



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

MODELO PARA LA DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DE  
PROYECTOS DE INVERSIÓN (PES), EN LA INDUSTRIA MINERA

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

CARLOS ANDRÉS ARRATE LETELIER

PROFESOR GUÍA:  
JUAN IGNACIO GUZMÁN BARROS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
ENRIQUE ALEJANDRO SILVA RAMOS  
JORGE ANDRÉS TABOADA RODRÍGUEZ

SANTIAGO DE CHILE  
2021

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE:** Magíster en Gestión y Dirección de Empresas.  
**POR:** Carlos Andrés Arrate Letelier.  
**FECHA:** 04/01/2021.  
**PROFESOR GUÍA:** Juan Ignacio Guzmán Barros.

## **MODELO PARA LA DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN (PES), EN LA INDUSTRIA MINERA.**

La industria minera es uno de los sectores económicos más relevantes del país, lo cual puede ser observado a través de su significativa participación en el PIB, así como su participación en el total de las exportaciones nacionales y en la recaudación fiscal. Su desarrollo impacta de manera directa a las comunidades aledañas a sus faenas, y al desarrollo del país.

Dentro de sus iniciativas de desarrollo más relevantes, se encuentra la ejecución de proyectos de inversión. Su realización define la posición de competitividad y de sustentabilidad de las empresas mineras en el mercado. No obstante, en general, la industria minera percibe métricas de éxito en sus proyectos de inversión menores a las presupuestadas. Respecto a ello, ha adoptado diversas estructuras, metodologías y prácticas para su desarrollo, obteniendo en general resultados positivos, pero sin satisfacer las expectativas.

El presente documento tiene como objetivo contribuir a mejorar los resultados observados, a través de la presentación de conceptos relevantes para ello, junto con una propuesta de “Modelo para la Definición de la Estrategia de Ejecución de Proyectos de inversión, en la industria minera”. Los conceptos relevantes para la ejecución de proyectos se presentan a través de:

- La definición del contexto actual de desarrollo de proyectos de inversión.
- La presentación de mejoras conceptuales a la practicas de su ejecución de proyectos.
- La presentación de recomendaciones para el diseño de la estrategia de ejecución de proyectos.

El modelo propuesto se denomina “*PES Model Definition*” (PESMD) y su objetivo es incorporar flexibilidad y agilidad metodológica a la ejecución de proyectos, además de entrelazar los objetivos de su desarrollo con los del negocio, para aumentar las probabilidades de éxito. El PESMD corresponde a un proceso iterativo de ocho etapas, el cual se repite al inicio de cada fase de proyecto, o ante la aparición de focos de incertidumbre relevantes. El modelo incorpora los conceptos presentados en este documento a la estrategia de ejecución del proyecto, permitiendo:

- La incorporación de agilidad y flexibilidad a la ejecución de proyectos de inversión.
- Evaluar las decisiones, considerando su impacto en las fases futuras.
- Reconocer el impacto de la incertidumbre, y generar instancias para reevaluar las decisiones adoptadas.
- Involucrar a la gobernanza de la empresa, en el desarrollo de proyectos.
- Desarrollar un lenguaje común entre el “principal” y al “agente”.

## **DEDICATORIA**

“Il più grande pericolo per molti di noi non sta nel fatto che i nostri obiettivi siano troppo elevati e quindi non riusciamo a raggiungerli, ma nel fatto che siano troppo bassi e che li si raggiunga”.

Michelangelo Buonarroti.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis agradecimientos a todo el equipo profesional del MBA con especialización en industria minera, perteneciente al departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Su generosa entrega de experiencia, conocimientos, lecciones aprendidas y puntos de vista, han enriquecido mi perspectiva de la industria, los negocios, el gerenciamiento, la gestión, la dirección y el liderazgo. Estoy convencido que sus enseñanzas me convertirán en un ejecutivo con perspectiva global de los negocios, entregando las herramientas necesarias para afrontar con éxito los desafíos del presente y del mañana. Un agradecimiento especial a la Sra. Ulda Muñoz, jefa de la unidad de estudios y a la Sra. Patricia Klapp, directora ejecutiva del MBA con especialización en industria minera, cuyos compromisos excepcionales hacia el programa, constituyen la base sobre la cual se erigen su articulación, calidad y éxito.

Finalmente, mis mayores agradecimientos a Darwin Sepúlveda, José Muñoz, Pedro Hauyon, Ricardo López, Rodrigo García, y Pablo Jiménez, mis nuevos amigos, quienes transformaron esta etapa de mi vida en un viaje inolvidable.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Definición del concepto de estrategia de ejecución de proyectos. ....	1
1.2.	Definición de éxito en proyectos. ....	1
1.3.	Contexto de la industria minera chilena y su relación con los proyectos de inversión. 2	
1.4.	Resultados en proyectos de inversión de la industria minera y la necesidad de disminuir su variabilidad negativa (problemática).....	2
2.	OBJETIVO Y METODOLOGÍA.....	5
2.1.	Objetivo general.....	5
2.2.	Objetivos particulares. ....	5
2.3.	Metodología.....	5
3.	CONTEXTO DEL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	8
3.1.	Necesidad de las empresas de generar y capturar valor. ....	8
3.2.	Existencia de riesgos en el desarrollo de proyectos de inversión y definición según su procedencia, exposición y volatilidad.....	9
3.3.	Contexto del rechazo comunitario a los proyectos mineros. ....	11
3.4.	Estado del arte en el desarrollo de proyectos de inversión, el ciclo de vida de proyectos Front End Loading.....	12
3.5.	Deficiencias detectadas en el Front End Loading.....	17
3.5.1.	Generalidades de las deficiencias.....	17
4.	MEJORAS CONCEPTUALES A LAS PRÁCTICAS DE REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	18
4.1.	Generalidades para mejorar los resultados en proyectos de inversión. ....	18
4.2.	Modelo de decisión influenciado por riesgos. ....	21
4.2.1.	Generalidades de los modelos de decisión. ....	21
4.2.2.	Generalidades de los conceptos de riesgo e incertidumbre. ....	23
4.2.3.	Implicancias de la existencia de incertezas en el proceso de toma de decisiones. ....	25
4.2.4.	Concepto de riesgo extendido en proyectos de inversión.....	25
4.2.5.	Introducción del nuevo concepto de gestión de riesgo en la ejecución de proyectos de inversión. ....	28
4.3.	Plan de negocios integrado al desarrollo del Front End Loading.....	30
4.3.1.	Generalidades de la integración de los distintos procesos y etapas en el desarrollo del negocio y del proyecto, del ciclo de vida FEL. ....	30
4.3.2.	Relación entre el desarrollo de la estrategia de negocio, el desarrollo del proyecto y la planeación de la implementación.....	31
5.	RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE	

	EJECUCIÓN DE PROYECTOS.....	34
5.1.	Recomendaciones para la incorporación de la incertidumbre.....	34
5.2.	Recomendaciones para el sistema de gobernanza.....	38
5.2.1.	Cambio en la mentalidad corporativa.....	38
5.2.2.	La incorporación del rol del Project Executive Officer.....	39
5.2.3.	Implementar ecosistemas de proveedores apropiados para el desarrollo de proyectos. .....	41
5.3.	Recomendaciones para la estrategia de adquisiciones.....	45
5.4.	Recomendaciones para el proceso de toma de decisiones claves.....	47
5.4.1.	Due diligence en proyectos de inversión.....	47
5.4.2.	Estudios de bancabilidad en proyectos de inversión.....	48
5.5.	Recomendaciones para la definición de una planificación y ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad.....	49
5.5.1.	Planificación estratégica de proyectos, según riesgos e incertidumbres.....	49
5.5.2.	Ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad.....	52
5.5.2.1.	Comprender la individualidad de cada proyecto.....	52
5.5.2.2.	Identificar y definir con claridad el valor del proyecto.....	53
5.6.	Recomendaciones para la asignación de la gestión de riesgos e intereses a nivel contractual.....	55
5.6.1.	Perspectivas de los contratos en proyectos.....	56
5.6.2.	Sistemas de pago en contratos en proyectos.....	57
5.6.3.	Disposición de gestión de los riesgos del proyecto entre los incumbentes de los contratos.....	60
5.7.	Recomendaciones para la efectividad del equipo del proyecto.....	63
5.7.1.	Características esenciales y deseables para líderes de proyectos.....	64
5.7.2.	Como alinear al equipo de trabajo.....	65
5.7.3.	Como monitorear el desempeño del equipo.....	66
5.7.4.	Como resolver disputas y conflictos.....	66
5.8.	Recomendaciones para el diseño estratégico del WBS.....	67
6.	PROPUESTA DE MODELO PARA LA DEFINICIÓN DE LA PES - PESMD.....	70
6.1.	Presentación del modelo propuesto.....	71
6.2.	Ejemplo de aplicación.....	79
7.	CONCLUSIÓN.....	86
8.	GLOSARIO.....	87
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	91

10.	ANEXO A: REGISTRO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL EN LA INDUSTRIA MINERA CHILENA. ....	98
10.1.	Cartera de proyectos de inversión de capital 2020 – 2028. ....	98
10.2.	Cambios en la intensidad de capital, 2006 – 2028. ....	99
10.3.	Descripción de los principales proyectos de inversión de la industria minera chilena, actualmente en etapa preinversional. ....	100
10.4.	Registro de proyectos de inversión de capital, desde 1991 a la fecha. ....	102
11.	ANEXO B: MÉTODOS DE ENTREGA DE PROYECTOS. ....	105
11.1.	Build Own & Operate – BOO. ....	105
11.2.	Build, Own, Operate & Transfer – BOOT. ....	105
11.3.	Build, Operate & Transfer – BOT. ....	106
11.4.	Build Transfer & Operate – BTO. ....	107
11.5.	Construction Management as Agency – CMA. ....	108
11.6.	Construction Manager & General Contractor – CM/GC. ....	109
11.7.	Design, Bid & Build – DBB. ....	109
11.8.	Design Build & Operate – DBO. ....	110
11.9.	Design & Build – DB. ....	111
11.9.1.	Design & Build / Best Value – DB/BV. ....	112
11.9.2.	Design & Build / Low Bid – DB/LB. ....	112
11.10.	Engineering, Procurement & Construction – EPC. ....	112
11.11.	Engineering, Procurement & Construction Management – EPCM. ....	113
11.12.	Integrated Project Delivery – IPD. ....	113
11.13.	Lean Project Delivery System – LPDS. ....	115
11.14.	Diferencias entre las estrategias de entrega de proyectos EPC y DB. ....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b>	Estructura típica de la metodología del Front End Loading, según la definición del CII, utilizada en la industria minera. ([14,15], modificado). ....	14
<b>Tabla II.</b>	Comparación resumida, entre la concepción tradicional y la nueva concepción de gestión de riesgos en proyectos [9]. ....	29
<b>Tabla III.</b>	Resumen de la producción anual registrada v/s el plan comercial del proyecto, Caserones al 2019 ([28–33]). ....	44
<b>Tabla IV.</b>	Guía práctica para la selección de los arreglos de contratos paquetizados: ingeniería, abastecimiento y construcción [9]. ....	62
<b>Tabla V.</b>	Acrónimo, nombre y objeto de representación de algunas de las estructuras de quiebre más conocidas [7]. ....	68
<b>Tabla VI.</b>	Análisis comparativo cualitativo de los diferentes métodos de entrega de proyectos (elaboración propia). ....	77
<b>Tabla VII.</b>	Antecedentes generales del caso de ejemplo (elaboración propia). ....	79
<b>Tabla VIII.</b>	Ejemplo etapa A: Definir, documentar e informar los objetivos del proyecto, su prioridad relativa y las métricas de apetito de riesgo (restricciones) (elaboración propia). ....	80
<b>Tabla IX.</b>	Ejemplo etapa B: Realizar procesos de capacitación multi nivel para la incorporación de la incertidumbre en la dirección, administración y dirección del proyecto (agente y principal) (elaboración propia). ....	80
<b>Tabla X.</b>	Ejemplo etapa C: Identificar, documentar e informar los riesgos previsibles y sus características (elaboración propia). ....	81
<b>Tabla XI.</b>	Ejemplo etapa D: Definiciones y recomendaciones para el sistema de gobernanza (elaboración propia). ....	82
<b>Tabla XII.</b>	Ejemplo etapa E: Definiciones del ciclo de vida del proyecto por parte del equipo de proyectos (elaboración propia). ....	83
<b>Tabla XIII.</b>	Ejemplo etapa F: Definición del alcance del proyecto a nivel superior (elaboración propia). ....	83
<b>Tabla XIV.</b>	Ejemplo etapa G: Definir los parámetros para la adquisición, dirección y gestión del equipo de proyectos (in-house) (elaboración propia). ....	84
<b>Tabla XV.</b>	Ejemplo etapa H: Definir la estrategia de adquisiciones (elaboración propia). ....	85
<b>Tabla XVI.</b>	Detalle del CAPEX, periodo 2020 – 2028, en MUSD\$ (Cochilco [4]). ....	98



<b>Tabla XVII.</b> Principales proyectos en etapa preinversional , periodo 2020 – 2028 (Cochilco [4]). .....	100
<b>Tabla XVIII.</b> Principales proyectos en etapa preinversional, periodo 2020 – 2028 (elaboración propia). .....	102
<b>Tabla XIX.</b> Paquetes de trabajo constituyentes en la metodología AWP ([94], modificado). .....	119

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración i</b>	Objetivos de negocio en inversiones de capital mayor de la industria minera ([9], modificado). .... 8
<b>Ilustración ii</b>	Dimensiones de los proyectos de capital y su clasificación según objetivos, según Cochilco [4,11] y su contribución al negocio (elaboración propia). . 9
<b>Ilustración iii</b>	Relación entre las dimensiones de un proyecto de capital, entre el desarrollo del negocio y del proyecto ([9], modificado). .... 9
<b>Ilustración iv</b>	Mapa de riesgos en proyectos de capital, principales tipologías, exposición y volatilidad ([9], modificado). .... 11
<b>Ilustración v</b>	Caracterización grafica del FEL ([14–16], modificado). .... 13
<b>Ilustración vi</b>	Proceso estándar de gestión del riesgo, en las fases del FEL (elaboración propia) ..... 16
<b>Ilustración vii</b>	Barreras de protección en el modelo convencional de gestión de riesgos en proyectos [9]. .... 16
<b>Ilustración viii</b>	Concepto de tunelización en el FEL ([9], modificado). .... 16
<b>Ilustración ix</b>	Oportunidades, riesgos contextuales y estratégicos bajo el concepto de tunelización del FEL ([9], modificado). .... 17
<b>Ilustración x</b>	Mecanismos de mejoras [9]. .... 18
<b>Ilustración xi</b>	Conceptualización de los modelos de toma de decisiones [9]. .... 22
<b>Ilustración xii</b>	Modelo típico de toma de decisiones [9]. .... 22
<b>Ilustración xiii</b>	Niveles y factores de decisión (elaboración propia). .... 23
<b>Ilustración xiv</b>	Asociación entre incertezas, riesgos y oportunidades [9]. .... 24
<b>Ilustración xv</b>	Clasificación de riesgos, asociados a su incerteza (elaboración propia). ... 24
<b>Ilustración xvi</b>	Incertezas, riesgos y oportunidades ([9], modificado). .... 25
<b>Ilustración xvii</b>	Modelo de riesgo extendido en proyectos y sus componentes ([9], modificado). .... 28
<b>Ilustración xviii</b>	Oportunidad de las dimensiones de un proyecto para crear valor ([9], modificado). .... 30
<b>Ilustración xix</b>	Ciclo integrado de las etapa de desarrollo del negocio y del proyecto, en el ciclo de vida del proyecto FEL ([9,14], modificado). .... 31

<b>Ilustración xx</b>	Relación entre la estrategia del proyecto y la planificación de la implementación, concepción tradicional, ágil y nueva proposición para el FEL ([5,9,24], modificado). ....	33
<b>Ilustración xxi</b>	Relación entre el proceso de cambio y la participación del “principal”, “agente” y nuevo conocimiento ([9], modificado). ....	35
<b>Ilustración xxii</b>	Proceso de cambio para la adopción de la nueva concepción en la dirección de proyectos [9]. ....	36
<b>Ilustración xxiii</b>	Transformación del director de proyectos en un líder de proyectos [9]. ...	37
<b>Ilustración xxiv</b>	Project Executive Officer en la estructura de gobernanza ([9], modificado). ....	41
<b>Ilustración xxv</b>	Estructura general de dependencia contractuales en proyectos de inversión mayor ([9], modificado). ....	42
<b>Ilustración xxvi</b>	Concepción estratégica de las adquisiciones ([35], modificado). ....	45
<b>Ilustración xxvii</b>	Matriz de categorización de adquisiciones, según Krajlic ([36], modificado). ....	46
<b>Ilustración xxviii</b>	Proceso de due diligence en proyectos de inversión ([9], modificado). ....	48
<b>Ilustración xxix</b>	Proceso de estudios de bancabilidad en proyectos de inversión [9]. ....	48
<b>Ilustración xxx</b>	Gestión estratégica de los desafíos del proyecto ([9], modificado). ....	50
<b>Ilustración xxxi</b>	Nueva concepción de la gestión de riesgos, asociada a incrementos de efectividad y eficiencia [9]. ....	52
<b>Ilustración xxxii</b>	Conceptos definitorios y dinámicos [9]. ....	53
<b>Ilustración xxxiii</b>	Definición simplificada del ciclo de vida en proyectos de inversión, desde la perspectiva del propietario y contratistas o proveedores ([9], modificado). ....	54
<b>Ilustración xxxiv</b>	Interrelación entre los ciclos de vida de proyectos de inversión, entre el propietario y sus contratistas o proveedores ([9], modificado). ....	55
<b>Ilustración xxxv</b>	Perspectivas de los contratos de servicio y su relación con los tipos de contratos [9]. ....	57
<b>Ilustración xxxvi</b>	Perspectivas de los contratos de servicio, su relación con los tipos de contratos y los conceptos de pago ([9], modificado). ....	57
<b>Ilustración xxxvii</b>	Métodos convencionales de pago, riesgos del dueño y requerimientos de información para la asignación [9]. ....	58

<b>Ilustración xxxviii</b>	Efectos motivacionales en contratos basados en precios y en costos ([9], modificado) .....	59
<b>Ilustración xxxix</b>	Alineamiento de los intereses de los contratistas y el propietario [9].....	60
<b>Ilustración xl</b>	Efecto de la restricción de riesgos en el contratista ([9], modificado).....	63
<b>Ilustración xli</b>	Mecanismo de la gestión de la resolución de problemas y disputas [9]. ...	66
<b>Ilustración xlii</b>	Modelo para la definición preliminar de la PES - PESMD (elaboración propia). .....	73
<b>Ilustración xliii</b>	PESMD Etapa A – Definición de los objetivos del proyecto (elaboración propia). .....	74
<b>Ilustración xliv</b>	PESMD Etapa B – Capacitar sobre como incorporar la incertidumbre (elaboración propia). .....	74
<b>Ilustración xlv</b>	PESMD Etapa C – Identificar los riesgos previsible del proyecto (elaboración propia). .....	74
<b>Ilustración xlvi</b>	PESMD Etapa D – Definiciones y recomendaciones del sistema de gobernanza (elaboración propia).....	75
<b>Ilustración xlvi</b>	PESMD Etapa E – Definiciones del ciclo de vida del proyecto, por parte del equipo de proyectos (elaboración propia). .....	75
<b>Ilustración xlviii</b>	PESMD Etapa F – Definición del alcance a nivel superior (elaboración propia). .....	76
<b>Ilustración xlix</b>	PESMD Etapa G – Definición de los parámetros para la conformación del equipo de proyecto (elaboración propia).....	76
<b>Ilustración l</b>	PESMD Etapa H – Definición de la estrategia de adquisiciones (elaboración propia). .....	76
<b>Ilustración li</b>	Condicionabilidad de la inversión (Cochilco [4]). .....	98
<b>Ilustración lii</b>	Composición del CAPEX, periodo 2020 - 2028, en MUSD\$ (Cochilco [4]). .....	98
<b>Ilustración liii</b>	Histograma de intensidad de capital [CAPEX/proyecto] y [CAPEX/TCuf/año], en moneda corriente según cada edición (Cochilco [4]). .....	99
<b>Ilustración liv</b>	Histograma CAPEX total catastrado, en moneda corriente según cada edición (Cochilco [4]). .....	100
<b>Ilustración lv</b>	Estrategia de entrega BOO (elaboración propia). .....	105
<b>Ilustración lvi</b>	Estrategia de entrega BOOT (elaboración propia). .....	106

<b>Ilustración lvii</b>	Estrategia de entrega BOT (elaboración propia).....	107
<b>Ilustración lviii</b>	Estrategia de entrega BTO (elaboración propia).....	108
<b>Ilustración lix</b>	Estrategia de entrega CMA (elaboración propia).....	108
<b>Ilustración lx</b>	Estrategia de entrega CM/GC (elaboración propia).....	109
<b>Ilustración lxi</b>	Estrategia de entrega DBB (elaboración propia). .....	110
<b>Ilustración lxii</b>	Estrategia de entrega DBO (elaboración propia). .....	111
<b>Ilustración lxiii</b>	Estrategia de entrega DB (elaboración propia). .....	111
<b>Ilustración lxiv</b>	Estrategia de entrega EPC (elaboración propia). .....	113
<b>Ilustración lxv</b>	Estrategia de entrega EPCM (elaboración propia).....	113
<b>Ilustración lxvi</b>	Estrategia de entrega IPD (elaboración propia). .....	115
<b>Ilustración lxvii</b>	Ejes estratégicos del LPDS ([94], modificado).....	116
<b>Ilustración lxviii</b>	Definición conceptual el LPDS ([95], modificado). .....	117
<b>Ilustración lxix</b>	Estrategia de entrega LPDS (elaboración propia).....	117

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

<b>Fórmula a.</b>	Definición de riesgo, en término de la amenaza y la vulnerabilidad. ....	23
<b>Fórmula b.</b>	Definición de exposición al riesgo, según el riesgo y las medidas para su mitigación.....	24

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Definición del concepto de estrategia de ejecución de proyectos.

El concepto de estrategia de ejecución de proyectos (*Project Execution Strategy* o PES), en el contexto de los actores de la industria minera, corresponde al enfoque estratégico con el cual una empresa propietaria determina: el costo, el alcance, el cronograma, los recursos, la secuencialidad de las actividades, la gestión de riesgos, el desarrollo de ingeniería, la conformación de equipos de desarrollo internos, la contratación de equipos de desarrollo externo y la selección de los métodos de entrega necesarios para materializar un proyecto de inversión mayor, generalmente de infraestructura.

Según lo indica Poli y Shenhar [1], la PES es un conjunto general de pautas que regulan el proceso de toma de decisiones y medidas a largo plazo en su desarrollo. Dichas decisiones deberán estar alineadas con los objetivos estratégicos de la realización del proyecto, entre los cuales se encuentran los: corporativos, comerciales, de marketing, financieros y operativos.

Respecto a lo anterior, es importante indicar que el concepto de estrategia de “ejecución” de proyectos es un concepto propio de la dirección y administración de proyectos, asociado al desarrollo del ciclo de vida del proyecto y no solo a la etapa de “implementación” o “construcción”, como se suele confundir. En el caso de los proyectos de inversión mayor de la industria minera, los cuales corresponden principalmente a proyectos de infraestructura “*greenfield*” o “*brownfield*”, la PES incluirá todas las etapas preinversionales e inversionales del ciclo de vida del proyecto, cuya tipología generalmente obedece al “*Front End Loading*” (FEL).

### 1.2. Definición de éxito en proyectos.

Según lo indica Poli y Shenhar [1], la concepción tradicional de éxito en los proyectos está asociada al cumplimiento del presupuesto, cronograma y alcance definido para su implementación o construcción. Sin embargo, el cumplimiento de esta triple restricción solo es un indicador del éxito de su implementación, motivo por el cual es necesario extender la definición, para que incluya la medición de los objetivos estratégicos que lo impulsaron, de la siguiente forma:

- Dimensión de éxito #1: Éxito medido de su implementación, en términos del cumplimiento de su alcance, cronograma y costo presupuestados.
- Dimensión de éxito #2: Éxito medido en términos de la satisfacción del cliente y la calidad de los entregables.
- Dimensión de éxito #3: Éxito medido en términos de su impacto en el negocio, a través de la medición del alcance de los objetivos estratégicos obtenidos en su realización. En esta dimensión se encuentra el éxito financiero a largo plazo, el cual se puede medir en términos de ingresos, utilidades, TSR, ROI, ROIC, ROE, entre otros.

De lo anterior, se puede recoger que el éxito de un proyecto se debe evaluar en su capacidad de crear y capturar valor, a lo largo del ciclo de vida del proyecto y del producto que entrega, lo cual se debe medir en relación con las expectativas de sus “*stakeholders*”.

### **1.3. Contexto de la industria minera chilena y su relación con los proyectos de inversión.**

La industria minera es uno de los sectores económicos más relevantes del país. En términos de cifras macroeconómicas, según lo indica el Consejo Minero [2] para el periodo 2003 al 2019, generó entre el 8% al 18% del PIB, alcanzando el 9% del total en el año 2019 (MUSD\$20.020). Adicionalmente constituyó entre el 49,1% al 62,7% de las exportaciones anuales y entre el 2% al 30% de la recaudación fiscal anual, alcanzado un 52,3% de las exportaciones y el 7% aporte fiscal (MUSD\$3.712) en 2019. Debido a lo anterior, su desempeño afecta de manera directa y relevante el crecimiento y desarrollo del país [3].

Dentro de las iniciativas económicas de la industria minera, destacan los proyectos de inversión mayor, los cuales definen su posición de competitividad y eficiencia en el mercado, su capacidad de generar y capturar valor, y la resiliencia de sus operaciones ante los distintos riesgos inherentes al desarrollo del negocio. El impacto su desarrollo es multisectorial, generando polos de desarrollo en las regiones en las cuales se posicionan [3].

Según lo establece Cochilco [4], para el periodo 2020 a 2028, la cartera de proyectos de inversión mayor mineros contempla un monto probable de inversión de MUSD\$ 55.297 (moneda variable), cuyo 91% pertenece a la minería del cobre. Dicho 91% puede ser descompuesto en un 32,8% perteneciente a Codelco, un 54,1% perteneciente a la gran minería privada y el resto perteneciente a la pequeña y mediana minera. Respecto a su probabilidad de desarrollo de los proyectos de minería del cobre, se tiene que el 27,1% posee el carácter de “base”, el 20,9% de “probable”, el 14,4% de “posible” y el 28,6% de “potencial” (véase capítulo 10).

Los montos de inversión involucrados, los recursos movilizados, la planificación requerida, junto con el alto grado de especialización necesario para su realización y la implicancia de sus resultados para la empresa propietaria y para su entorno, posiciona a los proyectos de inversión mayor en el centro de las estrategias corporativas de la industria minera.

### **1.4. Resultados en proyectos de inversión de la industria minera y la necesidad de disminuir su variabilidad negativa (problemática).**

Las compañías mineras han adoptado diversas estructuras organizacionales, procedimientos y estrategias de desarrollo, asociados a reducir la ocurrencia de riesgos potenciales en la realización de proyectos de inversión de capital. El estado del arte de dichos esfuerzos se fundamenta en la aplicación de los ciclos de vida del proyecto conocidos como “*Front End Loading*” (véase sección 3.4), junto con los procesos establecidos por el Project Management Institute [5]. Si bien estos esfuerzos han establecido una reducción en la variabilidad de los resultados, no han alcanzado los niveles deseados, lo cual ha podido ser observado a través de la existencia de proyectos que no han cumplido con las expectativas, experimentado sobrecostos de hasta 147,1%, incluso bajo métodos de entrega “EPC” y “EPCM” (véase capítulo 10), además de resultados operacionales y financieros bajo las expectativas presupuestadas.

En términos generales, según lo establece Yescombe [6], existen diversos riesgos los cuales pueden repercutir en las probabilidades de que un proyecto de inversión no alcance el éxito, dentro de las cuales destaca:

- Problemas de diseño o fallas tecnológicas, las cuales impliquen problemas en la construcción y/o bajo rendimiento operacional, de carácter crónico.



- Desempeño operacional consistentemente bajo lo proyectado.
- Cobertura deficiente y alta exposición a la variación de los precios o escasez de combustibles, energías y materias primas necesarias para la operación, como por ejemplo los recursos hídricos.
- Alta exposición financiera del proyecto, a la variabilidad del precio de mercado de productos que produce, como es el precio de los “*commodities*”.
- Debilidades estructurales y/o financieras, agravadas por accidentes, sentencias judiciales o una necesidad inesperada de un aumento de gasto de capital considerable.
- Incapacidad de los patrocinadores para obtener financiamiento.
- Ofertas subvaloradas por parte de los contratistas y proveedores, particularmente del área de construcción, los cuales asumen que el proyecto se volverá viable a través de reclamaciones y costos adicionales, colocando en riesgo el término de sus servicios.
- Interferencia política, asociada a la elección no transparente del contratista o a evitar que la empresa propietaria ejerza sus derechos contractuales.
- Falta de experiencia o “madurez” por parte de los patrocinadores, la autoridad contratante, la estructura de proyecto o las partes involucradas otras partes asociadas a la redacción, dirección y gestión de contratos de servicio, colocando el riesgo los objetivos de los proyectos.
- Existencia de riesgo de expropiación, o restricción o prohibición de operación, por parte del gobierno anfitrión o comunidades cercanas.

Buchtik [7] indica que las causas más frecuentemente observadas, por las cuales los proyectos son categorizados como fallidos, son:

- Deficiencias en las estimaciones del cronograma y los costos.
- Cambios imprevistos en el alcance de los proyectos.
- Cambios en el medio ambiente del proyecto, como lo son el mercado de la industria, los “*stakeholders*”, la legislación, etc.
- Insuficiencia de presupuesto y/o recursos.
- Cambios imprevistos en la PES.
- Definición imprecisa de los objetivos.
- Dirección y/o gestión deficiente del proyecto.
- Falta de motivación en su desarrollo.
- Identificación inadecuada de los “*stakeholders*”.
- Calidad deficiente de los entregables.

Adicionalmente según lo indica Gaete y Caro [8], en la experiencia chilena, dentro de las causas más frecuentemente observadas, en el la aparición de impactos negativos en los objetivos del proyecto y del negocio, asociados a desviaciones del CAPEX y del OPEX, destacan:

- Deficiencias que repercuten en el CAPEX del proyecto:
  - Inexistencia total, parcial o falta de profundidad en el desarrollo del ciclo de vida del proyecto de inversión.
  - Desarrollo insuficiente del caso de negocios del proyecto, al momento de la sanción de sus diversas fases, particularmente al momento de la sanción para implementación.
  - Ausencia del uso de un sistema formal, para la estimación de costos del proyecto.
  - Desarrollo insuficiente de estándares y criterios de ingeniería, o falta de un desarrollo adecuado y suficiente del diseño al momento de la sanción.

- Deficiencias en la asignación de recursos para las actividades relevantes del proyecto.
- El uso de definiciones incorrectas de los conceptos de costos indirectos, gastos generales y utilidades en el desarrollo del proyecto.
- La ausencia de la implementación formal de la actividad de estimación de costos, de forma continua en todo el ciclo de vida del proyecto.
- Inadecuada selección de las técnicas y herramientas para la estimación y control de los costos del proyecto.
- Inexistencia total, parcial o falta de profundidad en la gestión de los riesgos del proyecto.
- Deficiencias que repercuten en el OPEX del proyecto:
  - Selección inadecuada del método para la estimación de los costos de producción.
  - Desarrollo inadecuado de los procesos de definición de supuestos para la estimación de recursos, asociados a la producción.
  - Desviación de las estimaciones financieras, asociadas a la incorrecta imputación de costos de producción en el sistema de contabilidad del proyecto.
  - Desarrollo inadecuado de la definición de los costos administrativos, asociados a la producción.
  - Falta de consciencia del precio de equilibrio de los productos comercializados.
  - Ausencia o insuficiencia de una gestión presupuestaria continua, con revisiones y ajustes periódicos.

A lo antes mencionado, es necesario agregar los riesgos inherentes a la industria minera, como por ejemplo: los riesgos medioambientales, la escasez de recursos hídricos, posibles conflictos con las comunidades cercanas, variabilidad en el precio de insumos, posibles conflictos con sindicatos, variabilidad de los precios de los productos minerales, variabilidad en los costos comerciales y financieros, marcos regulatorios y legislativos dinámicos en el tiempo, leyes minerales decrecientes en el tiempo, costos operativos crecientes en el tiempo, además de una imagen reputacional en decaimiento, lo cual establece escenarios de desarrollo para los proyectos de inversión, con altos grados de incertidumbre y riesgos. Debido a ello, se ha vuelto relevante para las empresas mineras (mandantes), definir estrategias de ejecución de proyectos que permitan alinear los objetivos del desarrollo sus proyectos, con los objetivos de negocio que impulsan su realización, junto con una gestión de su incertidumbre la cual les permita de mejorar los resultados históricamente observados. Para lograr aquello, es necesario navegar a través los riesgos estratégicos, contextuales y convencionales, reconociendo la individualidad de proyecto, a través del uso de enfoques ágiles y flexibles que permitan navegar entre riesgos no contemplados, aprovechar oportunidades inesperadas y crear holguras positivas ante los riesgos inherentes del negocio.

Este documento explora, de manera holística, los principales aspectos que deben ser considerados en el diseño de estrategias de ejecución de proyectos de inversión mayor, desde la perspectiva de las empresas mandantes de la industria minera, con el objetivo de obtener mejores resultados. Lo anterior se aborda a través de los conceptos establecidos por Rolstadås *et al.* en su libro *Risk Navigation Strategies for Major Capital Projects – Beyond the Myth of Predictability* [9], adaptando su contenido al contexto de la industria minera, a través del uso de contenido complementario dispuesto en su bibliografía. Finalmente, este documento presenta una propuesta de “Modelo para la Definición de la Estrategia de Ejecución de proyectos de inversión (PES), en la industria minera”, realizada por el autor de este documento, cuyo objetivo es ayudar a decantar y entrelazar los conceptos, metodologías e ideas indicadas en este documento, incorporándolas en el diseño de la PES.

## **2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA.**

### **2.1. Objetivo general.**

Contribuir a mejorar los resultados observados en el desarrollo de proyectos de inversión de la industria minera, a través de la presentación de conceptos relevantes para su ejecución, además de una propuesta de “Modelo para la definición de la Estrategia de Ejecución de Proyectos de inversión (PES), en la industria minera”. El objetivo es incorporar mayor agilidad y flexibilidad metodológica a la ejecución de los proyectos, junto con una visión más integrada de los objetivos de negocios y de los proyectos, facilitando navegar entre las amenazas y capturar oportunidades inesperadas.

### **2.2. Objetivos particulares.**

Los objetivos particulares que abordara este documento se pueden sintetizar en:

- Presentar al lector, el contexto de desarrollo actual de los proyectos de inversión (véase capítulo 3).
- Presentar al lector, mejoras conceptuales a las prácticas de realización de proyectos de inversión (véase capítulo 4).
- Establecer recomendaciones para el diseño de la estrategia de ejecución de proyectos asociadas a:
  - La incorporación de la incertidumbre (véase sección 5.1).
  - El sistema de gobernanza (véase sección 5.2).
  - La estrategia de adquisiciones (véase sección 5.3).
  - El proceso de toma de decisiones claves (véase sección 5.4).
  - La definición de una planificación y ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad (véase sección 5.5).
  - La asignación de la gestión de riesgos e intereses a nivel contractual (véase sección 5.6).
  - La efectividad del equipo del proyecto (véase sección 5.7).
  - El diseño estratégico del WBS (véase sección 5.8).
- Proponer un modelo para la definición de la PES (véase capítulo 6).

### **2.3. Metodología.**

Elaborar un documento, del tipo canónico, el cual contenga un marco conceptual que permita al lector comprender los conceptos relevantes para afrontar de manera adecuada la incertidumbre existente en el desarrollo de proyectos de inversión, para alcanzar su éxito. Adicionalmente incorporar propuesta de “modelo para la definición de la Estrategia de Ejecución de Proyectos (PES), en la industria minera”, ideada por el autor de este documento, el cual ayude a incorporar dichos conceptos a su ejecución.

El documento aborda la utilización de los conceptos establecidos por Rolstadås *et al.* en su libro *Risk Navigation Strategies for Major Capital Projects – Beyond the Myth of Predictability* [9], adaptándolos al contexto de la industria minera, a través del uso de la información complementaria dispuesta en la bibliografía de este documento.

Para ello, este documento divide la problemática en las tres partes, las cuales se presentan a continuación:

- Una primera parte, asociada al contexto del desarrollo de proyectos de inversión, junto con el marco teórico del estado del arte del principal ciclo de vida del proyecto, utilizado para su desarrollo en la industria minera.
- Una segunda parte, asociada al marco teórico que les otorga sustento a las recomendaciones de mejoras y consejos prácticos que se presentaran en la tercera parte.
- Una tercera parte, asociada a recomendaciones, junto con la propuesta de modelo para la definición de la PES.

En la primera parte de este documento, específicamente en el capítulo 3, se explicará el contexto que debe afrontar el desarrollo de proyectos de inversión en la actualidad, la necesidad de su realización, los riesgos inherentes a su desarrollo y el estado del arte de las metodologías con las cuales la industria minera enfrenta su incertidumbre y riesgos, lo cual se presenta a través de:

- **CONTEXTO DEL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.** (véase capítulo 3).

En el capítulo de contexto del desarrollo de proyectos de inversión explorara la necesidad de las empresas para generar y capturar valor, lo cual generalmente se traduce en inversiones de capital mayor, las cuales corresponden a “*M&A investments*” (fusiones y adquisiciones), junto con proyectos de inversión. Indicará las distintas dimensiones que constituyen un proyecto de inversión y como su éxito depende de la alineación que exista entre la PES y la estrategia de negocios de la compañía. Definirá las distintas categorías de riesgo a las cuales se ven expuestos los proyectos, diferenciando entre exposición y volatilidad, además de indicar como el estado del arte de la practica lidia con ellos (FEL), indicando las deficiencias detectadas en ello.

En la segunda parte de este documento, específicamente en el capítulo 4, se explicarán las nuevas tendencias de navegación de riesgos, las cuales deberán reemplazar, modificar o complementar las metodologías y procedimientos establecidos por el gobierno corporativo, lo cual se presentará a través de:

- **MEJORAS CONCEPTUALES A LAS PRÁCTICAS DE REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.** (véase capítulo 4).

En el capítulo de mejoras conceptuales, presenta mecanismos generales con los cuales se puede mejorar la ejecución de proyectos de inversión, junto con una exposición resumida de publicaciones relevantes asociadas al tema. Adicionalmente explora la forma en la cual la incertidumbre debe ser incorporada a los procesos de decisión, junto con los nuevos conceptos para la gestión de los riesgos, en favor del éxito en proyectos. Finalmente, explora la necesidad de desarrollar integración entre el ciclo de vida del proyecto (FEL) y el desarrollo de los objetivos del negocio

En la tercera parte del documento, específicamente en el capítulo 5, se presentarán recomendaciones prácticas para el diseño de la PES, mientras que en el capítulo 6 se presenta una propuesta de “modelo para la definición de la Estrategia de Ejecución de Proyectos de inversión (PES), en la industria minera”, realizada por el autor de este documento. El objetivo será otorgar mayor agilidad y flexibilidad para navegar entre los riesgos del proyecto, junto con facilitar la oportunidad de capturar oportunidades inesperadas. Esto se presentará a través del desarrollo de dos ejes fundamentales que son:

1. LAS RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS. (véase capítulo 5).
2. UNA PROPUESTA DE MODELO PARA LA DEFINICIÓN DE LA PES - PESMD. (véase capítulo 6).

El capítulo de recomendaciones para el diseño de la PES establecerá recomendaciones asociadas a la adopción de la incertidumbre, la incorporación de la incertidumbre en al PES, el sistema de gobernanza, estrategia de procura, proceso de toma de decisiones, navegar en los riesgos del proyecto y mejorar la efectividad del equipo de proyecto.

El capítulo de modelo para la definición de la PES presentara un modelo con el cual se pueda establecer una preevaluación de su diseño. Posterior a este, se incluye un capítulo con las principales conclusiones y aspectos relevantes desarrollados en el documento. Respecto a ello, es importante indicar que los “proyectos” son esfuerzos finitos, irrepitibles y diferentes entre sí, como lo indica el PMI [5], lo cual imposibilita el diseño de PES preestablecidas. Debido a ello, el objetivo del modelo es proponer una base, sobre la cual los equipos de desarrollo de proyectos puedan desarrollar la PES, considerando las singularidades de cada proyecto.

Finalmente, este documento posee una cuarta parte, la cual corresponde a los capítulos 8 en adelante, en los cuales se presentará un glosario con los términos técnicos utilizados en el documento, la bibliografía utilizada, además de capítulos de anexo, con información complementaria relevante al diseño de la Estrategia de Ejecución de Proyectos de inversión (PES) en la industria minera y su contexto.

### 3. CONTEXTO DEL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

El presente capítulo introduce al lector, de manera resumida, el contexto en el cual se desarrollan los proyectos de inversión en la industria minera. Para ello presenta la necesidad que impulsa el desarrollo de proyectos de inversión, junto con las tipologías de riesgos que podrían evitar que alcanzaran sus objetivos. Adicionalmente, presenta la metodología de ejecución con la cual, en la actualidad, se pretende disminuir la ocurrencia de dichos riesgos, o mitigar sus impactos, junto con las deficiencias detectadas en dicha metodología. El objetivo es establecer la idea que, la metodología y practicas actuales para la ejecución de proyectos de inversión, presentan brechas sobre las cuales se pueden establecer mejoras, en favor de alcanzar los objetivos empresariales. Será esta idea, sobre la cual este documento presentara, más adelante, conceptos en favor de alcanzar sus objetivos, los cuales se traducirán en recomendaciones y una propuesta de “Modelo para el diseño de la Estrategia de Ejecución de Proyectos (PES), en la industria minera”.

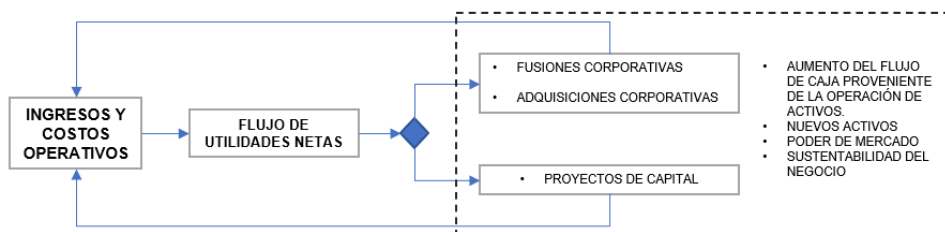
El capítulo se desarrolla a través de las siguientes secciones:

- Necesidad de las empresas de generar y capturar valor.
- Existencia de riesgos en el desarrollo de proyectos de inversión y definición según su procedencia, exposición y volatilidad.
- Contexto del rechazo comunitario a los proyectos mineros.
- Estado del arte en el desarrollo de proyectos de inversión, el ciclo de vida de proyectos *Front End Loading*.
- Deficiencias detectadas en el *Front End Loading*.

#### 3.1. Necesidad de las empresas de generar y capturar valor.

En un entorno empresarial competitivo, las empresas poseen la necesidad de mantener o aumentar la generación y captura de valor para asegurar su supervivencia, según lo determine la misión, visión, valores y objetivos que definen su constitución. Es esta necesidad, de carácter permanente en el tiempo, la cual impulsa a las empresas a realizar inversiones de capital mayor. Respecto a ello se destacan: las “*M&A investments*” (fusiones y adquisiciones corporativas) y los proyectos de capital.

En el caso de la industria minera, excluyendo pocas excepciones, el principal objetivo de las empresas es la creación de valor comercial - financiero, el cual se sustenta en las utilidades netas provenientes de sus operaciones. Para cumplir dicho objetivo, las empresas establecen estrategias corporativas enfocadas a: aumentar las utilidades netas de sus operaciones, generar nuevas fuentes de valor financiero, consolidar su poder de mercado y desarrollar resiliencia ante riesgos del negocio, lo cual se denomina sustentabilidad del negocio.



**Ilustración i**

Objetivos de negocio en inversiones de capital mayor de la industria minera ([9], modificado).

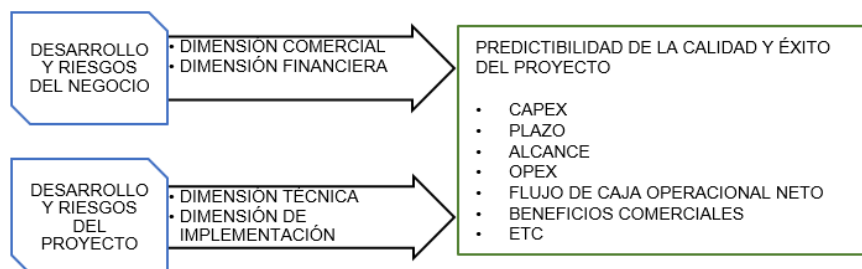
Respecto al objeto de estudio de este documento, el cual corresponde a los proyectos de capital en la industria minera, Hickson *et al.* [10] los define como procesos de duración limitada, de naturaleza única, irrepetibles y fuera del curso normal de la rutina comercial y servicios operativos, dirigidos al alcanzar objetivos estratégicos, a través de una combinación de recursos humanos, técnicos y financieros de carácter temporal.

Considerando lo anterior, los proyectos de capital en la industria minera se pueden clasificar según los objetivos estratégicos que pretender alcanzar, además de ser analizados a través de sus dimensiones constituyentes, según lo indica la Ilustración ii.



**Ilustración ii** Dimensiones de los proyectos de capital y su clasificación según objetivos, según Cochilco [4,11] y su contribución al negocio (elaboración propia).

Es el análisis de dimensiones de un proyecto de capital, la forma que permite entender su aporte a la estrategia corporativa, junto con los riesgos que deberá afrontar, lo cual definirá sus posibilidades de éxito como proyecto y como herramienta de desarrollo del negocio, según lo indica la Ilustración iii:



**Ilustración iii** Relación entre las dimensiones de un proyecto de capital, entre el desarrollo del negocio y del proyecto ([9], modificado).

### 3.2. Existencia de riesgos en el desarrollo de proyectos de inversión y definición según su procedencia, exposición y volatilidad.

La industria minera es un sector de la economía el cual se ha visto forzado a enfrentar escenarios de desarrollo crecientemente inciertos y complejos. Entre las principales dificultades asociadas a ello, destacan: la volatilidad del precio de los productos comerciales de minerales, condiciones comerciales inciertas (“*back end*” y “*front end*”), leyes de minerales decrecientes en el tiempo, escasez hídrica y energética, junto con mayores demandas: sociales, ambientales, laborales y tributables por parte de las localidades y países hospedantes. Es este contexto de exposición al riesgo y volatilidad el cual deben afrontar los proyectos de capital, el cual impacta su diseño y desarrollo, obligándolos a adoptar mayores tamaños y complejidades, en conjunto con riesgos de carácter ampliado.

El concepto de riesgos ampliado corresponde a los riesgos convencionales, comúnmente de carácter operacional, ampliados para considerar los riesgos de carácter estratégico y contextual. Los riesgos convencionales se definen como los asociados al desarrollo interno del proyecto, los cuales se encuentran bajo el marco de acción y control del equipo que desarrolla, como lo son las definiciones, supuestos y consideraciones adoptadas en su desarrollo, además su desempeño enmarcados en las dimensiones técnicas y de ejecución. Los riesgos estratégicos y contextuales se definen como aquellos que escapan de al marco de acción y control del equipo que desarrolla el proyecto, asociado a los riesgos provenientes de la organización dueña del proyecto, en adición a los riesgos de base, asociados al contexto de desarrollo de la industria.

