



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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INNOVACIÓN PARA LA
VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS DE CODELCO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

CHRISTOFER JAIME CONTRERAS PACHECO

PROFESOR GUÍA:

CARLOS CASTRO GONZÁLEZ

PROFESOR CO-GUÍA:

LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN

COMISIÓN:

GASTÓN CONCHA FARIÑA

SANTIAGO DE CHILE

2019

Resumen

El presente trabajo de título presenta una propuesta de diseño de sistema de gestión de innovación para la Vicepresidencia de Proyectos (VP) de Codelco. Este sistema se ajusta a la literatura recopilada y a la política y estrategia corporativa de innovación de la empresa.

Se explica el rol de la VP en Codelco y los antecedentes de innovación proporcionados por la Gerencia Corporativa de Innovación (GCI).

El trabajo se divide en cuatro partes, primero se realiza un análisis del estado del arte de innovación para definir una relación apropiada para la VP. En esta se llega a la conclusión que la innovación en la VP debiese ser de carácter incremental, de procesos, realizarse de forma abierta y contar con una vigilancia tecnológica pertinente.

En la segunda parte del trabajo se analizan distintos proyectos de innovación que han ocurrido los años recientes en la VP, se determinan inductores, factores positivos y negativos de los proyectos. Se detectan que existen al menos tres inductores, los cuales se relacionan con la literatura: selección tecnológica en fase de estudio, innovación en la gestión y los desafíos que se presentan en eventos no programados que son problemas en la obra.

En la tercera parte se diseñan las secciones del sistema de gestión. Se basa en los requerimientos de la norma UNE 166002 de Gestión de la I+D+i. Se consideran cinco partes: contexto, liderazgo, planificación, proceso y soporte.

Los principales resultados del trabajo son la propuesta de una estrategia, incluida en la sección de liderazgo. Se declaran riesgos y oportunidades detectadas a través de la investigación de proyectos pasados. Se define una propuesta de cómo se debe realizar un proceso de innovación apropiado para la VP. Se considera una etapa de planificación, generación de ideas, análisis de alternativas de solución, selección de iniciativa y post evaluación. Luego se plantea el soporte que se le da al sistema a través de la documentación y vigilancia tecnológica necesaria.

Se proponen tareas que debe realizar la dirección para el funcionamiento del sistema y se propone una ficha de trabajo para llevar a cabo el monitoreo de la dirección y facilitar el proceso de resguardo de documentación y retroalimentación a través de una propuesta de posible trabajo a realizar posterior al presente estudio.

Finalmente se plantean las conclusiones, se identifica el logro de los objetivos, se realiza un análisis sobre el impulso de la cultura de innovación y se reflexiona sobre la novedad de la gestión de innovación, en literatura y evidencia industrial, que ha significado un desafío para el trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
Minería.....	1
Vicepresidencia de Proyectos de Codelco.....	1
Dirección de Innovación VP.....	4
Gerencia Corporativa de Innovación	6
Oportunidad	10
Objetivos.....	11
Marco conceptual	13
Metodología de trabajo.....	28
Capítulo 1: Innovación para la VP	33
1.1 Grado de innovación.....	33
1.2 Tipos de innovación	34
1.3 Innovación abierta	35
1.4 Vigilancia Tecnológica	35
Conclusiones del capítulo.....	36
Capítulo 2: iNOVACIONES vp	37
2.1 Implementación de metodología BIM	38
2.2 Selección de nueva máquina en prefactibilidad.....	40
2.3 Sensores de seguridad en acceso.....	41
2.4 Fracturamiento Hidráulico.....	41
2.5 Métodos de trabajo	42
2.5.1 Vigilancia tecnológica.....	42
2.5.2 Estudio de vulnerabilidades	43
Conclusiones del capítulo	44
CAPÍTULO 3: SISTEMA DE GESTIÓN DE INNOVACIÓN VP	46
3.1 Contexto	46
3.1.1 Partes interesadas en el sistema	46
3.1.2 Actividades objeto del sistema	47
3. 2 Liderazgo.....	49
3.2.1 Visión	49
3.2.2 Política	49
3.2.3 Estrategia	50
3.2.4 Roles y responsabilidades	53

