procesos que se realizan en esta etapa son:

- Extracción del mineral de la mina.

²⁰ Determina la mejor secuencia para extraer el mineral, compatibilizando las características de la operación (tecnología, equipos, infraestructura, servicios de apoyo, etc.) con los resultados económicos esperados para un largo período, en general sobre 10 años.

- Procesamiento del mineral, reduciendo el tamaño de las rocas por métodos físicos y luego aumentando la concentración de los metales por métodos físico-químicos.
- Fundición y refinación, donde se separa los metales del resto del material y se realiza una purificación de los metales a través de distintos métodos como la fundición, para su transformación industrial.

ANEXO 4 PAUTA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Entrevista Semiestructurada
Mapa de Actores
¿Cómo se gesta el proyecto, de quién nace? ¿Cómo se presenta el proyecto? ¿Cómo y quién aprueba el presupuesto? (Composición y rol del CCP ²¹) ¿Cómo es el mapa de actores en la dirección de proyectos? (estructura de la organización) ¿Cómo son las dependencias jerárquicas y funcionales?
Índices operacionales
¿Cómo se definen o generan los índices operacionales del diseño del proyecto? ¿Se utiliza Benchmark o son propuestos por la división involucrada? ¿Cómo se determinan los valores de los índices operacionales en el diseño? ¿Para aprobar el proyecto utilizan un VAN o rentabilidad mínimos?
Brechas entre los índices operacionales reales y de diseño
Si hay brechas de índices operacionales entre el diseño y las operaciones ¿Qué tipo de acciones emprenden? ¿Cuál es el nivel de tolerancia que existe para las brechas entre índices operacionales reales y de diseño? ¿Qué actor se debe hacer responsable de la brecha entre índices operacionales reales y de diseño? (¿La VCP, la división?) ¿Qué rol cumple el Control de Gestión Corporativo?
Iniciativas para alcanzar índices operacionales
¿Cómo se transforman los índices operacionales del diseño en metas? ¿Cómo se negocian las metas? ¿Se asignan nuevos recursos a la división para alcanzar estas metas? (¿Corresponde a parte de la inversión o es gasto operacional?)
Preguntas finales
¿Cuáles eran las falencias del modelo anterior? ¿Recomienda entrevistar a alguna persona en particular?

²¹ CCP es el Comité Coordinador de Proyectos

ANEXO 5. LISTADO DE REVISIONES INDEPENDIENTES

El siguiente es un listado de las revisiones independientes realizadas por la Gerencia Corporativa de Evaluación de Inversiones (GCEI) en su rol de Normador y Contralor de los proyectos.

- Revisiones independientes de pares IPR, Independent Peer Review (en las etapas de Prefactibilidad y Factibilidad)
- Revisiones independientes de desarrollo y competitividad (en las etapas de Perfil, Prefactibilidad y Factibilidad)
- Revisiones independientes de cierre (en la etapa de ejecución)
- Revisiones independientes de seguimiento y control (en la etapa de Ejecución)
- Revisiones independientes de Benchmarking (con valores reales, en la etapa de ejecución)
- Revisiones independientes de inversión (2 años después de la ejecución)

Las revisiones independientes de cierre y Benchmarking servirán de feedback para la Mejora Continua y la búsqueda de Excelencia Operacional al interior del Sistema Corporativo de Inversión de Capitales, buscando mejorar el Sistema de Inversión de Capitales (SIC) y el Sistema de Gestión de Proyectos (SGP).