Según lo establece Rolstadås *et al.* [9], en el desarrollo de proyectos de capital, los riesgos se pueden clasificar según su procedencia, como se muestra a continuación:

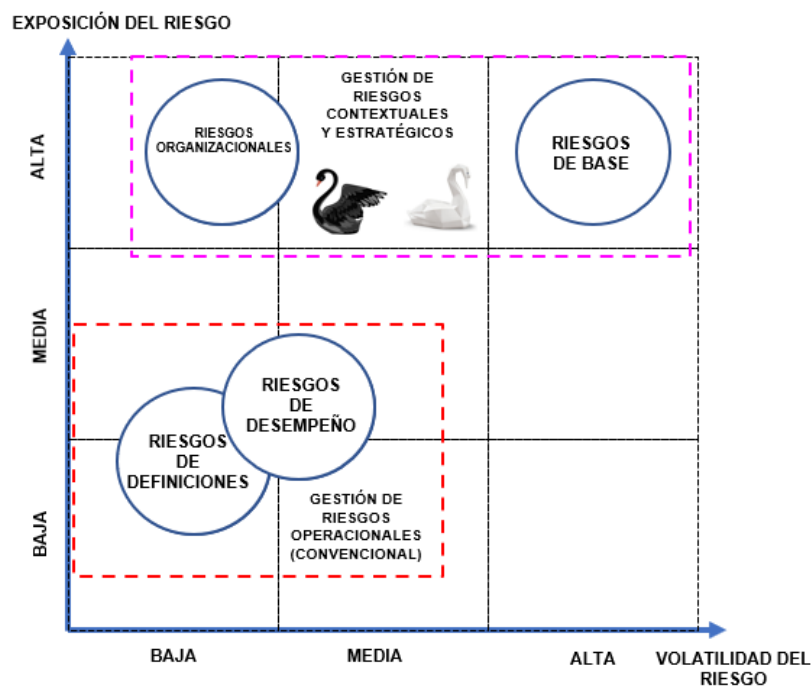
- Riesgo de definiciones: Riesgos asociados a las definiciones, selecciones y supuestos adoptados para el desarrollo del diseño del proyecto.
- Riesgos de desempeño: Riesgos asociados a las diferencias de desempeño entre lo presupuestado por el FEED del proyecto y la operación del activo.
- Riesgos organizacionales: Riesgos asociados a cambios en la dirección y/o gobernanza que desarrolla el proyecto, incluyendo mandante, equipo del proyectos y contratistas, que no se encuentren bajo el control del equipo del proyecto.
- Riesgos de base: Asociados a las incertezas propias del negocio como, por ejemplo: manejo de “*stakeholders*” externos, volatilidad comercial, legislación ambiental, tributaria, laboral, etc.

Para poder determinar el impacto de cada uno de ellos, es necesario introducir los conceptos de permanencia de la exposición y volatilidad del riesgo, según lo establece Rolstadås *et al.* [9]:

- Exposición del riesgo: Corresponde al impacto probable de cada riesgo, después de haber implementados los controles y medidas de gestión de su amenaza y vulnerabilidad.
- Volatilidad del riesgo: Corresponde a la medida de la variabilidad de la exposición del riesgo en el tiempo. La volatilidad puede tener repercusión positiva o negativa en la exposición al riesgo.

Luego, se puede establecer una valoración de los riesgos a los cuales se enfrentado un proyecto de capital, según lo indicado en la Ilustración iv.





**Ilustración iv** Mapa de riesgos en proyectos de capital, principales tipologías, exposición y volatilidad ([9], modificado).

### 3.3. Contexto del rechazo comunitario a los proyectos mineros.

Según lo indica Conde [12], a partir del año 2000, el surgimiento de las economías asiáticas y particularmente China, junto con el comercio especulativo ha impulsado una demanda constante y creciente por recursos naturales, impulsando el desarrollo de proyectos mineros en todo el mundo. Los avances tecnológicos están haciendo posible transformar en reservas, recursos mineros anteriormente no viables de extraer, impulsando a las empresas a buscar en áreas más ecológica y socialmente vulnerables. En general estas áreas se encuentran habitadas por comunidades, indígenas y no indígenas, las cuales son afectadas por la contaminación, la falta de acceso a recursos básicos, distribución desigual de poder, ingreso y derechos sociales, dando origen al nacimiento de conflictos de distribución ecológica (EDC, por sus siglas en inglés). Los EDC se definen como conflictos sociales que nacen del acceso injusto a los recursos naturales y las cargas injustas de contaminación asociadas a ellos.

Según lo indica Conde [12], la distribución ecológica injusta es inherente al capitalismo, como un sistema de desplazamiento de costos. En economía neoclásica ambiental, los EDC pueden ser entendidos como “fallas de mercado” o “externalidades”, por lo cual, si se acepta el principio de conmensurabilidad económica, en desprecio de la inconmensurabilidad de los valores, es posible valorizados en términos económicos a través de la incorporación de mecanismos de compensación ecológicamente equivalentes.

En aspectos generales, el surgimiento de conflictos es debido a: los impactos socioambientales en la tierra, agua y medios de vida; la falta de involucramiento de las comunidades locales cercanas en los procesos de toma de decisión; la creciente desconfianza hacia las empresas; y la deficiente compensación de agravios sufridos.

Según lo indica Conde [12], los EDC impulsan a las comunidades cercanas a protegerse a sí mismos y a sus medios de vida, generando una escalada de movimientos violentos, de carácter represivo hacia los proyectos de la industria minera. Muchas comunidades aspiran a poder determinar que pasara con sus tierras, queriendo recibir visibilidad y reconocimiento por sus derechos. Adicionalmente en la mayoría de los casos, esperan obtener una compensación monetaria debido a la pérdida de sus tierras y recursos, asociadas a las altas utilidades percibidas por las empresas mineras, en búsqueda de participación de estas ganancias y participación en los activos perdidos.

Las apreciaciones de Conde [12] pueden ser discutibles en lo referente a la inherencia de la distribución ecológica injusta, si se considera que en un sistema planificado, la mayoría de los costos son internos, y sus externalidades pueden ser reguladas. Adolece de un enfoque sesgado, el cual desprecia la perspectiva de sociedad, ignorando la naturaleza del problema asociada a la “tragedia de los comunes”, que puede ser abordada a través del teorema de Coase [13]. No obstante, el rechazo comunitario al desarrollo de proyectos industriales constituye un problema no resuelto, cuya solución debe ser adoptada utilizando una perspectiva de sociedad, incluyendo la individualidad cultural e idiosincrasia de cada país.

Es este contexto de incertidumbre y rechazo a los proyectos mineros, el cual puede implicar un riesgo relevante para alcanzar los objetivos del negocio y de implementación de los proyectos, o incluso su ejecución y operación.

#### **3.4. Estado del arte en el desarrollo de proyectos de inversión, el ciclo de vida de proyectos Front End Loading.**

La dirección y gestión de proyectos de capital es una práctica madura, cuyo conocimiento es de uso extensivo y comúnmente aplicado, el cual se basa en la experiencia acumulada, y las buenas prácticas e investigaciones académicas asociadas a ella.

En el caso del desarrollo de proyectos de infraestructura, particularmente en la industria: minera, petroquímica, gas, petróleo y energía, destaca el desarrollo de proyectos definidos y entregados a través del ciclo de vida de proyectos denominado “*Front End Loading*” (FEL).

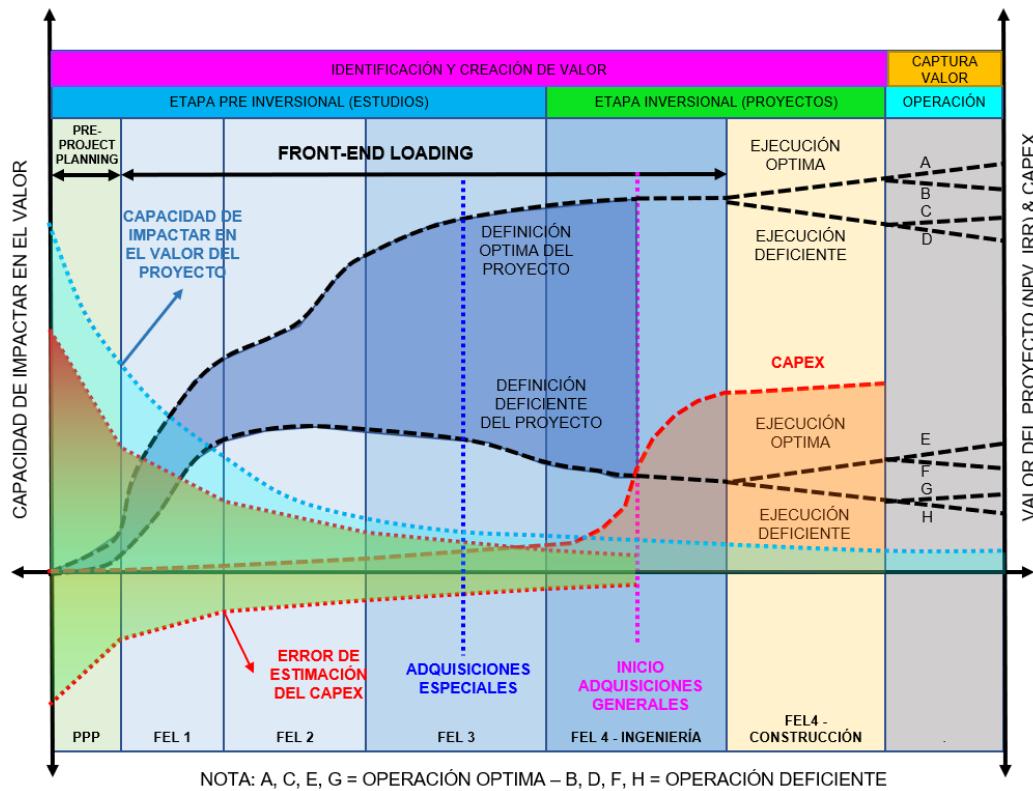
Según lo indica el CII [14], el FEL se define como el proceso de desarrollo de la información estratégica suficiente, con la cual los propietarios (de un proyecto de capital) pueden abordar el riesgo, y tomar las decisiones necesarias para comprometer los recursos para su realización, con el fin de potenciar la probabilidad de éxito de un proyecto.

El concepto de ciclo de vida del proyecto, denominado como FEL, considera el desarrollo de proyectos en la totalidad de su alcance, a través de fases consecutivas y progresivas, cuyo objetivo es detectar y acotar la posible ocurrencia de riesgos asociados a la realización de proyectos. Lo anterior, se realiza a través de un desarrollo iterativo de fases, en las cuales se establecen definiciones, consideraciones y supuestos para el desarrollo de etapas futuras, además de la incorporación incremental de mayores niveles de detalle en: la ingeniería desarrollada, los planes comerciales, el CAPEX del proyecto y el cronograma. Su objetivo es acotar la incertidumbre de los resultados, a través de la evaluación de las expectativas de desarrollo del proyecto en sus distintas fases. Los encargados de emitir la calificación, los comentarios y la sanción de cada fase, además de la aprobación de los recursos necesarios para proseguir con las fases siguientes se denominan “*gatekeepers*”. Los “*gatekeepers*” son profesionales externos al equipo de desarrollo del proyecto, los cuales generalmente son: especialistas técnicos, económicos, financieros o actores relevantes en el negocio de la compañía, quienes podrán sancionar la fase para que prosiga, se

rehaga considerando los comentarios de su revisión o se detenga el proceso de desarrollo. De manera estándar, el ciclo de vida de proyectos FEL considera el uso de cuatro fases, tres etapas preinversionales y una inversional, sin embargo, muchas empresas e instituciones han modificado su alcance para adaptarla a sus necesidades.

La Tabla I presenta la estructura típica que se puede observar en la metodología FEL en la industria minera, considerando sus principales características, según la fase de desarrollo en la cual se encuentre el ciclo del proyecto como, por ejemplo: propósito, nivel de ingeniería, entregables, incertidumbre del presupuesto según AACE [15] y sus principales riesgos, entre otros.

La Ilustración v caracteriza de forma el proceso de evolución del FEL y su capacidad de crear valor para la compañía, junto con los requisitos de presupuesto necesarios para ello.




**Ilustración v** Caracterización grafica del FEL ([14–16], modificado).

**Tabla I.** Estructura típica de la metodología del Front End Loading, según la definición del CII, utilizada en la industria minera. ([14,15], modificado).

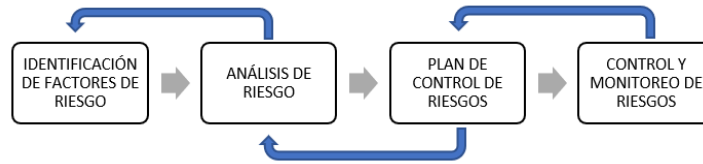
Fase	Estudios pre inversionales					Proyectos inversionales				Operación	
	Pre-project planning		Front-end loading								
	Detección de necesidades y oportunidades de negocio	Desarrollo conceptual (opciones)	Estudio viabilidad (opciones)	Estudio de factibilidad (opción seleccionada)	Definición detallada de la solución	Implementación (abastecimiento)	Implementación (construcción)	Implementación (puesta en marcha)	Cierre del proyecto		
	PPP1	PPP2	FEL1	FEL2	FEL3	FEL4 (implementación)					
Presupuesto	-	-	EPI	EPI	EPI	API	API	API	API	-	
Control	-	-	SIC	SIC	SIC	SGP	SGP	SGP	SGP	-	
Etapas	Búsqueda de definiciones	Identificación de alternativas	Desarrollo alternativas	Selección de solución	Desarrollo solución	Finalización de la solución	Implementación de la solución	Comisionamiento y PEM (Puesta En Marcha)	Cierre de proyecto	Gerenciamiento de los activos	
Propósito	Determinar oportunidades económicas y de negocio	Determinar opciones de estudio para ser desarrolladas	Evaluación de las opciones	Selección del alcance óptimo	Desarrollo de FEED (detalle)	Termino de las ingenierías y contratación OEM	Desarrollo en sitio del proyecto de ingeniería y construcción	Comisionamiento, PEM e inicio de operaciones	Consolidación As-Built y de proyecto. Traspaso a operaciones. Inicio del Ramp - Up	Término del Ramp-Up y creación de valor	
Ingeniería, Construcción	-	Requerimientos Stakeholders / Ing. Perfil	Ing. Conceptual / Ing. Prefactibilidad	Ing. Básica / Ing. Factibilidad	Ing. Detalle	Ing. Fabricación y Compras	Construcción	Ing. puesta en marcha	Consolidación paquetes As-Built y TOP	Ing. Mantenimiento	
Output	Nuevos estamentos	Casos de negocios	Definición del núcleo del proyecto	Definición de alternativa	Definición del alcance	Definición de la solución en detalle	Desarrollo, ejecución y entrega del proyecto	Alistamiento operacional	Entrega de información	Beneficios de la operación	
Clase AACE	-	Clase 5	Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1	-	-	-	-	
Madurez	-	0% ↔ 2%	1% ↔ 15%	10% ↔ 40%	30% ↔ 75%	65% ↔ 100%	-	-	-	-	
Error estimación costos (p50% & p90%)	-	↓ -20% ↔ -50%	↓ -15% ↔ -30%	↓ -10% ↔ -20%	↓ -5% ↔ -15%	↓ -3% ↔ -10%	-	-	-	-	
	-	↑ +30% ↔ +100%	↑ +20% ↔ +50%	↑ +10% ↔ +30%	↑ +5% ↔ +20%	↑ +3% ↔ +15%	-	-	-	-	
CAPEX	0,5%	1% ↔ 2%	3% ↔ 5%	6% ↔ 9%	10% ↔ 14%	15% ↔ 94%		95% ↔ 98%	99% ↔ 100%	-	
Compuertas de decisión	-	-		-	-		-		-	-	

Fase	Estudios pre inversionales					Proyectos inversionales				Operación
	Pre-project planning		Front-end loading							
	Detección de necesidades y oportunidades de negocio	Desarrollo conceptual (opciones)	Estudio viabilidad (opciones)	Estudio de factibilidad (opción seleccionada)	Definición detallada de la solución	Implementación (abastecimiento)	Implementación (construcción)	Implementación (puesta en marcha)	Cierre del proyecto	
PPP1	PPP2	FEL1	FEL2	FEL3	FEL4 (implementación)					
Entregables relevantes típicos	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance de masa</li> <li>Balance de energía</li> <li>Project Chapter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño preliminar de equipos</li> <li>Layout preliminar</li> <li>Cronograma preliminar</li> <li>Presupuesto preliminar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones de compra para equipos mayores</li> <li>Presupuesto "definitivo"</li> <li>Plan de ejecución del proyecto de construcción (PEP)</li> <li>Modelo BIM preliminar</li> <li>Listado de instrumentación y equipos eléctricos</li> <li>TAG de equipos y códigos de área</li> </ul>	-	-	-	-	-

 Verde = proseguir, amarillo = rehacer, rojo = detener.

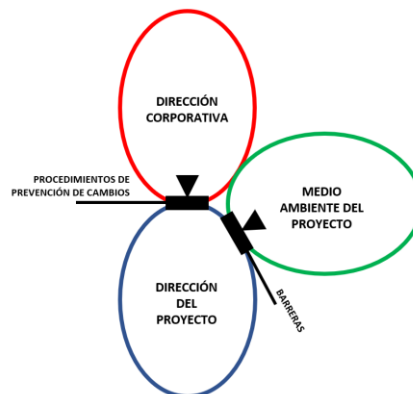
\*El significado de los acrónimos utilizados en esta tabla puede ser encontrado en el capítulo 8.

Según lo indica Rolstadås *et al.* [9] el objetivo del FEL es reducir la probabilidad de ocurrencia de desviaciones de costo, alcance y cronograma, antes del inicio de la fase de implementación, a través del desarrollo de un registro de fases tempranas, denominado compuertas de fases, el cual busca controlar el riesgo, a través del desarrollo de los pasos mostrados en la Ilustración vi.



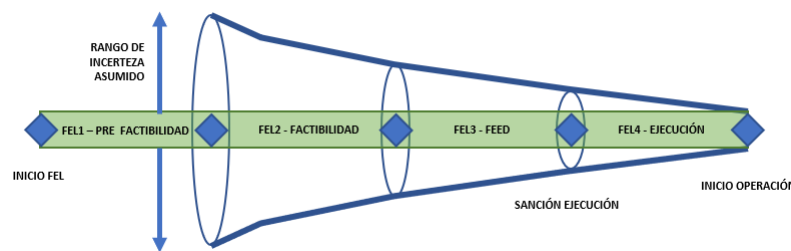
**Ilustración vi** Proceso estándar de gestión del riesgo, en las fases del FEL (elaboración propia)

La conceptualización del ciclo de vida de un proyecto a través del FEL busca mejorar la previsibilidad de los resultados del proyecto, aislándolo de la dirección corporativa y del medio ambiente que lo rodea. Lo anterior lo realiza a través de la disposición de barreras de protección, a través de procedimientos de prevención de cambios, junto con la definición progresiva de definiciones, decisiones y barreras ante la probabilidad de existencias de riesgos, lo cual se muestra en la Ilustración vii.



**Ilustración vii** Barreras de protección en el modelo convencional de gestión de riesgos en proyectos [9].

Rolstadås *et al.* [9] define al uso de la gestión convencional de riesgos, en conjunto con el uso del FEL, como el “concepto de tunelización” en proyectos de capital, lo cual se muestra en la Ilustración viii.



**Ilustración viii** Concepto de tunelización en el FEL ([9], modificado).

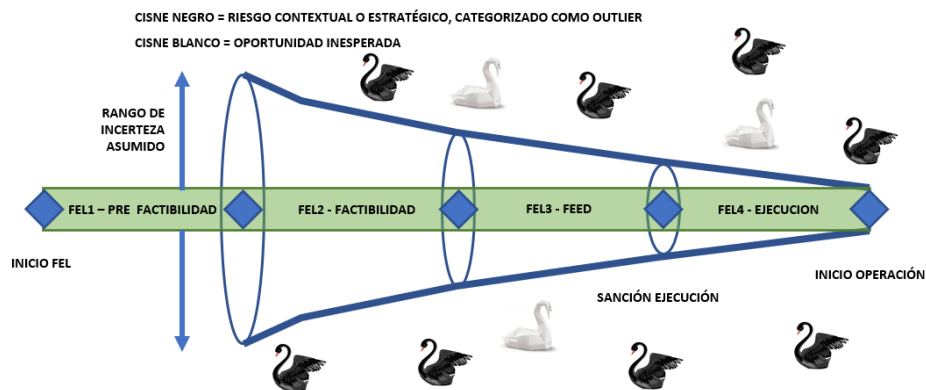
### 3.5. Deficiencias detectadas en el Front End Loading.

#### 3.5.1. Generalidades de las deficiencias.

Según lo establece Rolstadås *et al.* [9], si bien la aplicación del FEL ha ayudado a obtener resultados positivos de forma más consistente, su correcta utilización no puede asegurar el éxito de un proyecto de capital. Es frecuente observar una gran variabilidad en las métricas de cumplimiento de alcance, cronograma y costo, en proyectos que utilizan la metodología FEL (véase capítulo 10).

El primer aspecto deficiente detectado está directamente asociado al concepto de tunelización (véase sección 3.4), el cual al definir supuestos y decisiones, de forma secuencial y progresiva, propicia un ambiente negligente respecto a la detección de riesgos asociados a dichas definiciones, lo cual es denominado como “sesgo de confirmación”. A medida que aumenta la inversión realizada al desarrollo del proyecto, el sesgo de confirmación se profundiza, lo cual reduce la capacidad de observar más allá de las suposiciones y decisiones realizadas. Lo anterior expone a los proyectos a las consecuencias asociadas a la aparición de riesgos no contemplados, particularmente a los adyacentes al desarrollo, como lo son los riesgos estratégicos y contextuales. Los riesgos estratégicos y contextuales, generalmente denominados como “cisnes negros”, al no poseen un surgimiento ligado al progreso del proyecto, donde su exposición riesgo y permanencia de la vulnerabilidad podrían incluso aumentar en el tiempo.

El segundo aspecto deficiente detectado, es asociado a la gestión convencional de riesgos en sí, la cual busca mejorar la previsibilidad de los resultados de los proyectos al establecer barreras ante la adopción de cambios, junto con a la estandarización de los procesos, lo cual desprecia la posibilidad de capturar oportunidades asociadas a las singularidades de cada proyecto, denominadas “cisnes blancos”, restringiendo su capacidad de crear y capturar valor. Lo anterior es mostrado en la Ilustración ix



**Ilustración ix** Oportunidades, riesgos contextuales y estratégicos bajo el concepto de tunelización del FEL ([9], modificado).

#### 4. MEJORAS CONCEPTUALES A LAS PRÁCTICAS DE REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

El presente capítulo introduce al lector, de manera resumida, los conceptos académicos sobre los cuales se construyen las diferencias entre “la nueva concepción” para la ejecución de proyectos respecto a la “concepción tradicional”. Estos conceptos exploran la naturaleza de la incertidumbre en la ejecución de proyectos, y como esta puede ser incorporada en favor de alcanzar el éxito en sus resultados. El objetivo del capítulo es establecer los conceptos comunes, y la lógica sobre los cuales este documento establecerá recomendaciones y una propuesta de “Modelo para el Diseño de Estrategias de Ejecución de Proyectos (PES), en la industria minera”. Dichos conceptos giran en torno a los siguientes ejes:

- La incertidumbre y los riesgos son condiciones naturales e inseparables de la ejecución de proyectos de inversión, las cuales pueden ser beneficiosas o perjudiciales para alcanzar los objetivos del proyecto.
- La incertidumbre y los riesgos pueden ser gestionados, en favor de los objetivos del proyecto, a través del uso de enfoques, metodologías y herramientas, las cuales incorporen agilidad y flexibilidad a la ejecución de proyectos, permitiendo adaptarse al entorno.
- Las posibilidades de éxito de un proyecto aumentan al establecer un sistema de toma de decisiones y estrategia de ejecución, el cual incorporé un enfoque integral sobre las cuatro dimensiones del proyecto (comercial, financiera, técnica e implementación), asegurando que su desarrollo sea el más adecuado de manera integral y no específica, para alguna de las dimensiones constituyentes.

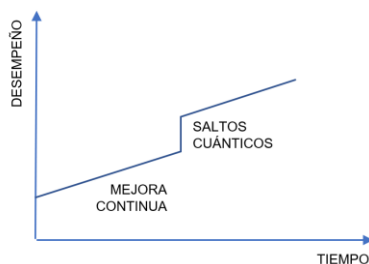
El capítulo se desarrolla a través de las siguientes secciones:

- Generalidades para mejorar los resultados en proyectos de inversión.
- Modelo de decisión influenciado por riesgos.
- Plan de negocios integrado al desarrollo del *Front End Loading*.

##### 4.1. Generalidades para mejorar los resultados en proyectos de inversión.

Los procesos de mejora, cualquiera que sea su contexto, se pueden realizar a través de dos mecanismos:

- Mejoras continuas: Correspondiente a mejoras incrementales en el tiempo.
- Saltos cuánticos: Momentos acotados en el tiempo, en la cuales se puede alcanzar incrementos de desempeño extraordinarios.



**Ilustración x** Mecanismos de mejoras [9].



Según lo establece Rolstadås *et al.* [9], un enfoque tradicional y popular para mejorar los resultados en proyectos de inversión, es centrarse en el desarrollo del FEL, lo cual implica un análisis integral de los riesgos de los proyectos, con el objetivo de adoptar y congelar decisiones iniciales, tan pronto como sea posible, para otorgar estabilidad y predictibilidad al proceso. Este concepto trata de emular la estrategia de automatización y control de calidad establecido por la industria automotriz japonesa, después de la segunda guerra mundial, en particular el sistema “*Toyota Production System*” (TPS) [17]. Del TPS se desprenden populares conceptos de producción, como lo son “*Lean Manufacturing System*” (LMS), “*Just in Time*” (JIT), “*Kaizen*” (mejora continua), “*Genchi Genbutsu*” (corroborar la información antes de tomar decisiones), el respeto por las personas, entre otros. Sin embargo, la producción automotriz es un proceso en serie, el cual se puede perfeccionar a través de la experiencia repetitiva, mientras que la realización de proyectos de inversión por definición es única e irrepetible.

Respecto a la realización de proyectos de inversión con ciclos de vida FEL, es relevante destacar que el adoptar y congelar decisiones de forma inicial, representa el enfoque tradicional de la dirección y administración de proyectos. Dicho enfoque es homologo a generar un proceso de mejora continua, pero que establece una contradicción con la búsqueda de captura de oportunidades y mitigar riesgos inesperados, lo cual es homologo a generar un salto cuántico.

Respecto a la investigación y estudio de las causas por las cuales existen proyectos que no alcanzan el éxito, incluso cuando son correctamente ejecutados, existe una extensa documentación la cual trata el tema. En general dicha documentación posee como objetos de estudio, el desarrollo de proyectos en general, sin embargo, sus conclusiones son directamente aplicables al desarrollo de proyecto con ciclo de vida FEL. Respecto a ello, existe algunos documentos los cuales destacan por establecer enfoques innovadores en el momento de su publicación, dentro de los cuales Rolstadås *et al.* [9] destaca los siguientes:

- *Agile project management - How to succeed in the face of changing project* [18]:
  - Indica que los proyectos pueden triunfar ante el cambio si su dirección se transforma de un enfoque planificador a uno de ejecución flexible y adaptativa. Lo anterior se refiere a la capacidad de modificar decisiones en favor de las circunstancias.
  - Establece que la incertidumbre interna, la cual depende del tipo de proyecto y la madurez de la empresa, puede ser gestionada.
  - Establece que la incertidumbre externa, la cual depende de la madurez de la industria y el contexto que la rodea, está fuera de control.
  - Recomienda una posición más retirada, por parte del líder del proyecto, respecto al equipo del proyecto, con el objetivo de visualizar las problemáticas desde un punto de viste sistémico y del negocio (posición de líder de servicio).
  - Establece que el foco debe estar posicionado en los resultados financieros y comerciales.
  - Establece que en un entorno ágil se deben definir roles y responsabilidades entre los miembros, pero que se debe alentar a los participantes a cruzar límites, sin ser imprudentes.
  - Indica que constantemente se debe buscar, identificar y concretar sinergias entre los “*stakeholders*”, aun cuando no sean fácilmente apreciables.
- *Blue ocean strategy - How to create uncontested market space and make the competition irrelevant* [19]:
  - Establece el concepto de “océano rojo”, el cual corresponde al campo de batalla de la mayoría de los competidores de una industria, en un contexto de competencia

- dura y despiadada. Este contexto se puede relacionar con los niveles de estrategia de competición más superfluos, los cuales en minería se relacionan con temas tácticos y la excelencia operacional. El color rojo, se relaciona con la sangre de las víctimas del entorno competitivo.
- Establece el concepto de “océano azul”, el cual corresponde al campo de batalla en el cual las empresas competidoras son casi inexistentes. Este contexto se puede relacionar con segmentos de mercados desconocidos o nuevos mercados, lo cual en minería se puede relacionar con el ámbito de la innovación y desarrollo de nuevas tecnologías.
  - Indica que el desarrollo tradicional de proyectos se encuentra en el océano rojo, por lo cual es necesario trasladarse al océano azul, en búsqueda de capturar valor que no está siendo aprovechado por la competencia.
- *Managing the unknown - A new approach to managing high uncertainty and risk in projects* [20]:
    - Establece que la mayoría de las empresas no son capaces de distinguir entre los riesgos y las oportunidades o novedades.
    - Se desarrolla entorno a la caracterización de los riesgos denominados “*unknown – unknowns*” o desconocido – desconocidos (véase subsección 4.2.2).
    - Establece que, a través de la homologación con la teoría de sistemas, la cual establece que: “a mayor tamaño de un sistema mayor es su complejidad y la dificultad para prever las interrelaciones e interdependencia de sus componentes”, a medida que los proyectos crecen en tamaño y complejidad, crecer la dificultad para prever el comportamiento de sus grados de libertad, su alineamiento y organización.
    - Indica que existen proyectos que se caracterizan por ser demasiado novedosos o particulares, en cuyo caso no posee sentido realizar planificaciones previas.
    - Indica que una buena forma de gestionar la novedad es: aprender durante el desarrollo, aplicando correcciones de forma flexible y progresiva, además de utilizar enfoques de desarrollo selectivo, en los cuales se desarrollan varios enfoques o escenarios de forma paralela e independiente entre sí, para seleccionar el más adecuado cuando corresponda.
  - *Reinventing project management - The diamond approach to successful growth and innovation* [21]:
    - Establece una crítica sobre el enfoque tradicional de desarrollo de proyectos, por ser basado en un modelo de desarrollo predecible, estático y hermético, el cual busca aislar al proyecto del entorno y las necesidades comerciales de las empresas después de la selección de los objetivos del proyecto.
    - Establece una crítica a la triple restricción o triángulo de hierro en los proyectos (plazo, costo, alcance), por rigidizar el desarrollo, dificultando navegar entre los riesgos y capturar oportunidades.
    - Establece una crítica al uso de PES de carácter estandarizado, la cual desprecia las singularidades de cada proyecto.
    - Introduce el concepto de enfoque adaptativo y flexible, además del uso de manejo de escenarios en la gestión de proyectos, en la cual: los objetivos del proyecto deben estar directamente relacionados con los objetivos del negocio, es necesario evaluar constantemente los resultados financieros y comerciales.
    - Indica que la medición del éxito del proyecto se debe extender más allá de la triple restricción incorporando: la eficiencia, el impacto en el cliente, en el equipo, los resultados comerciales y en la preparación de la compañía para el futuro.

- Establece como factores relevantes para el éxito de proyectos, la inclusión de la innovación, tecnología, complejidad y ritmo en el desarrollo.
- *The tipping point - How little things can make a big difference* [22]:
  - Introduce el concepto de “puntos de inflexión”, como los hechos que desencadenan grandes cambios o consecuencias.
  - Describe como las pequeñas cosas pueden marcar una gran diferencia.
  - Indica como los cambios ocurren de forma drástica y no gradualmente, como se esperaría.
  - Describe como pequeños cambios se pueden volver “contagios”, esparciéndose a gran velocidad en diversos contextos y situaciones.
  - Establece que, a través de la homologación con la teoría del caos en la cual: “los sistemas determinísticos no lineales (como es el caso de los proyectos), poseen respuestas altamente dependientes de las condiciones iniciales”, se puede comprender como pequeños cambios pueden originar respuestas aparentemente caóticas.
  - Establece lo relevante que es planificar pensando en los requerimientos del futuro, para evitar realizar cambios en los proyectos que puedan transformarlos de forma radical.
- *The black swan - The impact of the highly improbable* [23]:
  - Introduce el concepto de “cisnes negros” como la representación casos atípicos, los cuales tienen el potencial de generar impactos no deseados extremos.
  - Describe como la naturaleza humana intenta entregar explicaciones lógicas una vez ocurridos los eventos, transformándolos en fenómenos explicables y predecibles, pero que la realidad, a la luz de los antecedentes del momento, no eran previsibles.
  - Indica que en general es más importante lo que desconocemos, que lo que conocemos.
  - Establece que la exclusión de la posibilidad de cisnes negros, en el diseño de la PES, es una deficiencia histórica de la dirección y administración de proyectos.
  - Indica que los “cisnes negros” aparecen independientes de la planificación que se realice.
  - Establece que, para poder enfrentar la posibilidad de existencia de cisnes negros, es necesario pensar de forma no convencional.
  - Del concepto de “cisne negro”, se desprende el concepto antagónico de “cisne blanco”, asociados a las oportunidades inesperadas.
  - Introduce el concepto de “águilas”, como las acciones asociadas a evitar o mitigar un cisne negro.

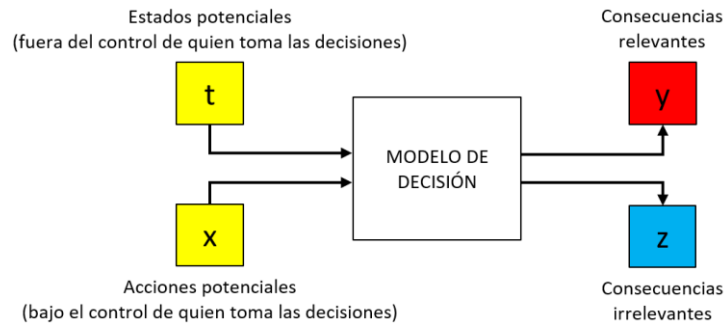
## **4.2. Modelo de decisión influenciado por riesgos.**

### **4.2.1. Generalidades de los modelos de decisión.**

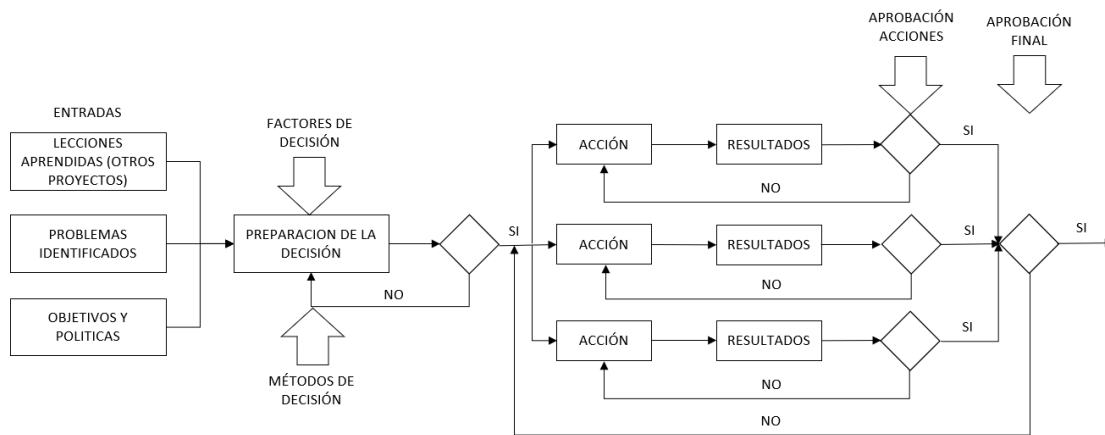
La toma de decisiones es una disciplina en sí misma, la cual utiliza la teoría de probabilidades y de estadística, con el objetivo de resolver de la mejor manera posible problemas asociados con incertidumbre. Se introduce en la dirección de proyectos por la naturaleza de los riesgos que deben afrontar, lo cual transforma a la toma de decisiones en un aspecto crítico para alcanzar su éxito.

Según lo establece Rolstadås *et al.* [9], en aspectos generales, se puede establecer que la toma de decisiones está asociada a los modelos para su realización, los cuales reciben estados y acciones potenciales, entregando resultados y consecuencias, que pueden ser de carácter relevante o

irrelevante para el éxito del proyecto. Es importante mencionar que, aunque una consecuencia sea catalogada como irrelevante, puede conllevar beneficios o perjuicios asociados de carácter importante, debido a que pueden ser inaceptables para algunos, catalogando a las decisiones adoptadas como controvertidas, lo cual es un aspecto que debe ser monitoreado y controlado en el desarrollo de un proyecto. Esto se muestra en la Ilustración xi e Ilustración xii.



**Ilustración xi** Conceptualización de los modelos de toma de decisiones [9].

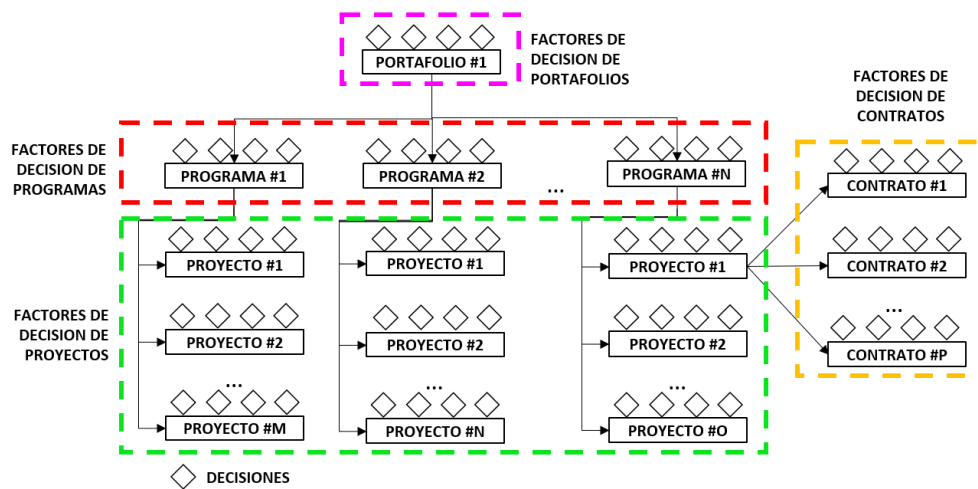


**Ilustración xii** Modelo típico de toma de decisiones [9].

El carácter y el objetivo de las decisiones varía según el nivel de competencia y de nivel de gestión en la cual se adoptan, pudiendo ser de carácter ser estratégico, táctico u operativo. Para entender sus posibles repercusiones, es importante conocer los distintos niveles de competencia que existen. Respecto a ello PMI [5] establece que la dirección y gestión de proyectos, se puede segmentar a nivel de portafolios, programas, proyectos y contratos, con lo cual la toma de decisiones se puede segmentar de la misma manera, como se indica en la Ilustración xiii y a continuación:

- Portafolio de proyectos:
  - Decisiones centradas en la gestión y dirección de los programas y proyectos que componen el portafolio.
  - El objetivo de las decisiones es optimizar el desempeño de la inversión, la creación y captura conjunta de valor.
  - Decisiones preponderantemente de carácter estratégico.
- Programa de proyectos:
  - Decisiones centradas en la optimización de la interacción de los proyectos que componen el programa.

- El objetivo de las decisiones es optimizar la eficiencia y la efectividad de la interrelación de los proyectos constituyentes de cada programa, en búsqueda de la creación y captura de valor.
- Decisiones preponderantemente de carácter estratégico y táctico.
- **Proyectos:**
  - Decisiones centradas en la optimización de ejecución del proyecto.
  - Su objetivo es optimizar la calidad, puntualidad, presupuesto y grado de satisfacción del cliente.
  - Decisiones preponderantemente de carácter táctico y operativo.
- **Contrato:**
  - Decisiones centradas en la administración del contrato.
  - El objetivo es optimizar el cumplimiento de los objetivos establecidos en el.
  - Decisiones preponderantemente de carácter operativo.



**Ilustración xiii** Niveles y factores de decisión (elaboración propia).

#### 4.2.2. Generalidades de los conceptos de riesgo e incertidumbre.

Para que un modelo de toma de decisiones sea exitoso, es necesario establecer su relación con el “riesgo” y la “incertidumbre”. Si bien el riesgo puede ser considerado como un sinónimo de incertidumbre, la diferencia se encuentra en que en el caso del riesgo su existencia es conocida, mientras en concepto tradicional de incertidumbre no. Mas adelante, en esta misma sección, se presentarán los conceptos de incertidumbre determinística e indeterminada, con lo cual se podrá asociar el concepto tradicional de incertidumbre, con el de incertidumbre indeterminada.

En el caso de los riesgos, si su resultado es favorable es conocido como “oportunidad”, mientras que en caso contrario es denominado como “riesgo”. Su impacto inicial en la realización de proyectos puede ser estimado a través de la Fórmula a y posterior a su gestión a través de la Fórmula b.

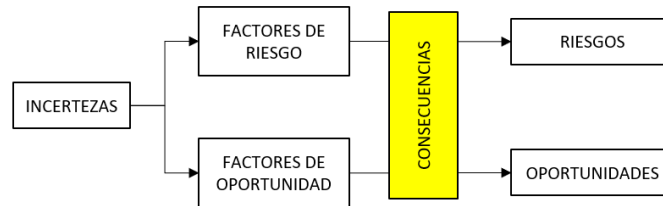
$$\text{riesgo} = \text{amenaza (o consecuencia)} * \text{vulnerabilidad (o probabilidad)}$$

**Fórmula a.** Definición de riesgo, en término de la amenaza y la vulnerabilidad.

$$\text{exposicion al riesgo} = \text{riesgo} * (100\% - \text{eficiencia medidas de mitigacion})$$

**Fórmula b.** Definición de exposición al riesgo, según el riesgo y las medidas para su mitigación.

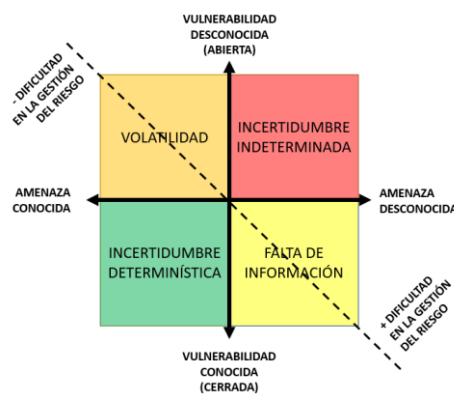
La relación entre la incerteza, los riesgos y las oportunidades, es la indicada en la Ilustración xiv.



**Ilustración xiv** Asociación entre incertezas, riesgos y oportunidades [9].

Según lo establece lo anteriormente indicado, los riesgos pueden ser clasificados a través del conocimiento o desconocimiento de su grado de amenaza y vulnerabilidad:

- Incertidumbre determinística: Se define como un riesgo conocido – conocido (“*known – knowns*”), cuya amenaza y vulnerabilidad son conocida. Se considera como la tipología de riesgo más fácil de gestionar.
- Volatilidad: Se define como un riesgo conocido – desconocido (“*known – unknowns*”), cuya amenaza es conocida, pero su vulnerabilidad es incierta.
- Falta de información: Se define como un riesgo desconocido – conocido (“*unknown – knowns*”), cuya vulnerabilidad es conocida, pero su amenaza es incierta.
- Incertidumbre indeterminada: Se define como un riesgo desconocido – desconocido (“*unknown – unknowns*”), cuya amenaza y su vulnerabilidad es incierta. Se considera como la tipología de riesgo más difícil de gestionar. Dentro de ella, se pueden encontrar los siguientes tipos:
  - Cisnes negros: Riesgos contextuales y estratégicos, independientes del sistema del proyecto, impredecibles ante la información disponible.
  - Puntos de inflexión: Corresponde a los riesgos asociados a la inestabilidad del sistema del proyecto.
  - Auto organizativa: Corresponde a los riesgos asociados a la falta de previsibilidad del sistema del proyecto.



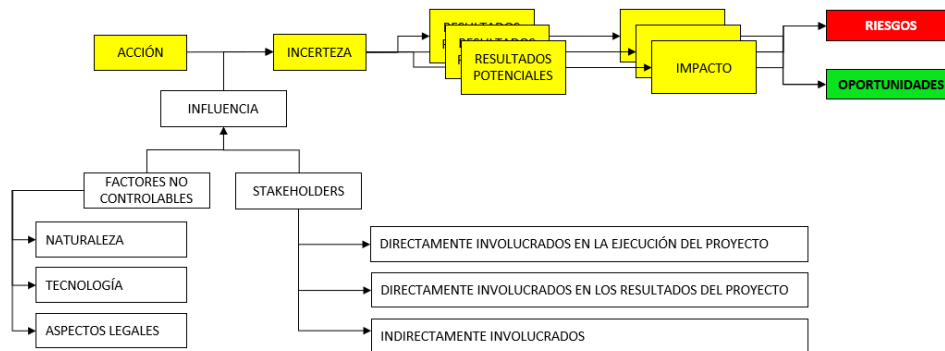
**Ilustración xv** Clasificación de riesgos, asociados a su incerteza (elaboración propia).

### 4.2.3. Implicancias de la existencia de incertezas en el proceso de toma de decisiones.

En la realización de proyectos de inversión existen riesgos que no pueden ser adecuadamente cuantificados en términos de su volatilidad y amenaza. Lo anterior puede ser asociado a diferentes razones como, por ejemplo:

- El defecto de los promedios, debido a que por definición los proyectos son procesos únicos e irrepetibles por lo cual, aunque existan proyectos similares entre sí, sus consideraciones y resultados esperados no pueden ser extrapolados para asegurar el éxito de proyectos futuros.
- La naturaleza de los riesgos es dinámica, por lo cual su impacto puede cambiar en términos de amenaza y volatilidad, a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.
- Existen riesgos que no se pueden proveer al inicio del proyecto, que pueden surgir durante su ciclo de vida, a través del tiempo.
- Existen riesgos cuya amenaza o vulnerabilidad solo pueden ser cuantificadas a través de juicio experto, lo cual introduce subjetividad e incertidumbre en su evaluación.

Rolstadås *et al.* [9] indica que los aspectos no controlables en un proyecto crean incertidumbre, lo cual se traduce en resultados potenciales que se convierten en riesgos y oportunidades, como se indica en la Ilustración xvi.



**Ilustración xvi** Incertezas, riesgos y oportunidades ([9], modificado).

### 4.2.4. Concepto de riesgo extendido en proyectos de inversión.

Según se indicó en la sección 3.1 los proyectos de inversión constituyen herramientas para mantener o aumentar la generación y captura de valor de las empresas, con el objetivo de asegurar su supervivencia. Debido a ello, se requiere una relación estrecha entre la dirección de negocios y la dirección de proyectos.

Para asegurar obtener los mejores resultados posibles en la realización de cada proyecto, es necesario que la dirección corporativa impulse el valor financiero y comercial del proyecto en el desarrollo de todas sus fases, a través de estrategias ofensivas o exploratorias, en las cuales los objetivos y límites de los proyectos sean continuamente desafiados. Esta práctica aumenta la existencia de incertidumbre y riesgos, lo cual requiere una gestión dinámica de ello. A medida que la dirección corporativa realice cambios para adaptarse al entorno de la empresa, será necesario revisar y ajustar la dirección de los proyectos en realización.

Rolstadås *et al.* [9] indica que el concepto de riesgo extendido corresponde a la totalidad de los riesgos detectables en la realización de un proyecto, asociados a la interrelación entre la dirección corporativa, la dirección de proyectos y el medio ambiente de la empresa, denominándose como riesgos operacionales, estratégicos y contextuales.