3.3 Planificación: riesgos y oportunidades.....	53
3.3.1 Selección tecnológica.....	54
3.3.2 Gestión VP	54
3.3.3 Problemas en obra	54
3.3.4 Gestión de la Dirección	55
3.4 Proceso.....	55
3.5 Soporte	57
3.5.1 Vigilancia tecnológica.....	57
3.5.2 Documentación	59
3.6 Conclusiones del capítulo	61
Capítulo 4: Estrategia de implementación y control	63
4.1 Tareas de gestión de la Dirección de Innovación	63
4.1.1 Monitoreo de iniciativas.....	63
4.1.2 Impulsar iniciativas	64
4.2 Indicadores	65
4.2.1 Aporte Económico	65
4.2.2 Otros indicadores	66
4.3 Fichas de proyectos.....	66
4.3.1 Descripción general.....	67
4.3.2 Plan de trabajo	67
4.3.3 Documentación y post evaluación.....	69
4.4 Conclusiones del capítulo	70
CONCLUSIONES.....	71
Cumplimiento de objetivos.....	71
Propuesta de futuros desarrollos	72
Impulso de cultura de innovación y novedad de la gestión.....	73
Bibliografía	75
Anexo.....	77

INTRODUCCIÓN

Minería

La industria de extracción de minerales valiosos del suelo ha existido por siglos y está presente en gran parte del mundo. Uno de estos minerales es el cobre, que ha aumentado su demanda las últimas décadas, por sus diversos usos, principalmente en construcción y tecnología.

Según datos publicados por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco, 2018), la producción mundial ha ido en constante aumento, en los últimos 30 años ha tenido en promedio un aumento anual de 2,9%, relativamente constante entre periodos. Según la misma fuente de datos, se puede ver que Chile ha representado siempre una porción importante del total, siendo el mayor productor de cobre a nivel mundial, llegando a alcanzar en 2004 el 36,9% del total. Para el año 2017 Chile representa el 27,2% del total.

En el caso de la producción chilena de cobre si se toma como antecedente los últimos 10 años, el promedio de variación anual es de -0,051%, mientras que en el mismo periodo el total mundial tiene un aumento de 2,7% aproximadamente.

La rentabilidad del negocio de la minería de cobre depende directamente del precio de este en la bolsa de valores, transándose el mineral como un *commodity*, lo que significa que a priori no hay diferenciación de producto entre empresas y el precio se regula directamente en el mercado. Dado esto el foco de las empresas mineras se centra en reducir sus costos de producción. Lo que implica en algunos casos lograr mejorar los procesos y tecnologías para que sea rentable extraer cobre de rocas con bajo porcentaje del mineral valioso, que en un pasado no hubiese sido rentable explotar.

Cabe destacar que la industria del cobre en Chile es relevante al representar cerca del 10% del PIB nacional, siendo una de las principales actividades (Banco Central, 2019). Esto respalda la importancia del rubro en Chile y su común categorización como un país minero.

En lo que respecta el contexto nacional, la Corporación Nacional del Cobre, más conocida como Codelco, es uno de los principales productores de cobre, a través de las siete minas que opera actualmente, que además dan lugar a sus divisiones. A través de estas, en 2018 Codelco produjo 1.677,5 kTM (kilo toneladas métricas) de un total de 5.831,3 kTM, lo que equivale al 28,77% del total nacional, aproximadamente (Cochilco, 2018).

En el anexo se incluyen gráficos y tablas correspondientes a los niveles productivos de Chile y el mundo, con un desglose por minas nacionales. Además de datos sobre el PIB y la evolución del precio del cobre.

Vicepresidencia de Proyectos de Codelco

Codelco es una empresa del Estado de Chile cuyo negocio es explorar, explotar y comercializar recursos mineros de cobre refinado y sus subproductos. Esto lo realiza a

través de las divisiones, separadas en Operaciones Norte, que cuenta con Chuquicamata, Radomiro Tomic, Ministro Hales, Salvador y Gabriela Mistral. Mientras que en Operaciones Centro Sur se encuentra Andina y El Teniente, a las que se les suma la división Ventanas que es de fundición y refinación. La estrategia corporativa es coordinada y encabezada desde la Casa Matriz ubicada en Santiago.

Codelco como empresa estatal declara como su misión, “desplegar en forma responsable y con excelencia, toda su capacidad de negocios mineros y relacionados en Chile y en el mundo, con el propósito de maximizar en el largo plazo su valor económico y su aporte al Estado. Codelco llevará a cabo su misión, enfatizando una organización de alto desempeño, la participación, la innovación creativa y el conocimiento de las personas en permanente desarrollo” (Codelco, Codelco, s.f.).

A esta estructura de la compañía se añade la Vicepresidencia de Proyectos, también conocida como VP por sus iniciales, fue creada en 2005 en el marco de un rediseño de la institucionalidad de Proyectos de la Corporación. La finalidad era hacer una diferenciación entre las dos grandes vías por las que Codelco crea y captura valor, designando responsabilidades distintas. Por un lado, las operaciones de activos existentes, a cargo de las divisiones y por otro lado el desarrollo de proyectos para crear nuevos activos, que estaría esencialmente a cargo de la VP. En otras palabras, esta vicepresidencia se crea para construir nuevos proyectos, dejando a las divisiones con la responsabilidad operativa.

Dado este marco, la VP es la organización experta que conceptualiza, diseña, construye y pone en marcha todos aquellos proyectos con base geo-minero-metalúrgica que superan los US\$ 10 millones. Según se declara en la historia de la vicepresidencia, las razones que inspiraron a la alta dirección de Codelco para decidir ese cambio sustancial en la forma de gestionar sus inversiones se resumen en tres ideas centrales:

- i) La necesidad de impulsar un plan de inversiones de gran magnitud para asegurar el desarrollo del máximo potencial de valor de las reservas y recursos de que dispone la empresa.
- ii) La conveniencia de separar responsabilidades en materia de gestión operacional y gestión de inversiones, pero velando a la vez por la unidad de objetivos.
- iii) La necesidad de asegurar que en el ámbito de la gestión de proyectos de inversión se apliquen las mejores prácticas, se disponga de las competencias específicas.

La VP debe ejecutar su cartera de proyectos en base a las políticas y normas del Sistema de Inversión de Capital (SIC), para cada una de las etapas que componen la cadena de valor de un proyecto minero: prefactibilidad, factibilidad, ejecución inversional y puesta en marcha. Culminando con la entrega conforme a quien tendrá la responsabilidad operativa. En el anexo se deja una explicación más detallada del proceso de nuevos proyectos mineros.

Para este trabajo es relevante la etapa de prefactibilidad. Es desde esta parte que la VP toma los proyectos y es en la cual se definen las tecnologías a utilizar. Una práctica que debiese ser sistemática, determinando y evaluando las tecnologías de producción

externas a la empresa, o de otras divisiones si procede, que puedan ser superiores a la empleada actualmente en las instalaciones. Esta selección es tanto para las tecnologías del proceso de construcción, como para las que se usarán en las actividades operativas de explotación.

Según el SIC (Codelco, Plan de Trabajo de Estudio, 2016), el objetivo de la selección tecnológica es, valga la redundancia, seleccionar la tecnología que mejor cumpla los requisitos del VAN además de requisitos comerciales, como criterios económicos, de operatividad, tiempo productivo, integración, consumo de servicios básicos, flexibilidad, materia prima, generación de desechos y eficacia. Y se considera esta práctica como una parte central en el desarrollo de estudios de esta etapa.

Para dar cumplimiento a la misión de Codelco, de maximizar en el largo plazo el aporte al Estado de Chile, se establece la Política Corporativa de Inversión de Capital (Codelco, 2005). En esta se declara que la corporación dispone del SIC para una correcta asignación de recursos y una eficiente captura de valor de los proyectos, los cuales son los principales objetivos de la gestión de inversión de capital.

En la política se declara que, para cumplir los objetivos, Codelco se compromete, entre otras cosas, a realizar inversiones alineadas a la estrategia y valores de la corporación. Además de:

- i) “Con alta probabilidad de éxito, que maximicen el valor al dueño en el largo plazo, con tecnologías probadas en la industria y riesgos identificados y medidos con una adecuada estrategia de mitigación.”
- ii) “Que a su término sean debidamente evaluadas y medidas, recogiendo las lecciones aprendidas en forma permanente e incorporándolas al sistema definido (SIC).”

Para el presente trabajo se deben tomar en especial consideración estas partes, la primera implica que las inversiones tienen que ser en tecnologías probadas en la industria con riesgos identificados. El proceso de selección tecnológica se hace en la etapa de prefactibilidad, al comienzo del proyecto, sin embargo, los procesos completos pueden durar aproximadamente 10 años, dependiendo del tipo de proyecto, por lo que pasa tiempo considerable desde esta selección hasta el comienzo de operación. Esto puede limitar la selección tecnológica al escoger herramientas probadas y con mínimos riesgos durante el periodo de prefactibilidad, para ajustarse a las exigencias de la política del SIC, considerando en que en 5 o 10 años el contexto tecnológico puede variar. Dado esto se presenta muy importante hacer una adecuada investigación, evaluando tecnologías externas, como lo plantea el mismo SIC, para que la selección sea la que mejor enfrente los desafíos presentes y futuros.