Los riesgos operacionales corresponden a amenazas de impacto potencial a los objetivos del proyecto, que resultan de acciones controladas por el líder o el equipo de proyecto. Se originan a partir de la incertidumbre en las estimaciones de costo, recursos y tiempo, asociados a la falta de información. Dentro de las principales fuentes de riesgos operacionales, se tienen:

- Disponibilidad de recursos: Riesgos asociados a la entrega de recursos por parte de la organización patrocinante, proveedores y contratistas. Los riesgos operacionales se extienden para incluir sus capacidades de terceros relacionados.
- Eficiencia: Riesgos asociados a los procedimientos de trabajo en actividades de apoyo, logística exterior y supervisión.
- Puntualidad: Riesgos referido a la entrega oportuna de recursos.
- Operabilidad: Riesgos referidos al correcto y adecuado funcionamiento “operativo” del proyecto. Esto no se puede verificar hasta la PEM.
- HSEC: Riesgos asociados a la fuerza de trabajo, las instalaciones y los entornos relevantes al proyecto.

Esta tipología de riesgos está asociada a la agresividad del proyecto. Los objetivos y estrategias de ejecución son concordados entre la dirección de la empresa y el director de proyectos (PEO, por sus siglas en inglés). En general, para poder mitigar la aparición de este tipo de riesgos es necesario “explorar los procesos de decisión”, revisando que los objetivos que orientan las decisiones se encuentren alineados con los objetivos del negocio y del proyecto, además de utilizar herramientas que permitan disminuir la incertidumbre, como lo son los estudios de “*due diligence*” y “bancabilidad”.

Los riesgos estratégicos corresponden a amenazas de impacto potencial en los objetivos del negocio del proyecto, resultantes de la toma de decisiones realizada por la dirección de la empresa. Las decisiones tomadas por las empresas patrocinantes, generalmente se encuentran relacionadas con:

- El ciclo de vida del proyecto: La tipología seleccionada, el número de fases secuenciales, los plazos y recursos son relevantes en la definición de la exposición al riesgo del proyecto. Es importante indicar que los denominados “*gatekeepers*” son representantes de la dirección de la empresa.
- La madurez del proyecto al momento de su sanción: Asociado con la previsibilidad de los resultados. Desde un punto de vista comercial, el tiempo que demore el proyecto para iniciar su producción es crítica, por lo cual los patrocinantes pueden sancionar su realización con una madurez significativamente menor a la recomendada, lo cual afecta negativamente a la previsibilidad de los resultados.
- La selección de la PES: La selección de PES más agresivas en términos de costo, plazo o alcance se pueden traducir en mayor riesgo para el proyecto.
- Cambio en los objetivos del proyecto: La administración de la empresa, por varias razones, se puede solicitar cambios de alcance a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Un volumen mayor de cambios, sin los recursos adecuados para su adopción, puede colocar en riesgo la



eficiencia de la ejecución, lo cual implica la existencia de problemas técnicos, demoras y sobrecostos.

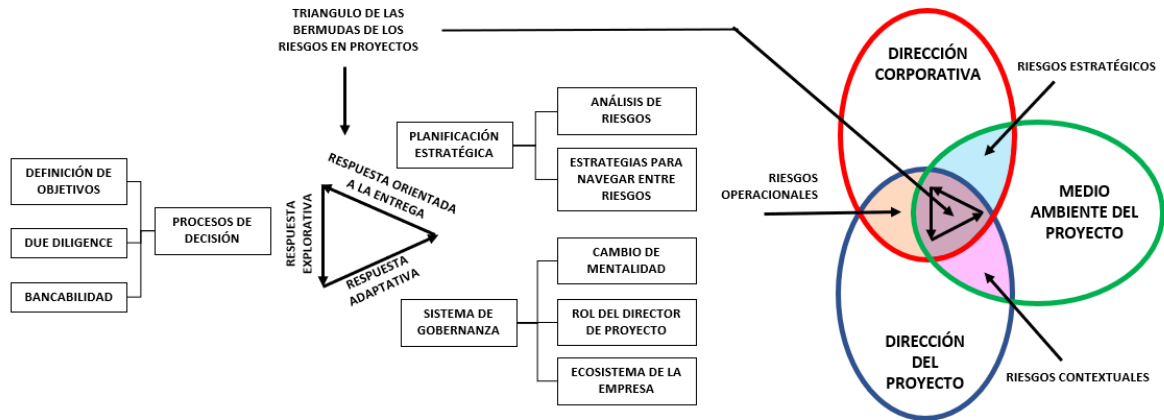
Respecto a esta tipología de riesgos es importante diferenciar entre el rol del director de proyecto y la administración de la empresa, en el cual el director de proyecto es el encargado de navegar entre los riesgos, incertidumbres y oportunidades, pero es la empresa la que toma los riesgos. En general, para poder mitigar este tipo de riesgos es necesario establecer “entregas de planificación estratégica”, las cuales deben estar soportadas en análisis de riesgos y estrategias de navegación de riesgos.

Los riesgos contextuales corresponden a amenazas de impacto potencial en los objetivos del negocio y del proyecto, impuestos por las circunstancias fuera del ámbito del proyecto y más allá de la gestión corporativa. Dichas amenazas pueden ser causadas por el hombre o la naturaleza y a menudo se originan a partir de:

- La localización del proyecto.
- Las prácticas del negocio.
- Factores del medio ambiente del mercado, asociado a la industria.
- La cultura.
- La geopolítica.
- Eventos naturaleza.
- EDC y problemas comunitarios.

Respecto a esta tipología, se debe indicar que el entorno en el cual se realiza el proyecto establece barreras y dificultades al momento que querer introducir cambios sobre prácticas comerciales preestablecidas, lo cual introduce nuevos riesgos. Adicionalmente, como en general los proyectos son raramente realizados con recursos “*in-house*”, el éxito de los proyectos queda condicionado a la disponibilidad, suficiencia y capacidad de los proveedores y consultores locales, transformando esto en un factor crítico para el éxito de los proyectos. En todas las regiones y países, los gobiernos e intereses locales establecerán requisitos y expectativas que deben ser atendidos por la dirección corporativa y del proyecto. El equipo directivo y de proyecto deben comprender que estos requisitos y expectativas pueden ser dinámicos a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. Al igual que en el caso de los riesgos estratégicos, se debe contemplar que el director del proyecto es el encargado de navegar en estos riesgos, pero que es la empresa quien toma los riesgos. En general, para poder mitigar este tipo de riesgos es necesario establecer “adaptabilidad en el sistema de gobernanza”, el cual debe incluir un cambio de mentalidad en el diseño y ejecución de proyectos, un rol activo, flexible y adaptativo por parte del director de proyecto, además de un estudio y seguimiento constante del comportamiento del ecosistema de la empresa.

El concepto de riesgo ampliado, en conjunto con sus componentes, se puede observar en la Ilustración xvii.



**Ilustración xvii** Modelo de riesgo extendido en proyectos y sus componentes ([9], modificado).

#### 4.2.5. Introducción del nuevo concepto de gestión de riesgo en la ejecución de proyectos de inversión.

Rolstadås *et al.* [9] indica que para aumentar las probabilidades de éxito en proyectos, es necesario centrarse en la gestión de los riesgos según su concepto extendido, para lo cual es importante relajar y restringir algunos de los aspectos de la dirección y ejecución de los proyectos. Lo anterior puede ser realizado considerando los siguientes conceptos como guía:

- En el ámbito de la dirección, administración y ejecución de proyectos, se ha impuesto una fuerte aversión a la existencia de incertidumbre y riesgos, obviando que en algunos casos no pueden ser prevenidos. Esto no se condice con la realidad de los proyectos, por lo cual es importante entender y aceptar que existe incertidumbre, riesgos y oportunidades las cuales no se pueden prever, por lo cual el diseño de la PES debe poseer las herramientas necesarias para poder navegar en ellos, con flexibilidad y agilidad.
- Los proyectos son dinámicos por naturaleza, por lo cual ningún proyecto es ejecutado exactamente como se dispuso de forma antelada. Esto indica que, si bien a nivel estratégico se puede generar un detalle de planificación a largo plazo, a nivel operativo y táctico este deberá ser resuelto en corto y mediano plazo, para poder considerar el contexto del momento en el cual se realizan las tareas.
- Aprender a navegar entre la incertidumbre, riesgos y oportunidades, puede generar recompensas asociadas a la captura de oportunidades no previstas (cisnes blancos).
- Mientras los riesgos operacionales en la ejecución de proyectos tienden a disminuir a medida que se avanza en el desarrollo, los riesgos contextuales y estratégicos pueden permanecer e incluso aumentar.
- En general, el mundo de los negocios está dispuesto a correr riesgos como: los riesgos financieros cuando se dispone de un análisis de la capacidad y resiliencia de la organización a su impacto, junto con balance favorable de la perspectiva exposición al riesgo v/s retorno. Es favorable presentar las incertidumbres, riesgos y oportunidades, de forma homologa a los riesgos del negocio, para facilitar su comprensión por parte de dirección corporativa.
- Las decisiones establecidas en la ejecución de los proyectos se deben relacionar con resguardar o aumentar el retorno, alineando los objetivos del proyecto con los objetivos del negocio.

- Una herramienta particularmente efectiva para poder navegar a través de los riesgos en proyectos es diseñarlos y ejecutarlos a través de un enfoque homólogo al método de opciones reales. Esto crea valor agregado en comparación a tomar decisiones de alto riesgo por adelantado. Dentro de las principales acciones disponibles, se poseen las siguientes:
  - Opciones reales: diferir, expandir, contraer, abandono, compuestas y secuenciales compuestas.
  - Opciones financieras: derecho de compra (“*call*”), derecho de venta (“*put*”).
  - Tiempos de ejecución de las opciones: europea (fecha predeterminedada), americana (hasta una fecha predeterminedada), bermudas (varias fechas predeterminedadas) y exóticas (variantes).
  - Valor de la opción: intrínseco (valor de ejercer la opción) y extrínseco (valor de esperar para ejercer la opción).

Lo anteriormente origina un cambio en la concepción que tradicionalmente se tiene sobre la gestión de los riesgos del proyecto, lo cual afecta directamente a la PES (véase Tabla II)

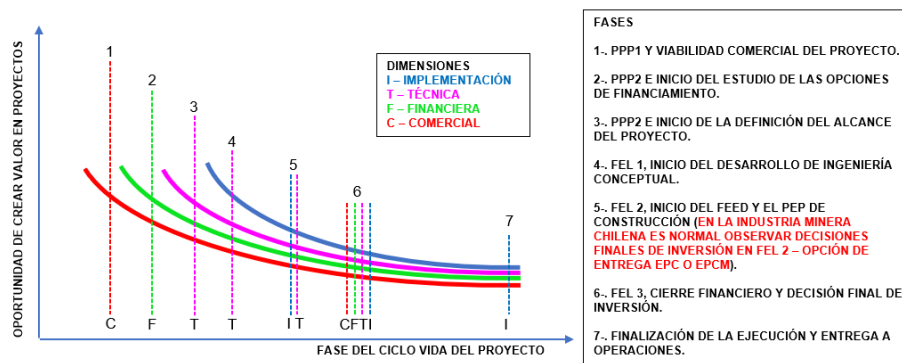
**Tabla II.** Comparación resumida, entre la concepción tradicional y la nueva concepción de gestión de riesgos en proyectos [9].

Concepto.	Concepción tradicional.	Nueva concepción.
Dinamismo del contexto de ejecución del proyecto.	Típicamente ignorado en su mayoría.	Se reconoce que su constante seguimiento constituye un elemento crítico en el éxito del proyecto.
Percepción del riesgo.	Considerado como perjudicial, por lo cual busca ser evitado o transferido, en la mayor forma posible.	Considerado como inevitable. Reconocido como una de las variables a administrar, debiendo ser esperado, entendido y manejado. Reconoce que el propietario del riesgo debe ser quien este mejor posicionado para manejarlo.
Responsabilidades de la administración para el éxito del proyecto.	La dirección de la empresa sostiene que el equipo de proyecto y sus contratistas son responsables por los entregables establecidos al momento de la "sanción" (aprobación) del proyecto.	La dirección de la empresa juega un rol activo en la gestión de riesgos contextuales y estratégicos, asegurando la efectividad organizacional, y la toma oportuna de decisiones bajo contextos de incertidumbre.
Disciplina y consistencia.	El concepto de fases de aprobación del FEL, debe ser aplicado con disciplina y consistencia a todos los proyectos independiente de la exposición a riesgos contextuales.	El concepto de fases de aprobación y programa de trabajo del FEL debe ser aplicado con flexibilidad, además de ser diseñado en concordancia con el contexto, considerando riesgos estratégicos y contextuales, además sistemas de opciones reales, entre otros. Se requiere revisar periódicamente los cambios en el contexto del proyecto, para priorizar actividades y compromisos.
Front End Loading.	Se debe completar el FEL asumiendo la predictibilidad dispuesta al momento de su sanción. Se debe ejecutar según lo preestablecido en el "plan", de forma estricta, sin establecer cambios mayores al respecto.	La flexibilidad debe ser preservada a lo largo del desarrollo del proyecto. Se debe poseer una aproximación proactiva a la dirección de riesgos contextuales y estratégicos, a través de la inclusión de puntos intermedios de decisión. Se reconoce que los proyectos poseen varios grados de madurez, pero que los riesgos contextuales y estratégicos no están correlacionados con el tiempo ni el progreso.
Mentalidad de la dirección de proyectos.	Se debe definir un plan, objetivos y alcances para los proyectos y apegarse a ellos.	Se debe poseer una mentalidad adaptable y dinámica, la cual debe reconocer que los riesgos estratégicos y contextuales, además de los objetivos de negocios, etc. pueden cambiar, lo cual requerirá adaptación. La consignación de objetivos de carácter difuso será lo apropiado en mucho de los casos.
Mentalidad de la planificación.	La planificación debe considerar todo el proyecto, incluyendo hitos y expectativas para su cumplimiento.	La perspectiva de la planificación debe ser estratégica, pero comprendiendo que será incierta. Se deberá realizar planificación detallada para alcanzar objetivos cercanos, basada en puntos de inflexión.
Cambios y variaciones.	Es el origen de la mayoría de los fracasos en proyectos.	Son oportunidades de mejora.

### 4.3. Plan de negocios integrado al desarrollo del Front End Loading.

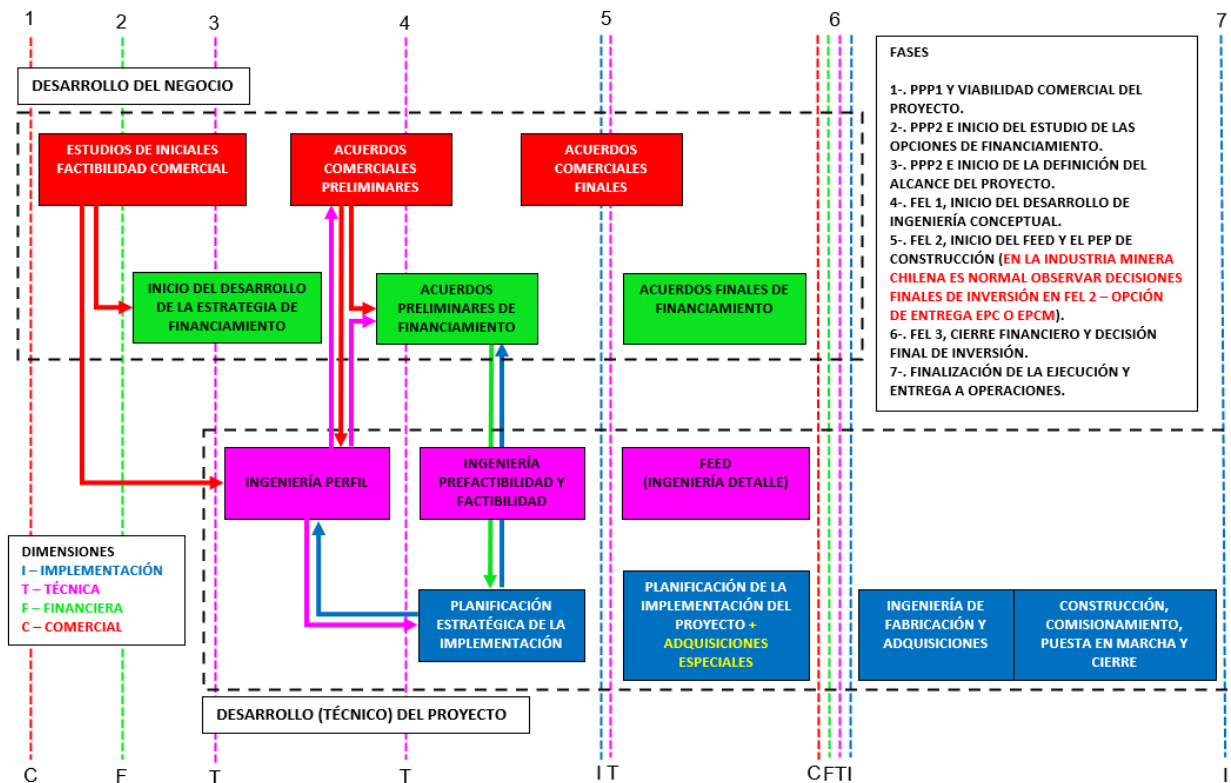
#### 4.3.1. Generalidades de la integración de los distintos procesos y etapas en el desarrollo del negocio y del proyecto, del ciclo de vida FEL.

El éxito de un proyecto se debe medir en torno a todas sus dimensiones, según lo indicado en la sección 1.2, para aumentar la probabilidad de obtener los resultados deseados. Para ello es importante establecer un enfoque más holístico que el tradicionalmente presentado en el FEL, el cual considere la evaluación, monitoreo y adaptabilidad hacia los riesgos en todas sus dimensiones. Considerando lo establecido en la sección 3.1, los proyectos están constituidos en cuatro dimensiones principales, dentro de las cuales la implementación y resolución técnica, están asociadas a desarrollo (técnico) del proyecto, mientras las dimensiones financieras y comerciales, están asociadas al desarrollo del negocio. Según lo indica Rolstadås *et al.* [9], las distintas dimensiones del proyecto poseen distintas ventanas de oportunidad para influir en el éxito de los proyectos, agregándose de forma diferenciada, pero aditiva. Lo anterior es mostrado en la Ilustración xviii.



**Ilustración xviii** Oportunidad de las dimensiones de un proyecto para crear valor ([9], modificado).

En general, el uso disciplinado del enfoque de fases del FEL es ampliamente aceptado para las dimensiones asociadas al desarrollo del proyecto, no así para las dimensiones asociadas al desarrollo del negocio. Esta disociación genera dificultades en la alineación, coordinación y comunicación entre los objetivos del negocio y los de implementación del proyecto. Como resultado de aquello, el equipo que trabaja en cada una de las áreas de desarrollo tiende a realizar suposiciones simplificadas sobre las estrategias, decisiones y riesgos detectados en las áreas de desarrollo en las cuales no trabajan. Es esta falta de alineamiento, la cual genera cambios importantes indeseados en la dirección del proyecto, las cuales se transforman en riesgos con impactos negativos en sus objetivos. Para poder evitar estos riesgos, es necesario considerar una relación estrecha entre las áreas de desarrollo de negocio y desarrollo (técnico) del proyecto. Lo anterior es especialmente relevante en el periodo preinversional, en el cual los distintos procesos se retroalimentan de forma constante, y donde cualquier cambio adoptado debe ser evaluado y valorizado de forma previa en torno a las cuatro dimensiones del proyecto. Lo anterior se muestra en la Ilustración xix.



**Ilustración xix** Ciclo integrado de las etapa de desarrollo del negocio y del proyecto, en el ciclo de vida del proyecto FEL ([9,14], modificado).

Debido a lo anterior, es relevante que las etapas de desarrollo trabajen de forma colaborativa y en paralelo, lo cual no solo ofrece la posibilidad de evitar los sesgos de información, sino que adicionalmente les permite mantener la alineación entre los objetivos de desarrollo del proyecto y del negocio. Adicionalmente esto permite la posibilidad de realizar procesos de toma de decisión de forma conjunta, lo cual permite reducir el riesgo inherente a ello.

#### 4.3.2. Relación entre el desarrollo de la estrategia de negocio, el desarrollo del proyecto y la planeación de la implementación.

La estrategia del proyecto consta de la interrelación entre la estrategia de desarrollo de: negocio, desarrollo (técnico) y planeación de la implementación de su implementación cuya finalidad es alcanzar los objetivos establecidos para el desarrollo del proyecto.

La planeación de la implementación, contempla la interrelación de los objetivos dispuestos para la implementación, generalmente en términos de: costo, cronograma y alcance, lo cual el PMI [5] define como la calidad del proyecto.

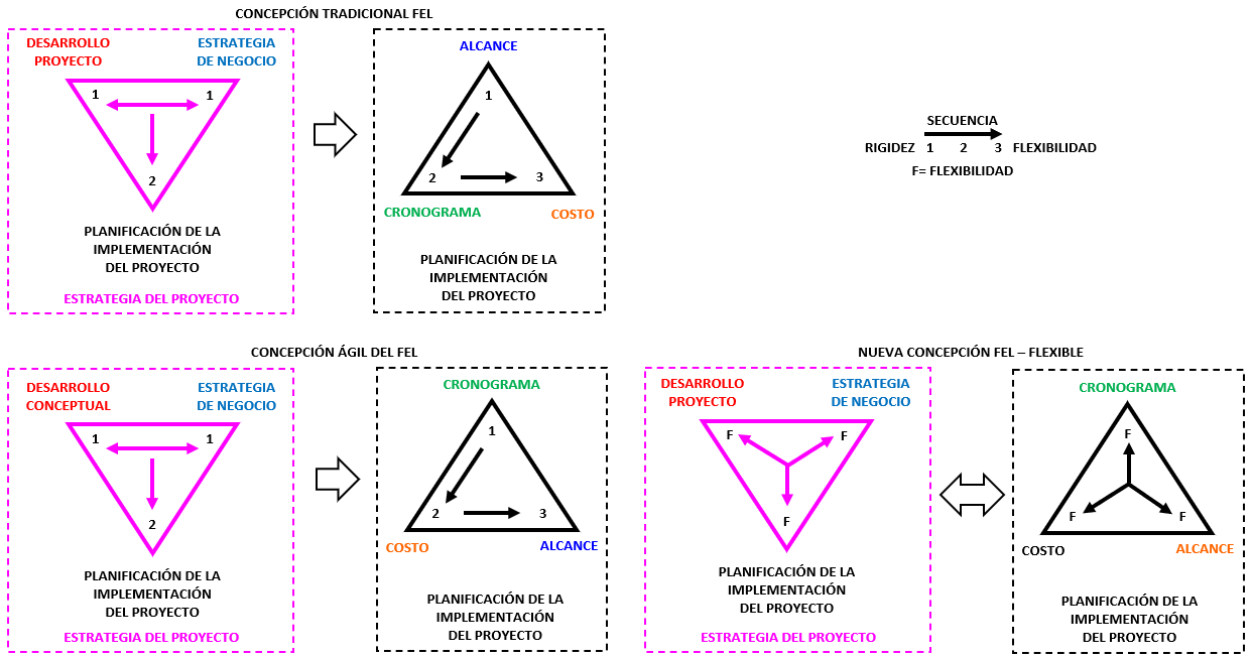
Respecto al diseño y desarrollo de la estrategia del proyecto y su relación con la estrategia de implementación, las empresas dueñas de proyectos han acumulado bastante conocimiento asociado a como debieran ser realizados para mejorar la probabilidad de éxito en proyectos de inversión. Dicho conocimiento ha sido utilizado para desarrollar modelos y estrategias para su desarrollo e implementación. El estado del arte de dichos modelos y estrategias cataloga a: la incertidumbre, los riesgos y a las oportunidades, como un aspecto no deseado en el desarrollo de proyecto, el cual afecta su previsibilidad, por lo cual deben ser erradicado por la gestión de riesgos. La utilización

de estos modelos y estrategias, bajo el paradigma de la búsqueda de la previsibilidad, ha mejorado los resultados de los proyectos de inversión, pero sin lograr satisfacer las expectativas. Esta deficiencia puede ser explicada, en parte, por la falta de interrelación entre el desarrollo del negocio y el desarrollo (técnico) del proyecto, según se indica en la subsección 4.3.1. además de los preceptos asociados a adopción antelada y progresiva e irrestricta de decisiones, los cuales dificultan navegar entre los riesgos del proyecto. La toma secuencial y progresiva de decisiones, indicadas en la sección 3.4 y subsección 3.5.1, generan resistencia a una adecuada navegación de los riesgos del proyecto. El fenómeno se expresa en la secuencialidad de desarrollo de los componentes de la estrategia de los proyectos y la priorización de los objetivos para la planificación de su implementación. En el caso de la estrategia del proyecto, bajo el ciclo de vida FEL, se tiene que la estrategia de desarrollo del negocio y del proyecto se desarrolla en forma conjunta y retroalimentada, relegando a una segunda etapa la planificación de la implementación, lo cual se traduce en importantes pérdidas de oportunidades asociados al cronograma, costo y alcance del proyecto. En el caso de la planificación de la implementación, la priorización de sus objetivos promueve la resolución de incertidumbre a través de la modificación de los objetivos menos relevantes, lo cual desprecia la oportunidad de generar soluciones integrales que globalmente sean más adecuadas para los objetivos del proyecto y del negocio.

Para generar flexibilidad ante la incertidumbre, riesgos y oportunidades, la concepción del FEL ha adoptado diversos enfoques para el desarrollo de la planificación de la implementación, dentro de los cuales se destaca la concepción tradicional y la de metodología ágil. Si bien existen diferencias de carácter táctico y/o operativo entre estas concepciones, su diferencia principal a nivel estratégico se traduce en el orden de priorización de sus objetivos. Dichos objetivos generalmente se traducen en: cronograma, alcance y costo del proyecto. Independiente a este esfuerzo de flexibilización, dichas concepciones no han sido capaces de otorgar una adecuada flexibilidad, debido a que mantienen el concepto de toma secuencial, progresiva e irrestricta de decisiones, no permitiendo reevaluar decisiones ya tomadas, ante cambios en el contexto del proyecto.

Para poder generar una mayor flexibilidad y capacidad adaptativa para navegar en los riesgos del proyecto, es necesario implementar una nueva concepción del desarrollo de la estrategia y de la planificación de la implementación. Dicha concepción debe ser de carácter dinámico, en la cual ambos componentes que se retroalimenten constantemente entre sí, de manera simultánea y alineada con los objetivos del negocio. El objetivo es generar la capacidad de evaluar y adoptar cambios de proyecto, de manera integral en todos sus componentes, en búsqueda de los mejores resultados que el contexto y herramientas del proyecto permitan. Para ello, se considera un proceso de trabajo el cual mantiene el enfoque de desarrollo de fase del FEL, aunque se le otorga la flexibilidad necesaria para influir en el desarrollo y la implementación de la estrategia del proyecto durante todo el ciclo de vida del proyecto. Los procedimientos de ejecución, tradicionalmente de carácter prescriptivos, deben ser reemplazados por pautas de ejecución, que otorguen cierta flexibilidad para que el equipo de ejecución pueda navegar de forma dinámica entre los riesgos. Lo anterior implica un cambio de enfoque desde un sistema cerrado a un sistema semiabierto.

La diferencia en la concepción del FEL, asociada a su ejecución tradicional, ágil y la nueva concepción para obtener mayor flexibilidad se muestra en la figura Ilustración xx.



**Ilustración xx** Relación entre la estrategia del proyecto y la planificación de la implementación, concepción tradicional, ágil y nueva proposición para el FEL ([5,9,24], modificado).

## **5. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS.**

El presente capítulo introduce al lector, de manera resumida, conceptos, herramientas y recomendaciones para el diseño de la estrategia de ejecución de proyectos, basada en los conceptos indicados en el capítulo anterior. Estas recomendaciones permitirán diseñar estrategias de ejecución de proyectos que se ajusten a la individualidad de cada proyecto, facilitando una gestión adecuada de la incertidumbre y sus riesgos. Su objetivo es establecer las bases para diseñar una adecuada ejecución del proyecto, aumentando las probabilidades de alcanzar sus objetivos de negocio y del proyecto. Estas recomendaciones establecerán las bases de la propuesta de “Modelo para la definición de la Estrategia de Ejecución de Proyectos de inversión (PES)”, en la industria minera, presentado en el capítulo 6.

El capítulo se desarrolla a través de las siguientes secciones:

- Recomendaciones para la incorporación de la incertidumbre.
- Recomendaciones para el sistema de gobernanza.
- Recomendaciones para la estrategia de adquisiciones.
- Recomendaciones para el proceso de toma de decisiones claves.
- Recomendaciones para la definición de una planificación y ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad.
- Recomendaciones para la asignación de la gestión de riesgos e intereses a nivel contractual.
- Recomendaciones para la efectividad del equipo del proyecto.
- Recomendaciones para el diseño estratégico del WBS.

### **5.1. Recomendaciones para la incorporación de la incertidumbre.**

Incorporar la incertidumbre al desarrollo de los procesos de toma de decisión, y consecuentemente al diseño de la PES, es una necesidad asociada a una nueva concepción en el diseño y ejecución de proyectos, la cual posee como objetivo impulsar el valor comercial en los proyectos y navegar de forma adecuada entre sus riesgos. Requiere un cambio radical, respecto a las prácticas enfocadas a entregar proyectos en términos de sus alcances, costos y plazos preestablecidos, hacia una práctica enfocada a aumentar la creación y captura de valor, a través de la alineación del valor comercial, con la gestión de riesgo, en conjunto con el uso de nuevos principios de liderazgo y la pasión por los valores corporativos.

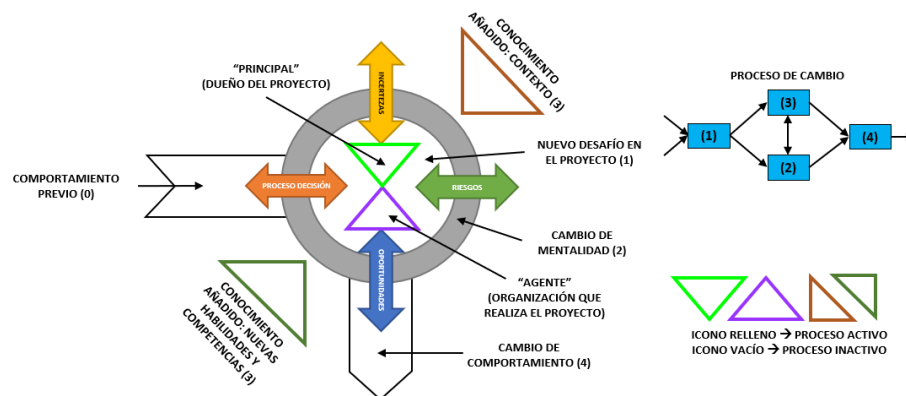
Para lograr lo anterior, es necesario generar y transformar a los directores de proyecto en líderes que impulsen y conduzcan el proceso de cambio organizacional necesario para alcanzar el cambio requerido. Para obtener la capacidad de impulsar dicho cambio, los directores de proyectos deben atravesar un proceso de transformación el cual les permita adquirir nuevos conocimientos y habilidades que le permitan: generar un cambio en la conducción de la toma de las decisiones y en la madurez de la empresa; junto con conducir y liderar al equipo de proyectos y al proyecto bajo esta nueva concepción.

Rolstadås *et al.* [9] representa dicho proceso de transformación, a través de un viaje que debe recorrer el director de proyecto y sus equipos, con el objetivo de adquirir la mentalidad, el conocimiento y las herramientas para poder implementar la nueva concepción. Dicho viaje de transformación se compone de un subproceso de cambio, el cual se repite en cuatro estaciones, asociadas a distintos objetivos, separadas por tres procesos transformacionales distintos.

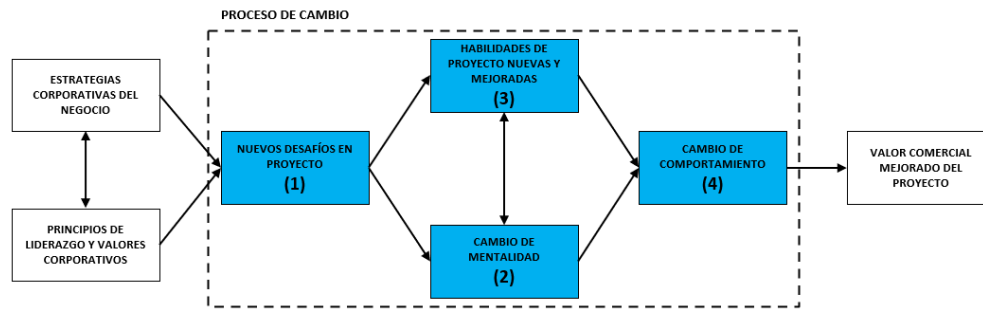


El proceso de cambio, que se repite en cada estación, se centra en el análisis y estudio de los procesos de toma de decisión, la existencia de incertezas, riesgos y oportunidades. Es representado a través de la disposición de diversos elementos, los cuales apuntan el centro de su composición, lo cual pretende representar el alineamiento al valor comercial y la gestión de riesgos. Sus elementos constituyentes, junto con sus elementos participantes, son los mostrados en la Ilustración xxi lo cual se indican a continuación:

- La necesidad de prepararse ante la aparición de nuevos desafíos en proyectos, y el cambio de mentalidad requerido para afrontarlos, es representado a través de dos círculos concéntricos al centro de la composición. El círculo interior representan la necesidad de prepararse para la aparición de nuevos desafíos, lo cual puede significar cambios radicales respecto a las conductas consideradas hasta el momento. El círculo exterior representa la necesidad de generar un cambio de mentalidad para adquirir nuevas competencias y conducir el cambio de comportamiento.
- La existencia de incertidumbre, riesgos y oportunidades, en conjunto con la necesidad de preocuparse de la calidad de los procesos de decisión, es representado a través de cuatro flechas doble sentido, dispuestas de forma concéntrica y radial a la composición.
- La participación de la estructura del: dueño o “principal” y la de la estructura temporal asociada a la ejecución del proyecto o “agente”, en cada proceso de cambio, es representada como la disposición de dos triángulos alineados verticalmente, en forma de reloj de arena, en el centro de la composición del proceso de cambio. El triángulo superior representa al “principal”, mientras el triángulo inferior representa al “agente”. Cada triángulo puede aparecer coloreado o vacío, lo cual indica si participa o no en el proceso de cambio asociado a cada estación.
- La participación de nuevos conocimientos es representada a través de dos triángulos dispuestos en la parte externa de la composición de círculos concéntricos, posicionados de forma contrapuesta y alineada al centro de la composición. Establece la necesidad de incorporar el conocimiento necesario, que posibilite el proceso de cambio en el “principal” y el “agente” en cada una de las cuatro estaciones del viaje. Dicho conocimiento está principalmente asociado a la incorporación del contexto del proyecto y de nuevas habilidades. Cada triángulo puede aparecer coloreado o vacío, lo cual indica su participación en el proceso de cambio.
- La relación entre los elementos del proceso de cambio es la mostrada en la Ilustración xxii. La participación del “principal”, “agente” y de nuevos conocimientos se encuentra mostrada a través del icono que los representa, el cual en el caso de no participar se encuentra “vacío” y en caso contrario se encuentra “relleno”.



**Ilustración xxi** Relación entre el proceso de cambio y la participación del “principal”, “agente” y nuevo conocimiento ([9], modificado).



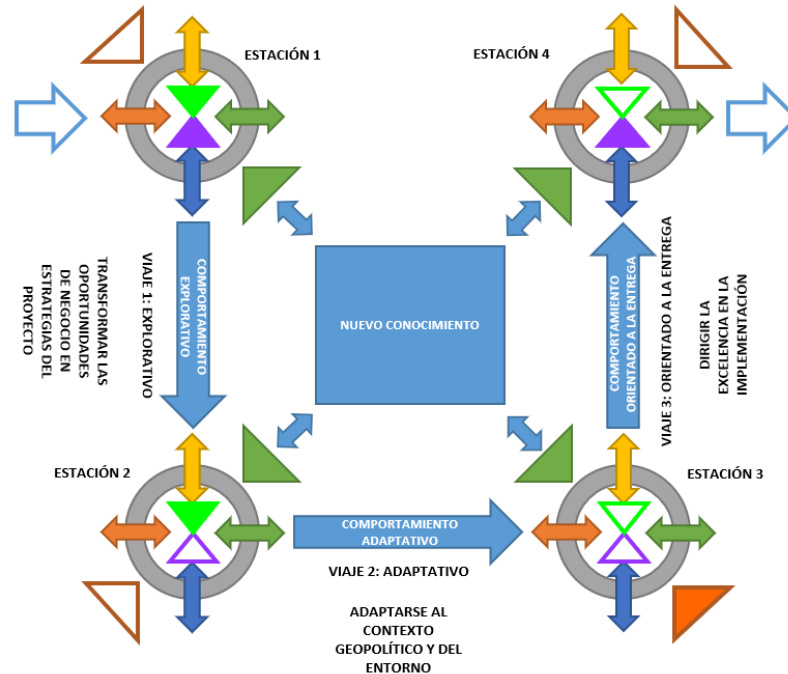
**Ilustración xxii** Proceso de cambio para la adopción de la nueva concepción en la dirección de proyectos [9].

El viaje de transformación es representado a través de cuatro estaciones, en cada una de las cuales se debe afrontar un proceso de cambio, junto a tres viajes asociados a la adopción de las estrategias de navegación de riesgos, indicadas en la subsección 4.2.4. La descripción de sus distintas etapas son las mostradas en la Ilustración xiii e indicada a continuación:

- La primera estación posee como objetivo que el “principal” y el “agente” puedan visualizar una perspectiva general de los desafíos que podrían surgir en el futuro previsible del proyecto, estableciendo la necesidad de desarrollar las habilidades adecuadas para manejar dichos desafíos, desde una perspectiva empresarial. El triángulo de adición de conocimiento asociados a nuevas habilidades se muestra activo, porque es parte fundamental del desarrollo de la estación. Finalizada esta estación, el director de proyecto emprenderá la primera parte del viaje, denominada como proceso exploratorio.
- El viaje exploratorio posee como objetivo traducir los objetivos comerciales y las estrategias corporativas en estrategias dinámicas de ejecución de proyectos, La atención se centra en impulsar el cambio, es decir, explorar el potencial de valor comercial del proyecto. La aplicación de habilidades ofensivas está en el centro de este viaje.
- La segunda estación posee como objetivo desarrollar un cambio en la perspectiva del “principal”, de exploratoria a adaptativa. El director del proyecto se expondrá desde ese momento, a nuevos desafíos que surgirán como respuesta a sus nuevas funciones, asociadas al establecer un proceso adaptativo. Los nuevos desafíos del director de proyectos se centrarán en impulsar el cambio hacia enfoque pasivo, asociado a la adaptación a los entornos cambiantes. El triángulo de adición de conocimiento asociados a nuevas habilidades se muestra activo, porque es parte fundamental del desarrollo de la estación. Finalizada esta estación, el director de proyecto emprenderá la segunda parte del viaje, denominada como proceso adaptativo.
- El viaje adaptativo posee como objetivo la búsqueda de las mejores maneras de navegar entre los riesgos, incertidumbres y oportunidades del proyecto. Se desea aprovechar las oportunidades inesperadas, mientras se evitan los obstáculos que impiden el avance del proyecto según lo planeado. El valor empresarial se crea mediante habilidades de adaptación que se benefician de maniobras ágiles en entornos de proyectos turbulentos.
- La tercera estación posee como objetivo explorar completamente los entornos relevantes del proyecto. En esta estación el director del proyecto debe identificar los posibles desafíos del proyecto, desde una variedad de contextos complementarios. La participación del “principal” y el “agente” es pasiva en el proceso, asociada al análisis el contexto, por lo cual los símbolos de reloj de arena aparecen vacíos, mientras el triángulo asociado al contexto aparece relleno. El triángulo de adición de conocimiento asociados a nuevas

habilidades se muestra activo, porque es parte fundamental del desarrollo de la estación. Esta etapa es la preparación al viaje orientado a la entrega de resultados.

- El viaje orientado a la entrega posee como objetivo cumplir según lo prometido, utilizando los nuevos principios de liderazgo de proyectos. El foco está en las habilidades defensivas (resiliencia y robustez) que permiten controlar las situaciones de alta incertidumbre y exposición a riesgos.
- La cuarta y última estación es la etapa de cumplimiento y entrega del proyecto a la entidad operativa, siendo la final del viaje de transformación del director, el “agente” y el “principal” en una estructura apropiada para ejecutar proyectos bajo la nueva concepción.



**Ilustración xxiii** Transformación del director de proyectos en un líder de proyectos [9].

El viaje de transformación es en realidad un proceso de cambio, el cual puede ser resumido en la siguiente manera:

- Transformar a los directores de proyectos en líderes de proyectos capaces de entregar resultados extraordinarios impulsados por nuevos principios de liderazgo.
- Cambiar el enfoque de ver proyectos como entregables definidos que se deben entregar, a un medio para mejorar el valor comercial.
- Incorporar las habilidades necesarias para dominar los desafíos presentes en proyectos, forma dinámica.
- Impulsar el cambio de mentalidad necesario para impulsar el cambio de comportamiento el cual permita adoptar la nueva concepción de proyectos.

Los valores corporativos y los enfoques de liderazgo deben encarnar el espíritu y la energía de las empresas propietarias. Sus códigos y procedimientos deben guiar a los líderes de proyectos, a través de los desafíos, con orientación hacia el cliente y el fortalecimiento de la posición comercial corporativa. Los valores corporativos se relación con que los lideres sean: imaginativos,

participativos, profesionales, confiables y cautelosos. Los principios de liderazgo se deben establecer como no negociables, basados en:

- Cualidades personales, como lo son: el compromiso, los valores, la integridad, el autoconocimiento y la humildad.
- Responsabilidades asociadas al liderazgo, como lo son: el compromiso a la entrega de resultados, el impulsar los cambios; desarrollar y dinamizar a las personas; y demostrar pasión por los valores corporativos.
- Impulsar el desarrollo del liderazgo en el equipo de proyectos a través de la promoción de: la responsabilidad del liderazgo, enseñar, escuchar, aprender, y promover el desarrollo desde las mismas filas.

Los valores corporativos y los nuevos principios de liderazgo representan un nuevo proyecto de desafíos. Estos desafíos requieren nuevas habilidades y un cambio de mentalidad.

Para dominar los desafíos presentes en proyectos, los gerentes de proyecto deberán ampliar sus competencias respecto a: el comportamiento del liderazgo, la generación del valor del negocio, la dinámica en proyectos, la gestión del contexto geopolítico, la cadena de valor del negocio y la gobernanza.

## **5.2. Recomendaciones para el sistema de gobernanza.**

Uno de los aspectos más relevantes para poder incorporar la nueva concepción de realización de proyectos, es establecer características de gobernanza que se faciliten la navegación de riesgos y la captura de valor comercial. Para ello, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Un cambio de mentalidad corporativa hacia la apertura al cambio.
- La incorporación de un PEO (“*Project Executive Officer*”), al cual se reporten todos los líderes de proyectos.
- Implementar ecosistemas apropiados para la realización de proyectos, a través de la incorporación de estructuras organizacionales temporales y formales (equipos de proyectos), para el desarrollo de proyectos.

### **5.2.1. Cambio en la mentalidad corporativa.**

Rolstadås *et al.* [9] establece que el cambio de mentalidad corporativa debe estar centrada en:

- Cambiar la concepción de la realización de proyectos como un conjunto de entregables que se debe concretar, hacia una concepción de creación y captura de valor.
- Cambiar la concepción que la incertidumbre es un aspecto que puede ser eliminado de la realización de proyectos, hacia aceptar el hecho que cada proyecto posee una naturaleza única e incertezas, las cuales no pueden ser eliminadas del todo.
- Cambiar la concepción de que las actividades pueden ser consideradas como conocidas y ejecutadas en ambientes conocidos, hacia aceptar el contexto de incertidumbre indeterminada.
- Cambiar la concepción que las desviaciones sufridas en proyectos son consecuencias de una planificación incompleta o inapropiada, hacia la aceptación que las desviaciones son propias de la naturaleza de los proyectos.

El cambio de mentalidad se puede lograr a través de:

- Impulsar la creencia que, para atravesar con éxito los desafíos estratégicos corporativos, es necesario establecer nuevas formas de pensar, lo que se puede obtener a través de la realización de un viaje exploratorio (véase sección 5.1).
- Proporcionar herramientas, marcos de trabajo y concepciones de desarrollo, que permitan a los participantes de los equipos de proyectos satisfacer las necesidades comerciales emergentes, junto con las aspiraciones de liderazgo más elevadas, lo cual se puede obtener a través de la realización de un viaje adaptativo (véase sección 5.1).
- Impulsar la creación de habilidades de autorreflexión, con el objetivo de crear conciencia en los participantes del proyecto sobre la relevancia de sus labores, transformando la necesidad de comportamientos de liderazgo y responsabilidad, en necesidad de generar cambios y consecuentemente crecimiento personal, lo cual se puede obtener a través de la realización de un viaje orientado a la entrega de resultados (véase sección 5.1).
- Fomentar la participación de los involucrados, con el objetivo de generar un comportamiento de acción integrada entre los participantes.

### **5.2.2. La incorporación del rol del Project Executive Officer.**

Los proyectos de inversión de capital mayor son realizados, en general, por organizaciones de carácter temporal, de creciente complejidad y tamaño en el tiempo, de exposición financiera similar a la operación corporativa. Debido a ello, es necesario incorporar la participación de director (general) de proyectos o “*Project Executive Officer*” (PEO), el cual posea un rol homólogo al del CEO de la empresa, pero de responsabilidad y dedicación exclusiva a la atención de la cartera de proyectos de la compañía. Su objetivo es poder establecer un control sobre los proyectos, programas y portafolios de la compañía, para asegurar su alineamiento con los objetivos de negocio, junto con aprobar e impulsar las acciones necesarias para la navegación de riesgos.

El PEO debe representar a la alta dirección en la ejecución de los proyectos, cuyo rol de liderazgo está asociado a crear ambientes en los cuales los líderes de proyectos y sus equipos de trabajo puedan alcanzar el éxito, además de representar al propietario en su desarrollo. Debe impulsar fanáticamente la necesidad de producir resultados integrales asociados a las dimensiones: comerciales, financieras, técnicas y de implementación en los proyectos (véase sección 3.1) y contagiar a los líderes de proyectos y a sus equipos con ello.