Además, se declara necesario que las inversiones de la corporación sean debidamente evaluadas y medidas, recogiendo las lecciones aprendidas de forma permanente, esto aplicado para toda inversión, por lo que se deben considerar también las inversiones en investigación y selección tecnológica.

La Vicepresidencia de Proyectos, está encabezada por el vicepresidente y cuenta con Gerencias de Proyectos, para los proyectos estructurales que se llevan a cabo y

Gerencias Funcionales, que están encargadas de dar apoyo transversal a los proyectos estructurales que se realice en la VP. De esta forma el organigrama sigue una estructura matricial como se puede ver en la siguiente ilustración.

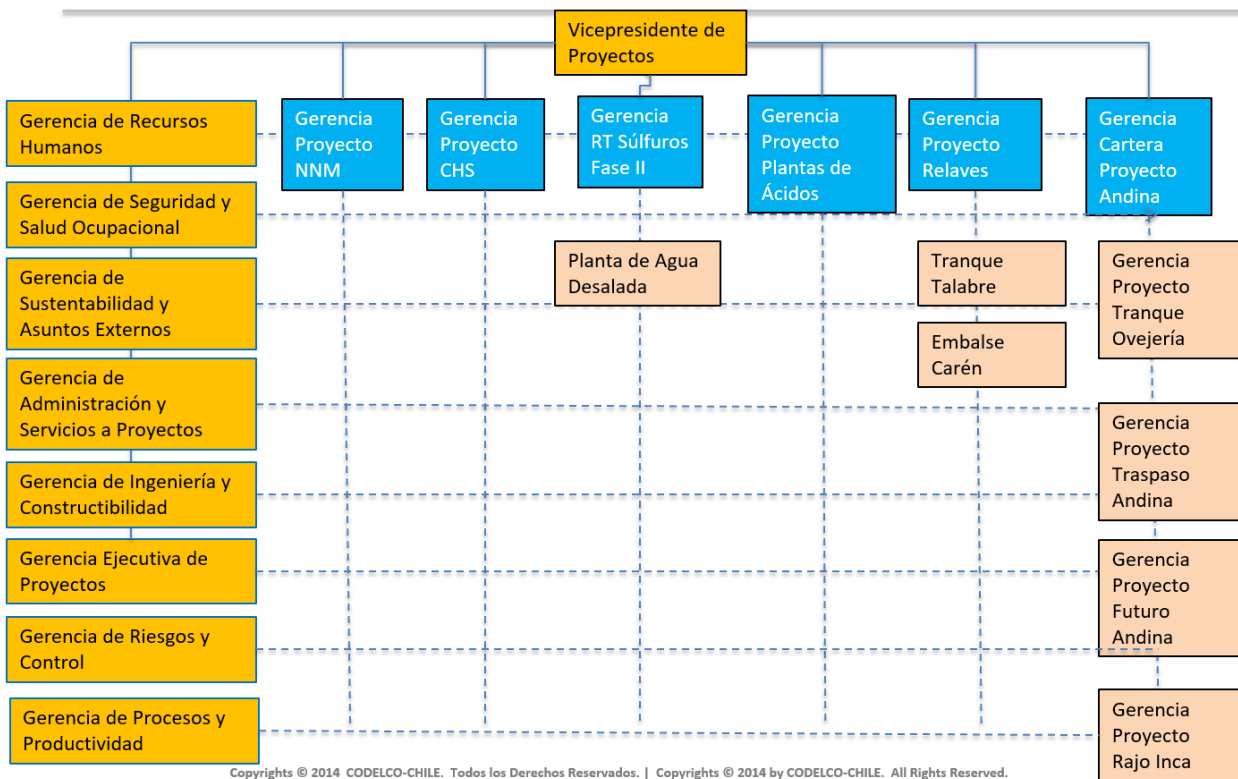


Ilustración 1: Organigrama Vicepresidencia de Proyectos. Fuente: VP

Dentro de esta estructura, en la Gerencia de Ingeniería y Constructibilidad (GIC) se crea en 2018 la Dirección de Innovación, para la cual se realiza este trabajo. La GIC presenta como misión “cautelar la calidad de los entregables de cada uno de los proyectos de la VP y validar los procesos que aseguren la calidad de los resultados”. Tiene entre sus funciones como rol experto, definir la razonabilidad técnica del diseño de los proyectos, identificar riesgos del diseño y operacionales, y ser contraparte de altos especialistas. Además, se encarga de definir un cuerpo normativo base, identificar y aplicar mejores prácticas y capturas de sinergias y liderar la gestión del conocimiento.