Según lo establece Rolstadås *et al.* [9], dentro de sus principales responsabilidades, deberá:

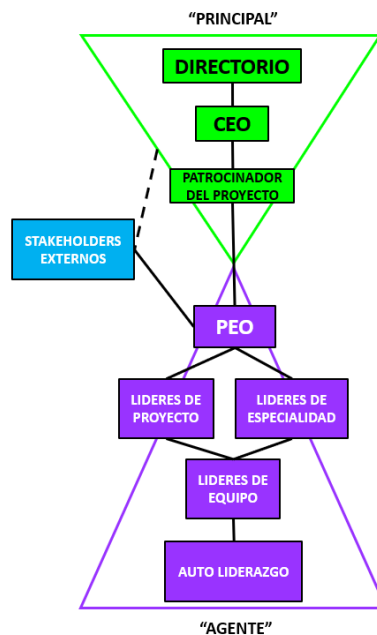
- Establecer los fundamentos para el liderazgo sobre los equipos de trabajo en proyectos:
  - Determinar cómo evaluar el comportamiento de las personas y como pueden ser influenciadas para generar compromiso hacia los resultados del proyecto, además de impulsar el auto liderazgo que permitan obtener los mejores resultados posibles.
- Dirigir y gestionar la composición y desarrollo de los equipos de trabajo:
  - Velar por la correcta selección e incorporación de profesionales, asegurando la idoneidad de su competencia y cantidad, el retiro de los profesionales no adecuados, la correcta selección de las estructuras organizacionales de los equipos ejecutivos y funcionales, junto con el desarrollo profesional de los miembros en el interior de los equipos.
- Establecer las directrices que deberán definir la visión y el seguimiento del éxito en proyectos:

- Identificar, monitorear y gestionar de manera continua, los riesgos: estratégicos, contextuales y operacionales (véase sección 3.2 y subsección 4.2.5) relevantes para el proyecto. Gestionar y direccionar las estrategias corporativas, principios de liderazgo, de ejecución, la definición de objetivos, métricas de evaluación y la planificación de escenarios hacia el éxito integral del proyecto.
- Impulsar y promover el compromiso corporativo hacia los proyectos.
  - Considerando que, en general, los proyectos son ejecutados bajo un contexto de alto grado de incertidumbre, el PEO deberá interactuar de forma recurrente con el equipo de gestión corporativa, en búsqueda de apoyo a la implementación de los cambios necesarios para su correcta navegación. Para ello el PEO deberá ser capaz de liderar sin autoridad, ejercer un liderazgo en las estructuras del “agente” y del “principal”, delegar autoridad y ejercer un estilo de gestión enfocada al cumplimiento de los compromisos.
- Gestionar e influenciar, de manera positiva, las relaciones con los “*stakeholders*” externos a los proyectos:
  - Gestionar y dirigir la relación dispuesta entre “agente” y el “principal” con: contratistas, proveedores, medios de prensa, autoridades, comunidades, sindicatos y grupos externos interesados. Es relevante indicar que una mala gestión puede colocar en riesgo la imagen de la compañía. El PEO debe ser capaz de manejar varias situaciones, reponerse de shocks mayores, demostrar resiliencia y templanza, controlar y mitigar los riesgos, además de capturar las oportunidades inesperadas en favor de aumentar el valor del negocio del proyecto. Respeto a ello, es importante mencionar que cada persona percibe los impactos y logros de los proyectos bajo los sesgos de su propia experiencia y mentalidad, por lo cual siempre existirán quienes los perciban negativamente, incluso bajo las mejores circunstancias, constituyendo una fuente de riesgos para su realización.
- Establecer los fundamentos para la navegación del liderazgo, respecto a los riesgos y la búsqueda del éxito integral de los resultados en proyectos:
  - El PEO es responsable de proporcionar una visión holística de la perspectiva financiera y comercial del proyecto, alineando todas las gestiones y procesos de decisión, a aumentar la generación y captura de valor del proyecto.

Adicionalmente será responsable de asegurar la existencia de un adecuado asesoramiento profesional, en la ejecución de proyectos, asociado a:

- El desarrollo de estrategias de diseño y construcción de proyectos.
- Búsqueda y monitoreo de riesgos.
- Estrategias de contratación.
- Aspectos legales, resolución de conflictos.
- Estrategias de trabajo en equipo.
- Evaluación de opciones, considerando costos, beneficios y riesgos.

La relación entre el PEO, el “principal”, el “agente”, “*stakeholders*” externos, y el autoliderazgo que se debe desarrollar en cada uno de los miembros de los equipos de proyecto, se muestra en la Ilustración xxiv.

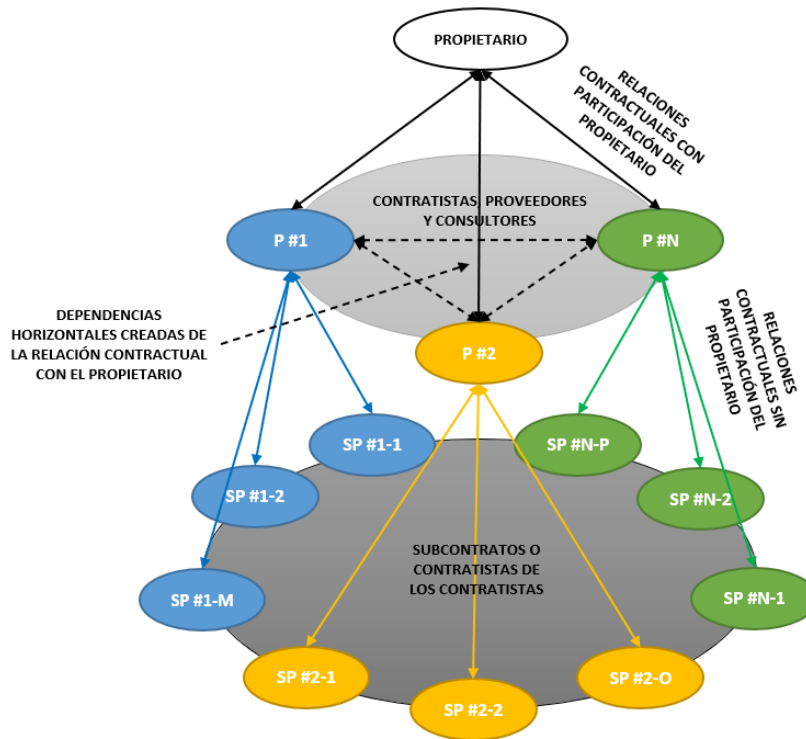


**Ilustración xxiv** Project Executive Officer en la estructura de gobernanza ([9], modificado).

### 5.2.3. Implementar ecosistemas de proveedores apropiados para el desarrollo de proyectos.

La ejecución de proyectos de inversión de capital mayor requiere la incorporación de una gran cantidad de participantes, particularmente en el periodo inversional (véase sección 3.4). La razón de aquello es que en general, las empresas productoras como lo son las pertenecientes a la industria minera, no poseen las competencias y/o suficiencia de recursos necesaria para implementar proyectos mayores de infraestructura a través de recursos “*in-house*”. Es por lo cual que, cuando los propietarios requieren implementar proyectos de infraestructura, deben realizarlo a través de proveedores especializados. Debido a ello, una de las principales responsabilidades de los propietarios, respecto al desarrollo y ejecución de un proyecto de inversión, es incorporar una adecuada estructura de fuentes externas de conocimiento, competencias y recursos, a través de proveedores, con la cual se pueda realizar los proyectos.

Es relevante mencionar que, en general, la definición de la estructura de contratos para la ejecución de un proyecto de inversión, es definida en gran parte por la selección del “método de entrega del proyecto”. Se denomina como “método de entrega de proyectos” al proceso comprensivo de asignación de responsabilidades y riesgos, asociados a las etapas de: suministro, diseño, construcción, puesta en marcha y operación de la fase de implementación de un proyecto de infraestructura. Su alcance y momento apropiado de asignación dependerá directamente de la tipología seleccionada, pudiendo ser asociadas al término de la etapa FEL2 o FEL3, según corresponda (véase sección 3.4). Existen definiciones estándar de varios “métodos de entrega de proyectos”, los cuales pueden ser adaptados a la particularidad de cada proyecto a realizar, pero que en general requieren la implementación de estructuras de contratación como la mostrada en la Ilustración xxv.



**Ilustración xxv** Estructura general de dependencia contractual en proyectos de inversión mayor ([9], modificado).

Es importante establecer que la selección del “método de entrega” posee una amplia repercusión aspectos relevantes del desarrollo del proyecto como, por ejemplo: su eficiencia en la decisión, su grado de cumplimiento de la planeación, la capacidad de navegar entre los riesgos y capturar oportunidades, la capacidad de gestionar el conocimiento e integrar las partes. Adicionalmente, cada método de entrega posee diferentes requerimientos para su correcta ejecución, los cuales están asociados a: la cantidad de recursos “*in-house*” por parte del propietario, el nivel desarrollo de ingeniería al momento de su sanción, los recursos financieros necesarios para su implementación, la asignación del control y/o supervisión del diseño, la correcta asignación de riesgos. Respecto a ello, Vio [25] destaca como elementos diferenciadores relevantes a los siguientes aspectos:

- Definición:
  - Extensión del plazo de ejecución.
  - Costo total del mandante.
  - Definición y control del alcance, asociado al requerimiento de adicionales.
- Cumplimiento:
  - Probabilidad de atrasos en la entrega del proyecto.
  - Probabilidad de poseer sobrecostos asociados a materiales de construcción.
- Navegación de riesgos y captura de oportunidades:
  - Capacidad del mandante de influir en el desarrollo de la fase inversional del proyecto.
  - Capacidad de realizar cambios al diseño en fase de construcción.
  - Tiempo requerido para la implementación de ordenes de cambio en etapas constructivas.
- Gestión del conocimiento e integración de las partes:



- Tiempo requerido para la recepción de información por parte de los contratistas.
- Capacidad de integrar a los distintos actores del desarrollo del proyecto.

Según lo indica PMI [26], la selección del método de entrega depende del entorno del proyecto y se debe realizar considerando sus características y complejidades de forma integral, incluyendo el análisis de: la tipología de la infraestructura a implementar, el tamaño, los aspectos legales, los aspectos financieros, sector industrial al cual pertenece el propietario, el nivel de conocimiento disponible al momento de la asignación, el tiempo de desarrollo, entre otros.

Según lo indican SME [10] y AusIMM [27], la industria minera a nivel mundial, presenta un fuerte sesgo de selección, asociado a la preferencia de las metodologías EPC (véase sección 11.10) y EPCM (véase sección 11.11), incluso antes del análisis de la particularidad de cada proyecto, lo cual es concordante a lo observado a la realidad nacional (véase sección 10.4). Este sesgo de selección es sustentado en la creencia que las empresas de la industria minera no poseen las competencias necesarias para ejercer un rol relevante en el desarrollo de sus proyectos de infraestructura. Además, existe la creencia que el uso de “métodos de entrega” que externalicen los riesgos mayoritariamente en los contratistas, posibilitan la entrega de mejores resultados. Lo anterior ha generado una rigidización en el desarrollo del ciclo de vida del proyecto, dificultando navegar entre los riesgos y capturar oportunidades. Además, la asignación desmesurada de los riesgos en los contratistas, sin un análisis previo de la idoneidad de la asignación de riesgos, ha repercutido en los plazos y costos de la realización de proyectos, de manera importante (véase sección 10.4). Por último, se ha podido registrar algunos casos en los cuales la insuficiencia de presencia del propietario en el desarrollo del proceso de diseño, junto con el no cumplimiento de los requerimientos para la correcta ejecución del “método de entrega” ha repercutido en la imposibilidad de alcanzar las metas comerciales y del negocio.

Un ejemplo de que la selección de un “método de entrega” EPC o EPCM no es suficiente para asegurar el éxito de un proyecto, es el proyecto Caserones [28–33], propiedad de la compañía minera SCM minera Lumina Copper Chile. Corresponde a un proyecto “*greenfield*”, del tipo rajo abierto, ubicado en la cordillera de los Andes, región de Atacama, coordenadas 28°10’ sur y 69°32’ oeste, desde los 3.900 a 4.600 msnm, 162 km al sureste de Copiapó y a 15 kilómetros al oeste de la frontera con Argentina, con reservas mineras de 1.085 Mt de mineral de sulfuros de cobre, con una ley promedio de 0,34%, 123 ppm de molibdeno y una proporción de lastre mineral de 0,53:1, además de 292 Mt de mineral de cobre lixiviable, con una ley promedio de 0,28% de cobre. Para su desarrollo se determinó la selección del método de entrega EPCM, junto con la asignación de un proveedor de ingeniería de detalles de clase mundial (Fluor), lo cual no impidió que el proyecto no pudiera alcanzar los objetivos de implementación del proyecto, junto con los del negocio. El incumplimiento de los objetivos se vio reflejado en el aumento inesperado del CAPEX, respecto al presupuestado en prefactibilidad, además de errores de diseño los cuales han impedido cumplir las metas comerciales preestablecidas, arrastrando un déficit de producción el cual perdura a la actualidad. El detalle se muestra en la Tabla III.

**Tabla III.** Resumen de la producción anual registrada v/s el plan comercial del proyecto, Caserones al 2019 ([28–33]).

	Método de entrega del proyecto		EPCM		Contratista EPCM		Fluor
	Registrado	Plan comercial	Registrado	Plan comercial	Registrado	Plan comercial	
	CAPEX prefactibilidad		\$1.700 MUSD		AACE clase 4 (-20% - +50%)		
	CAPEX registrado		\$4.200 MUSD		247% prefactibilidad		
	Concentrado de cobre [tCuf]		Cátodo de cobre LX-SX-EW [tCuf]		Concentrado molibdeno [tMof]		
	Registrado	Plan comercial	Registrado	Plan comercial	Registrado	Plan comercial	
2015	46.788	154.000	28.579	32.700	218	3.800	
2016	83.014	114.000	34.368	15.500	1.049	3.000	
2017	88.643	114.000	32.294	15.500	898	3.000	
2018	108.073	114.000	28.477	15.500	1.697	3.000	
2019	121.499	114.000	24.566	15.500	2.778	3.000	
Total	448.017	610.000	148.284	94.700	6.640	15.800	
Diferencia	-161.983		53.584		-9.160		
Diferencia Cu	-108.399						

Debido a lo anterior, una de las principales recomendaciones para mejorar la gobernanza, es generar un cambio de mentalidad el cual permita: eliminar el sesgo de selección hacia los métodos de entrega EPC y EPCM; cumplir los requisitos recomendados para la ejecución del método de entrega seleccionado; además de establecer un ecosistema de proveedores adecuado para la realización de cada proyecto, el cual contemple sus singularidades, el cual sea orientado a alcanzar los objetivos del negocio, en conjunto con respetar todos los requisitos para su adecuada ejecución.

Respecto a los “métodos de entrega de proyectos”, es importante mencionar que existe una amplia cantidad de metodologías reconocidas disponibles, con distintos grados de flexibilidad, requerimientos, asignación de responsabilidad, alcances y asignación de riesgos, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Métodos de entrega de proyectos:
  - Diseño, compras, construcción y operación, sin CAPEX para el propietario:
    - *Build Own & Operate* – BOO.
    - *Build, Own, Operate & Transfer* – BOOT.
    - *Build Transfer & Operate* – BTO.
  - Diseño, compras, construcción y operación, con CAPEX para el propietario:
    - *Design Build & Operate* – DBO.
  - Diseño, compras y construcción:
    - *Construction Manager & General Contractor* – CM/GC.
    - *Design, Bid & Build* – DBB.
    - *Design & Build* – DB.
      - *Design & Build / Best Value* – DB/BV.
      - *Design & Build / Low Bid* – DB/LB.
    - *Engineering, Procurement & Construction* – EPC.
    - *Engineering, Procurement & Construction Management* – EPCM.
- Métodos de integración avanzada de la información:
  - *Integrated Project Delivery* – IPD.
- Métodos de integración avanzada de la entrega:
  - *Lean Project Delivery System* – LPDS.

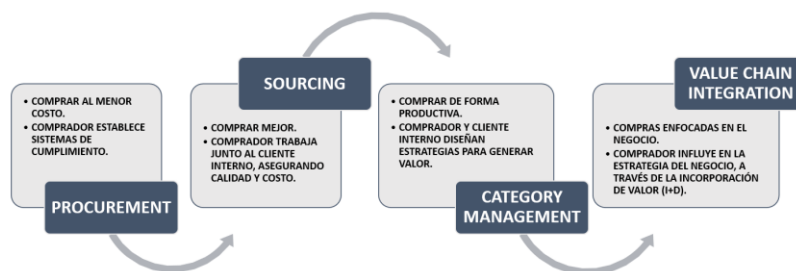
- Métodos de apoyo al staff del propietario:
  - *Construction Management as Agency* – CMA.

Respecto a los métodos de entrega presentados, el capítulo 11 (anexo), presenta una descripción detallada de cada uno de ellos.

### 5.3. Recomendaciones para la estrategia de adquisiciones.

La estrategia de adquisiciones de un proyecto, por parte del dueño, esta coligada con la selección del “método de entrega del proyecto”, el cual asigna responsabilidades y riesgos entre las partes. Un ejemplo de ello, son los “métodos de entrega” BOT, EPCM y EPC (véase capítulo 11), en los cuales el dueño solo es responsable por la adquisición de “adquisiciones especiales” (véase Ilustración v), realizadas en las fases previas a la implementación, mientras que en el caso del “método de entrega” DBB (véase capítulo 11), es el dueño el responsable de todos los procesos de adquisición de activos. Es importante destacar que la selección del “método de entrega” impacta directamente en la flexibilidad de la ejecución del proyecto, en el cronograma de implementación, en la necesidad de recursos propios del dueño y el CAPEX asociado a las adquisiciones, por lo cual debe ser cuidadosamente seleccionado, considerando un análisis de las particulares del proyecto, incluyendo lo relacionado con la estrategia de adquisiciones.

En proyectos del sector minero, la concepción estratégica de las adquisiciones comúnmente observada en proyectos de inversión es la denominada “*procurement*”, en la cual el comprador estandariza los requisitos solicitados a los proveedores, junto con los procesos de adquisición, buscando homologar las ofertas, para posteriormente asignar a la de menor costo. Su uso adolece de no permitir el estudio y categorización de las compras, el cual pueda determinar cuáles son los mecanismos más apropiados para cada tipo de adquisición, en conjunto con los criterios con los cuales debieran ser asignados. Respecto a ello, Braga [34] y Mella [35], recomiendan la implementación de una concepción estratégica de las adquisiciones, de nivel superior, la cual permita realizar un adecuado proceso de adquisición basado en la categorización de las compras. Respecto a ello, lo recomendado es establecer una concepción estrategia de las adquisiciones, del tipo “*category management*” o “*value chain integration*”, según lo muestra la Ilustración xxvi.



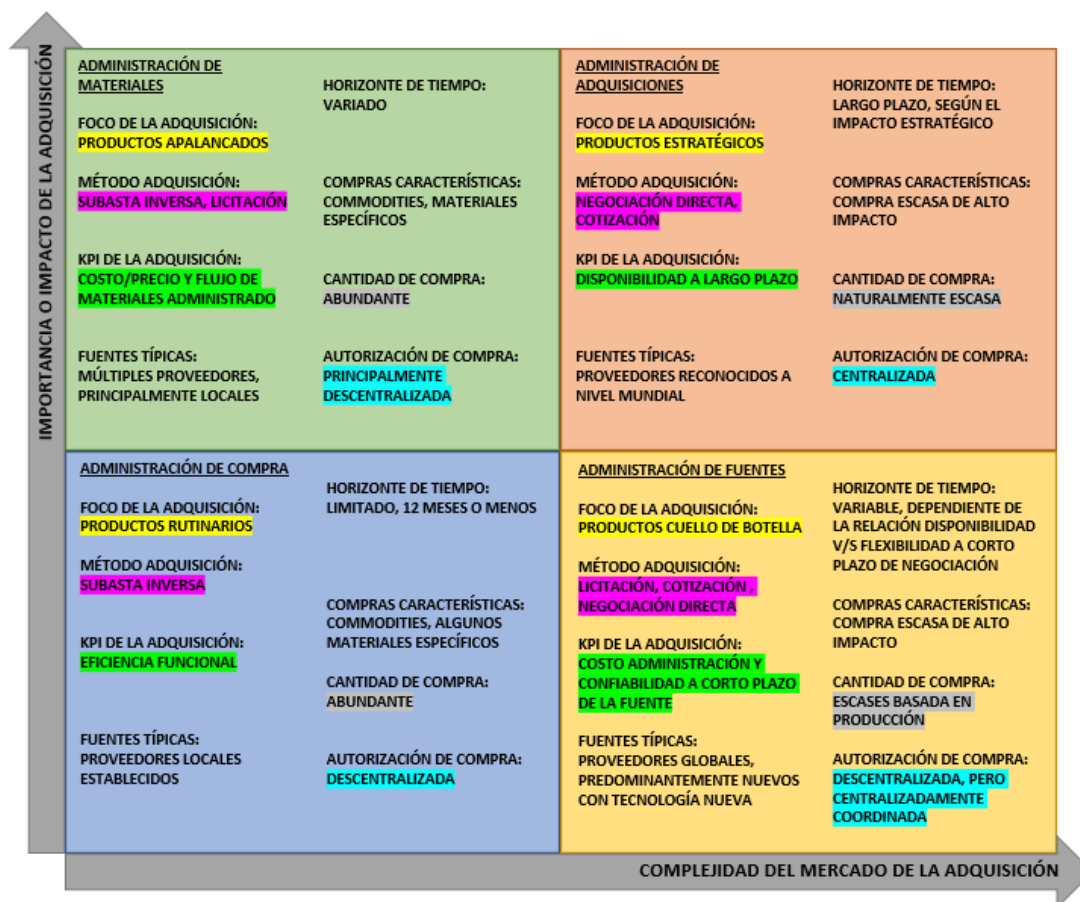
**Ilustración xxvi** Concepción estratégica de las adquisiciones ([35], modificado).

Braga [34] recomienda que una vez seleccionada la concepción estratégica de las adquisiciones, se implemente una metodología de abastecimiento estratégico, considerando los siguientes aspectos:

- Una segmentación de categorías: Asociada a la definición de una segmentación clara y lógica de los activos, servicios e insumos a adquirir para el proyecto, la cual se encuentre alineada con las características del mercado de suministros y su impacto en el proyecto.

- La utilización de estrategia de categorías: Establecer objetivos, metodologías y procedimientos diferenciados, para las adquisiciones de cada una de las categorías, de forma alineada con los objetivos de implementación proyecto y del negocio.
- La utilización de un enfoque TCO: Asociada a generar la evaluación de las compras, a través de un enfoque de TCO (“*total cost of ownership*”).
- Desarrollo e implementación de capacidades transversales por parte del equipo de compras: Asociado a incorporar y utilizar capacidades comerciales, de análisis, comunicación efectiva, relacionamiento, gestión de proveedores y habilidades estratégicas, las cuales permitan ejercer la labor de adquisiciones de forma las eficiente y eficaz.
- La utilización de estrategias de abordaje: Definición de los horizontes de tiempo, requerimientos, alcances y escalas, requeridos en el proceso de adquisiciones de cada una de las categorías, dispuestos en el tiempo de forma alineada con los requerimientos del proyecto. Comunicación continua y dialogo entre las partes interesadas
- Gobernanza adaptada a la metodología de abastecimiento estratégico: Definición adecuada y específica para cada categoría de la gobernanza de adquisiciones, junto con libertad de acceso a la información del proceso de abastecimiento, por parte de los principales involucrados.

Respecto a la segmentación de categorías, y su estrategia de adquisición, Braga [34] y Rolstadås *et al.* [9] recomiendan el uso de la matriz de Krajlic [36], según lo mostrado en la Ilustración xxvii.



**Ilustración xxvii** Matriz de categorización de adquisiciones, según Krajlic ([36], modificado).

#### **5.4. Recomendaciones para el proceso de toma de decisiones claves.**

La búsqueda de la previsibilidad, en los principales resultados obtenidos en proyectos de inversión, ha involucrado niveles de esfuerzos significativos por parte de los propietarios. Es esta idea la cual impulsa la utilización del ciclo de vida FEL (véase sección 3.4), el cual posee como objetivo mejorar la previsibilidad de los resultados, a medida que se traspasan las puertas de decisión. La utilización del FEL, ha implicado en una mejora de manera importante la previsibilidad de los resultados en proyectos, pero no ha sido suficiente para satisfacer las expectativas. Debido a ello existe el desafío de determinar cómo se podría mejorar aún más la previsibilidad de los resultados.

Según lo indica Rolstadås *et al.* [9], las empresas propietarias, líderes en el desarrollo de proyectos de inversión, han descubierto que aplicar de un enfoque más holístico, el cual integre las cuatro dimensiones en proyectos: comercial, financiero, técnico e implementación (véase sección 3.1), proporciona una mejora considerable en su capacidad de reconocer la exposición agregadas a riesgos. La búsqueda de hechos, juicios y perspectivas imparciales, asociadas a la revisión del trabajo realizado antes de su implementación, es un aspecto relevante en el desarrollo de proyectos de inversión. Respecto a ello existen dos herramientas, ampliamente utilizadas en procesos de M&A, las cuales pueden ayudar a mejorar la previsibilidad de resultados: los procesos de “*due diligence*” y los estudios de “bancabilidad”.

##### **5.4.1. Due diligence en proyectos de inversión.**

Según lo indica Rolstadås *et al.* [9], existen barreras importantes para la comunicación total e imparcial de los riesgos existentes en el desarrollo de proyectos, principalmente hacia los propietarios, dentro de las cuales se destaca:

- El comportamiento económico racional, el cual inhibe la divulgación y comunicación total de los riesgos en proyectos.
- El hecho que diferentes perspectivas de riesgo nunca se conciliarán.

El comportamiento económico racional, de todos los participantes del proyecto, impulsa la subestimación de: el alcance, la dificultad, el costo, el tiempo y el riesgo, junto con la sobre estimación de los beneficios proyectados. Este “sesgo de optimismo” hace que se ignoren riesgos importantes y se subestimen riesgos conocidos. Cuando los costos reales del proyecto se vuelven aparentes, en la mayoría de los casos, no corresponden a una sobre carga en los costos, sino más bien es un reflejo de los costos reales.

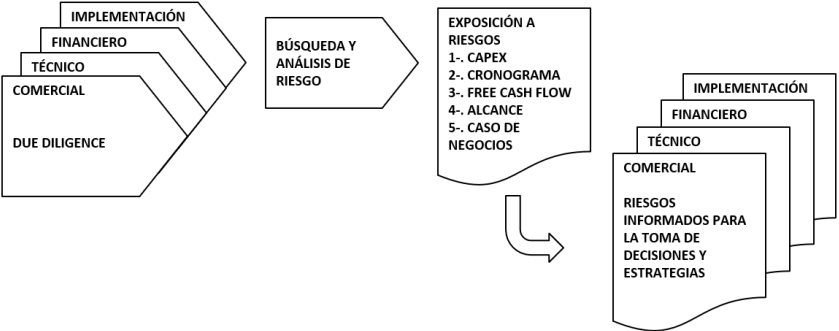
La falta de conciliación de las perspectivas de riesgos está asociada a la falta de comunicación entre las distintas unidades de las empresas propietarias, lo cual repercute en la dificultad de que la alta dirección, tome decisiones bajo una perspectiva de riesgo integrado.

Considerando las barreras estructurales antes mencionadas, es claro garantizar de manera oportuna la toma de decisiones estratégicas, a través de la realización de procesos de “*due diligence*”.

Cuando se trata del desarrollo de proyectos de inversión, la mayoría de las empresas confían principalmente en sus procesos internos para conducir decisiones claves. Estos procesos generalmente adoptan su forma de la decisión del ciclo de vida del proyecto FEL.

Generar procesos de “*due diligence*”, a través de actores no involucrados en el proyecto, pertenecientes a la empresa o externos a ella, los cuales incluyan la revisión de las cuatro

dimensiones del proyecto y su integración, puede otorgar una perspectiva imparcial sobre el trabajo desarrollado. Establecer procesos de evaluación de las decisiones de potencial inversión, a través de investigación financiera, legal y otros materiales, que puedan afectar en materias de oportunidades para el propietario. Adicionalmente establece un contrapeso a la emoción que se acumula, cuando se persigue un objetivo. La concepción de procesos de “*due diligence*” en proyectos de inversión, se muestra en la Ilustración xxiii.



**Ilustración xxviii** Proceso de due diligence en proyectos de inversión ([9], modificado).

**5.4.2. Estudios de bancabilidad en proyectos de inversión.**

Se define como bancabilidad a la capacidad de un proyecto de ser financiado. El proceso de estudio de la bancabilidad está asociado a demostrar la previsibilidad de éxito del proyecto, al grado en el cual un financista, o un inversor pasivo (no controlador), este dispuesto a financiarlo. Su foco está centrado en torno a las transacciones comerciales y financieras, junto con los riesgos y la predictibilidad del CAPEX, cronograma, tiempo de inicio de la producción y la estimación del cash-flow de la operación. El estudio de bancabilidad considera una evaluación conjunta de los procesos de “*due diligence*” en las cuatro dimensiones integrantes de un proyecto, para estimar la exposición y probabilidades de éxito del proyecto y su consecuente impacto comercial y financiero.

Antes de iniciar la etapa inversional de un proyecto, Rolstadås *et al.* [9] recomienda la realización de un estudio de bancabilidad el cual demuestre un grado razonable de predictibilidad y éxito del proyecto. Realizar estudios de bancabilidad permite alinear: al propietario, el operador, los inversores, los financistas y los “*stakeholders*”, sobre una visión compartida de los riesgos y las estrategias de ejecución adecuadas para gestionar dichos riesgos. La concepción de procesos de estudios de bancabilidad, en proyectos de inversión, se muestra en la Ilustración xxix.



**Ilustración xxix** Proceso de estudios de bancabilidad en proyectos de inversión [9].

En general, los estudios de bancabilidad asociados a proyectos de la industria minera, evalúan en al menos los siguientes criterios:

- “*Low Cost Cycle*” (LCC) o ciclo de costo bajo, el cual estudia la competitividad de la operación del proyecto en el largo plazo, en términos de su “*cash cost*” o costos directos de producción. Entre el posicionamiento del proyecto en términos de los cuartiles de competitividad de costos, estableciendo su competitividad y resiliencia de operación en el mercado. En general, se espera que la implementación de un proyecto posea una operación se encuentre a lo menos, en el segundo cuartil superior de competitividad de costos.
- “*Debt Service Coverage Ratio*” (DSCR) o índice de cobertura del servicio de la deuda, es un indicador que muestra cuantas veces el flujo de caja de un proyecto, es capaz de pagar su deuda financiera. En general, se espera la implementación de un proyecto posea un DSCR igual o superior a 1,50.
- “*Loan Life Coverage Ratio*” (LLCR) o coeficiente de cobertura de vida del préstamo, es un indicador el cual compara el NPV del proyecto, obtenido a lo largo del LOM, con la deuda remanente de su implementación. En general, se espera que un proyecto posea un LLCR igual o superior a 2,00.

#### **5.5. Recomendaciones para la definición de una planificación y ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad.**

Como se ha indicado en capítulos anteriores, por definición los proyectos son procesos finitos, únicos e irrepetibles, los cuales pueden poseer similitudes entre sí, pero jamás ser idénticos. Es debido a ello, por lo cual no es posible estandarizar la forma en la cual se planifican y se ejecutan, ya que para alcanzar su objetivo es necesario considerar su individualidad en su desarrollo. Este capítulo presenta recomendaciones para la definición de una planificación y ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad, a través del diseño de:

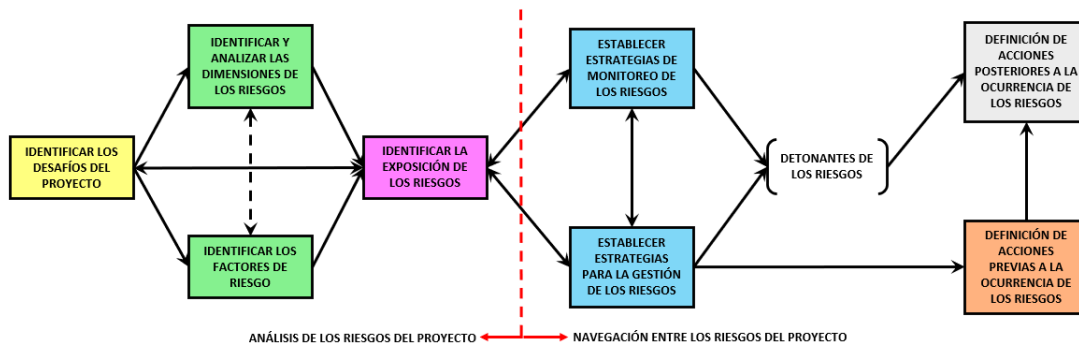
- Planificación estratégica de proyectos, según riesgos e incertidumbres.
- Ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad.

##### **5.5.1. Planificación estratégica de proyectos, según riesgos e incertidumbres.**

Según lo indica Rolstadås *et al.* [9], una buena forma de abordar la gestión estratégica de los desafíos del proyecto, es a través de una dinámica de dos procesos iterativos:

- Análisis de los riesgos del proyecto.
- Navegación entre los riesgos del proyecto.

El proceso involucrado es el mostrado en la Ilustración xxx.



**Ilustración xxx** Gestión estratégica de los desafíos del proyecto ([9], modificado).

El análisis de los riesgos del proyecto es un proceso iterativo, el cual considera cuatro etapas de desarrollo, las cuales se indican a continuación:

- Identificar los desafíos del proyecto: Este proceso considera un análisis de las principales características del proyecto, consideradas como influyentes en la generación de desafíos para su realización. Dentro de las principales características, se pueden destacar: el tamaño del proyecto, la complejidad, el uso de nuevas tecnologías, la incorporación de nuevas prácticas de negocio, la utilización de métodos de construcción no conocidos, la lejanía de la ubicación del proyecto, el contexto geopolítico presente durante su desarrollo, el grado de ambición de los objetivos comerciales y exposición de reputación o imagen empresarial, ante el desarrollo del proyecto.
- Identificar y analizar las dimensiones de los riesgos: Este proceso considera el estudio y determinación de las distintas dimensiones de los riesgos identificados para el proyecto. Las dimensiones consideradas para su clasificación, según su naturaleza, son las establecidas en la sección 3.2, denominadas como riesgos: operacionales, contextuales y estratégicos.
- Identificar los factores de riesgo: Este proceso considera la identificación del tipo de variables a las cuales está asociada cada riesgo, en conjunto con el análisis de las fuentes de riesgo. Respecto a lo anterior, los riesgos pueden estar asociados a variables de estado o variables de decisión.
  - Se define como variables de estado, las cuales son propias de la naturaleza del proyecto, dentro de las cuales se encuentran: la volatilidad de las proyecciones de precios y productividad; factores de climas extremos, como: terremotos, sequías, inundaciones, etc.; accidentes; problemas laborales; bancarrotas de contratistas y proveedores; etc.
  - Se define como variables de decisión, las cuales son propias de las decisiones adoptadas por el equipo del proyecto o la compañía propietaria, dentro de las cuales se encuentran las asociadas a decisiones tomadas por: la dirección del proyecto; la gerencia corporativa; “*stakeholders*” externos; además de deficiencias: de las estructuras y proceso de comunicación; del grado de comprensión de la información por parte de los “*stakeholders*”; etc. Respecto a las variables de decisión, estas pueden ser clasificadas, según la naturaleza de la decisión adoptada, bajo una de las siguientes tres categorías:
    - Relacionadas con la conformidad: Referidas a las decisiones de naturaleza técnica, como es el caso de la ingeniería, construcción y puesta en marcha.



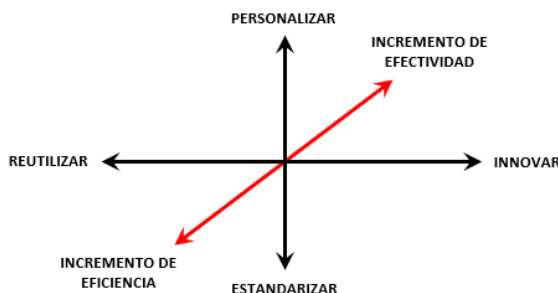
- Generalmente estas decisiones son del tipo gradual, secuencial, lo cual cierra gradualmente el espacio de decisión.
- Relacionadas con el desempeño: Referidas a las decisiones del tipo gerencial, como la planificación y el control del alcance de los trabajos, procesos de ejecución, tiempo, recursos humanos y costos. Generalmente estas decisiones son de naturaleza altamente dinámica.
  - Relacionadas con el cumplimiento: Referidas a las decisiones administrativas, generalmente binarias, relacionadas con el monitoreo continuo de decisiones previas, y su cumplimiento con la gobernanza.
  - Identificar la exposición a los riesgos: Este proceso considera la identificación y estudio de los posibles riesgos, estableciendo su impacto probable (amenaza) y su probabilidad de ocurrencia (vulnerabilidad), con el objetivo de poder evaluar todos los riesgos en forma conjunta (véase subsección 4.2.2).

La navegación entre los riesgos del proyecto es un proceso iterativo, el cual considera cuatro etapas de desarrollo, las cuales se indican a continuación:

- Establecer estrategias para la gestión de los riesgos: Este proceso considera la definición de las estrategias con las cuales se gestionará la no ocurrencia de los riesgos o su mitigación. Su propósito es preparar estrategias de ejecución de proyectos que consideren una adecuada gestión de los riesgos previstos. La concepción tradicional de la gestión de riesgos está asociada al incremento de la eficiencia de las actividades, mientras que la nueva concepción considera un espectro más amplio, la cual incluye el incremento de la efectividad de las actividades, según lo muestra la Ilustración xxxi. Para ello se han desarrollado conceptos de abordaje, denominados como definitorios o dinámicos, con los cuales se puede definir el grado de libertad con el cual se debe desarrollar cada actividad, con el objetivo de poseer la flexibilidad necesaria para navegar entre la incertidumbre, los riesgos y capturar las oportunidades inesperadas. Su definición es la indicada a continuación.
  - Conceptos definitorios: Asumen que las incertezas pueden ser eliminadas, o al menos reducidas significativamente, a través de definiciones o procedimientos con alto grado de detalle.
  - Conceptos dinámicos: Asumen que las incertezas no pueden ser eliminadas, por lo que es necesario otorgar un alto grado de flexibilidad, a las definiciones o procedimientos, con el objetivo de mantener la planificación del proyecto. Establecen especificaciones y metodologías funcionales, además de objetivos no completamente definidos. Para lo ello, se definen tres tipos de estrategias dinámicas, según lo requiera el proyecto.
    - Conceptos (dinámicos) defensivos: Consideran a las incertidumbres como perjudicial, por lo cual su objetivo es proteger al proyecto de ellas. Para ello establecen amortiguadores o primas de riesgo, además de recursos de contingencia, los cuales facilitan la recuperación del proyecto.
    - Conceptos (dinámicos) adaptativos: Considera una gestión y dirección ágil del proyecto, preparada para actuar con rapidez ante la ocurrencia de amenazas. Para ello se establecen planificaciones flexibles, en conjunto con una delegación sustancial de la autoridad del proyecto, lo cual permite implementar cambios con mayor rapidez.
    - Conceptos (dinámicos) ofensivos: Considera impulsar el cambio a través de la definición agresiva de trabajos y objetivos, adoptando las incertidumbres como oportunidades para mejorar continuamente el valor financiero y

comercial del proyecto. Para ello se establecen dos tipos de conceptos ofensivos: la versatilidad y la maleabilidad. La versatilidad impulsa el desarrollo de los cambios dentro de los límites del proyecto y de responsabilidad de cada persona, mientras que la maleabilidad empuja y desafía los límites de la autoridad.

- Opciones de valor: Estrategia homologa al concepto de opciones reales (véase subsección 4.2.5), la cual está diseñada para lidiar con objetivos móviles y salvaguardar el diseño y construcción de las instalaciones, para que se encuentren preparadas para posibles modificaciones y extensiones futuras. Adicionalmente, su utilización genera valor comercial.
- Establecer estrategias de monitoreo de los riesgos: Este proceso considera la definición de las estrategias de monitoreo de los riesgos detectados.
- Definición de acciones previas a la ocurrencia de los riesgos: Este proceso considera la definición y ejecución de las acciones asociadas a la prevención de los riesgos, las cuales son generalmente asociadas a acciones de carácter protector, preventivo, al desarrollo de la planificación de contingencias y a la mejora de la flexibilidad de gestión y dirección.
- Definición de acciones posteriores a la ocurrencia de los riesgos: Este proceso considera la implementación de la planificación de contingencias, además de las acciones necesarias para otorgar una mayor flexibilidad a la gestión de los riesgos. Generalmente esta etapa incluye el accionamiento de acciones de disipación de las consecuencias.



**Ilustración xxxi** Nueva concepción de la gestión de riesgos, asociada a incrementos de efectividad y eficiencia [9].

### 5.5.2. Ejecución estratégica de proyectos, según su individualidad.

Para poder implementar una gestión estratégica para la ejecución de proyectos, se recomienda focalizar su diseño en dos aspectos relevantes:

- Comprender la individualidad de cada proyecto.
- Identificar y definir con claridad el valor del proyecto.

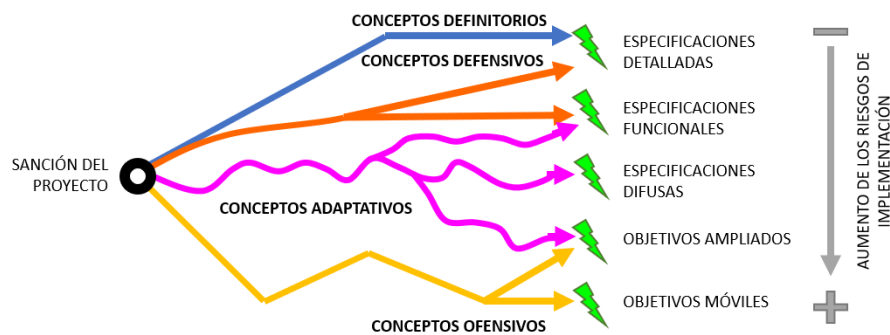
#### 5.5.2.1. Comprender la individualidad de cada proyecto.

La perspectiva tradicional concibe a un proyecto como un proceso con diversas características, el cual posee un punto de inicio, denominado como sanción, y uno de término, denominado como entrega. La capacidad de un director de proyecto para asegurar el éxito del proyecto dependerá en gran medida de la madurez del proyecto al momento de su sanción. Es por ello por lo que la perspectiva tradicional establece énfasis en la planificación y control de las actividades, durante la etapa de implementación. Lo anterior proviene de una concepción y presunción que el proyecto se

encuentra en un entorno cerrado, donde todo evento puede ser previsto o conocido, con algún grado de exactitud.

La nueva concepción de dirección de proyectos difiere de la tradicional, al concebir el proceso de desarrollo de los proyectos bajo un entorno abierto o semi abierto, donde la comprensión de la incertidumbre y la necesidad de actuar con libertad, son competencias cruciales para alcanzar su éxito.

Es la comprensión y aceptación de la incertidumbre, como un aspecto fuera del control del equipo de proyectos, la cual se traduce en la necesidad de otorgar mayor grado de libertad en la resolución de actividades, con el fin de otorgar la flexibilidad necesaria para navegar entre sus riesgos. Es por ello por lo que, la especificación de los requerimientos y objetivos, en la realización de las diversas tareas, se debe realizar considerando su individualidad. La realización de tareas se puede definir considerando un alto grado de detalle en su resolución, como es el caso de las especificaciones detalladas, o en diversos estadios con menores requerimientos de detalle, hasta alcanzar definiciones de requerimientos asociadas a alcanzar objetivos condicionados en el tiempo, sin definir mucho detalle en el cómo deben ser alcanzados. Lo anterior está asociado a la definición de utilización de los conceptos denominados como: definitorios, defensivos, adaptativos y ofensivos, indicados en la sección 5.5.1, que son resumidos en la Ilustración xxxii.



**Ilustración xxxii** Conceptos definitorios y dinámicos [9].

### 5.5.2.2. Identificar y definir con claridad el valor del proyecto.

Los proyectos de inversión de capital mayor nacen de la necesidad de los propietarios de alcanzar objetivos de negocio que requieran la implementación de uno, o varios proyectos de infraestructura. Visto desde la perspectiva de la operación de dichas instalaciones de infraestructura, el valor del negocio del proyecto está determinado por el uso que se le podrá otorgar a dicha instalación, el cual se puede expresar en forma del NPV de los flujos de caja futuros (identificados en el caso de negocios), los cuales se deberán encontrar en función de:

- Costos de diseño e implementación (CAPEX).
- Costos de operación (OPEX).
- Plan de producción.
- Liquidez del mercado de venta, asociados a los productos producidos.
- Impuestos.
- Costos de cierre o abandono de faena.
- Valor de opciones asociados a la flexibilidad del proyecto.

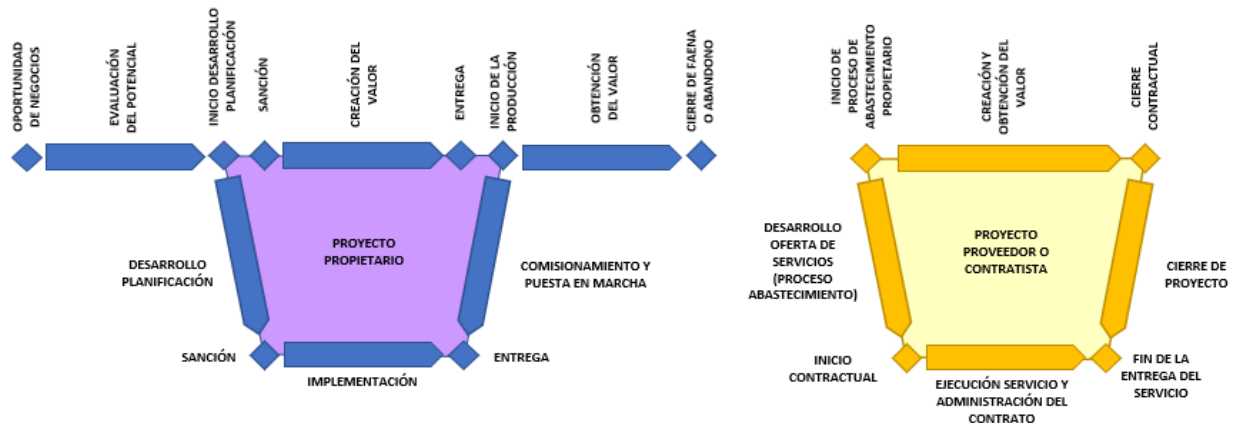
El valor generado por un proyecto, desde la perspectiva del propietario, es concebido a través de tres etapas:

- Evaluación del potencial de negocio.
- Creación de valor del negocio (la más relevante, desde la perspectiva del propietario).
- Captura del valor creado.

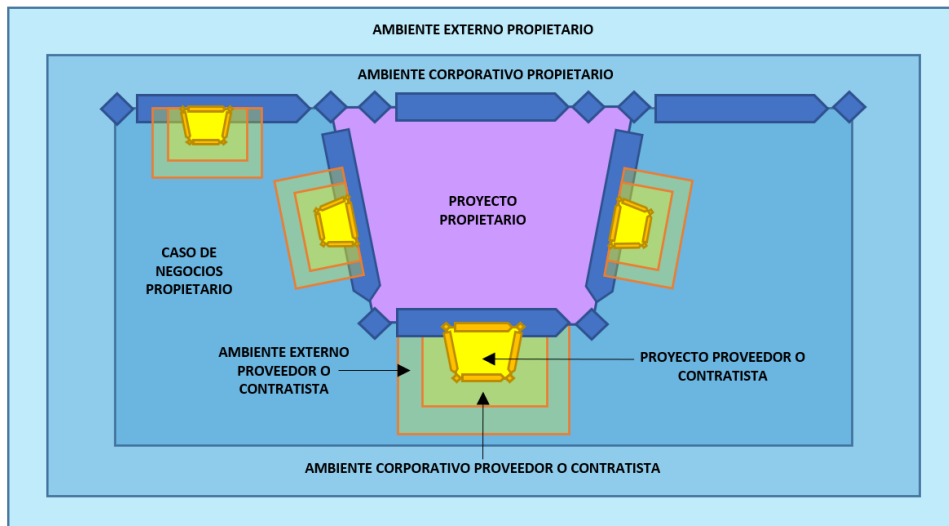
Tal como se ha indicado en capítulos anteriores, la perspectiva tradicional de proyectos concibe el valor del proyecto a través del cumplimiento del costo, cronograma y alcance del proyecto, lo cual no corresponde a lo indicado inicialmente en este capítulo. Si se concibe un proyecto desde la perspectiva tradicional y se actúa de manera correctiva, el valor del negocio al momento de la entrega será el estimado al momento de la sanción, sin agregar valor. De acuerdo con la concepción tradicional de proyectos, los costos reales se contabilizan y acumulan durante todo el ciclo de vida de los proyectos, denominándose valor creado. Sin embargo, la acumulación de costos se puede cancelar total o parcialmente, si por ejemplo después de la sanción, se introducen cambios importantes del proyecto, a medida que estos se vuelven parcial o totalmente poco competitivos productivamente.

Al igual que los propietarios, los contratistas y proveedores poseen sus propias perspectivas de negocio, el valor de negocio asociado a participación de contratistas y proveedores se expresa generalmente en términos de los márgenes del contrato con el propietario y con sus subcontratos. Lo anterior puede ser contraproducente respecto a los objetivos del propietario, si desea agregar valor del negocio en la fase de implementación. Los contratistas o proveedores poseen incentivos económicos para aumentar el margen contractual percibido, a través la búsqueda de un aumento en el precio del contrato, aumento en el alcance de los trabajos y una reducción en los costos del servicio. Lo anterior puede implicar una fuente de riesgos para el propietario, los cuales deberán ser debidamente controlados.

Rolstadås *et al.* [9] establece que los elementos que permiten identificar el valor del negocio, según la perspectiva del propietario y la de los contratistas o proveedores, son los indicados en la Ilustración xxxiii e Ilustración xxxiv.



**Ilustración xxxiii** Definición simplificada del ciclo de vida en proyectos de inversión, desde la perspectiva del propietario y contratistas o proveedores ([9], modificado).



**Ilustración xxxiv** Interrelación entre los ciclos de vida de proyectos de inversión, entre el propietario y sus contratistas o proveedores ([9], modificado).

La utilización de conceptos de navegación adaptativa (véase subsección 5.5.2.1) pueden agregar valor al desarrollo de proyectos, a través de:

- Incorporar agilidad de respuesta ante riesgos emergentes ignorados.
- Capacidad de incorporar oportunidades.
- Capacidad de responder con rapidez.

La utilización de conceptos de navegación ofensiva (véase subsección 5.5.2.1) pueden agregar valor al desarrollo de proyectos, permitiendo recuperar los daños asociados a grandes conmociones o cambios inesperados, correspondientes a condiciones: geopolíticas, de mercado, contexto y eventos externos.

## 5.6. Recomendaciones para la asignación de la gestión de riesgos e intereses a nivel contractual.

La asignación de la gestión de riesgos e intereses a nivel contractual, en el desarrollo de proyectos de inversión, constituye un aspecto controversial en el diseño de estrategias de ejecución de proyectos. En la industria minera existe un sesgo de selección, orientado a entregar mayoritariamente la gestión y responsabilidad de los riesgos a los contratistas y proveedores. No obstante, como se establecerá más adelante, dicho sesgo puede ser perjudicial para los objetivos del propietario de un proyecto de inversión. Debido a ello, Rolstadås *et al.* [9] recomienda que la asignación la gestión de riesgos, a nivel contractual, se debe realizar posterior a la realización de un análisis de la capacidad y la idoneidad de las partes para su gestión, con el objetivo determinar cuáles deben ser externalizados o manejados “*in-house*”. Este capítulo fundamentara dicha premisa, a través del desarrollo secuencial de los siguientes puntos:

- Perspectivas de los contratos en proyectos.
- Sistemas de pago en contratos en proyectos.
- Disposición de gestión de los riesgos del proyecto entre los incumbentes de los contratos.

### 5.6.1. Perspectivas de los contratos en proyectos.

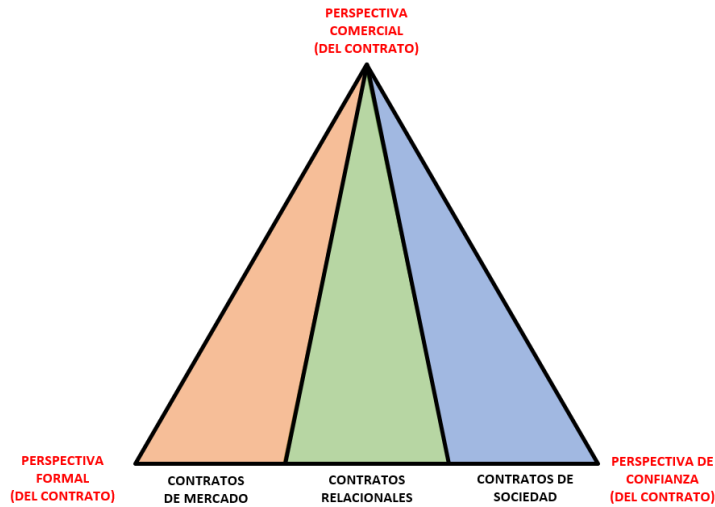
Según lo establece Rolstadås *et al.* [9], el propietario de un proyecto de inversión tiene que decidir, en que situaciones elige realizar una actividad con recursos “*in-house*” o contratar servicios externos. Este tipo de decisiones se basan en las teorías de: economía institucional, empresa y costos de transacción. Estas teorías distinguen entre las transacciones de mercado y las de integración vertical. Respecto a las alternativas de mercado, existen varias maneras en las cuales pueden ser implementadas, dentro de las cuales se destacan: los contratos de mercado, los contratos relacionales y los contratos de sociedad o consorcio. La elección de cada alternativa generalmente dependerá del tipo de servicio de servicio, insumo o producto requerido, lo cual se recomienda que obedezca a lo establecido en la matriz de Krajljic (véase sección 5.3).

Los contratos de mercado son asociados a la transición, no existiendo relación entre el comprador y el vendedor. Las relaciones se restringirán exclusivamente a las transacciones, la entrega de producto y los pagos asociados.

Los contratos relacionales son asociados a un dominio de una interrelación, a menudo extensa, entre el comprador y el vendedor, desde el momento de la adjudicación del contrato de servicios, hasta su finalización. Dicha relación se deberá fundamentar en la confianza y respeto mutuo, además de lo estipulado en el contrato. Para alcanzar el éxito en este tipo de contratos, se deberán diseñar para generar beneficio mutuo entre todas las partes. En este tipo de contratos, se pone en riesgo la reputación de las partes, por lo cual será un eje fundamental de su desarrollo, el cumplimiento suficiente y oportuno de los compromisos adquiridos. Generalmente los contratos de este tipo se diseñan para cubrir un periodo de tiempo o alcance determinado, como podría ser el caso de los contratos marcos o los contratos por proyecto.

Los contratos de sociedad o consorcio son asociados a una ejecución conjunta de dos o más contratistas o proveedores, que actúan de forma colectiva para cumplir con el requerimiento establecido por el propietario. Este tipo de contratos es una composición de dos partes: la primera asociada al contrato de consorcio entre los contratistas y la segunda asociada al contrato entre el consorcio el propietario. Las alianzas se pueden conformar de forma voluntaria, u obligada, debido a la insuficiencia de capacidad o conocimiento, o a través de la solicitud directa del propietario. En general se pueden distinguir dos tipos: los consorcios por proyecto y los consorcios para suministros.

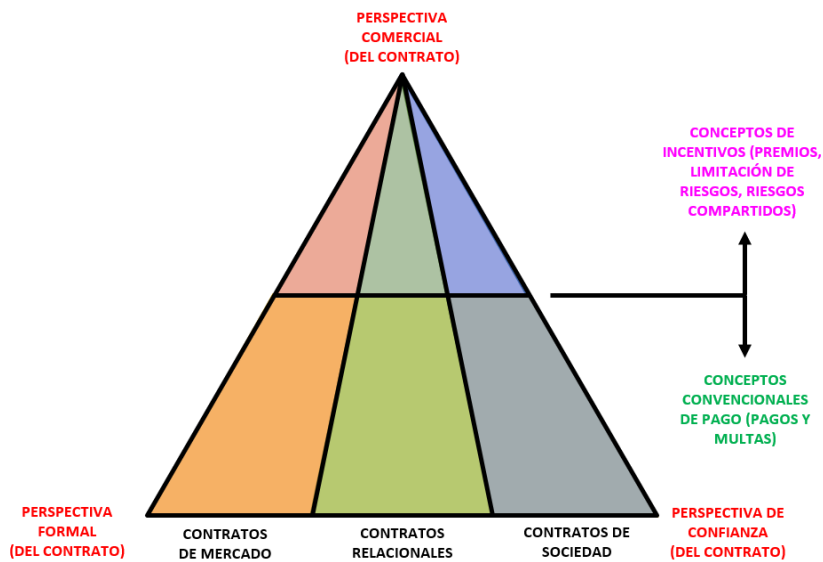
La relación entre las perspectivas de los contratos de servicio y su relación con los tipos de contratos es la indicada en la Ilustración xxxv.



**Ilustración xxxv** Perspectivas de los contratos de servicio y su relación con los tipos de contratos [9].

### 5.6.2. Sistemas de pago en contratos en proyectos.

Una definición transversal a la selección del tipo de contratos es la definición de su metodología de pagos. Rolstadås *et al.* [9] establece en general, la metodología de pagos puede ser clasificada en dos categorías: los conceptos convencionales de pagos y los conceptos de incentivos. La relación entre las perspectivas de los contratos de servicio, los tipos de contratos y los conceptos de pago, es la mostrada en la Ilustración xxxvi.



**Ilustración xxxvi** Perspectivas de los contratos de servicio, su relación con los tipos de contratos y los conceptos de pago ([9], modificado).

Entre los conceptos convencionales de pagos, existe una distinción entre los concordados por precio y por costos. En el pago de contratos basado por precio, el servicio se realiza bajo la promesa de un pago a precio fijo. En el pago de contratos basados por costos, el precio es dependiente de la cantidad de trabajo realizado, existiendo un grado de variabilidad en el costo final del servicio.

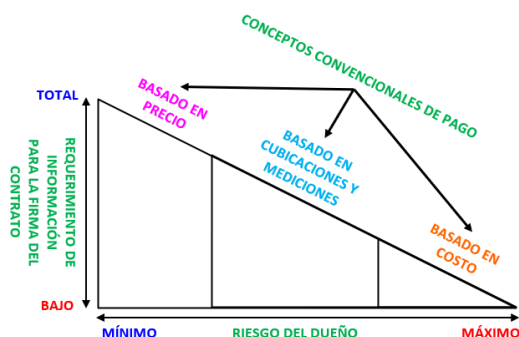
Es importante establecer una distinción entre: la selección de la metodología para la fijación de pagos, respecto a la regularidad y las condiciones en los cuales estos se realizan. Entre las principales metodologías para la fijación de pagos, se destacan:

- Precio fijo o suma alzada (concordado por precio): Generan altos incentivos a la eficiencia global del proveedor.
- Precios unitarios (concordado por costo): Generan incentivos a la eficiencia de la producción unitaria de cada ítem de pago.
- Precios por costos (concordado por costo): No generan incentivos a la eficiencia del proveedor.

Respecto a la regularidad y condiciones en las cuales se realizan los pagos, se destacan:

- Pago total al final del servicio: Genera el mayor incentivo a la eficiencia del contratista, sin embargo, genera altos costos financieros, lo cual repercute en costo final del propietario.
- Pago por hitos: Genera incentivos de eficiencia del contratista, permitiendo controlar el gasto financiero, generando un costo final al propietario menor al pago al final del servicio, pero mayor al pago por estados de avance.
- Pago por estados de avance: Genera el menor costo financiero para el contratista, disminuyendo el costo final del propietario.

La selección la metodología de fijación de pagos, su regularidad y condiciones, debe ser establecida considerando la idoneidad para la gestión del riesgo de variabilidad de trabajos, la necesidad de generar eficiencias, junto con el nivel de madurez del proyecto. La relación entre los riesgos asociados al propietario, las metodologías convencionales de pagos y los requerimientos de información para su contratación se muestran en la Ilustración xxxvii.



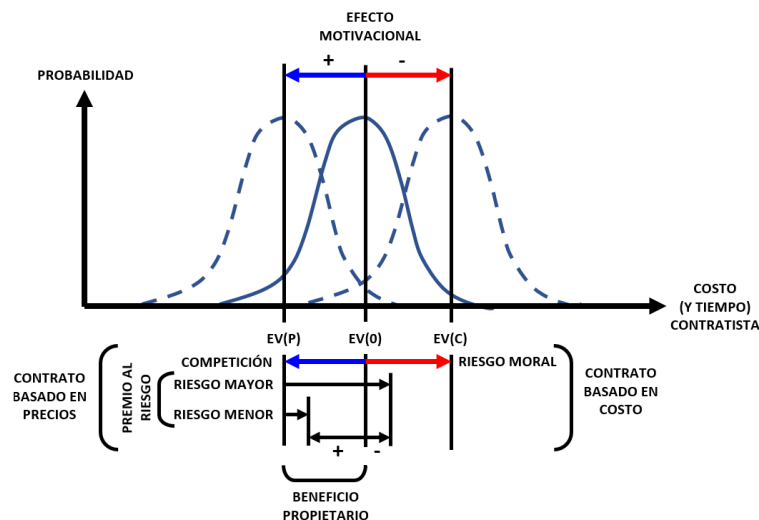
**Ilustración xxxvii** Métodos convencionales de pago, riesgos del dueño y requerimientos de información para la asignación [9].

Respecto a los contratos basados por precio, SME [10] y AusIMM [27] indican que la industria minera, a nivel mundial, presenta un fuerte sesgo de selección, asociado a la preferencia de las metodologías EPC (véase sección 11.10) y EPCM (véase sección 11.11), lo cual se fundamenta, en parte en la decisión de externalizar la gestión del riesgo de variabilidad del costo del propietario, por lo cual es importante establecer algunos aspectos relevantes a este tipo de contratos:

- Al imponer un contrato por precio, transfiriendo la gestión del riesgo de variabilidad en el contratista o proveedor, este a su vez incluirá una prima de riesgo en su oferta, transmitiendo el costo de la gestión del riesgo al propietario.



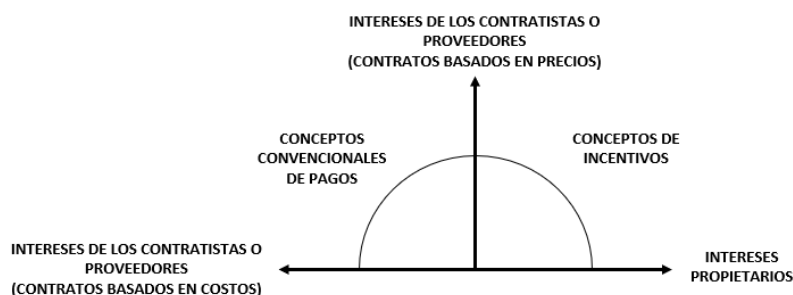
- Si el proveedor posee las capacidades adecuadas para gestionar el riesgo, respecto a las capacidades del propietario, esta estrategia puede ser bastante efectiva.
- Si la gestión del riesgo financiero requiere de la disposición de grandes amortiguadores o montos de contingencia financiera, generalmente el propietario será el más adecuado para gestionar dicho riesgo, transformando a esta estrategia en inadecuada.
- Para que un proceso de adquisición de contrato por precio fijo se considere exitoso, debe ser diseñado y realizado para generar la competencia por parte de varios contratistas, con el fin que compitan por generar el precio más bajo. Para ello es necesario que dicho proceso entregue descripciones detalladas del servicio a contratar, o de su alcance funcional, estableciendo una definición cerrada.
- Cambios de proyectos solicitados por el propietario, posteriores a la celebración del contrato, pueden colocar en riesgo el precio fijo, por lo cual el proyecto debe poseer la madurez previa necesaria para que ello no ocurra.
- Mientras más particular y costo sea el costo estimado para el servicio, menos atractivo es el contrato por precio fijo, debido a que las primas de riesgo crecen rápidamente. En general, los contratos por precio fijo son más atractivos para montos pequeños y para servicios en los cuales el contratista este habituado.
- Los contratos a precio fijo son los que establecen los incentivos más fuertes al desempeño del contratista, aunque los beneficios financieros de ello serán captados exclusivamente por él.
- La oferta por precio fijo introduce un contexto en el cual los proveedores o contratistas pueden deliberadamente subcontratar para ganar el contrato. En dicho caso, la oferta de precio fijo puede aumentar el costo para el propietario. La precalificación de los licitantes, junto con la preparación de estimaciones para verificar las ofertas son medidas efectivas para reducir el riesgo que los proveedores compren contratos.
- La oferta a precio fijo introduce estímulos positivos hacia la eficiencia y reducción de costos del proveedor, mientras los contratos basados en costos introducen estímulos negativos, conocidos como riesgo moral. Este punto se muestra en la Ilustración xxxviii.



**Ilustración xxxviii** Efectos motivacionales en contratos basados en precios y en costos ([9], modificado)

Respecto a los intereses de las partes involucradas, en el caso de contratos por precio, el proveedor posee la oportunidad de mejorar sus ganancias al reducir los costos en el cumplimiento de sus obligaciones contractuales, lo cual no necesariamente está alineado con los intereses del propietario. En el caso de los contratos por costo, el proveedor posee la oportunidad de mejorar sus ganancias aumentando la cantidad de trabajo realizado, lo cual establece un conflicto directo respecto a los intereses del propietario. Una forma de alinear los intereses del proveedor con los del propietario es el uso de conceptos de incentivos.

Los conceptos de incentivos son formas de pago, utilizados en adición a los conceptos convencionales, los cuales permiten una mayor alineación entre los intereses de los contratistas y proveedores, respecto a los del propietario. Lo anterior se muestra en la Ilustración xxxix.



**Ilustración xxxix** Alineamiento de los intereses de los contratistas y el propietario [9].

Se traducen generalmente en la definición en el contrato de premios asociados a alcanzar ciertos objetivos, y la asignación compartida de la gestión de riesgos, o la limitación del riesgo en la responsabilidad del contratista en algunos riesgos, con el objetivo de disminuir la prima de riesgo y con ello el costo del contrato. Respecto a la limitación del riesgo, al disminuir la prima de riesgos del contratista, este poseerá un menor amortiguador financiero asociado a riesgos, lo cual incentivará a actuar con eficiencia, en búsqueda de cuidar su menor premio al riesgo.

### 5.6.3. Disposición de gestión de los riesgos del proyecto entre los incumbentes de los contratos.

La mayoría de los contratos poseen disposiciones que transfieren la gestión de uno o más riesgos del proyecto, hacia el contratista o proveedor. Tradicionalmente, los propietarios buscan protección en forma de descargo de responsabilidad, en cláusulas que obligan al contratista a asumir demoras, cambios en las condiciones del sitio o terreno, diseños, condiciones climáticas y otros. Adicionalmente la jurisprudencia chilena, introduce la posibilidad de definir el grado de permisividad ante la culpa o el descuido en la prestación del servicio, lo cual equivale al grado de exigencia en el éxito de la gestión del riesgo transferido. Según lo indica Olivares [37], lo anterior se puede lograr a través de disposiciones contractuales, basadas en el artículo 44 del código civil chileno [38], en las cuales se indique tácitamente el grado de permisividad admitido en el contrato. Es importante destacar que los contratos de servicio o abastecimiento, bajo jurisprudencia chilena, se rigen bajo el derecho privado, cuya máxima es que “todo lo que no está conraindicado, está permitido”, por lo cual el contrato debe especificar tácitamente el grado de permisividad tolerado. Los grados o tipologías de culpas o descuidos establecidos en el artículo 44 del código civil chileno [38], son los indicados a continuación.

- Culpa grave, negligencia grave, que consisten en no manejar los negocios ajenos con aquel cuidado que aun las personas negligentes y de poca prudencia suelen emplear en sus negocios propios. Esta culpa en materias civiles equivale al dolo.
- Culpa leve, descuido leve, descuido ligero, que consiste en aquella diligencia y cuidado que los hombres emplean ordinariamente en sus negocios propios. Culpa o descuido, sin otra calificación, significa culpa o descuido leve. Esta especie de culpa se opone a la diligencia o cuidado ordinario o mediano.
- Culpa o descuido levísimo es la falta de aquella esmerada diligencia que un hombre juicioso emplea en la administración de sus negocios importantes. Esta especie de culpa se opone a la suma diligencia o cuidado.

En la práctica, se puede observar que algunos propietarios transfieren la gestión de riesgos, más allá del nivel adecuado, según las características de los contratistas, junto con exigir permisividad menor a la adecuada según la naturaleza del servicio o suministro. Como resultado, los contratistas establecen primas de riesgo ocultas o indicadas en la presentación de su oferta, más altas de las necesarias, imponiendo un sobre costo importante a los proyectos. Los sobre costos asociados a las primas de riesgo, establecidas por los contratistas, a su vez son finalmente absorbidas por los propietarios, desarrollando una atmosfera de “adversarios”, entre los contratistas y propietarios.

Rolstadås *et al.* [9] establece que en general las primas de riesgos son asociadas a probabilidades de ocurrencia escasas, por lo cual en general, estos riesgos se manifiestan en una menor medida, transformando a las primas de riesgo en costos intangibles, los cuales no adicionan valor al proyecto terminado. Respecto a ello, es relevante establecer que el propietario es:

- El iniciador del proyecto.
- Quien determina la naturaleza y alcance de los proyectos.
- Quien establece la transferencia y asignación de los responsables de la gestión de riesgo.
- El propietario final de todos los riesgos del proyecto.

Debido a ello, es el propietario el responsable de establecer la mejor forma de distribuir la gestión de los riesgos del proyecto, en concordancia con los objetivos del proyecto y del negocio, lo que se recomienda que se haga con responsabilidad y objetividad.

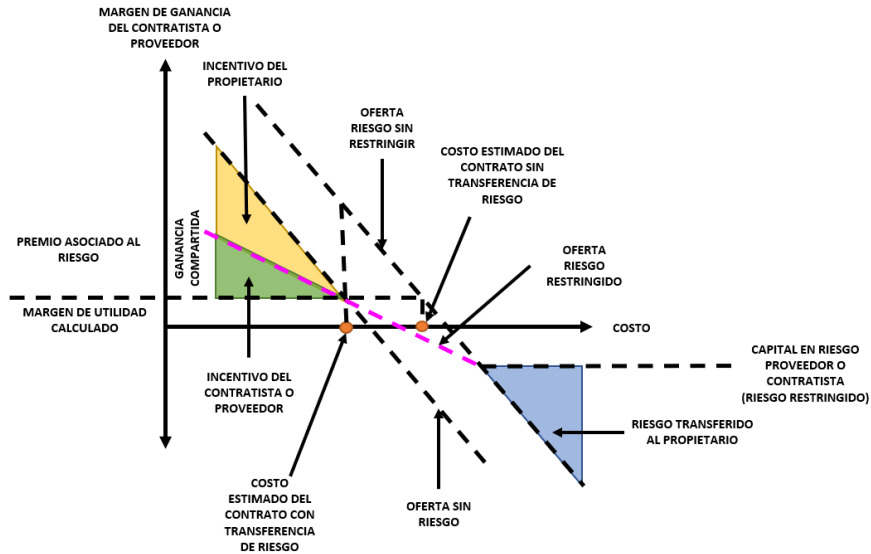
En general, existen tres alternativas utilizadas por los propietarios para abordar la asignación general de la gestión de los riesgos:

- Transferir la gestión de todos los riesgos al contratista:
  - Asociado generalmente a contrato basados en precios.
  - Posee un beneficio jurídico, asociado a disminuir al máximo las zonas de transferencias de responsabilidades entre los participantes.
  - No siempre el beneficio jurídico asociado a la responsabilidad se concreta. En la práctica, según lo indica Rolstadås *et al.* [9], existe una amplia experiencia en “*claims & disputes*”, la cual indica que las resoluciones judiciales tienen a dimidiar responsabilidades, daños y perjuicios.
  - La transferencia excesiva de la gestión de riesgos, del propietario a los contratistas, se traduce en la necesidad, por parte del propietario, de realizar esfuerzos adicionales no contemplados, asociados a tiempo, recursos y dinero, en la resolución de ordenes de cambio, retrasos, “*claims & disputes*”, con lo cual se pierde el control del desarrollo del proyecto.

- Compartir o restringir los riesgos con el contratista:
  - La mayoría de los riesgos se gestionan de mejor manera, de manera compartida.
  - Permite dividir la gestión de los riesgos, según la competencia de cada una de las partes. Lo anterior se muestra en la Ilustración xl
- Arreglos de contratos paquetizados:
  - Asociado a seleccionar el paquetizado de ingeniería, abastecimiento y construcción, de forma adecuada a la singularidad de cada proyecto. Lo anterior se muestra en la Tabla IV.

**Tabla IV.** Guía práctica para la selección de los arreglos de contratos paquetizados: ingeniería, abastecimiento y construcción [9].

Tipología del paquete de entrega	Ventajas	Desventajas	Cuando es conveniente utilizarlo
Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen varios contratistas disponibles</li> <li>• Alta especialización y competencia técnica disponibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta potencial de aparición de errores de diseño en la fase de construcción, por los cuales el contratista de ingeniería no sería responsable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se desee obtener un alto grado de participación o control durante el diseño, además de la flexibilidad para incorporar cambios o requerimientos del propietario</li> </ul>
Ingeniería y abastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen varios contratistas disponibles</li> <li>• Los contratistas de ingeniería se especializan en el abastecimiento técnico de los suministros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta potencial de aparición de errores de diseño en la fase de construcción, por los cuales el contratista de ingeniería no sería responsable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se posee limitaciones de suficiencia técnica, o de recursos, del equipo de proyectos in-house</li> </ul>
Abastecimiento y construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto control de la entrega de equipos</li> <li>• Revisión de la constructibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se posee responsabilidad por la precisión de los planos, documentos y especificaciones</li> <li>• Capacidad técnica limitada para la compra de algunos equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo después de que una parte significativa del trabajo de ingeniería se haya completado y revisado para verificar su precisión e integridad</li> </ul>
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen varios contratistas disponibles</li> <li>• Alta flexibilidad</li> <li>• Se puede tomar ventaja de las fortalezas de varios contratistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se posee responsabilidad por la precisión de los planos, documentos y especificaciones</li> <li>• Capacidad técnica limitada para la compra de algunos equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo después de que una parte significativa del trabajo de ingeniería se haya completado y revisado para verificar su precisión e integridad</li> </ul>
Ingeniería, abastecimiento y construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El contratista será responsable por todas las fases del proceso</li> <li>• Mayor facilidad en la coordinación de recursos (mano de obra, materiales, maquinaria y equipos)</li> <li>• Mayor eficiencia para solapar etapas de ingeniería y construcción (fast track)</li> <li>• El contratista se familiariza con todas las etapas del trabajo</li> <li>• Mayor facilidad para incorporar revisiones de constructibilidad, sin problemas mayores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocos contratistas tienen las capacidades para abarcar ingeniería, abastecimiento y construcción</li> <li>• En general se considera un gran valor asociados a las contingencias, en contratos basados en precios</li> <li>• Establece una relación forzada e inflexible, de largo plazo con un único contratista</li> <li>• Alta dificultad en la gestión del contrato ya sea basado en costos o en precios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de inversión de capital mayor (mayores a MUS\$100)</li> <li>• La asignación se debe realizar una vez terminada la selección del concepto a desarrollar</li> </ul>



**Ilustración xl** Efecto de la restricción de riesgos en el contratista ([9], modificado).

### 5.7. Recomendaciones para la efectividad del equipo del proyecto.

Mejorar y mantener la efectividad de un equipo de proyectos es uno de los aspectos más relevantes para alcanzar el éxito en proyectos. El trabajo en equipo es la capacidad de lograr mayor efectividad, eficiencia y calidad, que la suma de las partes de forma individual. Ejercer el trabajo en equipo implica, en efectos prácticos, trabajar de manera conjunta mientras se desdibujan las líneas formales de la responsabilidad. Esto asegura que los proyectos sean adecuadamente diseñados y construidos de manera coordinada, permitiendo alcanzar los objetivos del propietario. La calidad de los resultados de un proyecto puede ser significativamente influenciada por la calidad de los miembros del equipo y las relaciones que se forman entre sus miembros, por lo cual se recomienda trabajar en ello.

Construir equipos de proyectos altamente efectivos, con relaciones de alta calidad con los “*stakeholders*” puede ser un desafío relevante. Lograr que sus miembros adquieran la percepción de propiedad sobre el proyecto, junto con un compromiso con los objetivos de equipo, los volverán muchos más eficientes, y más propensos a realizar esfuerzos adicionales para navegar con problemas y riesgos inesperados. Seleccionar las personas adecuadas, permitirá que dichas personas no necesiten ser estrictamente gestionadas. Si se ubica de forma físicamente conjunta a los miembros del equipo, después en terreno y posteriormente en la puesta en marcha del proyecto, se fomentará: la creación de la conciencia de la importancia del proyecto mejorará la comunicación, facilitará el desarrollo de la construcción y mantendrá alto el espíritu de equipo.

Las responsabilidades de los líderes de proyectos y el PEO incluyen establecer los estándares y condiciones necesarios para desarrollar buenas relaciones entre los miembros de su equipo, junto establecer modelos a seguir por los demás. Adicionalmente contempla impedir la existencia de actitudes irrespetuosas, el egoísmo y la existencia de miembros inadecuados en el equipo del proyecto. Es responsabilidad de los líderes de proyectos conocer a cada miembro del equipo, dar a conocer la importancia que posee su trabajo, motivar el desarrollo el proyecto, junto con el desarrollo y la mejora de su trabajo, además del crecimiento personal.

Para aumentar y mantener la efectividad de en los equipos de proyecto, Rolstadås *et al.* [9] recomienda abordar el problema en las siguientes aspectos:

- Características esenciales y deseables para líderes de proyectos.
- Como alinear al equipo de trabajo.
- Como monitorear el desempeño del equipo.
- Como resolver disputas y conflictos.

#### **5.7.1. Características esenciales y deseables para líderes de proyectos.**

En el contexto actual de proyectos de inversión, el PEO y los líderes de proyectos deben combinar el uso de: la visión de negocios, habilidades de comunicación efectiva, habilidades directivas y conocimiento técnico para desarrollar capacidades altamente efectivas para: planificar, coordinar, construir un equipo de proyectos, además de la ejecución de este.

Según lo indica Rolstadås *et al.* [9], las características esenciales para ser un buen líder de equipo, incluyen disponer de:

- Competencias técnicas relevantes al ámbito del proyecto, basadas en el conocimiento y experiencia relevante.
- Capacidad y voluntad de tomar decisiones basada en el juicio fundamentado, sin la totalidad de los antecedentes necesaria.
- Capacidad de funcionar de forma proactiva, automotivada y autogestionada.
- Capacidad de flexibilizar la estructura de trabajo, adaptándose a las circunstancias, de forma limitada a la suficiencia y competencia profesional de su equipo.
- Capacidad de observar al proyecto desde una perspectiva general.
- Capacidad y voluntad de colaborar y trabajar en equipo, en función de alcanzar los objetivos comunes.
- Capacidad de contagiar entusiasmo a su equipo, incluso bajo los desafíos más difíciles.
- Fuerte capacidad de liderazgo, para construir un espíritu de equipo, e inspirar a todos sus miembros.
- Capacidad gerencial para asegurar el seguimiento y cumplimiento de los sistemas y procedimientos esenciales.
- Apertura y disposición a escuchar problemas, junto con la disposición para contribuir de manera positiva a su solución.

Según lo indica Rolstadås *et al.* [9], las características deseables para los miembros del equipo de proyectos, que deben ser fomentadas y nutridas son:

- Honestidad.
- Confianza.
- Apertura.
- Tolerancia.
- Preocupación por la anticipación e impedimento del surgimiento de problemas, asociado al desarrollo de comportamientos preventivos.
- Apoyo mutuo y trabajo en equipo en la resolución de problemas, entrenamiento, tutoría y crecimiento personal.
- Cultura centrada en la resolución de problemas y no en la identificación de culpables.
- Comunicación asequible y transversal entre todos los miembros del equipo.

- Cultura “*lean*” y “*six sigma*”, asociada a mejorar la comunicación y la toma rápida de decisiones.
- Colaboradores a tiempo completo, evitando que posean otras responsabilidades o prioridades que los distraigan del desarrollo del proyecto.
- Permanencia de los miembros clave, desde su ingreso y hasta el término de su función asignada, en las fases del ciclo de vida del proyecto.
- Cultura de aceptación del riesgo y fomento de la toma de decisiones más agresivas y audaces, en favor de la captura de mayor valor del proyecto.
- Sistema de toma de decisiones delegada a niveles inferiores, evitando centralizar la toma de decisiones en el líder de proyecto, aumentando la agilidad para su ejecución.
- Permitir la toma de decisiones en terreno, evitando escalar a un nivel administrativo que retrase su ejecución.
- Disciplina de ajustar la forma de trabajar, a la obtención del propósito (“*agile*”).
- Evitar la imposición o existencia de agendas ocultas de los miembros.

### 5.7.2. Como alinear al equipo de trabajo.

El proceso de alinear al equipo de trabajo busca desarrollar objetivos comunes y una estrategia que fomente el compromiso, la comunicación, la confianza y el trabajo en equipo, los cuales faciliten el termino exitoso del proyecto. También implica la creación de mecanismos diseñados para sostener y expandir la colaboración durante el ciclo de vida del proyecto. Se trata de un enfoque holístico para la gestión del proyecto, su programa y los objetivos organizacionales que persigue. Requiere de una misión clara, el apoyo el equipo directivo y sus “*stakeholders*”. Generalmente implica una inversión inicial considerable de tiempo y recursos, asociados a forjar la identidad de equipo, entre los participantes de las diversas organizaciones, dependiendo de: la naturaleza del proyecto, la del contrato, la cantidad de organizaciones involucradas y su experiencia trabajando juntas.

Según lo indica Rolstadås *et al.* [9], los elementos que favorecen el alineamiento del equipo de trabajo son:

- Una definición adecuada del “*project chapter*” (acta de constitución del proyecto) y la conformación del equipo del proyecto.
  - Constituye el centro del proceso de entrega del proyecto.
  - El “*project chapter*” es utilizada para alinear a las partes interesadas y alinear problemas. Establece:
    - Objetivos y metas ambiciosas, pero alcanzables.
    - Define criterios específicos de medición del éxito.
    - Identifica riesgos anticipados, incertezas y las probabilidades que los acompañan.
    - Acuerda las reglas básicas del equipo, asociadas a la comunicación y el comportamiento.
    - Establece la competencia de los mecanismos de resolución de conflictos.
- La utilización de “*tailored training*”.
  - La realización de capacitaciones especializadas, pueden ayudar a alinear rápidamente a miembros claves del equipo.
  - Reduce la perdida tiempo y confusión, asociados al ingreso de nuevos miembros al equipo.
- La utilización de “*coaching management*”.

- Disponer de un “*coaching*” de manera continua para el equipo del proyecto, ayuda a identificar problemas de manera temprana, y a solucionarlos de manera ágil.
- Es dirigido a la mejora y mantener el comportamiento de equipo, la comunicación efectiva y transversal, la prevención de disputas, la gestión de problemas o cualquier preocupación identificada.
- En general, los “*coach*” encargados de liderar este proceso son dependientes de la alta dirección de la empresa, por lo cual parte de sus obligaciones es fomentar el alineamiento de los objetivos del proyecto, con los del negocio.
- Al utilizar coach externos al equipo de proyecto, se asegura que actúen considerando un alto grado de objetividad.

### 5.7.3. Como monitorear el desempeño del equipo.

El monitorear, de manera constante, el desempeño del equipo de proyectos proporciona un control de la salud del proyecto, independiente de la manifestación de problemas, lo cual permite actuar de manera preventiva. Proporciona un conducto de comunicación independiente entre las partes.

### 5.7.4. Como resolver disputas y conflictos.

Los mecanismos de resolución de problemas y gestión de disputas se basan en el concepto de escalada, lo que significa que los problemas se deben resolver en el nivel más inferior que sea posible, dentro de un plazo establecido. En caso contrario, se deberá escalar al siguiente nivel. Su objetivo es proporcionar un conducto para el desarrollo de negociaciones y su resolución de manera oportuna y justa. Sin embargo, si las partes no logran llegar a acuerdo, no deben dudar a escalar el problema al siguiente nivel, para que su relación no sufra por el problema no resuelto. Por otro lado, el líder de proyecto deberá cautelar que los conflictos y disputas no sean llevados al plano personal. La gobernanza del proyecto deberá otorgar la autoridad necesaria para que los problemas puedan ser resueltos en los niveles inferiores, sin su intervención. La Ilustración xli presenta un ejemplo de un mecanismo para la gestión de la resolución de problemas y disputas.



Ilustración xli

Mecanismo de la gestión de la resolución de problemas y disputas [9].



## 5.8. Recomendaciones para el diseño estratégico del WBS.

El “*Work Breakdown Structure*” (WBS) o la estructura de quiebre de trabajos, es una herramienta de gestión, planificación y control de proyectos, utilizada para dividir y desplegar la estructura de trabajo de un proyecto, asociada a los entregables comprometidos, con el objetivo de poder gestionar su alcance, además de las comunicaciones asociadas. Subdivide el alcance del proyecto en entregables de trabajo, con el tamaño suficiente gestionarlo.

Según lo indica Buchtik [7], la WBS es una herramienta con la cual se puede generar un impacto positivo relevante en el desarrollo de proyectos, si es utilizada de manera adecuada. Para ello, su diseño debe ser realizado considerando los entregables del proyecto, explorando el interior del alcance. Dentro de los beneficios indicados por Buchtik [7] se encuentran:

- Un mayor entendimiento del trabajo en etapas tempranas del proyecto.
- La prevención de la realización de cambios no controlados en el proyecto.
- El direccionamiento de los trabajos hacia la entrega de los proyectos.
- Una mayor facilidad para identificar las áreas de trabajo sobre las cuales se dispone una comprensión limitada.
- Una mayor facilidad para identificar los trabajos que deberían ser realizados con recursos “*in-house*” y los que necesitarán ser externalizados.
- Una mayor facilidad en la identificación de los límites del proyecto y sus subcontratos, junto con la gestión de sus complejidades.
- Permite establecer una línea base para el control de los cambios de alcance.
- Ayuda a asignar y explicar el trabajo a realizar.
- Facilita la planificación y programación del proyecto.
- Previene la necesidad de replanificar de proyecto, estableciendo alertas tempranas.
- Establece bases sólidas para la gestión del control de las adquisiciones.
- Ayuda a mejorar las comunicaciones entre las actividades.
- Ayuda a establecer un entendimiento común y transversal del trabajo entre los distintos involucrados.
- Permite facilitar y mejorar la reportabilidad del proyecto.
- Ayuda a conectar a los “*stakeholders*” con el trabajo.
- Permite monitorear, medir y controlar el trabajo, de manera más adecuada.
- Inspira confianza y permite adquirir credibilidad respecto al control del trabajo.
- Mejora la previsibilidad de los resultados del proyecto.
- Permite comparar las diferencias de alcance entre diferentes proyectos.
- Permite integrar el alcance, con el costo y el cronograma.

Para poder capturar los beneficios antes mencionados, es necesario que el diseño de la WBS considere las indicaciones siguientes:

- El desarrollo de la WBS es clave para el desarrollo de los grupos de procesos PMI [5]: planificación, monitoreo y control.
- El WBS no se debe definir de forma orientada a las tareas, sino a los entregables.
- Se recomienda diseñar la WBS en forma conjunta con el “*project chapter*”, ya que sus contenidos de retroalimentan entre sí, mejorando la precisión de ambas herramientas.
- Se recomienda diseñar la WBS con participación constante de los analistas de negocios.
- Cada actividad menor del WBS posee tres componentes:
  - La identificación numérica, única para cada actividad.

- El componente, su sujeto de la actividad.
- Los atributos, asociados a costo, plazo, esfuerzo y cualquier otro necesario para la gestión del alcance.
- La denominación de las actividades del WBS deben incluir sustantivos y adjetivos, pero no verbos. Esta definición se contrapone con la definición clásica que recomienda incluir verbos. La razón del cambio en la recomendación es asociada al cambio de concepción en el diseño de las WBS, la cual originalmente estaba enfocado a actividades y en la actualidad está enfocado a los entregables del proyecto.
- Por simplicidad se debe asignar a los componentes el nombre más compacto posible que permita la realización de su gestión. Dos componentes distintos pueden tener el mismo nombre, ya que se diferenciarán por la identificación numérica.
- Debe incluir todos los alcances asociados a la entrega proyecto, incluyendo los trabajos relacionados con la interfaz, la integración y la dependencia de las actividades del proyecto.
- No debe incluir actividad alguna que no sea parte del alcance del proyecto, o estrictamente necesaria para su entrega.
- El WBS es una estructura asociada a los entregables del proyecto y las actividades necesarias para desarrollar dichos entregables. Su diseño debe ser el más adecuado para reflejar su objetivo y ningún otro, como son por ejemplo los: riesgos del proyecto, los contratos, etc. los cuales poseen estructuras de quiebre especialidades para su gestión (véase Tabla V). La WBS puede poseer similitudes con otras estructuras de quiebre, solo cuando dichas similitudes sean beneficiosas y de fácil implementación y control para el proyecto. No se debe forzar el diseño de la WBS para abarcar alcances fuera de su objetivo.
- El WBS no es una manera de representar la secuencialidad y la dependencia de las tareas. Para eso existen otras herramientas, como lo son la carta Gantt, el cronograma y los diagramas de actividades.
- El WBS no se debe confundir con el cronograma. El primero tiene relación con el alcance y el segundo con la secuencialidad de la gestión, por lo cual poseen niveles de descomposición distintos.
- El WBS se debe descomponer al nivel necesario para poder gestionar el trabajo.
- El WBS se debe descomponer al menos al nivel necesario con el cual se pueda controlar la entrega de los entregables.
- Existen dos tipos de actividades en el WBS, los mandatorios y los opcionales. En caso de incertidumbre, relacionado con una actividad, se recomienda incorporar la actividad como opcional.
- En el caso de proyectos de inversión complejos, se recomienda desarrollar un listado o diccionario de actividades WBS, en el cual se observe el código, nombre del componente, descripción del trabajo, el responsable, dependencia y plazo estimado.

**Tabla V.** Acrónimo, nombre y objeto de representación de algunas de las estructuras de quiebre más conocidas [7].

Acrónimo de la estructura	Nombre de la estructura	Representación de:
WBS	Work breakdown structure	Trabajo, alcance, entregables
SBS	System breakdown structure	Sistemas o áreas.
RBS	Risk breakdown structure	Categorías de riesgo
RBS2	Resource breakdown structure	Recursos (humanos y materiales) necesarios y su organización
OBS	Organizational breakdown structure	Organización del proyecto: las personas, grupos, departamentos y funciones involucradas, además de sus relaciones de reportabilidad
CBS	Contract breakdown structure	Contratos y subcontratos
CBS2	Cost breakdown structure	Costos
BOM	Bill of materials	Materiales, componentes, ensamblajes, partes, etc.

Buchtik [7], recomienda desarrollar el diseño de la WBS de cada proyecto, considerando los siguientes pasos secuenciales:

- Obtenga los antecedentes.
- Defina el equipo asignado para la tarea.
- Analice el alcance del trabajo.
- Determine la competencia de algún formato predeterminado de WBS.
- Determine la selección de la aproximación del WBS y su organización, que mejor represente el método de entrega asociado para el alcance del proyecto.
  - Asociada a entregables mayores.
  - Asociada a fases del proyecto.
  - Asociada a subproyectos.
  - Asociada a localizaciones geográficas.
  - Asociada a divisiones o departamentos funcionales de la empresa.
  - Otros.
- Determine el tipo de representación gráfica.
  - Estructura de árbol.
  - Estructura de árbol horizontal.
  - Estructura de árbol centralizada o radial.
  - Listado.
  - Tabular.
  - Otros.
- Determine el software del apoyo a utilizar.
- Aplique la técnica de descomposición.
  - “*Top-down*”.
  - “*Down-up*”.
  - “*Brainstorm*”.
  - Asistencia experta.
  - Mapa mental.
  - Etc.
- Incluya la totalidad de los entregables.
- Cheque la trabajabilidad y completitud de la descomposición.
- Asigne la identificación numérica de la WBS.
- Identifique con claridad los niveles de descomposición.
- Revise el nombre de los componentes.
- Agregue los atributos (niveles de esfuerzo, dependencias, etc.).
- Obtenga retroalimentación de los “*stakeholders*”.
- Cree un diccionario WBS.
- Obtenga la aprobación del WBS.
- Comunique el alcance del WBS y su diccionario.
- Vincule el WBS con los costos y el cronograma.
- Genere una línea base para el alcance.

## 6. PROPUESTA DE MODELO PARA LA DEFINICIÓN DE LA PES - PESMD.

El presente capítulo presenta al lector una propuesta de “Modelo para la Definición de la Estrategia de Ejecución de Proyectos de inversión, en la industria minera”, realizada por el autor de este documento, denominada como “*PES Model Definition*” (PESMD).

Su objetivo es ayudar a decantar y entrelazar los conceptos, metodologías e ideas indicadas en los capítulos de este documento, incorporando agilidad y flexibilidad a la estrategia de ejecución de proyectos. Se establece como una definición preliminar, debido a la individualidad inherente de los proyectos, indicada por el PMI [5], la cual impide una estandarización detallada en su ejecución.

El modelo está constituido por un proceso de ocho etapas, el cual se repite al inicio de cada fase del ciclo de vida del proyecto (véase sección 3.4), y cada vez que se presente un nuevo evento de incertidumbre relevante. Respecto a ello, este modelo considera como un evento de incertidumbre relevante, a todo aquel que puede generar un impacto relevante a los resultados del proyecto, o incluso comprometer su viabilidad como, por ejemplo:

- Turbulencias en los mercados de comercialización de los productos mineros, los cuales pongan el riesgo los objetivos del proyecto.
- Nuevas tecnologías asociadas a los procesos desarrollados en faena, que comprometan la competitividad comercial, o la viabilidad financiera del proyecto.
- Cambios relevantes en el mercado de proveedores clave, para la implementación del proyecto.
- Nuevas tecnologías asociadas a los procesos de construcción, los cuales puedan mejorar de forma relevante los objetivos del proyecto.
- Detección de problemas de desarrollo relevantes, en las fases iniciales del ciclo de vida de los proyectos.
- Cambios legislativos, los cuales impacten de manera relevante los objetivos proyecto.
- Conflictos comunitarios, que comprometan la factibilidad del proyecto, o sus objetivos.
- Oportunidades inesperadas, que pueden impactar de manera relevante los objetivos del proyecto.
- Etc.

Las etapas del PESMD corresponden a las siguientes:

- Etapa A – Definición de los objetivos del proyecto.
- Etapa B – Capacitar sobre como incorporar la incertidumbre.
- Etapa C – Identificar los riesgos previsible del proyecto.
- Etapa D – Definiciones y recomendaciones del sistema de gobernanza.
- Etapa E – Definiciones del ciclo de vida del proyecto, por parte del equipo de proyectos.
- Etapa F – Definición del alcance a nivel superior.
- Etapa G – Definición de los parámetros para la conformación del equipo de proyecto.
- Etapa H – Definición de la estrategia de adquisiciones.

Entre las principales ventajas de su utilización se pueden destacar las siguientes:

- La incorporación de agilidad y flexibilidad a la ejecución de proyectos de inversión, al permitir reevaluar las decisiones adoptadas en fases previas del ciclo de vida del proyecto, ante la irrupción de nuevos focos de incertidumbre relevantes.

- Al requerir evaluar en cada instancia el ciclo de vida completo del proyecto, ayuda a adoptar las decisiones asociadas a la presente fase de desarrollo, evaluando su impacto en las fases futuras.
- Al ser un modelo que abiertamente reconoce el impacto de la incertidumbre, y genera deliberadamente instancias para reevaluar las decisiones adoptadas previamente, ayuda a generar conciencia en la gobernanza sobre las necesidades de adaptarse a las circunstancias.
- Al poseer etapas asociadas al “principal” y al “agente”, ayuda que la gobernanza de la empresa se involucre en el desarrollo del proyecto.
- Al poseer varias instancias de capacitación, asociadas al “principal” y al “agente”, ayuda a desarrollar un lenguaje común, facilitando la comunicación y agilizando la toma de decisiones a nivel superior.
- Al requerir evaluar en cada instancia el ciclo de vida completo del proyecto, ayuda a entrelazar la búsqueda de los objetivos de negocio, con los objetivos de proyecto.