Dirección de Innovación VP

La Dirección de Innovación, que cuenta con poco más de un año desde su creación, tiene como misión “gestionar la innovación en la VP, asegurando el logro de metas definidas y alineamiento con el Sistema de Gestión de Innovación Corporativo”.

Entre sus principales funciones esta planificar, gestionar y controlar el cumplimiento de las metas de innovación en la VP, como bien dice su misión. A su vez impulsar y coordinar

el desarrollo de iniciativas de innovación en la vicepresidencia, fomentar una cultura de innovación y preservar el valor y conocimiento creado.

En la actualidad la dirección de innovación de la VP se encuentra conformada solo por una persona, el director. El plan a futuro consiste en que esta persona sea capaz de gestionar la innovación en la VP, entregando las responsabilidades de los procesos de innovación a los proyectos o gerencias respectivas, dejando a la dirección de innovación la función de fomentar estas innovaciones, coordinarlas y monitorear su cumplimiento. Organizacionalmente la dirección se encuentra dentro de la Gerencia de Ingeniería y Constructibilidad pero no se encuentra documentada de manera oficial en el organigrama de la vicepresidencia.

Según el director de innovación, para cumplir con las funciones de la dirección, es necesario identificar los inductores de innovación, establecer los procesos de innovación que se llevarán a cabo, los cuales no están definidos. A su vez determinar indicadores de estos procesos y formas de control, para evaluar si se están realizando de manera efectiva y así poder gestionar de mejor forma la búsqueda, selección e implementación de nuevas tecnologías en la VP.

Las declaraciones iniciales, es que en la VP no se innova, debido a que el negocio de esta es diseñar y construir proyectos, no dedicarse a desarrollar nuevas tecnologías, esto en directa relación con la política de inversión de capital, que establece que se usarán tecnologías probadas, con riesgos identificados. Sin embargo, se ha detectado que efectivamente se han gestionado proyectos de innovación, como lo es el caso de tecnologías para mejorar los procesos de gestión, por parte de las gerencias funcionales de la VP. También en respuesta a buscar nuevas tecnologías para proyectos en el que se presenta poco viable continuar con tecnologías actuales y se opta por elegir algo nuevo, como ha ocurrido con maquinaria semiautónoma. En otros casos se han presentado problemas en los proyectos de la VP durante la etapa de ejecución, al encontrarse con eventos no planificados, como accidentes que incentivan a solucionar problemas en seguridad en el corto plazo para seguir adelante con la planificación. Estas iniciativas han ocurrido los últimos años de manera aislada, sin un proceso común de gestión, sin fomentarse, sin indicadores sobre el procedimiento ni controles. De esta manera, el proceso de gestión de la Dirección de Innovación, que es un área nueva que se está estableciendo, se torna difuso sin puntos claros de trabajo.

Al no haber un seguimiento sobre los procesos mencionados, tampoco hay una evaluación posterior, que quede documentada, por lo tanto, hay escasa retroalimentación para futuros proyectos o iniciativas en este ámbito. Lo cual se contrapone a la política del Sistema de Inversión de Capital, el cual establece que los proyectos de inversión deben ser debidamente evaluados y medidos, recogiendo lecciones aprendidas, como se mencionó previamente. Es por esto que se torna necesario gestionar la innovación para poder seguir estos alineamientos y retroalimentar próximas experiencias.

En solicitud del director, se plantea necesario realizar una investigación del estado del arte del concepto de innovación, además una investigación de modelos para gestionar la innovación para hacer una elección de lo que mejor se adapte a la VP.