La utilización del PESMD permite aumentar las probabilidades de éxito en el desarrollo de la ejecución de proyectos de inversión, junto con aumentar las probabilidades de alcanzar sus objetivos, sin embargo, posee costos de implementación de deben ser considerados:

- Al requerir un esfuerzo mayor de gestión y dirección, requerirá un mayor uso de recursos por parte del equipo de proyectos en ello, e incluso la incorporación temprana de algunos colaboradores clave al equipo, lo cual constituye un aumento en los costos de desarrollo.
- Requiere interés y participación por parte de la gobernanza y la alta dirección de la empresa, lo cual es una dificultad, bajo el paradigma bajo el que funcionan las empresas mineras.
- Requiere que los colaboradores relevantes pertenecientes al equipo del proyecto y el PEO adopten un liderazgo el cual incorpore a la incertidumbre como un aspecto inherente al desarrollo de proyectos, donde se deben correr riesgos y eventualmente se cometerán errores.

La sección 6.1 presenta una descripción detallada de PESMD, incluyendo los objetivos de cada etapa, mientras la sección 6.2 presenta un ejemplo de uso, cuyo objetivo es orientar respecto a su correcta aplicación.

### **6.1. Presentación del modelo propuesto.**

El PESMD es de carácter iterativo, el cual busca incorporar una mayor madurez en el desarrollo de las fases preinversionales, además de mayor flexibilidad y agilidad en la ejecución del proyecto. Considera la posibilidad de reevaluar cada decisión en caso de nuevos focos de incertidumbre, evitando el sesgo del concepto de tunelización (véase sección 3.4), otorgando madurez a la comprensión de la incertidumbre.

El PESMD está constituido por un proceso de ocho etapas, el cual se repite al inicio de cada fase del ciclo de vida del proyecto, y cada vez que se presente un nuevo evento de incertidumbre relevante. La descripción de cada una se presenta a continuación:

- Etapa A: Etapa asociada a definir, documentar e informar los objetivos del proyecto, la métrica de priorización relativa entre ellos, las métricas de apetito de riesgo y restricciones para la realización del proyecto. Su objetivo es comunicar de forma simple, compacta y eficaz, los objetivos que deberán guiar los procesos de toma de decisiones.
- Etapa B: Etapa asociada al desarrollo de procesos de capacitación multi nivel del equipo del proyecto y los ejecutivos de la empresa involucrados. Su objetivo es crear lenguaje y

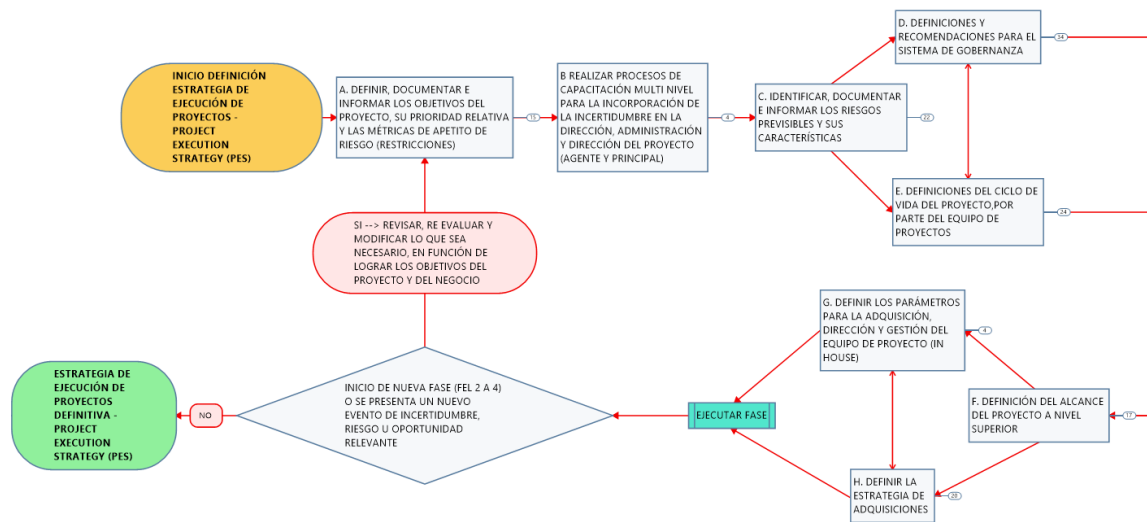
entendimiento común, entre los participantes del proyecto, el cual permita establecer un marco de entendimiento sobre el cual se adoptarán las decisiones y la gestión de riesgos del proyecto.

- Etapa C: Etapa asociada a identificar, documentar e informar los riesgos previstos del proyecto, junto con sus características. Su objetivo comunicar a los participantes del proyecto, la incertidumbre, los riesgos y las oportunidades conocidas que deberán ser gestionadas y administradas, como condicionantes en los procesos de decisión. La definición en términos de sus características más relevantes (tipología, vulnerabilidad, amenaza, exposición y volatilidad), posee como objetivo reducir la existencia de sesgos en su valoración, entre los actores relevantes para el desarrollo del proyecto.
- Etapa D: Etapa asociada a establecer recomendaciones sobre la forma en la cual el equipo de proyecto y el sistema de gobernanza de la empresa patrocinante deben interactuar, en favor de incorporar la gestión de la incertidumbre y la valuación de las decisiones, bajo la perspectiva de maximizar el valor creado y capturado del proyecto, como una práctica aceptada. Para ello establece la selección del marco de desarrollo del FEL (convencional, ágil o flexible), en conjunto con la preaprobación de ecosistemas de proveedores y métodos de entrega de proyectos, estableciendo grupos de opciones, sobre los cuales, en la Etapa E, el equipo de proyecto deberá seleccionar el más idóneo en cada caso. Su objetivo es proporcionar flexibilidad de opción al equipo de proyectos, para adoptar la estrategia más adecuada. Un ejemplo de ello es la preaprobación de métodos de entrega de proyectos, donde la gobernanza de la empresa podría establecer como preaprobados, por ejemplo: EPC, EPCM, GM/CM o DB/BV (véase capítulo 11). La preaprobación de opciones para el ecosistema de proveedores deberá considerar los asociados a la actual fase de desarrollo del proyecto, además de las fases futuras, permitiendo al equipo de proyecto poder planificar la concatenación entre las decisiones presentes y futuras. Como ayuda a la preaprobación de los métodos de entrega de proyectos, se adjunta un análisis cualitativo preliminar de cada sistema de entrega indicado en este documento, el cual se presenta en la Tabla VI. El desarrollo de esta etapa está en directa relación con la etapa E.
- Etapa E: Etapa asociada a establecer la selección del ecosistema de proveedores para el proyecto, por parte del equipo de proyectos. Su objetivo es que el equipo de proyecto evalúe y defina la estrategia del ecosistema de proveedores, para la actual fase de desarrollo y las futuras. Se espera que el hecho de obligar a evaluar la estrategia del ecosistema de proveedores en etapas futuras ayude a identificar las implicancias de las decisiones de la actual fase de desarrollo, además mejorar progresivamente el análisis de la planificación de las fases, hasta concluir con la implementación. Como ayuda a la selección de los métodos de entrega de proyectos, se adjunta un análisis cualitativo preliminar de cada sistema considerado en este documento, el cual se presenta en la Tabla VI. Independiente de lo anterior, se recomienda evaluar en detalle, las implicancias más relevantes de al menos las tres “mejores” opciones identificadas para el proyecto en particular. El desarrollo de esta etapa está en directa relación con la etapa D.
- Etapa F: Esta etapa está asociada a la definición de nivel superior del alcance del proyecto, en términos de su estructura de quiebre de trabajos “WBS” (véase sección 5.8) y su estructura de paquetización “AWS” (véase sección 11.13). Su objetivo es iniciar una maduración temprana de la definición de alcance de cada fase del proyecto, la cual permita identificar de manera oportuna las implicancias de los procesos de toma de decisiones, junto con los requerimientos y recursos necesarios, para desarrollar una adecuada gestión de la incertidumbre. Adicionalmente se espera que ayude a identificar nuevos focos de incertidumbre, riesgos y oportunidades en el proyecto. El desarrollo de esta etapa está en directa relación con la etapa H.

- Etapa G: Etapa asociada al proceso de definición de los parámetros para la conformación, adquisición, dirección y gestión el equipo de proyecto “in-house” del proyecto. Su objetivo es establecer los requerimientos de recursos humanos y materiales del equipo de proyectos del propietario, para la fase en desarrollo y las futuras, con el objetivo de poder desarrollar una adecuada gestión, y dirección el proyecto. En esta etapa se destaca como idea central, el diseño de equipo enfocado a la gestión de la incertidumbre del proyecto y no de manera funcional como tradicionalmente se conforma. Se espera que este cambio de paradigma permita concientizar a las empresas propietarias, sobre la relevancia de cada uno de los cargos incorporados, junto con la captura y generación de valor asociados, además de los riesgos generados en su ausencia. La disposición de un equipo de proyectos “in-house” robusto y su correcto funcionamiento es fundamental en la maduración de las fases preinversionales, la gestión y dirección de la fase inversional, además de una gestión flexible y ágil de la incertidumbre en el proyecto.
- Etapa H: Etapa asociada a la definición de la estrategia de adquisiciones de suministros y servicios para el proyecto. Su objetivo es establecer de forma temprana un sistema de abastecimiento estratégico por categorías, en conjunto con los aspectos más relevantes para implementación de los procesos de adquisición, como lo son: la clasificación por categoría de los suministros y servicios, la asignación de la gestión de riesgos a nivel contractual, los métodos de pago convencionales, los incentivos y la utilización de conceptos definitorios y/o dinámicos, en la especificación de los productos y servicios a adquirir el desarrollo de esta etapa está en directa relación con la etapa G.

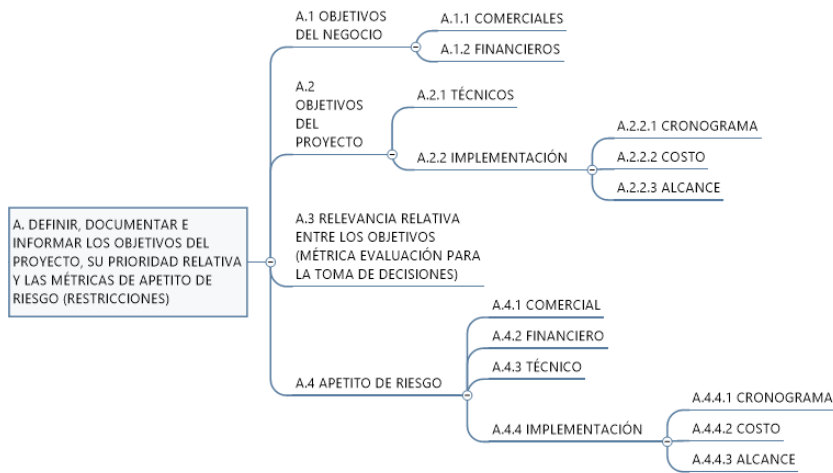
El análisis cualitativo preliminar de los sistemas de entrega de proyectos se presenta en la Tabla VI, al final de este capítulo.

El PESMD propuesto corresponde al proceso indicado en la Ilustración xlii:

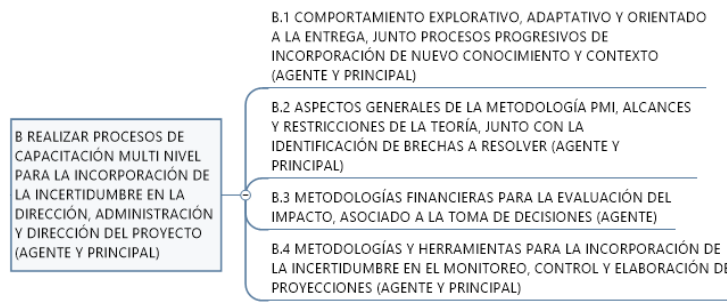


**Ilustración xlii** Modelo para la definición preliminar de la PES - PESMD (elaboración propia).

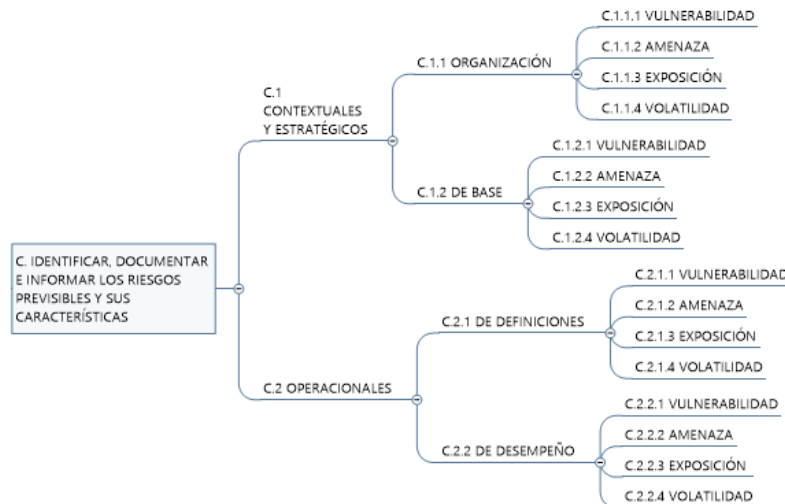
El detalle de cada una de las ocho etapas relevantes del PESMD, es mostrado en la Ilustración xliii, Ilustración xliv, Ilustración xlv, Ilustración xlvi, Ilustración xlvi, Ilustración xlvi, Ilustración xlvi, Ilustración xlix e Ilustración l.



**Ilustración xliii** PESMD Etapa A – Definición de los objetivos del proyecto (elaboración propia).

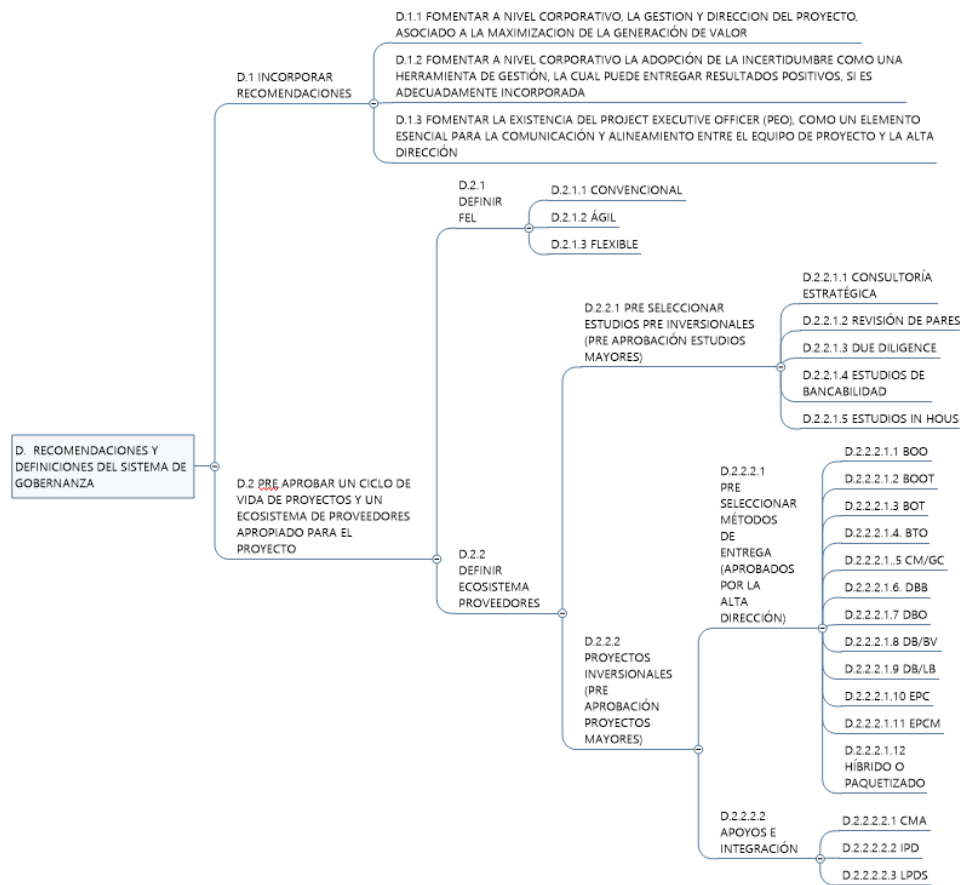


**Ilustración xliiv** PESMD Etapa B – Capacitar sobre como incorporar la incertidumbre (elaboración propia).

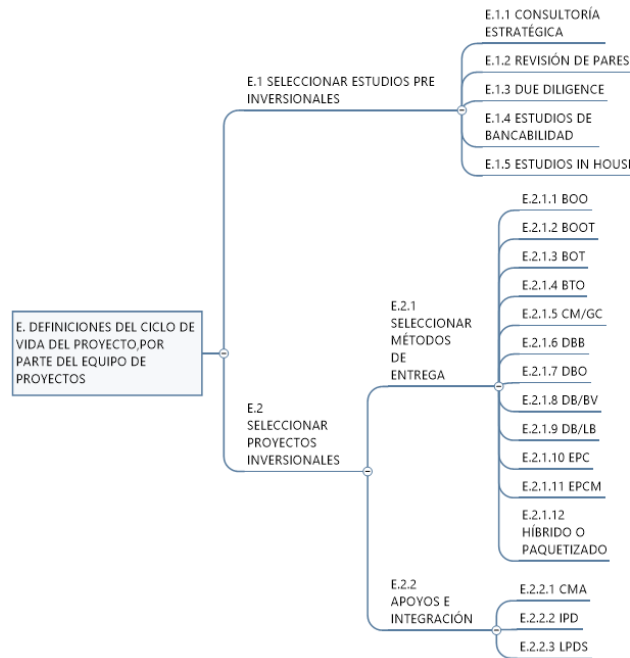


**Ilustración xlv** PESMD Etapa C – Identificar los riesgos previsible del proyecto (elaboración propia).

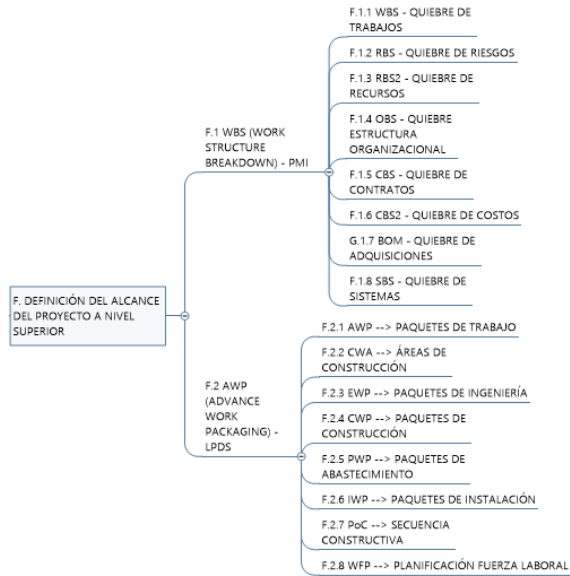




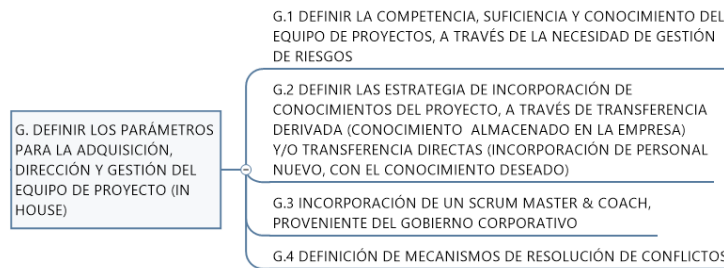
**Ilustración xlvi** PESMD Etapa D – Definiciones y recomendaciones del sistema de gobernanza (elaboración propia).



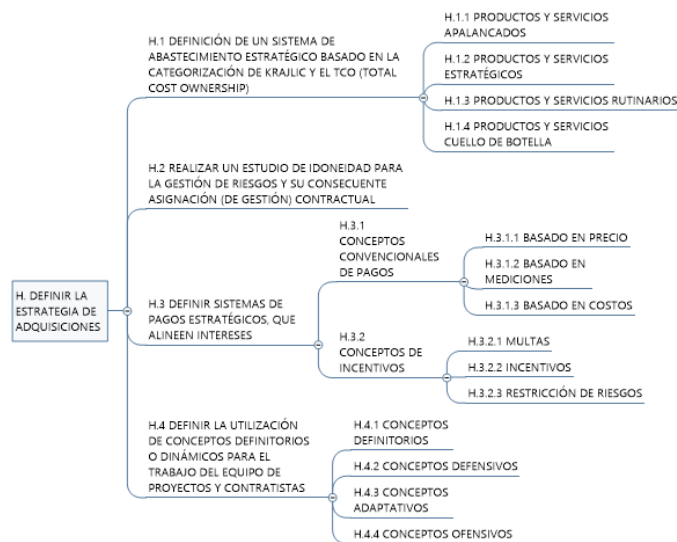
**Ilustración xlvi** PESMD Etapa E – Definiciones del ciclo de vida del proyecto, por parte del equipo de proyectos (elaboración propia).



**Ilustración xlvi** PESMD Etapa F – Definición del alcance a nivel superior (elaboración propia).



**Ilustración xli** PESMD Etapa G – Definición de los parámetros para la conformación del equipo de proyecto (elaboración propia).



**Ilustración l** PESMD Etapa H – Definición de la estrategia de adquisiciones (elaboración propia).

**Tabla VI.** Análisis comparativo cualitativo de los diferentes métodos de entrega de proyectos (elaboración propia).

	BOO	BOOT	BOT	BTO	CM/GC	DBB	DB/BV	DB/LB	EPC	EPCM
Requerimiento de ingeniería	Ing. Perfil / Ing. Prefactibilidad (sugerido)	Ing. Perfil / Ing. Prefactibilidad (sugerido)	Ing. Perfil / Ing. Prefactibilidad (sugerido)	Ing. Perfil / Ing. Prefactibilidad (sugerido)	Ingeniería de Factibilidad	Ingeniería de detalles (FEED)	Ingeniería de Prefactibilidad	Ingeniería de Factibilidad	Ingeniería de Factibilidad	Ingeniería de Factibilidad
Propiedad del activo	Contratista	Contratista mientras dura el periodo de operación. Posteriormente transferido al Cliente	Cliente (concesionado al contratista mientras dure la operación)	Contratista mientras dura el periodo de construcción. Posteriormente transferido al Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente
¿Incluye operación y mantenimiento?	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No
Financiamiento CAPEX	Contratista	Contratista	Contratista	Contratista	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente
¿Escudo Tributario para el cliente?	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No
Depreciación del activo	Contratista	Contratista	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente	Cliente
Participación del cliente en la toma de decisiones del desarrollo de la infraestructura	Muy Baja (hasta ing. de Prefactibilidad)	Muy Baja (hasta ing. de Prefactibilidad)	Muy Baja (hasta ing. de Prefactibilidad)	Muy Baja (hasta ing. de Prefactibilidad)	Alta (participa de la ing. de detalles)	Muy Alta (desarrolla la ing. de detalles)	Media (desarrolla la ing. Prefactibilidad y participa en las siguientes etapas)	Media (desarrolla la ing. Factibilidad y participa en las siguientes etapas)	Baja (desarrolla Ingeniería Factibilidad)	Baja (desarrolla Ingeniería Factibilidad)
Posibilidad que el contratista(s) aporte valor al proyecto (know-how & I+D)	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media	Muy Alta	Baja	Baja	Baja
Administración de la construcción	Contratista de operación	Contratista de operación	Contratista de operación	Contratista de operación	Contratista construcción	Cliente	Contratista construcción	Contratista construcción	Contratista EPC	Contratista EPCM
Revisión de ingeniería por parte del cliente	Para conocimiento y comentarios	Para conocimiento y comentarios	Para conocimiento y comentarios	Para conocimiento y comentarios	Para revisión y aprobación	Para revisión y aprobación	Para revisión y aprobación	Para revisión y aprobación	Para conocimiento y comentarios	Para conocimiento y comentarios
Integración ingeniería y construcción	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Media	Baja	Media	Media	Alta	Media
Requerimiento de ingeniería In-House cliente	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media

	BOO	BOOT	BOT	BTO	CM/GC	DBB	DB/BV	DB/LB	EPC	EPCM
Requerimiento PMO cliente	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Media	Alta
Requerimiento de esfuerzo en la gestión de riesgos, por parte del cliente	Media	Baja	Baja	Baja	Media	Muy Alta	Media	Alta	Media	Media
Costo de la adquisición (desde más alto a más bajo)	4º	3º	2º	1º	7º	10º	8º	9º	5º	6º
Plazo de implementación (desde más alto a más bajo)	7º	7º	7º	7º	5º	6º	4º	3º	1º	2º

La información detallada, sobre cada uno de los métodos de entrega de proyectos presentados anteriormente se muestra en el ANEXO B: MÉTODOS DE ENTREGA DE PROYECTOS.

## 6.2. Ejemplo de aplicación.

La siguiente sección contiene un ejemplo de aplicación del uso del modelo PESMD, presentado en la sección 6.1. Su objetivo es orientar al lector, en la forma de utilización del PESMD. Respecto a ello, se ha considerado el uso de un ejemplo ficticio de carácter simplificado, con el objetivo de favorecer de su entendimiento. Los antecedentes generales del caso son los indicados en la Tabla VII.

**Tabla VII.** Antecedentes generales del caso de ejemplo (elaboración propia).

<b>Antecedentes generales</b>				
Tipo de proyecto	Ficticio	Greenfield	Rajo Abierto	Mediana Minería
Minerales	Óxidos y sulfuros secundarios de Cu		Ley de corte	0.15%
Reservas	Probadas	30.000.000 (0.50% Cu)	Probables	40.000.000 (0.35% Cu)
Recursos	Inferidos	50.000.000 (0.25% Cu)	Total	120.000.000 (0.34% Cu)
Ubicación	Región de Coquimbo, Provincia del Elqui, 150 km al noroeste de la ciudad de la Serena			
Cronograma estimado	1700 días totales (PPP 50 días; FEL1 100 días; FEL2 150 días; FEL3 250 días; FEL4 1000 días)			
LOM	14 años	Altura faena	15 msnm	OPEX objetivo
Fase del proyecto	<b>Inicio FEL 3</b>	CAPEX restante	MUSD\$100	USD\$1,60/lb (total)
Requerimiento de capacidad de tratamiento mineral			6.000 tpd	
Requerimiento de capacidad de producción (LX-SX-EW)			8.000 tCuf	
Precio preevaluación financiera del proyecto		usd\$ 3,0/lb	Razón lastre/mineral	1,8
<b>Antecedentes de sitio</b>				
Riesgo sísmico	NCh2369:2003	Ao= 0.4g (zona sísmica 3)	Clasificación sísmica de suelo - III	
Precipitación	50mm promedio anual	200mm máxima anual	60mm máxima diaria	Suministro agua
Temperatura	0°C - 30°C	Comunidades cercanas	30 km	Pozos subterráneos
<b>Antecedentes de alcance técnico proyecto</b>				
EIA aprobada	DIA modificaciones aprobada		Documentos y actividades PPP a FEL2	
Recuperación metalúrgica objetivo		75% Heap	50% RoM lixiviación (eventuales)	
Suministros estratégicos	Ácido Sulfúrico (96% p/p)	Cloruro de sodio	Energía 6,5 MW/ 23.000 v (contrato de energía)	
Área Mina	Prestripping (650.000 ton)			
Área Chancado y Aglomerado	Chancado primario (mandíbula)			
	Chancador secundario (cono)			
	Chancador terciario (cono)			
	Planta de curado y aglomerado (10% hp/p) ácido sulfúrico			
	Área Stacking RoM			
Área Lixiviación	Piscinas			
	Pila Heap estática (habitual) ácido sulfúrico clorurado			
	Pila lixiviación RoM estática (remanente baja ley) ácido sulfúrico clorurado			
Área Húmeda	Planta de extracción por solvente (SX), 2 etapas de extracción, una de re-extracción y 2 de lavado orgánico			
	Planta de electro obtención (EW), 52 celdas electrolíticas			
	Tank Farm			

**NOTA:** El caso de ejemplo considera que el modelo se encuentra en la revisión asociada al inicio de FEL3, habiendo concluido las etapas previas, tal como se indica en la Tabla VII.

Es importante establecer que el caso de ejemplo se desarrolla con una completitud parcial, cuyo objetivo es únicamente orientar su ejecución. El desarrollo de un caso real requerirá la colaboración de un equipo multidisciplinario, con el objetivo de obtener un desarrollo exhaustivo, el cual sea de utilidad para definir de forma detallada la “*Project Execution Strategy*” (PES), lo cual no es el objetivo de este caso de ejemplo.

**Tabla VIII.** Ejemplo etapa A: Definir, documentar e informar los objetivos del proyecto, su prioridad relativa y las métricas de apetito de riesgo (restricciones) (elaboración propia).

Ítem del PESMD		información asociada	
A.1. Objetivos de negocio	A.1.1 Comerciales	Estabilidad de producción de 8.000 tCuf/año, por 14 años, asociado a cátodos LX-SX-EW ASTM B115-10, con el objetivo de establecer contratos comerciales de venta a mediano y largo plazo.	
	A.1.2 Financieros	VPN superior a USDM\$40	
		PAYBACK menor a 6 años	
		MOI superior a 1,80	
		IP superior a 0,55	
	IRR mayor a 20%		
A.2. Objetivos de proyecto	A.2.1 Técnicos	Faena minera, rajo abierto, para la producción de cátodos (LX-SX-EW) 8.000 tCuf/año, por 14 años	
	A.2.2 Implementación	A.2.2.1 Cronograma	1250 días corridos para el inicio de la operación
		A.2.2.2 Costo	CAPEX máximo FEL3-4 USDM\$100
		A.2.2.3 Alcance	Diseño, suministros, construcción, implementación y PEM, adicionalmente de repuestos, insumos y equipos móviles para el primer año de funcionamiento
			(HSEC) Alta conformidad a los estándares HSEC
A.3 Relevancia relativa entre los objetivos	5ptos (Financieros): 2ptos (Comerciales): 2ptos (Técnicos): {1ptos (Alcance): 1ptos (Costo): 1ptos (Cronograma)} / Total 14 puntos --> Restricciones HSEC (inquebrantables) (Formula de ejemplo)		
A.4 Apetito de riesgo	A.4.1 Comercial	Variabilidad producción anual -10%	
		Variabilidad producción periodo total -3%	
	A.4.2 Financiero	Aumento de la deuda financiera mayor a un 10%	
	A.4.3 Técnico	Variabilidad producción anual +-10%	
		Variabilidad periodo producción total -3% + 10%	
	A.4.4 Implementación	A.4.4.1 Cronograma	Máximo 200 días adicionales
		A.4.4.2 Costo	Máximo 25% adicional
		A.4.4.3 Alcance	0 accidentes con tiempo perdido
Menos de 3 accidentes por millón de horas trabajadas			
Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.			

**Tabla IX.** Ejemplo etapa B: Realizar procesos de capacitación multi nivel para la incorporación de la incertidumbre en la dirección, administración y dirección del proyecto (agente y principal) (elaboración propia).

Ítem del PESMD	información asociada
B.1 Capacitación sobre comportamiento explorativo, adaptativo y orientado a la entrega, junto con procesos progresivos de incorporación de nuevo conocimiento y contexto (agente y principal)	Seminario de capacitación para la alta dirección de la empresa, el Project Executive Officer, el jefe de proyectos y el equipo de proyectos (in-house)
	Talleres bimensuales de capacitación a los cargos de responsabilidad en el equipo in-house de proyecto
B.2 Capacitación aspectos generales de la metodología PMI, alcances y restricciones de la teoría, junto con la identificación de brechas a resolver (agente y principal)	Seminario de capacitación para la alta dirección de la empresa, el Project Executive Officer, el jefe de proyectos y el equipo de proyectos (in-house)
B.3 Capacitación de metodologías financieras para la evaluación del impacto asociado a la toma de decisiones (agente)	Seminario de capacitación para el Project Executive Officer, el jefe de proyectos y los cargos de responsabilidad técnica y administrativa del equipo de proyectos (in-house)
B.4 Capacitación sobre metodologías y herramientas para la incorporación de la incertidumbre en el monitoreo, control y elaboración de proyecciones (agente y principal)	Seminario de capacitación para el Project Executive Officer, el jefe de proyectos y los cargos de responsabilidad técnica y administrativa del equipo de proyectos (in-house)
Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.	

**Tabla X.** Ejemplo etapa C: Identificar, documentar e informar los riesgos previsible y sus características (elaboración propia).

Ítem del PESMD		Información asociada				
		Riesgo	Vulnerabilidad	Amenaza	Exposición (actual)	Volatilidad
C.1 Riesgos contextuales y estratégicos	C.1.1 Organización	Cambio de dirección en la empresa propietaria, con impacto en el financiamiento	Bajo	Muy Alto	Media	Muy Bajo
		Problemas de flujo de caja en la empresa propietaria	Muy Bajo	Muy Alto	Baja	Bajo
	C.1.2 De base	Variabilidad negativa no esperada del precio del Cu	Mediano	Alto	Media	Mediano
		Conflictos comunitarios que involucren detención de la operación	Muy Bajo	Muy Alto	Baja	Mediano
C.2 Riesgos operacionales	C.2.1 Definiciones	Error en la caracterización del suelo de fundaciones	Bajo	Bajo	Baja	Muy Bajo
		Error en la estimación del costo del plan de cierre	Mediano	Muy Bajo	Baja	Muy Bajo
	C.2.2 De desempeño	Error de estimación del CAPEX	Bajo	Mediano	Mediana	Mediano
		Problemas en alcanzar la tasa de recuperación metalúrgica	Bajo	Alto	Mediana	Muy Bajo

Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.

Puntaje	Vulnerabilidad		Riesgo	
	5	Muy Alto	>70%	Muy Alto
4	Alto	51% - 70%	Alto	Daño equivalente a un +15% a +25% Capex
3	Mediano	31% - 50%	Mediano	Daño equivalente a un +10% a +15% Capex
2	Bajo	11% - 30%	Bajo	Daño equivalente a un +5% a +10% Capex
1	Muy Bajo	1 - 10%	Muy Bajo	Daño equivalente a un +1% a +5% Capex

Puntaje	Exposición de riesgo	Volatilidad	
		12-25	Alta
5-11	Media	Alto	La exposición puede cambiar semanalmente
1-4	Baja	Mediano	La exposición puede cambiar mensualmente
		Bajo	La exposición puede cambiar trimestralmente
		Muy Bajo	La exposición puede cambiar semestralmente

**Tabla XI.** Ejemplo etapa D: Definiciones y recomendaciones para el sistema de gobernanza (elaboración propia).

Ítem del PESMD			información asociada	
D.1 Incorporar recomendaciones a la gobernanza	D.1.1. Fomentar a nivel corporativo, la gestión y dirección del proyecto asociado a la maximización de la generación de valor.		Organizar, en etapas tempranas del FEL3, un taller conjunto con las gerencias involucradas, el equipo de proyectos, sobre la estrategia de gestión y adopción de riesgos.	
	D.1.2 Fomentar a nivel corporativo la adopción de la incertidumbre como una herramienta de gestión, la cual puede entregar resultados positivos, si es adecuadamente utilizada.		Organizar, en etapas tempranas del FEL3, un taller conjunto con las gerencias involucradas, el equipo de proyectos, sobre las herramientas a utilizar.	
	D.1.3 Fomentar la existencia del Project Executive Officer (PEO), como un elemento esencial, para la comunicación y alineamiento entre el equipo de proyecto y la alta dirección.		<b>La organización posee Project Execution Officer.</b>	
D.2 Preaprobar un ciclo de vida de proyectos y un ecosistema de proveedores apropiado para el proyecto	D.2.1 Definir el FEL.		Flexible (Costo, Cronograma, Alcance)	
	D.2.2 Definir el ecosistema de proveedores	D.2.2.1 Preseleccionar estudios preinversionales (preaprobación de estudios mayores)	D.2.2.1.1 Consultoría estratégica	Servicio de Ingeniería detalles
				Consultoría de constructibilidad y costos
				Consultoría de diseño de dotación, operación
			D.2.2.1.2 Revisión de pares	Ingeniería de detalles
			D.2.2.1.3 Due diligence	Caso de negocios, costos y constructibilidad
			D.2.2.1.4 Estudios de bancabilidad	Estudio de bancabilidad según FEL3
			D.2.2.1.5 Estudios In-house	Compras abastecimiento especiales
		Estudio de adquisición de equipo in-house		
		Estudio de bancabilidad según FEL3		
		D.2.2.2 Proyectos inversionales (preaprobación de proyectos mayores)	D.2.2.2.1 Preseleccionar métodos de entrega (aprobados por la alta dirección)	DBB
DB/LB				
CM/GC				
Híbrido o Paquetizado				
D.2.2.2.2 Apoyos e integración	CMA			
	IPD			
	LPDS			
Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.				



**Tabla XII.** Ejemplo etapa E: Definiciones del ciclo de vida del proyecto por parte del equipo de proyectos (elaboración propia).

Ítem del PESMD		Información asociada
E.1 Seleccionar estudios preinversionales	E.1.1 Consultoría estratégica	Servicio de Ingeniería detalles
		Consultoría de constructibilidad y costos
		Consultoría de diseño de dotación, operación
	E.1.2 revisión de pares	<b>No selecciona ninguno</b>
	E.1.3 Due diligence	Caso de negocios, costos y constructibilidad
	E.1.4 Estudios de bancabilidad	<b>No selecciona ninguno</b>
	E.1.5 Estudios In-house	Compras abastecimiento especiales
Estudio de adquisición de equipo in-house		
Estudio de bancabilidad según FEL3		
Revisión de pares ingeniería de detalles		
E.2 Proyectos inversionales	E.2.1 Seleccionar métodos de entrega (aprobados por la alta dirección)	DBB
	E.2.2 Apoyos e integración	CMA
		LPDS

Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.

**Tabla XIII.** Ejemplo etapa F: Definición del alcance del proyecto a nivel superior (elaboración propia).

Ítem del PESMD		información asociada		
F.1 WBS (Work Structure Breakdown) - PMI	F.1.1 WBS - Quiebre de trabajos	<b>Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem</b>		
	F.1.2 RBS - Quiebre de riesgos	<b>Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem</b>		
	F.1.3. RBS2 - Quiebre de recursos	<b>Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem</b>		
	F.1.4 OBS - Quiebre de estructura organizacional	<b>Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem</b>		
	F.1.5 CBS - Quiebre de contratos	<b>Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem</b>		
	F.1.6 CBS2 - Quiebre de costos	<b>Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem</b>		
	F.1.7 BOM - Quiebre de adquisiciones	<b>Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem</b>		
	F.1.8 SBS - Quiebre de sistemas	s100.000	Área general de procesos	
		s101.000		Matrices generales de procesos y servicios
		s102.000		Suministro y distribución eléctrica
		s103.000		Infraestructura de transporte vehicular
		s104.000		Infraestructura de control de proceso
		s105.000		Infraestructura de comunicaciones
		s106.000		Infraestructura para la administración de la operación
		s107.000		Infraestructura para la seguridad operacional
s200.000		Área mina		
s201.000			Stockpile RoM	
s202.000			Talleres y oficinas	
s203.000			Caminos	
s204.000			Polvorín	
s300.000		Área de lixiviación		
s301.000		Infraestructura general del área		
s302.000		Piscinas		
s303.000		Pila Heap		
s304.000		Pila RoM		

Ítem del PESMD		información asociada		
		s400.000	Área de chancado y aglomerado	
		s401.000		
		s402.000		
		s403.000		
		s404.000		
F.2 AWP - Advance work packaging - LPDS	F.2.1 AWP - Paquetes de trabajo	Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem		
	F.2.2 CWA - Áreas de construcción	Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem		
	F.2.3 EWP - Paquetes de Ingeniería	Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem		
	F.2.4 CWP - Paquetes de construcción	c10.000	Contrato de movimiento masivo de tierra y prestripping	
		c20.000	Contrato de obras civiles, montaje estructural y mecánico (incluye suministros)	
		c30.000	Contrato de montaje eléctrico, instrumentación y control (incluye suministro)	
		c40.000	Contrato suministro y montaje de HDEP	
		c50.000	Contrato de suministro y montaje FRP	
		c60.000	Contrato de apoyo a la PEM	
		c70.000	Contrato suministro equipos mayores y supervisión de montaje	
F.2.5 PWP - Paquetes de abastecimiento	Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem			
F.2.6 IWP - Paquetes de instalación	Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem			
F.2.7 PoC - Secuencia Constructiva	Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem			
F.2.8 WFP - Planificación fuerza laboral	Este caso de ejemplo no posee una demostración de este ítem			
Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.				

**Tabla XIV.** Ejemplo etapa G: Definir los parámetros para la adquisición, dirección y gestión del equipo de proyectos (in-house) (elaboración propia).

Ítem del PESMD	información asociada
G.1 Definir la competencia, suficiencia y conocimiento del equipo de proyectos, a través de la necesidad de la gestión de riesgos	Considerando la selección del método de entrega de proyectos DBB, además de selección de realizar la Revisión de pares de ingeniería de detalles con recursos in-house, se considera la incorporación de todos los cargos técnicos, administrativos y de contratos, de responsabilidad a través de recursos in-house, como por ejemplo: Administradores de contrato, Líderes de Especialidad, Jefe de construcción, Jefe de ingeniería, Jefe HSEC, Jefe de Planificación y Control, Líder ITO, Líder comercial - financiero. Los requerimientos de colaboradores "operativos" como, por ejemplo: Planificadores, ITOS, Ingenieros, Controles documentales, etc. serán adquiridos a través del contrato de apoyo CMa.
G.2 Definir las estrategias de incorporación de conocimientos del proyecto, a través de transferencia derivada y/o transferencias directas	Para efectos del caso de ejemplo, se considera la mantención del personal integrante del equipo de proyectos en las etapas de PPP a FEL2. Los colaboradores faltantes deberán ser incorporados a través de transferencia directa, con experiencia en proyectos similares, a través de puestos en empresas propietarias, o consultoras de ingeniería.
G.3 Incorporación de un Scrum Master y Coach proveniente del gobierno corporativo	Se considera la incorporación, durante todo el ciclo de vida del proyecto
G.4 Definición de mecanismos de resolución de conflictos	Se considera la implementación del mecanismo de resolución de conflictos establecidos en la Ilustración xli.
Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.	

**Tabla XV.** Ejemplo etapa H: Definir la estrategia de adquisiciones (elaboración propia).

Ítem del PESMD		Información asociada
H.1 Definición de un sistema de abastecimiento estratégico basado en la categorización de Krajlíc y TCO		Equipos mecánicos mayores --> Productos estratégicos
		Procuras especiales --> Productos estratégicos
		Insumos estratégicos --> Cuello de botella
		Contratos de construcción --> Productos apalancados
		CMA --> Producto apalancado
H.2 Realizar un estudio de idoneidad para la gestión de riesgos y su consecuente asignación (de gestión) contractual		Considerando la idoneidad de la empresa, respecto al tipo de proveedores considerados, se tiene que la empresa posee una mayor idoneidad respecto a los riesgos financieros, asociados a externalidades del proyecto, por lo cual dichos riesgos se gestionaran directamente a través de la empresa minera. Respecto a los riesgos técnicos y los asociados a problemas propios de la gestión de contratistas, su gestión debe ser asignada por contratos a ellos.
H.3 Definir sistemas de pagos estratégicos, que alineen intereses	H.3.1 Conceptos convencionales de pago	CMA, Basado en mediciones
		Consultorías estrategias y contratos de construcción, basado en precio
	H.3.2 Conceptos de incentivos	Multas
		Incentivos
H.4 Definir la utilización de conceptos definitorios o dinámicos para el trabajo del equipo de proyectos y contratistas		Considerando la amplia experiencia nacional, en proyectos de este tipo, a nivel de empresas mineras, consultoras y proveedores, se considera el uso de conceptos primordialmente ofensivos y adaptativos.
Tabla incompleta, solo para ejemplificación de su funcionamiento.		

La aplicación del PESMD, en un proyecto real, requerirá para su éxito:

- Una participación multidisciplinaria relevante, por parte de la estructura del “agente” y una participación eventual, pero oportuna, por parte de la estructura del “principal”, la cual permita un desarrollo exhaustivo de las etapas del PESMD.
- Un grado de interés y de participación relevante, por parte del “principal”, en ejecución del proyecto.
- Establecer, de manera “supuesta”, la toma de decisiones pertenecientes a las fases futuras del ciclo de vida del proyecto. Cada iteración del PESMD debe contener la información de la fase actual de desarrollo y las futuras. Esto es vital para la maduración del proyecto, junto con la detección y gestión de incertezas.
- Realizar de manera estricta los eventos de capacitación asociados a la estructura del “principal” y del “agente”. La comprensión del “principal” respecto a las complejidades de la ejecución del proyecto y la capacidad del “agente” de estimar el impacto comercial y financiero de sus decisiones, permitirá alcanzar un lenguaje común, entre las partes. Lo anterior es la base para la obtención de flexibilidad y agilidad en la ejecución del proyecto.
- Establecer una disposición de la gestión de los riesgos a nivel contractual, entre los incumbentes de los contratos, basada en la idoneidad de sus capacidades de gestión de los riesgos, proveniente de un estudio de sus competencias.

## 7. CONCLUSIÓN

El presente documento ha establecido que, en general, la industria minera percibe métricas de éxito en sus proyectos de inversión menores a las presupuestadas. Según lo indicado en él, las principales causas de ello son: la desconexión entre los objetivos de desarrollo de negocios y los “del proyecto”, además del uso de metodologías de desarrollo deficientes respecto a la gestión de la incertidumbre.

En respuesta a aquello, el presente documento presenta varios conceptos relevantes para el desarrollo de proyectos de inversión, cuya inclusión en el diseño de la Estrategia de Ejecución del Proyecto, tiene como objetivo proporcionar mayor agilidad y flexibilidad metodológica en su desarrollo, además de conectar los objetivos de negocios, con los “del proyecto”.

Finalmente, se ha establecido una propuesta de “Modelo para la Definición de la Estrategia de Ejecución de Proyectos de inversión, en la industria minera”, denominado como PESMD, constituido por un proceso iterativo de ocho etapas, el cual se repite al inicio de cada fase del ciclo de vida del proyecto (véase sección 3.4), o ante la aparición de focos de incertidumbre relevantes. El modelo propuesto ayuda a entrelazar los conceptos, metodologías e ideas indicadas en los capítulos de este documento, incorporando agilidad y flexibilidad a la estrategia de ejecución de proyectos, aumentando sus probabilidades de éxito. Dentro de sus principales beneficios se destaca:

- La incorporación de agilidad y flexibilidad a la ejecución de proyectos de inversión.
- Ayuda a evaluar las decisiones asociadas a la presente fase de desarrollo, considerando su impacto en las fases futuras.
- Ayuda a reconocer el impacto de la incertidumbre, y genera instancias para reevaluar las decisiones adoptadas.
- Ayuda a la gobernanza de la empresa, a involucrarse en el desarrollo del proyecto.
- Ayuda a desarrollar un lenguaje común entre el “principal” y el “agente”.

Dentro de los costos asociados a su aplicación, se destaca:

- Un esfuerzo mayor de gestión y dirección, un mayor uso de recursos por parte del equipo de proyectos en ello, e incluso la incorporación temprana de colaboradores internos o externos.
- Requiere interés y participación por parte de la gobernanza y la alta dirección de la empresa.
- Requiere un liderazgo el cual incorpore a la incertidumbre como un aspecto inherente al desarrollo de proyectos.

Su implementación representa un desafío de gestión de cambio para la industria minera, la cual en general posee una baja madurez organizacional respecto al desarrollo de proyectos, lo cual se traduce en:

- Un bajo nivel de involucramiento del “principal” en el desarrollo de proyectos.
- Una alta externalización de las actividades de los proyectos.
- Un desarrollo preinversional deficiente.
- Una alta rigidez metodológica de ejecución.
- Una fuerte aversión a la incertidumbre y sus riesgos.

Para finalizar, se espera que este documento pueda ser de utilidad para quienes busquen incorporar mejoras a sus sistemas de desarrollo de proyectos, en particular los asociados a la industria minera.

## 8. GLOSARIO

- AACE: American Association of Cost Engineering. Su página web corresponde a: <https://web.aacei.org/>
- API: Aprobación para inversión. Denominación asociada al centro de costos para la ejecución de etapas inversionales de un proyecto.
- As-built: Corresponde a la documentación que establece la realidad final de construcción o fabricación de un equipo, incluyendo las modificaciones necesarias al momento de su instalación.
- AusIMM: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. Su página web corresponde a: <https://ausimm.com/>
- BIM: “*Building information model*”, se refiere al proceso de generación y gestión de datos de un proyecto, a lo largo de su ciclo de vida, a través de la utilización de una modelación isométrica inteligente, con meta data asociada a todas las especialidades existentes en el proyecto.
- BOT: “*Built, operate & transfer*”, o construcción, operación y transferencia, es una estrategia de entrega de proyectos.
- Brownfield: Proyecto de campo ocupado, o de instalaciones existentes.
- CAPEX: “*Capital expenditures*”, o gastos de capital.
- Capital project investments: Inversiones de proyectos de capital.
- Cash Flow: Flujo de caja, medida financiera que establece la liquidez de los recursos generados por una empresa en un periodo determinado, medida como las entradas y las salidas de efectivo.
- CEO: “*Chief executive officer*”, o director ejecutivo, presidente ejecutivo o gerente general.
- CII: Construction Industry Institute. Su página web corresponde a: <https://www.construction-institute.org/>
- Claim: Reclamación jurídica o arbitral, asociada al incumplimiento de las condiciones y términos de un contrato, por alguna de las partes.
- CMA: “*Construction management as agency*”, o administración de la construcción como una agencia, es una estrategia de entrega de proyectos.
- CMGC: “*Construction manager & general contractor*”, o administración de la construcción y contratista general, es una estrategia de entrega de proyectos.
- Coaching management: Gestión y dirección bajo un estilo de “*coaching*” o “instruir, entrenar, preparar, ayudar”.
- Cochilco: Comisión chilena del cobre, ministerio de minería, Chile. Su página web corresponde a: <https://www.cochilco.cl>
- Comisionamiento: Proceso que comprende la certificación, pruebas y chequeos, de sistemas y equipos, con carga.
- DB/BV: “*Design build & best value*”, o diseño, construcción y máximo valor, una estrategia de entrega de proyectos.
- DB/LB: “*Design build & low bid*”, o diseño, construcción y menor costo, una estrategia de entrega de proyectos.
- DB: “*Design & built*”, o diseño y construcción, es una estrategia de entrega de proyectos.
- DBB: “*Design bid & build*”, o diseño, licitación y construcción, es una estrategia de entrega de proyectos.
- DBO: “*Design, built & operate*”, o diseño, construcción y operación, es una estrategia de entrega de proyectos.

- Design assist: Asistencia de diseño, es un concepto de abastecimiento, asociado a condicionar la compra de un equipo, a la asesoría del proveedor en el diseño del proyecto, en todos los aspectos asociados al equipo.
- Dispute: Disputa jurídica o arbitral, asociada a desacuerdos en la interpretación de parte de las definiciones y términos de un contrato, por alguna de las partes.
- Dolo: Término referido para indicar la existencia de la intención positiva de inferir injuria a la persona o propiedad de otro.
- Due diligence: Debida diligencia, corresponde a la investigación y revisión de antecedentes. Puede ser aplicada a personas, empresas o procesos.
- EDC: “*Ecological distribution conflicts*”, o conflictos de distribución económica, concepto definido por Martínez-Alier y O'Connor.
- EPC: “*Engineering, procurement & construction*”, o ingeniería, procura y construcción, es una estrategia de entrega de proyectos.
- EPCM: “*Engineering, procurement & construction management*”, o ingeniería, procura y administración de la construcción, es una estrategia de entrega de proyectos.
- EPI: Estudio para inversión. Denominación asociada al centro de costos para la ejecución de etapas preinversionales de un proyecto.
- Fast track: Vía rápida, es un concepto de construcción y procura, asociado a requerir el inicio de la construcción y procura, antes del término de la ingeniería de detalles.
- FEED: “*Front End Engineering Design*”, es la etapa del FEL en la cual se empieza a desarrollar la ingeniería definitiva para la implementación de un proyecto (ingeniería de detalles).
- FEL: “*Front End Loading*”, ciclo de vida de proyectos, en el cual se aborda el desarrollo del producto a través del desarrollo de fases repetitivas, en las cuales se realizan definiciones para etapas futuras y se incrementa el nivel de detalle de forma secuencial.
- FEP: “*Front End Planning*”, según lo establece el CII, es el proceso de desarrollo de información estratégica con la cual los propietarios de un proyecto pueden abordar el riesgo y decidir comprometer recursos para maximizar la posibilidad de éxito. Está constituida por PPP, FEL, FEED.
- Greenfield: Proyecto de campo abierto, o desocupado.
- HR: “*Human resources*”, o recursos humanos.
- HSEC: “*Health safety environment & community*”, o gestión de salud, seguridad, medio ambiente y comunidad.
- IP: “*Index profit*” o índice de utilidad. Es un parámetro financiero.
- IPD: “*Integrated project delivery*”, o entrega integrada de proyectos, es una estrategia de entrega de proyectos.
- IRR: “*Internal rate of return*”, o tasa interna de retorno, es un parámetro financiero.
- Know-how: Término que hace referencia a una serie de técnicas y conocimientos que pueden ser aplicados a diversas áreas de una empresa.
- LOM: “*Life of mine*”, o vida de la mina. En general se asocia a la cantidad de años productivos de una mina.
- LPDS: “*Lean Project Delivery System*”, o sistema de entrega de proyectos “*lean*”, es una estrategia de entrega de proyectos.
- LX-SX-EW: “*Copper leaching extraction, solvent extraction and electrowinning circuit*”, o lixiviación de cobre, extracción por solvente y circuito de electro obtención.
- M&A investments: Fusiones y adquisiciones corporativas.
- NPV: “*Net present value*”, o valor actual neto, es un parámetro financiero.
- OEM: “*Original equipment manufacturer*”, o fabricante de un equipo.
- OPEX: “*Operational expenditures*”, o gastos de operacionales.

- **PEM:** Puesta en marcha, se define como el periódico necesario para iniciar el funcionamiento de una planta, instalación o equipo, una vez posicionado.
- **PEO:** “*Project Executive Officer*”, o ejecutivo de proyectos.
- **PEP:** “*Project Execution Plan*”, o plan de ejecución del proyecto, en términos de la administración del proyecto (todo el ciclo de vida del proyecto). Sinónimo de PES.
- **PES:** “*Project Execution Strategy*”, o estrategia de ejecución del proyecto, en términos de la administración del proyecto (todo el ciclo de vida del proyecto). Sinónimo de PEP.
- **PESMD:** “*PES Model Definition*”, o modelo para la definición de la estrategia de ejecución de proyectos.
- **PMI:** Project Management Institute. Organización estadounidense, sin fines de lucro, que asocia a los profesionales relacionados con la dirección de proyectos. En la actualidad es la asociación más relevante a nivel mundial en su campo, la cual establece estándares para la dirección de proyectos, junto con certificar la competencia profesional. Su página web corresponde a: <https://www.pmi.org/>
- **Portafolio de proyectos:** Conjunto de programas de proyectos, proyectos, portafolios subsidiarios y operaciones gestionados como grupo para alcanzar objetivos estratégicos.
- **PPP:** “*Pre-Project Planning*”, es la etapa del FEP en la cual se establecen las definiciones de negocio previas al inicio del desarrollo de un proyecto (FEL).
- **Precomisionamiento:** Proceso que comprende la certificación, pruebas y chequeos, de sistemas y equipos, sin carga.
- **Programa de proyectos:** Conjunto de proyectos relacionados, programas subsidiarios y actividades de programas, cuya gestión se realiza de manera coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían si se gestionaran de manera individual.
- **Project chapter:** Acta de iniciación del proyecto, documento con el cual el patrocinador de un proyecto autoriza de manera formal su existencia, lo cual proporciona al gerente de proyecto la autoridad de iniciar el abastecimiento y aplicar los recursos de la organización para su ejecución.
- **Proyecto:** Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.
- **QA/QC:** “*Quality Assurance & Quality Control*”, o aseguramiento de la calidad y control de calidad.
- **Ramp-up:** Periodo requerido por una planta, instalación, equipo o producto, en alcanzar su capacidad de funcionamiento de diseño.
- **RC:** “*Refining Charge*”, corresponde al cargo por refinamiento del mineral (cUSD/lb mineral refinado).
- **ROE:** “*Return on equity*”, o retorno sobre el patrimonio. Es un parámetro financiero.
- **ROI:** “*Return on investment*”, o retorno sobre la inversión. Es un parámetro financiero.
- **ROIC:** “*Return on investment capital*”, retorno sobre el capital invertido. Es un parámetro financiero.
- **SEA:** Servicio de evaluación ambiental, ministerio de medio ambiente, Chile. Su página web corresponde a: <https://www.sea.gob.cl/>
- **SGP:** Sistema de gestión de proyectos, encargado del desarrollo y ejecución de las inversiones de capital en etapas inversionales.
- **SIC:** Sistema de inversión de capital, encargado de seleccionar las oportunidades de inversión de capital, desarrolladas en las etapas preinversionales, que deben proseguir a la etapa inversional.
- **SME:** Society for mining, metallurgy & exploration. Su página web corresponde a: <https://www.smenet.org/>

- Stakeholders: Concepto creado en la década de 1980 por Robert Edward Freeman, se refiere a las “partes interesadas”.
- Tailored training: Entrenamiento o capacitación a medida.
- TC: “*Treatment Charge*”, corresponde al cargo por tratamiento del mineral (USD/Ton concentrado de mineral tratado).
- TCO: “*Total Cost Ownership*”, o costo total del dueño, corresponde a la totalidad del costo que debe incurrir un comprador ante la adquisición de un suministro, servicio o activo. Entre sus componentes se encuentran los costos: pre transaccionales, transaccionales, de adquisición y post transaccionales.
- TOP: “*Turn Over Package*”, o paquete de entrega, corresponde a la documentación mínima que debe entregar un proveedor, para demostrar la funcionalidad y alcance del suministro.
- TSR: “*Total Shareholder Return*”, o tasa total de retorno del accionista. Es un parámetro financiero.
- Turnkey: Llave en mano, es un concepto de procura y construcción, asociado a la recepción del activo, en condiciones totalmente funcionales, según los requerimientos de compra.
- WBS: “*Work Breakdown Structure*”, o estructura de quiebre de los trabajos.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Poli M, Shenhar AJ. Project strategy: the key to project success. PICMET '03 Portl. Int. Conf. Manag. Eng. Technol. Technol. Manag. Reshaping World, 2003., Portland State University; 2003, p. 231–5. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2003.1222799>.
- [2] Consejo Minero de Chile AG. Cifras actualizadas de la minería - Febrero 2020 (in spanish). Santiago, Chile: 2020.
- [3] Meller P. La viga maestra y el sueldo de Chile. Mirando el futuro con ojos de cobre (in spanish). 1º. Uqbar; 2013.
- [4] Comisión Chilena del Cobre. Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2019 - 2028 (in spanish). Santiago, Chile: 2019.
- [5] Project Management Institute. A guide to the project management body of knowledge - PMBOK Guide (in spanish). 6th ed. United States of America: Project Management Institute, Inc.; 2017.
- [6] Yescombe ER. Principles of project finance. 2nd ed. Elsevier; 2014.
- [7] Buchtik L. Secrets to mastering the WBS in real-world projects : the most practical approach to work breakdown structures (WBS)! 2nd ed. Project Management Institute; 2013.
- [8] Gaete Bascour E, Caro de Kartzow R. PUC DADP v61 - Modulo 3.1: Gestion de los costos en proyectos (in spanish) 2020:191.
- [9] Rolstadås A, Hetland PW, Jergeas GF, Westney RE. Risk navigation strategies for major capital projects. London: Springer London; 2011. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-594-1>.
- [10] Hickson RJ, Owen TL. Project management for mining - Handbook for delivering project success. Society for Mining, Metallurgy & Exploration; 2015.
- [11] Comisión Chilena del Cobre. Catastro de empresas exploradoras 2019 (in spanish). 2019.
- [12] Conde M. Resistance to mining. A review. Ecol Econ 2017;132:80–90. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.08.025>.
- [13] Coase RH. The Problem of Social Cost. J Law Econ 1960;3:1–44. <https://doi.org/10.1086/466560>.
- [14] Murray M. CII Best practices front end planning and alignment. PMSA Knowl Ser 2015.
- [15] Alleman D, Tran D, Antione A, Molenaar K. Engineering estimate accuracy of highway construction alternative delivery methods. AACE Int., vol. EST. 2501., 2017, p. 1–23.
- [16] Wiegmans, F., and Hubert G. Shell international exploration and production b.v. Rijswijk, The Netherlands: Shell International Exploration and Production B.V.; 2011.
- [17] Toyota. Toyota production system - Company information vision & philosophy 2020.

<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/> (accessed August 11, 2020).

- [18] Chin G. Agile project management: How to succeed in the face of changing project. 1st ed. New York, New York: American Management Association; 2004.
- [19] Kim WC, Mauborgne R. Blue ocean strategy: How to create uncontested market space and make the competition irrelevant. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Publishing; 2005.
- [20] Loch CH, De Meyer A, Pitch MT. Managing the unknown: A new approach to managing high uncertainty and risk in projects. John Wiley & Sons, Inc; 2006.
- [21] Shenhar AJ, Dvir D. Reinventing project management - The diamond approach to successful growth and innovation. 1st ed. Harvard Business School Publishing; 2007.
- [22] Gladwell M. The tipping point - How little things can make a big difference. Little, Brown and Company; 2000.
- [23] Taleb NN. The black swan: The impact of the highly improbable. New York, New York: Random House; 2007.
- [24] Costa A. MBA Minero Universidad de Chile - Tecnologia de la informacion y transformacion digital, clase 18 de julio de 2020 2020:186.
- [25] Vio Carrasco JA. Tesis para optar al titulo de ingeniero civil - La estrategia de ejecución de proyectos IPD (integrated project delivery) situación actual y tendencias (in spanish). Universidad de Chile, 2017.
- [26] Project Management Institute. Construction extension to the PMBOK guide. United States of America: Project Management Institute; 2016.
- [27] The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. Mine managers' handbook. 1st ed. 2012.
- [28] SCM Minera Lumina Copper Chile, Ernst & Young. Caserones - Memoria anual 2014 (in spanish). 2015.
- [29] SCM Minera Lumina Copper Chile, Ernst & Young. Caserones - Memoria anual 2015 (in spanish). 2016.
- [30] SCM Minera Lumina Copper Chile, Ernst & Young. Caserones - Memoria anual 2016 (in spanish). 2017.
- [31] SCM Minera Lumina Copper Chile, Ernst & Young. Caserones - Memoria anual 2017 (in spanish). 2018.
- [32] SCM Minera Lumina Copper Chile, Ernst & Young. Caserones - Memoria anual 2018 (in spanish). 2019.
- [33] SCM Minera Lumina Copper Chile, Ernst & Young. Caserones - Memoria anual 2019 (in

spanish). 2020.

- [34] Braga I. MBA UCH Industria Minera - El abastecimiento estrategico 2020.
- [35] Mella Care C. MBA UCH Industria Minera - Cadena de abastecimiento, 04 de Julio 2020 2020.
- [36] Kraljic P. Purchasing must become supply management. Harv Bus Rev 1983.
- [37] Olivares C. M. MBA UCH Industria Minera - Entorno normativo y regulatorio aplicable a la actividad minera - Modulo 4: Fase de desarrollo y construccion: Aspectos contractuales (in spanish) 2019.
- [38] Ministerio de Justicia. DFL1 - Texto refundido, coordinado y sistematizado del codigo civil, publicado el 30 de mayo 2020 (in spanish). Chile: Biblioteca del congreso nacional de Chile; 2000.
- [39] Corporación Nacional del Cobre de Chile. Sulfuros Radomiro Tomic Fase II (in spanish) n.d. [https://www.codelco.com/explotacion-sulfuros-radomiro-tomic/prontus\\_codelco/2016-04-05/202453.html](https://www.codelco.com/explotacion-sulfuros-radomiro-tomic/prontus_codelco/2016-04-05/202453.html) (accessed September 28, 2020).
- [40] Corporación Nacional del Cobre de Chile. Desarrollo Futuro Andina (in spanish) n.d. [https://www.codelco.com/desarrollo-futuro-andina/prontus\\_codelco/2016-04-05/195731.html](https://www.codelco.com/desarrollo-futuro-andina/prontus_codelco/2016-04-05/195731.html) (accessed September 28, 2020).
- [41] Corporación Nacional del Cobre de Chile. Rajo Inca (in spanish) n.d. [https://www.codelco.com/rajo-inca/prontus\\_codelco/2016-04-05/202033.html](https://www.codelco.com/rajo-inca/prontus_codelco/2016-04-05/202033.html) (accessed September 28, 2020).
- [42] Anglo American. Proyecto Los Bronces Integrado (in spanish) n.d. <https://chile.angloamerican.com/es-es/operaciones/proyecto-los-bronces-integrado> (accessed September 28, 2020).
- [43] Antofagasta Minerals. Proyectos y exploraciones (in spanish) n.d. <https://www.aminerals.cl/que-hacemos/proyectos-y-exploraciones/> (accessed September 28, 2020).
- [44] Antofagasta Minerals. Zaldívar presenta proyecto para continuidad operacional hasta el 2031 (in spanish) n.d. <https://www.aminerals.cl/comunicaciones/noticias/2018/eia-continuidad-operacional-cmz/> (accessed September 28, 2020).
- [45] Revista Minería Chilena. Proyecto Santo Domingo se presentó en desayuno Aprimin (in spanish) n.d. <https://www.mch.cl/2019/08/22/proyecto-santo-domingo-se-presento-en-desayuno-aprimin/%0A> (accessed September 28, 2020).
- [46] Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM. Proyecto de Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi (in spanish) n.d. <http://www.collahuasi.cl/que-hacemos/proyecto-de-desarrollo-de-infraestructura-y-mejoramiento-de-capacidad-productiva-de-collahuasi/> (accessed September 28, 2020).
- [47] Minera El Abra. Proyecto Concentradora (in spanish) n.d. <http://www.elabra.cl/el->

- abra/proyecto-concentradora/ (accessed September 28, 2020).
- [48] Teck Resources Limited. Nueva Unión (in spanish) n.d. <https://www.teck.com/operaciones-es/chile-es/proyectos-es/nuevaunion-es/> (accessed September 28, 2020).
- [49] Mantos Copper S.A. Proyectos (in spanish) n.d. <https://www.mantoscopper.org/proyectos> (accessed September 28, 2020).
- [50] Corporación Nacional del Cobre de Chile. Proyecto Nuevo Sistema Traspaso Andina (in spanish) n.d. [https://www.codelco.com/nuevo-sistema-de-traspaso-andina/prontus\\_codelco/2016-04-05/195413.html](https://www.codelco.com/nuevo-sistema-de-traspaso-andina/prontus_codelco/2016-04-05/195413.html) (accessed September 28, 2020).
- [51] Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers S.A. Minería - Proyectos (in spanish) n.d.
- [52] Inteligencia Comercial. Codelco Chile División Andina - Nuevo Traspaso Rajo - Mina (in spanish) n.d. <http://www.intranetunip.cl/intranet/fvproyecto.php?sc=1#> (accessed September 29, 2020).
- [53] Consejo Minero de Chile AG. Mapa Minero (in spanish) n.d. <https://consejominero.cl/quienes-somos/mapa-minero/> (accessed September 29, 2020).
- [54] Servicio de evaluación ambiental. Informe consolidado de la evaluación del estudio de impacto ambiental del proyecto “Proyecto Caserones” (in spanish) n.d. <https://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=bf/48/8acf01d3b400a0712e7534538619cebef58> (accessed September 29, 2020).
- [55] 2º Congreso Proyectos Mineros & Energía. Presentaciones 2018 (in spanish) 2018. <http://www.proyectosmineroschile.cl/presentaciones/> (accessed September 29, 2020).
- [56] Instituto de Ingenieros de Minas de Chile A.G. Noticias - Caserones finalizó su construcción con alza de 147% en su costo (in spanish) n.d. <https://www.iimch.cl/index.php/noticias2/actualidad/914-caserones-finalizo-su-construccion-con-alza-de-147-en-su-costo> (accessed September 29, 2020).
- [57] Fluor Corporation. Minera Lumina Caserones Copper Project n.d. <https://www.fluor.com/projects/copper-mine-utilities-offsites-epcm> (accessed September 29, 2020).
- [58] Portal Minero. Noticias - AMSA ingresa EIA del proyecto Óxidos Encuentro ubicado en la Región de Antofagasta (in spanish) 2012. <https://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=70091177> (accessed September 29, 2020).
- [59] Marubeni Corporation. News Release - 2015 - New copper mining property in Chile n.d. <https://www.marubeni.com/en/news/2015/release/00025.html> (accessed September 29, 2020).
- [60] Thiess. Proyecto Óxidos Encuentro n.d. <https://www.thiess.com/es-cl/our-projects/current-projects/encuentro-oxides-project> (accessed September 29, 2020).
- [61] Corporación Nacional del Cobre de Chile. Sustentabilidad - Chuquicamata Subterránea (in

- spanish) n.d. [https://www.codelco.com/chuquicamata-subterranea/prontus\\_codelco/2011-02-16/093111.html](https://www.codelco.com/chuquicamata-subterranea/prontus_codelco/2011-02-16/093111.html) (accessed September 29, 2020).
- [62] Minera El Abra. El Abra (in spanish) n.d. <http://www.elabra.cl/el-abra/> (accessed September 29, 2020).
- [63] Agüero Prado EM. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil de Minas - Análisis del sobrecosto de CAPEX entre el estudio de factibilidad y construcción de proyectos mineros y su comparación con proyectos de infraestructura y proyectos (in spanish). Universidad de Chile, 2018.
- [64] Vial y Vives - DSD. Proyecto OGP1 - Organic Growth Project 1 (in spanish) n.d. <http://www.vyv-dsd.cl/nuestros-proyectos/proyecto/proyecto-proyecto-ogp1> (accessed September 29, 2020).
- [65] Bechtel Corporation. Escondida Organic Growth Project 1, Chile n.d. <https://www.bechtel.com/projects/escondida-organic-growth-project-1/> (accessed September 29, 2020).
- [66] BHP Limited. Briefing Paper - Escondida Phase IV Expansion. 2000.
- [67] El Mercurio On-Line. Noticias - Presidente Lagos inaugura Fase 4 de Minera Escondida (in spanish) 2003. <https://www.emol.com/noticias/economia/2003/04/01/108760/presidente-lagos-inaugura-fase-4-de-minera-escondida.html> (accessed September 29, 2020).
- [68] Bechtel Corporation. Escondida Phase IV, Chile n.d. <https://www.bechtel.com/projects/escondida-phase-iv-expansion/> (accessed September 29, 2020).
- [69] Fluor Corporation. BHP Billiton, Rio Tinto, JECO, and JECO2 Minera Escondida Copper Mine n.d. <https://www.fluor.com/projects/minera-escondida-copper-mine-epcm> (accessed September 29, 2020).
- [70] Bechtel Corporation. Escondida Water Supply, Chile n.d. <https://www.bechtel.com/projects/escondida-water-supply/> (accessed September 29, 2020).
- [71] Servicio de evaluación ambiental. Informe consolidado de la evaluación del estudio de impacto ambiental del proyecto "Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida (in spanish) n.d. <https://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=e3/e4/aa323a64f152e7343a264d049ab427fe67ec> (accessed September 29, 2020).
- [72] Mining Technology. Projects Esperanza Copper-Gold Mine n.d. <https://www.mining-technology.com/projects/esperanza-mine/> (accessed September 29, 2020).
- [73] Revista Minería Chilena. Noticias - Minera Esperanza en la recta final (in spanish) 2012. <https://www.mch.cl/reportajes/minera-esperanza-en-la-recta-final-2/#> (accessed September 29, 2020).
- [74] Revista Minería Chilena. Noticias - Gabriela Mistral, la nueva mina desarrollada por Codelco

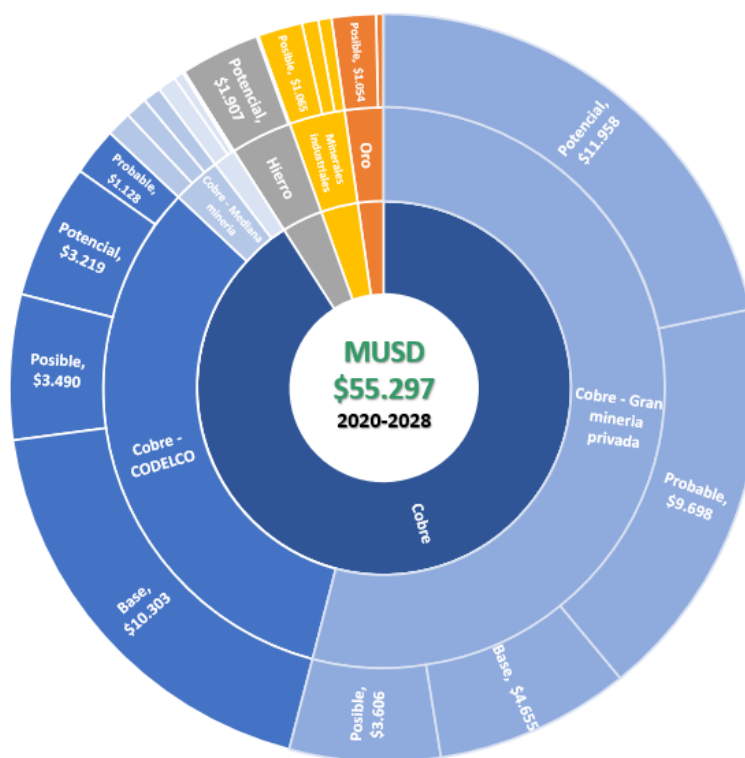
- (in spanish) 2008. <https://www.mch.cl/reportajes/gabriela-mistral-la-nueva-mina-desarrollada-por-codelco-2/> (accessed September 29, 2020).
- [75] Corporación Nacional del Cobre de Chile. Operaciones - División Gabriela Mistral (in spanish) n.d. [https://www.codelco.com/division-gabriela-mistral/prontus\\_codelco/2016-02-25/162141.html](https://www.codelco.com/division-gabriela-mistral/prontus_codelco/2016-02-25/162141.html) (accessed September 29, 2020).
- [76] Fluor Corporation. Codelco Gaby Mine Copper Facilities & SX/EW Plant n.d. <https://www.fluor.com/projects/gaby-mine-copper-sx-ew-epcm> (accessed September 29, 2020).
- [77] Portal Minero. Noticias - Lomas Bayas Crece (in spanish) 2013. <https://www.portalminero.com/display/NOT/2013/05/03/Lomas+Bayas+Crece> (accessed September 29, 2020).
- [78] Bechtel Corporation. Los Bronces Copper Mine, Chile n.d. <https://www.bechtel.com/projects/los-bronces-copper-mine/> (accessed September 29, 2020).
- [79] Anglo American. Noticias - Anglo American da inicio a construcción de proyecto desarrollo los bronces (in spanish) 2007. <https://chile.angloamerican.com/es-es/medios/noticias/pr-2007/28-11-2007> (accessed September 29, 2020).
- [80] Servicio de evaluación ambiental. Ficha del Proyecto: Proyecto Infraestructura Complementaria Minera Los Pelambres (in spanish) n.d. [https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id\\_expediente=2131370195](https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2131370195) (accessed September 29, 2020).
- [81] El Mercurio On-Line. Noticias - AMSA adjudica a Bechtel contrato de desarrollo de proyecto INCO Los Pelambres y asume financiamiento (in spanish) 2019. <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=538851> (accessed September 29, 2020).
- [82] Corporación Nacional del Cobre de Chile. Operaciones - División Ministro Hales (in spanish) n.d. [https://www.codelco.com/division-ministro-hales/prontus\\_codelco/2016-02-25/163125.html](https://www.codelco.com/division-ministro-hales/prontus_codelco/2016-02-25/163125.html) (accessed September 29, 2020).
- [83] Servicio de evaluación ambiental. Informe Consolidado de la Evaluación de Impacto Ambiental de la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto “Modificaciones Mina Ministro Hales” (in spanish) n.d. <https://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=a9/5e/26ae63dc1cfd12b1ef37a53275bc4628a8> (accessed September 29, 2020).
- [84] Antofagasta Minerals. Nuestras compañías - Minera Los Pelambres (in spanish) n.d. <https://www.aminerals.cl/que-hacemos/nuestras-companias/chile/minera-los-pelambres/> (accessed September 29, 2020).
- [85] Teck Resources Limited. Proyecto QB2 (in spanish) n.d. <https://www.quebradablancafase2.cl/el-proyecto/> (accessed September 29, 2020).

- [86] Fluor Corporation. KGHM International Ltd. Sierra Gorda Copper-Molybdenum Mine Project n.d. <https://www.fluor.com/projects/copper-molybdenum-construction-management> (accessed September 29, 2020).
- [87] BHP Limited. Spence - Project to Operations - Analyst Visit 19 March 2007. 2007.
- [88] Mining Technology. News - Fluor JV wins contract for BHP's Spence Growth Option project, Chile 2017. <https://www.mining-technology.com/news/newsfluor-jv-secures-contract-for-bhps-project-in-chile-5935252/> (accessed September 29, 2020).
- [89] Revista Nueva Minería & Energía. Noticias - Conpax se adjudica construcción de tranque de relaves de proyecto Spence Growth Option de BHP (in spanish) 2018. <http://www.nuevamineria.com/revista/conpax-se-adjudica-construccion-de-tranque-de-relaves-de-proyecto-spence-growth-option-de-bhp/> (accessed September 29, 2020).
- [90] Grupo Cobra. Planta Desaladora para la Mina Spence Chile (in spanish) n.d. <https://www.grupocobra.com/proyecto/12837-2/> (accessed September 29, 2020).
- [91] World Bank. Concessions, build-operate-transfer (BOT) and design-build-operate (DBO) projects 2008. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/agreements/concessions-bots-dbos> (accessed April 19, 2020).
- [92] World Bank. The build, operate, and transfer (BOT) approach to infrastructure projects in developing countries. 1990.
- [93] Construction Industry Institute. CII best practices guide: Improving project performance. 4.0. Austin, Texas, USA, United States of America: Construction Industry Institute; 2012.
- [94] Taboada J. MBA UCH Industria Minera -Planificación, control y aprendizaje en proyectos - Modulo 6 (in spanish) 2020.
- [95] Ballard G. The lean project delivery system: An update. *Lean Constr J* 2008;2008:1–19.
- [96] Mitchell Construction. Differences between EPC and design-build delivery 2020. <http://mitchellconstruction.co.za/Pages/EPC.asp> (accessed April 22, 2020).

## 10. ANEXO A: REGISTRO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL EN LA INDUSTRIA MINERA CHILENA.

### 10.1. Cartera de proyectos de inversión de capital 2020 – 2028.

A continuación un resumen cuantitativo de la cartera de proyectos registrada por Cochilco [4] para la industria minera chilena, asociadas al periodo 2020 a 2028:



**Ilustración lii** Composición del CAPEX, periodo 2020 - 2028, en MUSD\$ (Cochilco [4]).

**Tabla XVI.** Detalle del CAPEX, periodo 2020 – 2028, en MUSD\$ (Cochilco [4]).

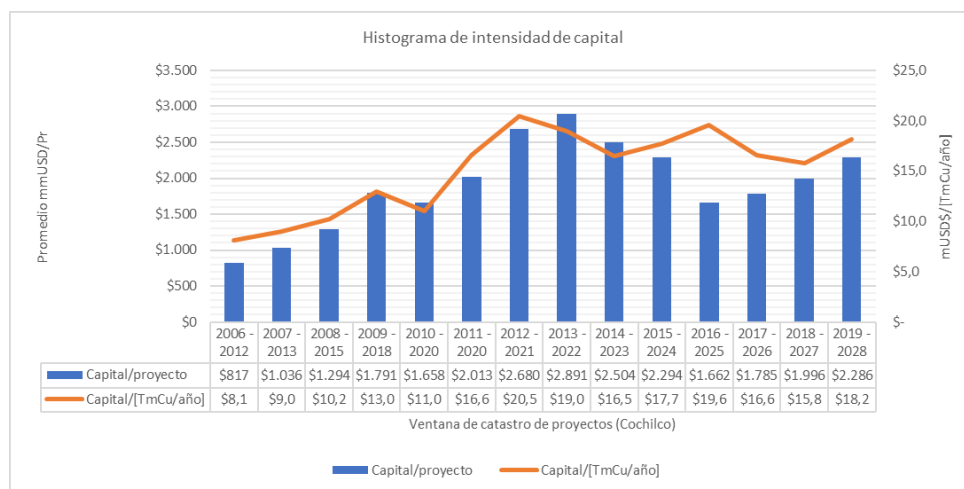
Categoría	Condición	2020	2021	2022	2023	2024 2028	Total	Total, rel.
Cobre - CODELCO	Base	\$2.598	\$2.443	\$2.559	\$2.506	\$197	\$10.303	18,6%
	Probable	\$339	\$418	\$369	\$2	\$0	\$1.128	2,0%
	Posible	\$228	\$190	\$601	\$795	\$1.676	\$3.490	6,3%
	Potencial	\$63	\$53	\$311	\$548	\$2.244	\$3.219	5,8%
Cobre - Gran minería privada	Base	\$2.277	\$1.652	\$726	\$0	\$0	\$4.655	8,4%
	Probable	\$2.290	\$4.075	\$2.440	\$633	\$260	\$9.698	17,5%
	Posible	\$85	\$275	\$615	\$1.131	\$1.500	\$3.606	6,5%
	Potencial	\$115	\$475	\$1.111	\$1.870	\$8.387	\$11.958	21,6%



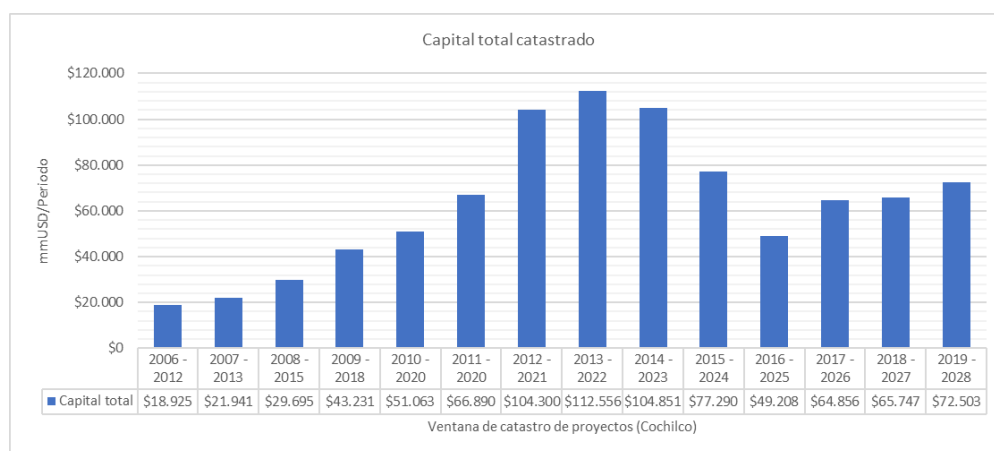
Categoría	Condición	2020	2021	2022	2023	2024 2028	Total	Total, rel.
Cobre - Mediana minería	Probable	\$157	\$311	\$30	\$13	\$0	\$511	0,9%
	Posible	\$15	\$35	\$68	\$185	\$125	\$428	0,8%
	Potencial	\$125	\$350	\$140	\$0	\$0	\$615	1,1%
Cobre - Plantas metalúrgicas / industriales	Base	\$52	\$0	\$0	\$0	\$0	\$52	0,1%
	Probable	\$200	\$0	\$0	\$0	\$0	\$200	0,4%
	Posible	\$287	\$119	\$59	\$0	\$0	\$465	0,8%
Oro	Probable	\$42	\$52	\$75	\$22	\$0	\$191	0,3%
	Posible	\$602	\$415	\$37	\$0	\$0	\$1.054	1,9%
Hierro	Base	\$30	\$14	\$0	\$0	\$0	\$44	0,1%
	Potencial	\$30	\$80	\$380	\$1.050	\$367	\$1.907	3,4%
Minerales industriales	Base	\$245	\$70	\$0	\$0	\$0	\$315	0,6%
	Probable	\$115	\$200	\$78	\$0	\$0	\$393	0,7%
	Posible	\$480	\$450	\$135	\$0	\$0	\$1.065	1,9%
Total	Base	\$5.202	\$4.179	\$3.285	\$2.506	\$197	\$15.369	27,8%
	Probable	\$3.143	\$5.056	\$2.992	\$670	\$260	\$12.121	21,9%
	Posible	\$1.697	\$1.484	\$1.515	\$2.111	\$3.301	\$10.108	18,3%
	Potencial	\$333	\$958	\$1.942	\$3.468	\$10.998	\$17.699	32,0%
	Total	\$10.375	\$11.677	\$9.734	\$8.755	\$14.756	\$55.297	100,0%

## 10.2. Cambios en la intensidad de capital, 2006 – 2028.

A continuación se muestra el cambio de intensidad de capital, registrado por Cochilco [4], desde la emisión de su primer informe de proyectos de inversión mineros, asociados al periodo 2006 – 2012, a la última versión disponible al momento de la realización del presente documento, asociado al periodo 2019 - 2028:



**Ilustración liii** Histograma de intensidad de capital [CAPEX/proyecto] y [CAPEX/TCuf/año], en moneda corriente según cada edición (Cochilco [4]).



**Ilustración liv** Histograma CAPEX total catastrado, en moneda corriente según cada edición (Cochilco [4]).

### 10.3. Descripción de los principales proyectos de inversión de la industria minera chilena, actualmente en etapa preinversional.

A continuación se presenta la descripción de los principales proyectos en desarrollo, según lo indicado por Cochilco [4]. Respecto a ello, se consideraron los proyectos que se encuentra en etapa preinversional, los cuales están oficialmente anunciados en las páginas web de los propietarios a la fecha del 30/05/2020:

**Tabla XVII.** Principales proyectos en etapa preinversional , periodo 2020 – 2028 (Cochilco [4]).

Proyecto	Propietario	Ubicación	Condición	Tipo	Etapa	SEA	PEM	CAPEX (MUSD\$, 2018)	Descripción	Ref
Sulfuros RT, Fase II	Corporación Nacional del Cobre (100%)	Div. Radomiro Tomic	Posible	Nuevo	Factibilidad	EIA aprobado	2026	\$3.073	Extracción de sulfuros y una planta concentradora	[4,39]
Desarrollo Andina	Corporación Nacional del Cobre (100%)	Div. Andina	Potencial	Expansión	Prefactibilidad	Sin EIA	2026	\$3.290	Ampliación de la capacidad actual de tratamiento	[4,40]
Rajo de Inca	Corporación Nacional del Cobre (100%)	Div. Salvador	Probable	Expansión	Factibilidad	EIA presentado	2021	\$1.226	Explotación a rajo abierto, de remanentes del yacimiento Indio Muerto (subterráneo)	[4,41]
Los Bronces integrado	Anglo American (50.1%), Codelco – Mitsui (29.5%), Mitsubishi Corp. (20.4%)	Los Bronces	Probable	Reposición	Factibilidad	EIA presentado	2020	\$4.350	Expansión de la mina a rajo abierto, una mina subterránea y re-potenciamiento del sistema de agua recirculada	[4,42]

Proyecto	Propietario	Ubicación	Condición	Tipo	Etapa	SEA	PEM	CAPEX (MUSD\$, 2018)	Descripción	Ref
Desarrollo distrito Centinela (Encuentro Sulfuros + Esperanza Sur)	Antofagasta Minerals (70%), Marubeni Corporation (30%)	Distrito Centinela	Probable	Nuevo	Factibilidad	EIA aprobado	2024	\$4.350	Expansión de la actual planta concentradora, además de la construcción de una nueva	[4,43]
Continuidad operacional Zaldivar	Antofagasta Minerals (70%), Marubeni Corporation (30%)	Zaldivar	Probable	Reposición	Factibilidad	EIA presentado	2022	\$100	Ampliación del muro de relaves, botadero, pilas de lixiviación, extracción de agua, entre otros.	[4,44]
Santo Domingo	Capstone Mining (70%), Korea Resources Corp. (30%)	50 km del suroeste de Div. Andina	Probable	Nuevo	Factibilidad	EIA aprobado	2023	\$1.700	Yacimiento de oro, cobre, magnetita y hematita, con infraestructura de planta y puerto	[4,45]
Desarrollo de infraestructura y mejoramiento de capacidad productiva	Anglo American (44%), Glencore (44%), Consorcio Mitsui (12%)	Doña Inés de Collahuasi	Probable	Expansión	Factibilidad	EIA aprobado	2025	\$3.200	Aumento de la capacidad de la planta concentradora, expansión del rajo rosario y botaderos. Ampliación del tranque de relaves. Mejoras en la infraestructura portuaria	[4,46]
Concentradora el Abra	Freeport McMoRan (51%), Corporación Nacional del Cobre (49%)	El Abra	Potencial	Nuevo	Factibilidad	Sin EIA	2026	\$5.000	Cambio de su proceso productivo de SX-EW a concentrados de cobre. Incluye una ampliación del actual rajo, más la construcción de una planta concentradora e infraestructura complementaria	[4,47]
Nueva Unión, Fase I, II, III	TECK (50%), Newmont Goldcorp (50%)	Provincia de Huasco	Potencial	Nuevo	Factibilidad	Sin EIA	2024, 2027, 2041	\$7.200	Nuevo proyecto de cobre, oro y molibdeno. Incluye la combinación de los yacimientos Relincho y El Morro	[4,48]
Proyecto de Desarrollo Mantoverde (MVDP)	Mantos Copper (100%)	Manto Verde	Probable	Nuevo	Factibilidad	EIA aprobado	2021	\$832	Inicio de la extracción y procesamiento de sulfuros de cobre. Comprende una planta concentradora y tranque de relaves	[4,49]

#### 10.4. Registro de proyectos de inversión de capital, desde 1991 a la fecha.

A continuación, se presenta un registro no exhaustivo, de los principales proyectos de inversión de capital registrados en la gran minería del cobre chilena desde 1991 a la fecha. En él se considera el costo de prefactibilidad como el costo declarado inicialmente en el SEA, o informado por las empresas propietarias en la etapa preinversional.

**Tabla XVIII.** Principales proyectos en etapa preinversional, periodo 2020 – 2028 (elaboración propia).

Nombre del proyecto	*Tipología	Propietarios actuales	Contratistas	Método entrega	Plazo (meses)	Costo prefactibilidad (MUSD)	Costo (MUSD)	Error de estimación	Inicio operación	Vida útil de diseño (años)	Descripción	Ref.
Andina, Traspaso.	4	Corporación Nacional del Cobre (100%)	Consorcio (Amec, Thyssen), Sidgo Koppers, Consorcio (Acciona Ossa), Tierra Armada	EPCM	s/i	\$847	\$1.464	72,8%	2021 (proy)	30	Reemplazo del sistema de chancado primario y transporte de mineral, debido al cambio de orientación del rajo <b>[EN CONSTRUCCIÓN]</b>	[50–53]
Caserones	3	Lumina Copper (Pan Pacific Copper (77,37%) y Mitsui & Co (22,63%))	Fluor, Suranco	EPCM	96	\$1.700	\$4.200	147,1%	2014	28	Yacimiento con reservas de 810,5 Mton de sulfuros de cobre, con molibdeno; y 254,6 Mton de toneladas de minerales lixiviable. Explotación a rajo abierto, planta concentradora de cobre y molibdeno, y planta SX-EW.	[25,53–57]
Centinela, Óxidos El Encuentro	2	Antofagasta Minerals (70%), Marubeni Corporation (30%)	Ingetesa, EGV Ingeniería, Thiess, Emeco	DBB	48	\$600	\$670	11,7%	2015	15	La mina rajo abierto de cobre e instalación de procesamiento adyacente. 43,500 tCuf/año	[25,53, 58–60]
Chuquicamata, Subterránea (PMCHS)	2	Corporación Nacional del Cobre (100%)	Hatch, Sidgo Koppers, Consorcio (Acciona - Ossa), Astaldi	s/i	72	\$2.000	\$4.200	110,0%	2019	40	Transformación de mina rajo abierto a mina subterránea del tipo block caving. Reservas de 1700 Mton de sulfuros de cobre, con molibdeno <b>[EN CONSTRUCCIÓN]</b>	[25,53, 55,61]
El Abra	2	Freeport McMoRan (51%), Corporación Nacional del Cobre (49%)	Bechtel	EPCM	22	s/i	\$1.050	-	1996	17	Explotación de 800 Mton de cobre oxidado, mediante un rajo abierto.	[53,62]
Escondida, Organic Growth Project I (OGP)	2	BHP (57,5%), Rio Tinto (30%), JECO Corporation (12,5%) (Mitsubishi Corp, Nippon Mining & Metals, Mitsubishi Materials)	Consorcio (Bechtel, Vial y Vives - DSD)	EPC	39	\$3.800	\$4.200	10,5%	2016	s/i	Reemplazo de la concentradora los colorados, una planta desaladora, subestaciones eléctricas, líneas de transmisión, una nueva planta concentradora.	[25,53, 63–65]

Nombre del proyecto	*Tipología	Propietarios actuales	Contratistas	Método entrega	Plazo (meses)	Costo prefactibilidad (MUSD)	Costo (MUSD)	Error de estimación	Inicio operación	Vida útil de diseño (años)	Descripción	Ref.
Escondida, phase 3.5	4	BHP (57,5%), Rio Tinto (30%), JECO Corporation (12,5%) (Mitsubishi Corp, Nippon Mining &Metals, Mitsubishi Materials)	Consortio (Bechtel, Sidgo Koppers)	EPC	48 P1	s/i	s/i	-	1998	s/i	Expansión de la planta concentradora	[53,66, 67]
Escondida, phase 4	4	BHP (57,5%), Rio Tinto (30%), JECO Corporation (12,5%) (Mitsubishi Corp, Nippon Mining &Metals, Mitsubishi Materials)	Consortio (Bechtel, Sidgo Koppers)	EPC	48	s/i	\$1.050	-	2003	s/i	Nueva planta concentradora, con +90% capacidad, con la finalidad de contrarrestar la caída de la ley mineral	[53,66– 68]
Escondida, phase 1 - 2 - 3 - Sulfides Leach Copper Project	3	BHP (57,5%), Rio Tinto (30%), JECO Corporation (12,5%) (Mitsubishi Corp, Nippon Mining &Metals, Mitsubishi Materials)	Fluor	EPCM	48	s/i	\$2.000	-	1991 -1998	s/i	Planta concentradora, la mina, la infraestructura de soporte, puerto coloso, la planta desaladora original. Lixiviación de sulfuros secundarios.	[25,53, 69]
Escondida, water supply expansion (EWSE)	4	BHP (57,5%), Rio Tinto (30%), JECO Corporation (12,5%) (Mitsubishi Corp, Nippon Mining &Metals, Mitsubishi Materials)	Bechtel	EPC	60	\$3.500	\$3.400	-2,9%	2017	40	Nueva planta desaladora, más sistema de transmisión de 180 km	[53,70, 71]
Esperanza (parte de Centinela)	3	Antofagasta Minerals (70%), Marubeni Corporation (30%)	Aker Kvaerner, Sidgo Koppers, Vial y Vives - DSD.	EPC	22	\$1.900	\$2.600	36,8%	2011	18	Yacimiento de cobre y oro. Incluye una planta concentradora, un tranque de relaves espesado y el uso de agua de mar.	[25,53, 63,72,7 3]
Gabriela Mistral	3	Corporación Nacional del Cobre (100%)	Fluor, Salfa, Sidgo Koppers	EPCM	23	s/i	\$1.269	-	2008	22	Mina de cobre, con instalación de una planta concentradora, una planta SX/EW	[25,74– 76]
Lomas Bayas, Fase II	2	Glencore (100%)	Alpa Ingeniería, Fluor	DBB+ CMA	36	\$290	\$300	3,4%	2013	16	Implementación del rajo Fortuna, la infraestructura de soporte, un nuevo chancador primario y pilas de lixiviación	[53,63, 77]
Los Bronces, Desarrollo	2	Anglo American (50,1%), JV Codelco-Mitsui (29,5%), Mitsubishi Corp (20,4%)	Consortio (Bechtel, Sidgo Koppers)	EPCM	32	\$1.750	\$2.800	60,0%	2011	s/i	Nuevas instalaciones de molienda en el sector de confluencia, además de una nueva planta de flotación y la infraestructura de soporte asociada	[53,55, 63,78,7 9]
Los Pelambres, Infraestructura	2	Antofagasta Minerals (60%), Nippon LP	Bechtel	EPC + CM (Dueño)	s/i	\$1.300	s/i	-	2021 (proy)	15	Planta desaladora, potenciamiento de planta concentradora (+55kt/año), a través de un molino sag y un molino	[53,80, 81]

Nombre del proyecto	*Tipología	Propietarios actuales	Contratistas	Método entrega	Plazo (meses)	Costo prefactibilidad (MUSD)	Costo (MUSD)	Error de estimación	Inicio operación	Vida útil de diseño (años)	Descripción	Ref.
Complementaria (INCO)		Resources BV (25%), MM LP Holding (15%)									de bolas <b>[EN CONSTRUCCIÓN]</b>	
Ministro Hales	3	Corporación Nacional del Cobre (100%)	JRI Ingeniería, Hatch, Salfa Corp, Sigdo Koppers, Outotec, DSD - Echeverría Izquierdo, Montec, Icafal, Puga y Mujica, Bbosch	EP+ CMa	39	\$1.420	\$3.080	116,9%	2016	s/i	Mina a rajo abierto de cobre y plata, con alto contenido de arsénico, posee instalaciones para su tostación, además de una planta concentradora	[53,63, 82,83]
Pelambres	1	Antofagasta Minerals (60%), Nippon LP Resources BV (25%) y MM LP Holding (15%).	Bechtel + Consorcio (Belfi, Cruz del Sur, Cerro Alto, Incolur, Fe Grande)	EPC	26	s/i	\$1.355	-	2000	40	Mina a rajo abierto, productora de cobre y molibdeno. Posee infraestructura para generar concentrados de molibdeno y de cobre	[53,84]
Quebrada Blanca, Fase II (QB2)	2	TECK (60%), Sumitomo Metal Mining y Sumitomo Corporation (30%), Empresa Nacional de Minería (10%).	Bechtel, Ausenco, Golder, TECK, Sigdo Koppers	EPCM	s/i	\$4.739	s/i	-	2021	28	Planta concentradora, un nuevo depósito de relaves, concentrado, línea eléctrica, planta desaladora y nuevas instalaciones portuarias <b>[EN CONSTRUCCIÓN]</b>	[25,53, 85]
Sierra Gorda	3	KGHM Polska Miedz (55%), Sumimoto Metal Mining (31,5%), Sumimoto Corporation (13,5%).	Fluor, Salfa Corp	EPCM	36	\$2.880	\$4.200	45,8%	2014	23	Mina a rajo abierto de cobre y molibdeno, con instalaciones la generar concentrado de cobre y molibdeno, además de cátodos SX-EW	[25,53, 63,86]
Spence	3	BHP (100%)	Aker Kværner	EPCM	26	\$990	\$1.000	1,0%	2006	22	Mina a rajo abierto de cobre, con planta de producción SX-EW	[53,63, 87]
Spence, Growth Option (SGO)	2	BHP (100%)	Consorcio (Fluor + Salfa Corp), más Consorcio EMEXO (Excon, Emin, Conpax). Grupo Cobra	CMA+ EPC Paq, BOT (Desal.)	s/i	\$2.460	s/i	-	2021	50	Planta concentradora, planta desalinizadora, nuevo tranque de relaves, infraestructura complementaria <b>[EN CONSTRUCCIÓN]</b>	[53,88 -90]

\*Tipología: 1 reposición; 2 expansión; 3 nuevo; 4 sustentabilidad del negocio.

## 11. ANEXO B: MÉTODOS DE ENTREGA DE PROYECTOS.

### 11.1. Build Own & Operate – BOO.

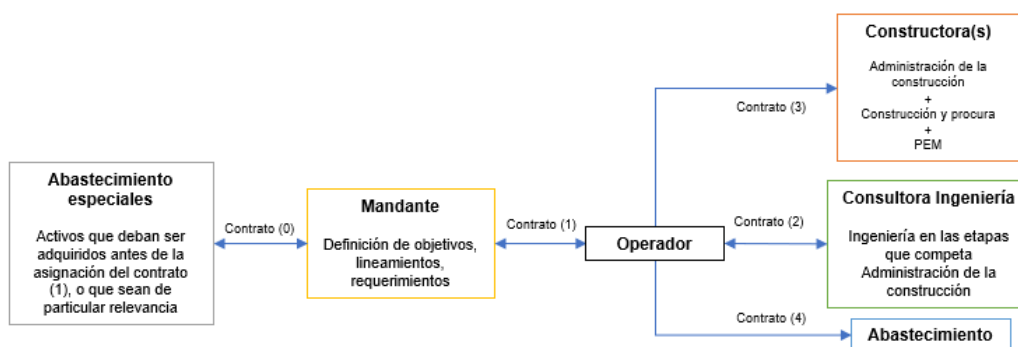
Según lo indica el Banco Mundial [91,92] y Yescombe [6], la estrategia de entrega “*Build Own & Operate*”, está asociada al financiamiento, desarrollo, adquisición, operación y mantenimiento de activos discretos, de naturaleza primordialmente nueva y características genéricas, bajo un marco de concesión de operación.

En este tipo de estrategia de contratos es una composición de “EPC” (véase sección 11.10), financiamiento, el cual incluye un contrato de servicio por periodo predeterminado. El activo es propiedad del contratista.

El contratista obtiene un cobro periódico, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas, el cual debe compensar los costos de administración, operación, mantención, construcción, financiamiento y la IRR esperada por su inversión de capital.

Bajo esta modalidad de entrega, la empresa contratista toma posesión sobre el activo que construye, el cual nunca será transferido al mandante. Este esquema es ideal para el desarrollo de infraestructura privada, pero poco conveniente para el desarrollo de infraestructura pública. El pago de su desarrollo a través de OPEX y no CAPEX, lo cual establece un escudo tributario, el cual debe ser considerado al momento de su evaluación. Esta opción permite integrar economías de escala al contratista, al permitir brindar servicio a múltiples clientes, la cual es reforzada al no considerar la transferencia del activo a la empresa mandante, lo cual la transforma en una alternativa menos costosa que la conocida como BOOT (véase sección 11.2).

En este tipo de contratos, el contratista asume la totalidad de los riesgos, además de los costos de financiamiento, lo cual se transforma en un mayor costo de implementación para el mandante.



**Ilustración Iv** Estrategia de entrega BOO (elaboración propia).

### 11.2. Build, Own, Operate & Transfer – BOOT.

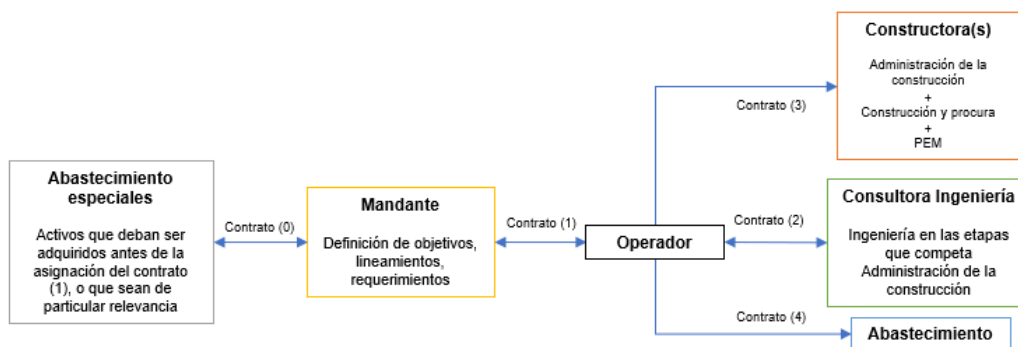
Según lo indica el Banco Mundial [91,92] y Yescombe [6], la estrategia de entrega “*Build, Own, Operate & Transfer*”, está asociada al financiamiento, desarrollo, adquisición, operación y mantención de activos discretos, de naturaleza primordialmente nueva y características genéricas, bajo un marco de concesión de operación.

En este tipo de estrategia de contratos es una composición de “EPC” (véase sección 11.10), financiamiento, operación y mantenimiento por un periódico de tiempo predeterminado. En esta metodología, el activo es propiedad del contratista hasta que termine el periodo predefinido de servicio.

El contratista obtiene un cobro periódico, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas, el cual debe compensar los costos de administración, operación, mantenimiento, construcción, financiamiento y la IRR esperada por su inversión de capital.

Bajo esta modalidad de entrega, la empresa contratista toma posesión sobre el activo que construye, durante todo el periodo de concesión, estableciendo una transferencia al mandante al final de dicho periodo. Este esquema es ideal para el desarrollo de infraestructura privada, pero poco conveniente para el desarrollo de infraestructura pública. La propiedad transitoria del contratista permite el traspaso depreciado del activo, además de generar el pago de su desarrollo a través de OPEX y no CAPEX, lo cual establece un escudo tributario, el cual debe ser considerado al momento de su evaluación.

En este tipo de contratos, el contratista asume la totalidad de los riesgos, además de los costos de financiamiento, lo cual se transforma en un mayor costo de implementación para el mandante.



**Ilustración Ivi** Estrategia de entrega BOOT (elaboración propia).

### 11.3. Build, Operate & Transfer – BOT.

Según lo indica el Banco Mundial [91,92] y Yescombe [6], la estrategia de entrega “*Build, Operate & Transfer*”, está asociada al financiamiento, desarrollo, adquisición, operación y mantenimiento de activos discretos, de naturaleza primordialmente nueva y características genéricas, bajo un marco de concesión de operación.

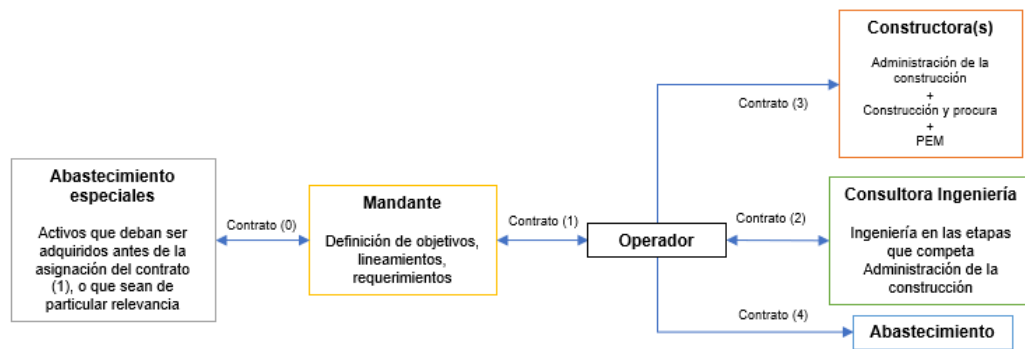
En este tipo de estrategia de contratos es una composición de “EPC” (véase sección 11.10), financiamiento, operación y mantenimiento por un periódico de tiempo predeterminado. En esta metodología, el activo es siempre propiedad de cliente, pero su control esta concesionado al contratista, hasta que termine el periodo predefinido de servicio.

El contratista obtiene un cobro periódico, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas, el cual debe compensar los costos de administración, operación, mantenimiento, construcción, financiamiento y la IRR esperada por su inversión de capital.



Bajo esta modalidad de entrega, la empresa contratista nunca posee la propiedad del activo que construye, lo cual transforma a esta modalidad entrega en un caso de aplicación ideal para el desarrollo de infraestructura pública, pero no apropiado para el desarrollo de infraestructura privada. El pago de su desarrollo a través de OPEX y no CAPEX, lo cual establece un escudo tributario, el cual debe ser considerado al momento de su evaluación.

En este tipo de contratos, el contratista asume la totalidad de los riesgos, además de los costos de financiamiento, lo cual se transforma en un mayor costo de implementación para el mandante.



**Ilustración lvii** Estrategia de entrega BOT (elaboración propia).

#### 11.4. Build Transfer & Operate – BTO.

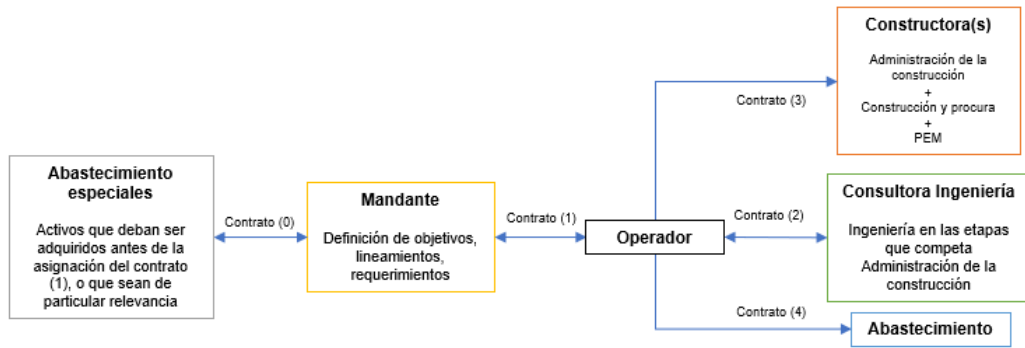
Según lo indica el Banco Mundial [91,92] y Yescombe [6], la estrategia de entrega “*Build Transfer & Operate*”, está asociada al financiamiento, desarrollo, adquisición, operación y mantención de activos discretos, de naturaleza primordialmente nueva y características genéricas, bajo un marco de concesión de operación.

En este tipo de estrategia de contratos es una composición de “EPC” (véase sección 11.10), financiamiento, operación y mantención por un periódico de tiempo predeterminado. El activo es propiedad del contratista mientras dure el periodo de construcción. Posterior a ello será transferido al cliente, previo al inicio del periodo predefinido de operación.

El contratista obtiene un cobro periódico, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas, el cual debe compensar los costos de administración, operación, mantención, construcción, financiamiento y la IRR esperada por su inversión de capital.

Bajo esta modalidad de entrega, la empresa contratista posee la propiedad transitoria del activo que construye, hasta el término de la construcción, momento en el cual es transferida al mandante del proyecto. Esta modalidad de entrega es un caso de aplicación ideal para el desarrollo de infraestructura pública, pero no apropiado para el desarrollo de infraestructura privada. El pago de su desarrollo a través de OPEX y no CAPEX, lo cual establece un escudo tributario, el cual debe ser considerado al momento de su evaluación.

En este tipo de contratos, el contratista asume la totalidad de los riesgos, además de los costos de financiamiento, lo cual se transforma en un mayor costo de implementación para el mandante.



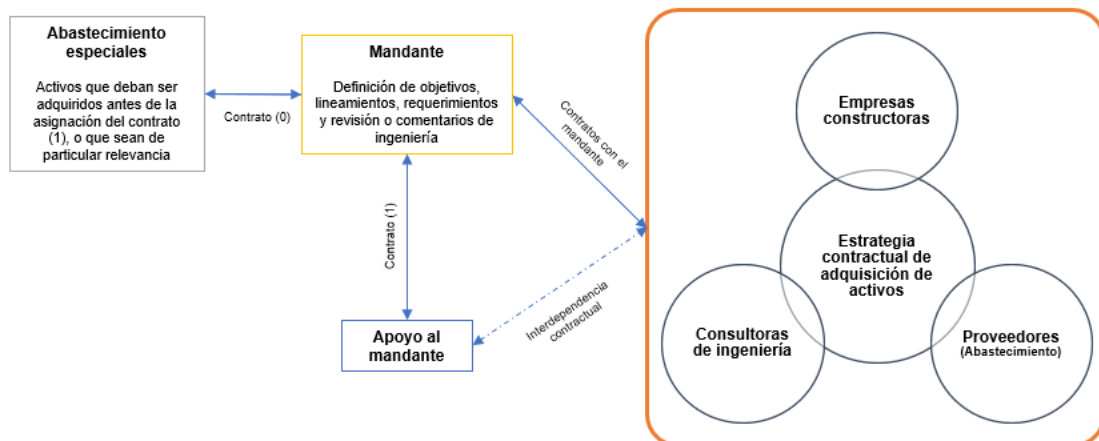
**Ilustración lviii** Estrategia de entrega BTO (elaboración propia).

### 11.5. Construction Management as Agency – CMA.

Según lo indica Vio [25], la estrategia de entrega “*Construction Management as Agency*”, está asociada a la adquisición de un equipo especialistas externo, como apoyo, para el seguimiento, administración y control en distintas etapas de la fase inversional del proyecto. Este contrato se puede constituir como un apoyo al equipo del mandante, o como una externalización completa de las etapas de administración y control.

Este contrato es independiente a la selección de la estrategia de contratos, adoptada para la adquisición de nuevos activos. Sus labores corresponden principalmente a actividades administrativas y de control, no generando valor de forma directa.

En el caso de estrategias de contratación, para la adquisición de nuevos activos, las cuales requieran la revisión y aprobación de las etapas de ingeniería, por parte del mandante, dicha alcance puede ser incluida en el servicio. En el caso de estrategias que no requieran la revisión y aprobación de las etapas de ingeniería, se recomienda incluir en el servicio la revisión de las etapas de ingeniería y emisión de comentarios, bajo el estado de “para información” al contratista. Si bien, la emisión de estos comentarios no implica la realización de medidas correctivas, generan valiosos antecedentes, al momento de la resolución de “*claim(s)*”.



**Ilustración lix** Estrategia de entrega CMA (elaboración propia).

## 11.6. Construction Manager & General Contractor – CM/GC.

Según lo indica Vio [25], la estrategia de entrega “*Construction Manager & General Contractor*”, está asociada al desarrollo y adquisición de activos, de naturaleza primordialmente nueva. Corresponde a una triangulación entre el mandante, un contrato de ingeniería y un contrato de construcción.

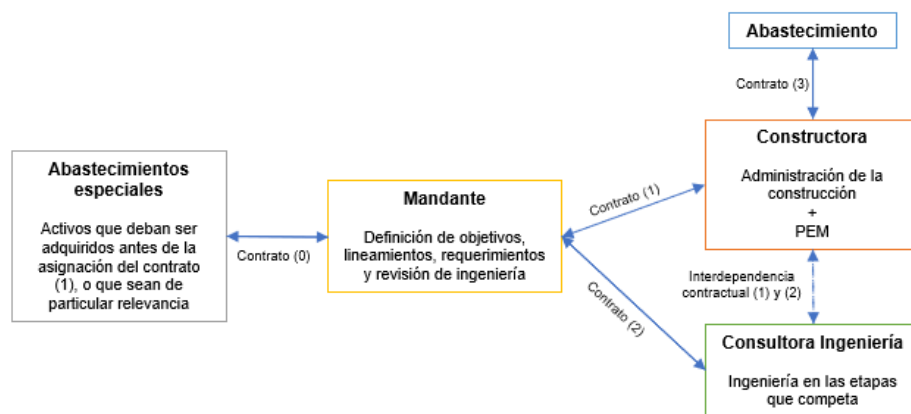
La principal característica de esta estrategia es el alcance del contrato de construcción, el cual incluye el control, seguimiento y supervisión de las labores del contrato de ingeniería, con el objetivo de orientarlo hacia el éxito de la fase constructiva.

El contratista de ingeniería obtiene un cobro periódico, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas, para la etapa de ingeniería y construcción. Dichos cobros deben compensar los costos de ingeniería, administración, procura, construcción y la IRR esperada por su inversión de capital.

Según lo establece el CII [93], esta estrategia constituye la óptima utilización del conocimiento experto de la empresa constructora, la empresa de ingeniería y el mandante, generando una mayor integración y menor cantidad de errores de diseño. Adicionalmente, esta estrategia permite menores plazos de desarrollo de proyectos, al permitir el inicio de la etapa de construcción y suministros, antes del término de la etapa de ingeniería.

La adjudicación del contrato de construcción, junto con el inicio del proceso constructivo, se produce una vez concluida la etapa de ingeniería de detalles.

La adjudicación del contrato de construcción se realiza una vez terminada la ingeniería básica. El inicio del proyecto de construcción se produce después de finalizada la etapa de ingeniería de detalles.



**Ilustración Ix** Estrategia de entrega CM/GC (elaboración propia).

## 11.7. Design, Bid & Build – DBB.

Según lo indica Vio [25] y Alleman *et al.* [15], la estrategia de entrega “*Design, Bid & Build*”, está asociada al desarrollo y adquisición de activos. Corresponde a una estrategia contractual de tres

etapas: diseño, adjudicación y construcción, en la cual los participantes se van integrando según la etapa que compete.

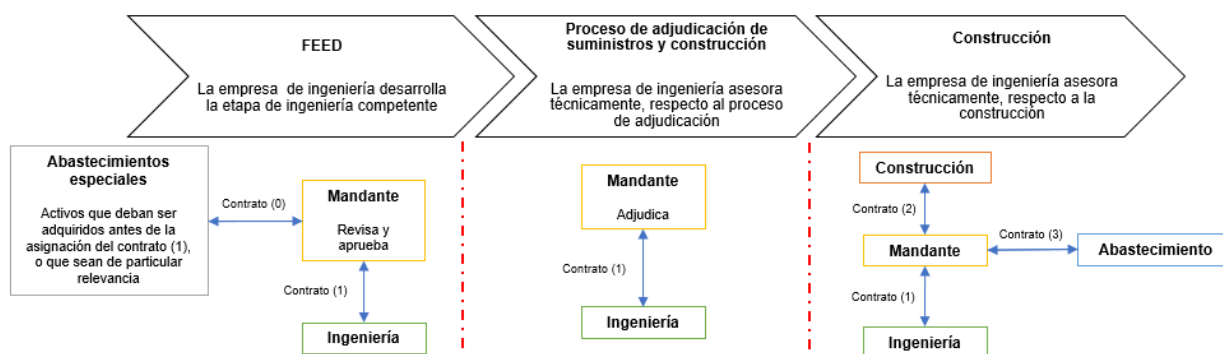
Se caracteriza por la independencia entre los contratos de ingeniería y los de construcción, por lo que se requiere que el mandante posea un equipo robusto, en capacidad y calidad técnica, que sea capaz de participar activamente en el desarrollo del proyecto, mediando entre las partes.

Este tipo de estrategias concentra riesgos en las indefiniciones que puedan existir entre los alcances del servicio de ingeniería y construcción. Respecto a ello, es importante destacar que la empresa de ingeniería es responsable de sus entregables y no de la materialización en obra, por lo que errores de ingeniería en construcción pueden constituir en costos adicionales para el mandante.

El contratista obtiene un cobro periódico, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas, el cual debe compensar los costos de administración, procura, construcción y la IRR esperada por su inversión de capital.

La adjudicación del contrato de construcción, junto con el inicio del proceso constructivo, se produce una vez concluida la etapa de ingeniería de detalles.

Adecuadamente ejecutada, esta estrategia puede alcanzar altos IRR.



**Ilustración lxi** Estrategia de entrega DBB (elaboración propia).

### 11.8. Design Build & Operate – DBO.

Según lo indica el Banco Mundial [91], la estrategia de entrega “*Design Build & Operate*”, está asociada al desarrollo, adquisición, operación y mantención de activos, de naturaleza primordialmente nueva, bajo un marco de concesión de operación.

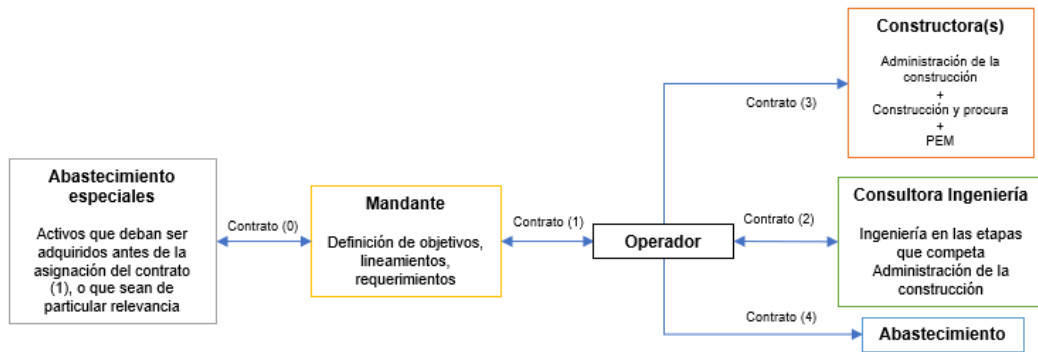
En este tipo de estrategia de contratos es una composición de EPC (véase sección 11.10), más concesión de operación y mantención por un periódico de tiempo predeterminado.

El contratista obtiene, en la etapa de desarrollo y adquisición, un cobro periódico asociado a la etapa de diseño y construcción, y otro asociado a la etapa de operación y mantención, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas.

A diferencia de la tipología BOT (véase sección 11.1), el activo será siempre propiedad del mandante.

En este tipo de contratos, el contratista asume la totalidad de los riesgos, lo cual se transforma en un mayor costo de implementación para el mandante.

La adjudicación del contrato de construcción se realiza sin el requerimiento de etapas de ingeniería previas. El inicio de la etapa de construcción es establecido por el contratista.



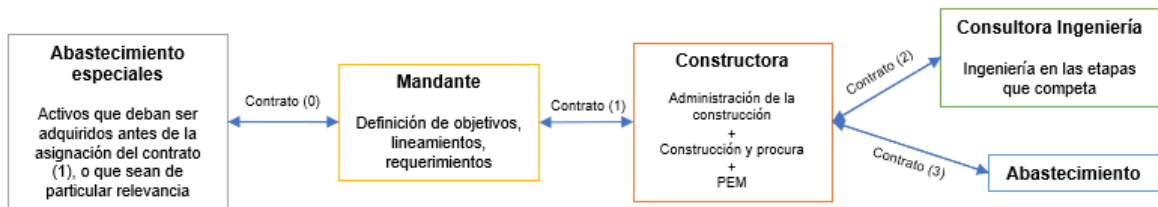
**Ilustración lxii** Estrategia de entrega DBO (elaboración propia).

### 11.9. Design & Build – DB.

Según lo indica Vio [25] y Alleman *et al.* [15], la estrategia de entrega “*Design & Build*”, está asociada al desarrollo y adquisición de activos. Corresponde a una figura contractual en el cual una única empresa asume la responsabilidad del diseño y construcción de la obra.

Se caracteriza por otorgar flexibilidad al mandante, respecto a su participación en el diseño, procura, construcción y PEM. Lo anterior dimidia las responsabilidades, según competencias de decisión.

El contratista de ingeniería obtiene un cobro periódico, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas, para la etapa de ingeniería y construcción. Dichos cobros deben compensar los costos de ingeniería, administración, procura, construcción y la IRR esperada por su inversión de capital.



**Ilustración lxiii** Estrategia de entrega DB (elaboración propia).

Posee dos opciones de ejecución, según los objetivos requeridos por el mandante:

### **11.9.1. Design & Build / Best Value – DB/BV.**

La variante “*Design & Build / Best Value*”, posee como objetivo generar un entorno de innovación, beneficioso para todas las partes, aprovechando el know-how del contratista y el mandante desde etapas tempranas de ingeniería.

Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería conceptual, permitiendo al contratista participar desde etapas tempranas de ingeniería. La etapa de construcción inicia concluida la etapa de ingeniería de detalles.

Esta variante requiere que el mandante establezca los requisitos de desempeño y características deseadas para el activo a adquirir, sin definir su diseño. El contratista, por su parte, oferta según lo requerido, adicionando mejoras de desempeño asociado a su know-how. La asignación deberá contemplar: el costo financiero, el cumplimiento de los requisitos y las oportunidades de creación de valor ofertadas, a través del know-how del oferente.

### **11.9.2. Design & Build / Low Bid – DB/LB.**

La variante “*Design & Build / Low Bid*”, posee como objetivo adquirir un activo, con un desarrollo de ingeniería avanzado, al menor precio posible.

Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería básica, con lo cual el contratista debe desarrollar en detalle un diseño preconcebido. La etapa de construcción inicia concluida la etapa de ingeniería de detalles.

### **11.10. Engineering, Procurement & Construction – EPC.**

Según lo indica Vio [25], la estrategia de entrega “*Engineering, Procurement & Construction*”, está asociada al desarrollo y adquisición de activos. Corresponde a una figura contractual en el cual una única empresa asume la responsabilidad del diseño, construcción de la obra, procura y PEM, asociado a una condición de entrega “*turnkey*”.

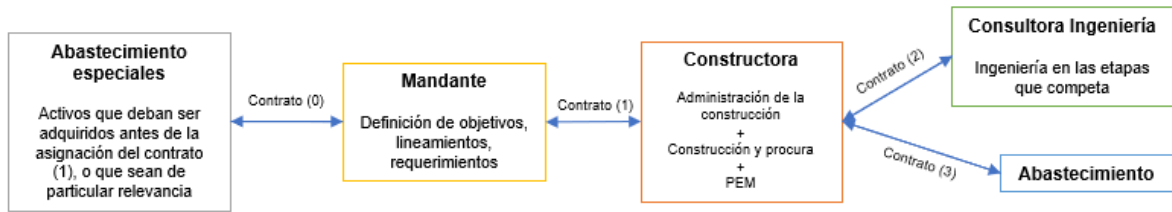
Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería básica o la ingeniería conceptual. La etapa de construcción inicia concluida la ingeniería de detalles.

Esta estrategia requiere que el mandante establezca los requisitos de desempeño y características deseadas para el activo a adquirir, sin definir su diseño, concentrando el poder de decisión en el contratista, sin requerir aprobaciones por parte del mandante.

En este tipo de contratos, el contratista asume la totalidad de los riesgos, lo cual se transforma en un mayor costo de implementación para el mandante.

Es una de las estrategias más populares en la industria petroquímica y la minería.

Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería básica, la ingeniería conceptual. La etapa de construcción inicia concluida la ingeniería de detalles.



**Ilustración lxiv** Estrategia de entrega EPC (elaboración propia).

### 11.11. Engineering, Procurement & Construction Management – EPCM.

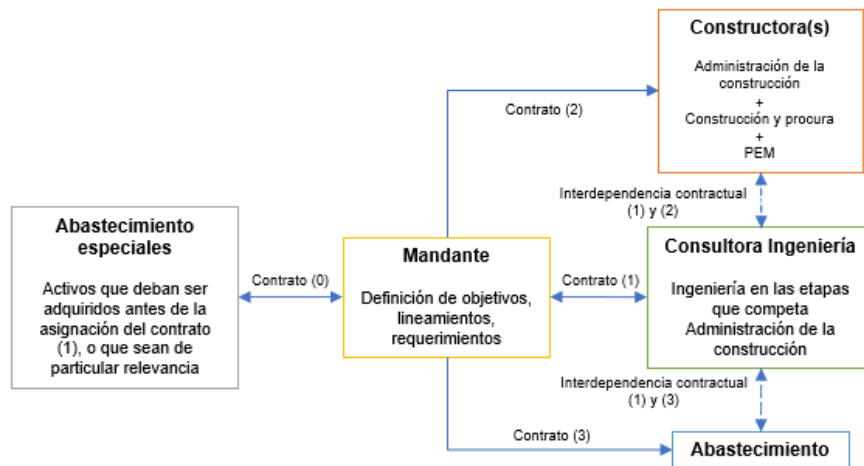
Según lo indica Vio [25], la estrategia de entrega “*Engineering, Procurement & Construction Management*”, está asociada al desarrollo y adquisición de activos. Corresponde a una figura contractual homologable la DBB (véase sección 11.7), en la cual el mandante establece un contrato con una consultora de ingeniería, a la cual encarga la realización del diseño, además de la administración de la construcción, asociado a una condición de entrega “*turnkey*”.

Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería básica, la ingeniería conceptual o sin etapas de ingenierías previas. La etapa de construcción inicia concluida la ingeniería de detalles.

El contratista obtiene, en la etapa de desarrollo y adquisición, un cobro periódico asociado a la etapa de diseño y construcción, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas.

Es una de las estrategias más populares en la industria petroquímica y la minería.

Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería básica, la ingeniería conceptual. La etapa de construcción inicia concluida la ingeniería de detalles.



**Ilustración lxv** Estrategia de entrega EPCM (elaboración propia).

### 11.12. Integrated Project Delivery – IPD.

Según lo indica Vio [25], la estrategia de entrega “*Integrated Project Delivery*”, está asociada al desarrollo y adquisición de activos. Corresponde a una figura contractual en la cual todas las partes

involucradas participan en forma simultánea desde etapas tempranas del proyecto: el mandante, la consultora de ingeniería, el contratista de construcción, los subcontratos y las procuras, a través del desarrollo del proyecto en una plataforma conjunta BIM (*Building Information Model*).

BIM corresponde al proceso de generación y gestión de información de un proyecto de infraestructura, utilizando un modelamiento en software, el cual considera una representación isométrica de la infraestructura, además de la integración de “metadata”.

El objetivo de esta estrategia es aumentar la efectividad de los esfuerzos, reducir los plazos, costos de inversión y posibles conflictos o problemas que pudieran surgir en el ciclo de vida del proyecto.

- El desarrollo de esta estrategia se sustenta en el fomento de 9 principios:
- Respeto mutuo y confianza
- Beneficio y recompensas mutuas
- Inclusión de innovación en la toma de decisiones
- Inclusión temprana de participantes claves
- Definición temprana de objetivos comunes
- Énfasis en el desarrollo y cumplimiento de los compromisos planificados
- Comunicación abierta y transversal entre los participantes
- Apoyo y fomento de plataformas tecnológicas, en particular BIM.
- Fomento al ambiente colectivo y colaborativo entre los participantes, a través de organización y liderazgo.

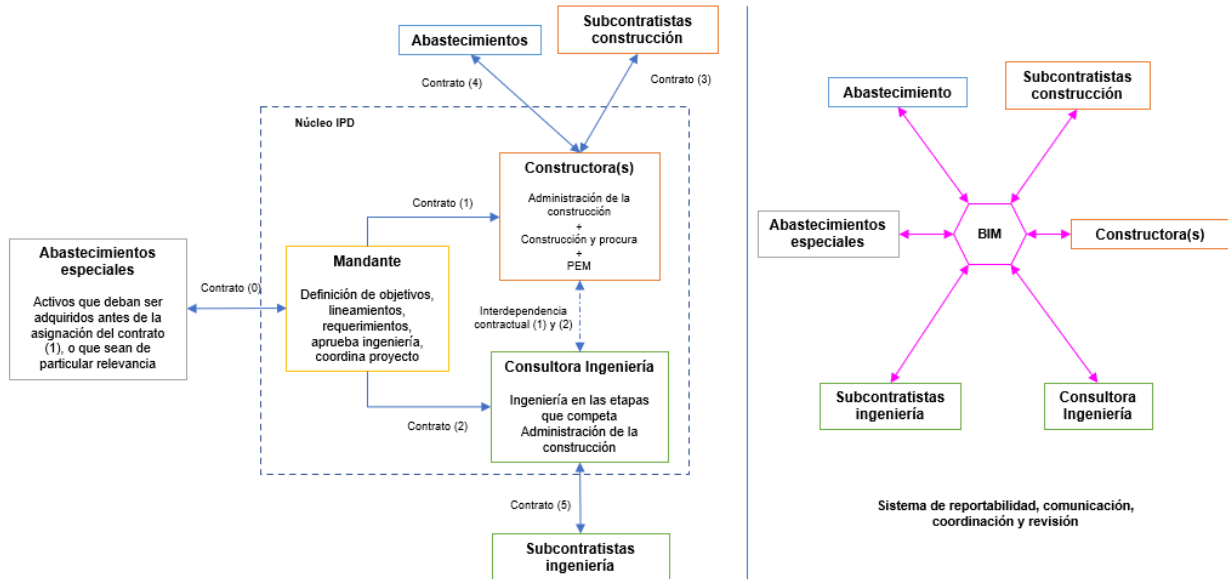
Según lo indica Taboada [94], los modelos BIM pueden contener de dos a siete dimensiones, según el grado de integración que se pretenda alcanzar. La descripción de dichas dimensiones, asociadas a la metadata que poseen, es la siguiente:

- 2D – 3D Alcance físico (representación).
- 4D Plazo (constructibilidad y temporalidad).
- 5D Costos.
- 6D Sustentabilidad.
- 7D Gestión de activos.

Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería básica, la ingeniería conceptual o sin etapas de ingenierías previas. La etapa de construcción inicia concluida la ingeniería de detalles.

Los participantes obtienen un cobro periódico asociado a la etapa de diseño y construcción, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas.





**Ilustración lxvi** Estrategia de entrega IPD (elaboración propia).

### 11.13. Lean Project Delivery System – LPDS.

Según lo indican Ballard [95] y Taboada [94], la estrategia de entrega “*Lean Project Delivery System*” está asociada al desarrollo y adquisición de activos. Corresponde a un enfoque metodológico el cual considera a los proyectos como un sistema de relaciones entre personas y organizacionales, a partir del cual se genera y comparte valor, por medio de relaciones de colaboración y coalición. Su origen proviene de la extensión de los principios de “*Lean Construction*”.

Su objetivo es maximizar el valor para el dueño y reducir las pérdidas en el desarrollo del proyecto, para lo cual incorpora en la planificación temprana del proyecto a los participantes aguas abajo, como lo son los constructores, junto con desafiar el supuesto de que los compromisos de tiempo, costo y calidad son inmodificables

Su foco es el aumento de la generación de valor, reducción de pérdidas, a través del: impulso de una optimización global de los resultados, el aumento en la confiabilidad en los procesos, el desarrollo de procesos de innovación conjunta entre los actores, junto con la implementación de un sistema de colaboración y aprendizaje basado en la confianza. Lo anterior se puede observar en la Ilustración lxvii



**Ilustración lxvii** Ejes estratégicos del LPDS ([94], modificado).

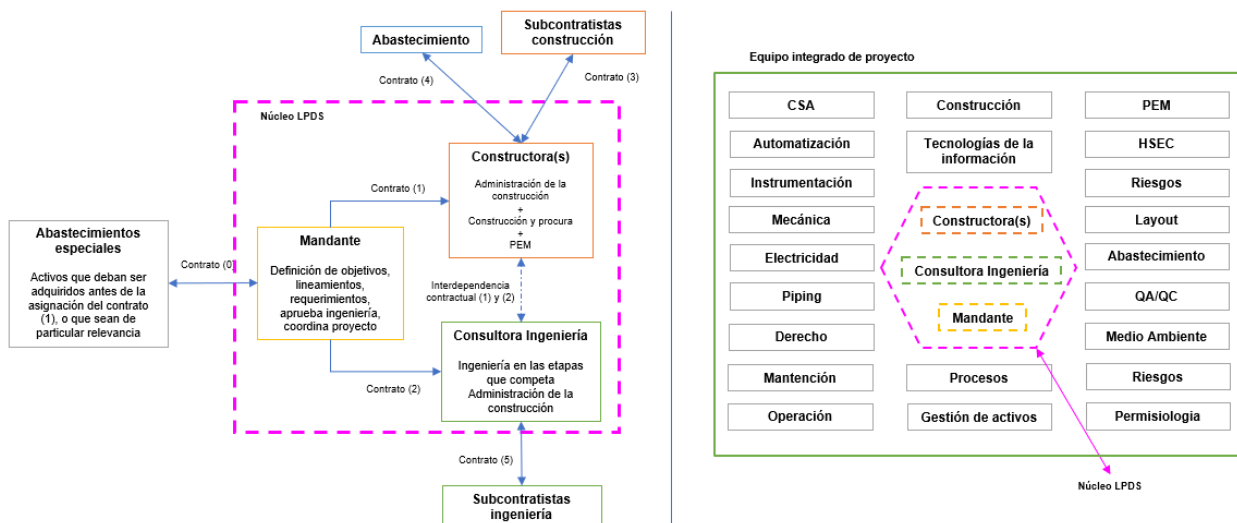
Según lo indica Ballard [95], la hipótesis que impulsa esta metodología de entrega es: “se pueden proporcionar instalaciones que se adapten mejor al propósito (del proyecto), a un costo menor, mediante una definición rigurosa del proyecto, un diseño y una construcción lean; es decir, a través del “*Lean Project Delivery System*”. Para ello considera un proceso de desarrollo de cinco etapas, el cual se puede repetir si es requerido, según lo mostrado en la Ilustración lxviii.

Se adjudica una vez finalizada la etapa de ingeniería básica, la ingeniería conceptual o sin etapas de ingenierías previas. La etapa de construcción inicia concluida la ingeniería de detalles.

Los participantes obtienen un cobro periódico asociado a la etapa de diseño, abastecimiento y construcción, según lo indicado en el método de pagos, premios y multas.



**Ilustración lxviii** Definición conceptual el LPDS ([95], modificado).



**Ilustración lxi** Estrategia de entrega LPDS (elaboración propia).

Respecto a las herramientas de apoyo más utilizadas en su desarrollo, se destacan las siguientes:

- *Advance Work Packaging*: metodología de planificación, diseño, abastecimiento y ejecución, el cual busca establecer una planificación inicial, ingeniería de detalles, abastecimiento y la ejecución de la construcción, a través de un marco de desarrollo paquetizado, productivo y progresivo que facilite el desarrollo del proyecto. La Tabla XIX presenta las estructuras de paquetizado más frecuentemente consideradas.
- BIM: “*Building Information Modeling*” o modelado de información de construcción, corresponde al proceso de generación y gestión de información de un proyecto de infraestructura, utilizando un modelamiento en software, el cual considera una

representación isométrica de la infraestructura, además de la integración de metadata. Sus dimensiones constituyentes, generalmente corresponden a las siguientes:

- 2D – 3D Alcance físico (representación).
  - 4D Plazo (constructibilidad y temporalidad).
  - 5D Costos.
  - 6D Sustentabilidad.
  - 7D Gestión de activos.
- *Last Planner*: Sistema de planificación, el cual considera el desarrollo de la planificación a través de niveles, los cuales poseen objetivos y requerimientos de detalle específico. Su objetivo es entregar confiabilidad a la planificación a través de la asignación, en su nivel más bajo, de tareas que requieran ser realizadas, las cuales puedan ser realizadas, aumentando la productividad, eficiencia y confiabilidad en el desarrollo de los proyectos. Los niveles de planificación considerados para su desarrollo, desde el nivel más superior al inferior, son los siguientes:
- Programa maestro: Asociado a la generación del presupuesto y el programa del proyecto, se desarrolla a partir de los objetivos del proyecto y gobierna los niveles inferiores.
  - Programa de fases: Asociado a la división del plan maestro, en fases constituidas por actividades a realizar con proximidad espacial y temporal. Su objetivo es poder mejorar la comprensión del plan maestro, facilitando el desarrollo del programa intermedio.
  - Programa intermedio o “*Look Ahead Planning*”: Asociado al control del flujo de trabajo, recursos y entregables, generalmente de 1 a 3 meses. Permite realizar el detalle del cronograma, alcance y presupuesto. Posee como objetivo identificar actividades necesarias y realizables que puedan ser planificadas en el nivel inferior, lo cual se realiza a través de reuniones conjuntas entre todos los participantes del proceso de desarrollo, lo cual se conoce como “*Pull Planning*”. Adicionalmente posee como objetivo identificar las tareas que poseen restricciones para su realización y establecer soluciones para levantar dichas restricciones, permitiendo que puedan ser realizadas por el programa semanal.
  - Programa semanal: Asociado a la planificación semanal de las tareas, por parte de los “últimos planificadores” o responsables directos de la ejecución de cada tarea. La selección de las tareas se realiza sobre la preselección establecida por el “*Pull Planning*”.
- *Target Value Design*: Metodología de diseño que posee como objetivo reducir el costo de los proyectos, sin reducir la calidad de los entregables, ni extender el cronograma. Integra al costo como una restricción de diseño. Su proceso de desarrollo considera: 1) Establecer costo objetivo, 2) Formar equipos de trabajo, asociados al análisis del sistema de implementación y construcción seleccionados y establecer costos objetivos para cada uno, 3) Evaluar el costo de las opciones de diseño antes de su desarrollo, y 4) Realizar frecuentemente reuniones de alineamiento presupuestario. Para lograr lo anterior, la metodología indica:
- No establecer objetivos arbitrariamente, solo aquellos que sean relevantes para el proyecto.
  - Involucrar al equipo de desarrollo en la definición de los objetivos.
  - Establecer solo objetivos que sean alcanzables.
  - Buscar la aceptación por consenso de los objetivos de consenso, sin imponerlos.

**Tabla XIX.** Paquetes de trabajo constituyentes en la metodología AWP ([94], modificado).

Acron.	Nombre	Traducción del nombre	Concepto
AWP	Advanced Work Packaging	Paquetizado de trabajo avanzado	Paquetes integrados de trabajo, conducentes al programa de construcción
CWA	Construction Work Areas	Áreas de trabajo de construcción	Límites de batería de los trabajos de construcción
EWP	Engineering Work Package	Paquetes de trabajo de ingeniería	Paquetes de desarrollo de ingeniería necesarios para desarrollar un CWP
CWP	Construction Work Package	Paquetes de trabajo de construcción	Paquetes de construcción, asociados a alcances específicos, lógicos y manejables, de una CWA particular
PWP	Procurement Work Package	Paquetes de trabajo de abastecimiento	Paquetes de abastecimiento, asociados al desarrollo del CWP
IWP	Installation Work Package	Paquetes de trabajo de instalación	Plan de ejecución detallado, de las actividades de instalación, asociados al CWP
PoC	Path of Construction	Secuencia de construcción	Secuencia de trabajo, desarrollado a partir de restricciones y sinergias
WFP	Workforce Planning Package	Paquetes de planificación de fuerza laboral	Proceso de organización de trabajo y traspaso de elementos, enfocados al desarrollo del IWP

#### 11.14. Diferencias entre las estrategias de entrega de proyectos EPC y DB.

Según lo expuesto en las secciones 11.9 y 11.10, las estrategias de entregas EPC y DB poseen una gran similitud respecto a su alcance, en particular en lo referente a la metodología de adquisición de activos bajo un único contrato que consolida ingeniería y construcción. No obstante, poseen diferencia en el derecho de participación al cual puede optar el mandante, referente a las etapas de diseño, procura, construcción y PEM, lo cual posee importantes repercusiones en la administración del riesgo del proyecto, los plazos y el valor creado.

Según Mitchell Construction [96], las principales diferencias entre los formatos EPC y DB, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El formato EPC está asociado a la adquisición de un nuevo activo, con requerimientos de desempeño determinado, sin participación del mandante en el desarrollo del diseño, mientras que el formato DB es un desarrollo conjunto. En el formato DB, el mandante posee la facultad de revisar, comentar, aceptar y rechazar los diseños.
- La oportunidad de involucramiento en la toma de decisiones del formato DB, le permite al mandante exigir condiciones a la construcción y a la procura, como lo son el formato “*fast track*” o “*design assist*”.
- El formato de entrega asociado a EPC este asociado al estado “*turnkey*”, mientras que en el caso de DB, el PEM es un proceso conjunto entre los equipos del contratista y el mandante.
- El formato EPC recibe como entrada los requerimientos de desempeño y criterios de diseño, sin desarrollos previos de ingeniería, mientras que el formato DB recibe ingeniería pre inversional. En el caso de DB/BV, la entrada es constituida por el paquete de ingeniería conceptual, mientras en el caso de DB/LB por el paquete de ingeniería básica.

En el formato EPC los riesgos del proyecto se consolidan sobre el contratista, mientras que en el caso DB el riesgo es compartido, según competencia de decisión.