En función del SIC se plantean las prácticas de agregación de valor de un proyecto, siendo una de ellas la selección tecnológica y es importante que esto ocurra de la mejor forma. Es de interés de la vicepresidencia y de Codelco, que se reduzca la brecha tecnológica entre las herramientas utilizadas dentro de la empresa con las del exterior y para esto se considera importante tomar decisiones informadas. En la realidad, no siempre ocurre una apropiada selección, a modo de ejemplo, en dos proyectos distintos que se han encontrado recientemente en etapa de prefactibilidad, para uno se hizo un análisis de las vulnerabilidades y se procedió a realizar una investigación de tecnologías en el mercado, mientras en el otro proyecto se optó por solo usar tecnologías que ya se hayan usado en etapas previas del proyecto. Eventualmente no se puede decir si una decisión fue mejor que la otra, dado que los resultados se verán en un futuro, sin embargo, la decisión de no realizar una investigación hacia el exterior de posibles tecnologías limita la toma de decisión, en que lo ideal sería tomar una decisión más informada, según se declara por parte de la Gerencia Corporativa de Innovación. Es parte de las funciones de la Dirección de Innovación fomentar que se realicen las mejores prácticas para seleccionar e implementar tecnologías, aunque sin tomar la decisión final, ya que se limita a los proyectos debido a la estructura organizacional de la VP.

La dirección de innovación responde a un comité de innovación, el cual se conforma por el Gerente Corporativo de Innovación, la Jefa de Proyectos de esta misma gerencia, el vicepresidente de la VP y el mismo Director de Innovación de la VP. El trabajo que se debe realizar por parte de la Dirección de Innovación de la VP es definido por la Gerencia Corporativa a través de un acuerdo de desempeño.

Gerencia Corporativa de Innovación

Esta gerencia, se ha mencionado ya en la misión de la dirección de innovación de la VP, en el ejemplo de proyectos en prefactibilidad y en los miembros del comité de innovación. Es una gerencia que se encuentra en Casa Matriz con dependencia directa del Presidente Ejecutivo.

Es creada en 2016, en remplazo de la Gerencia Corporativa de Negocios e Innovación, separando justamente ésta en la de innovación y otra de negocios, tomando en consideración la necesidad de fortalecer las acciones claves que demandan los desafíos en la gestión de la Innovación y Tecnología y de Negocios en la Corporación, además de la conveniencia de fijar la nueva estructura y organización en materias de innovación, tecnologías y negocios. A lo largo de los años, la existencia de una gerencia a nivel corporativo para la innovación ha tenido más o menos importancia, estando debajo de otra dependencia o funcionándose y separándose de otras áreas, como la de negocios, lo cual ha significado no poder establecer un estándar a nivel Codelco en varios años. En el anexo se dejan antecedentes más detallados de la historia de la gerencia de innovación a nivel corporativo.

En lo que respecta al presente, desde la creación de la actual se plantea la política y estrategia para tratar la innovación. La misión de esta gerencia es “Responsable de diseñar, consensuar, implementar y administrar la cartera de proyectos de Tecnología e Innovación en el ámbito de las especialidades de minería, metalurgia extractiva,

fundición-refinería y en la cadena de suministros, que permita la validación de nuevas tecnologías a introducir tanto en la explotación de las minas subterráneas y a rajo abierto, como en los procesos metalúrgicos y de abastecimiento de Codelco; y de proveer servicios de tecnologías de información, desarrollando una cultura digital, de comunicaciones, de automatización y de robótica en los procesos, apoyando técnicamente a la Gerencia de Negocios en una lógica de trabajo de equipos multidisciplinarios”

La actual Política Corporativa de Innovación, se establece en 2018, por parte de la gerencia y aprobada por el Presidente Ejecutivo. Se plantea que se requiere hacer frente a los desafíos relevantes y crecientes para transformar sus reservas en recursos. Los cuales son el deterioro de sus yacimientos, aumentan en profundidad y disminuyen sus leyes. También las características únicas de sus operaciones, mineral con impurezas, inéditos niveles de profundidad de explotación subterránea, recursos hídricos escasos, requerimientos ambientales más estrictos, la seguridad como máxima prioridad y comunidades que demandan un mejor entendimiento y responsabilidad. Por ello, se define incorporar la innovación tecnológica en la estrategia de Codelco en pos de asegurar competitividad y sostenibilidad de la empresa en el tiempo. (Codelco, Política Corporativa de Innovación, 2018)

Para esto se define incorporar la innovación tecnológica en la estrategia de Codelco en pos de asegurar la competitividad y sostenibilidad de la empresa en el tiempo. La política busca ser una guía y orientación en todas las actividades asociadas a la innovación tecnológica en la Corporación. Para esto, a través de la política, Codelco declara:

- i) **Innovar en forma abierta:** fomentando colaboraciones y alianzas con universidades, centros de investigación, proveedores y otros actores para el desarrollo e implementación de tecnologías, junto con asegurar su sostenibilidad en el tiempo, incorporando la activa vigilancia tecnológica para monitorear desarrollos a nivel global.
- ii) **Innovar incrementalmente para los desafíos de corto plazo:** probando e incorporando nuevas tecnologías en sus operaciones, de acuerdo a las prioridades declaradas por cada uno de los comités ejecutivos divisionales.
- iii) **Innovar disruptivamente para los desafíos de largo plazo:** buscando quiebres tecnológicos que permitan dar sostenibilidad a la Corporación, mediante el desarrollo de un portafolio de proyectos corporativo que permita la transformación efectiva de recursos en reservas mineras de cobre y la habilitación de otros productos comerciales en la cartera de Codelco.
- iv) **Incorporar tecnologías digitales:** en todos sus procesos de minería, procesamiento, áreas administrativas para mejorar la productividad, seguridad y confiabilidad de sus procesos; asegurando en todo momento la ciber seguridad de los sistemas.

- v) **Dar cumplimiento al compromiso con la sustentabilidad:** viabilizando la visión de Codelco de una producción de cobre sustentable, con proyectos que reduzcan emisiones, consumos hídricos y energéticos; disminuyendo el riesgo de zonas de trabajo.
- vi) **Cautelar el valor y conocimiento creado:** mediante una estrategia de propiedad intelectual semi abierta, acuerdos de colaboración, desarrollo y aplicación industrial con universidades y proveedores tecnológicos.
- vii) **Impulsar una cultura organizacional de innovación:** desarrollando el capital humano, para que sean agentes activos de constante innovación y aprendizaje no sólo a nivel tecnológico sino de procesos y gestión.
- viii) **Gestionar la innovación:** mediante un presupuesto anual que responde a la estrategia corporativa y posibilita ejecutar un portafolio plurianual de iniciativa sustentando el valor y retorno de los proyectos, mediante un sistema de gestión de la innovación que asegure la excelencia en la ejecución de los proyectos.

A pesar de estar declarado en la política, gestionar la innovación, a través de un sistema de gestión de innovación, desde la gerencia se aclara que no existe aún un sistema tal, que ayuda a gestionar la innovación, no hay un modelo estandarizado para realizar esta labor.

Además, la Gerencia Corporativa de Innovación en la estrategia de innovación, define: “innovación es un proceso continuo que consiste en desarrollar una idea concepto nuevo y diferenciador que genere valor agregado, basando en un cambio tecnológico”.

También describe que “la innovación es el proceso que captura el conocimiento ya existente y lo transforma en valor económico”, citando el círculo del Doctor Hartmut Raffler. El concepto trata sobre investigar para generar conocimiento y ese conocimiento convertirlo en innovación, una innovación que genera valor económico, luego ese retorno reinvertirlo en más investigación, así generando un proceso continuo.

Justificación de innovación

En el estudio de la Estrategia Corporativa, destaca la justificación del por qué innovar. Esta surge por los desafíos generales de la industria minera. Básicamente se debe enfrentar al deterioro de yacimientos, mayor profundidad y menores leyes, también la heterogeneidad de estos, no todos son iguales, por lo que se deben tener estrategias distintas, incluso la composición de las rocas es distinta. Además, existen los crecientes desafíos ambientales y con las comunidades, que obligan a optimizar los recursos.

Específicamente Codelco se enfrenta a que tiene minas con más de 100 años de antigüedad, todas sus operaciones están en Chile, la competencia por agua y territorio con las comunidades. Y finalmente El cambio de negocio de Codelco, que desde 2016 apunta a producir un cobre verde, diferenciador del cobre común que se basa en los costos (*commodity*) al negocio basado en sustentabilidad (cobre verde).

Niveles de innovación

Para el corporativo la distinción de grados se hace entre disruptivo e incremental. La innovación disruptiva se describe como las tecnologías que significan un quiebre tecnológico, en línea de sus desafíos y en los que el mercado no tiene respuesta. De esta forma el objetivo de la innovación disruptiva es transformar recursos en reservas, descubrir depósitos más profundos, asegurar la sustentabilidad de las operaciones, el cierre de faenas, reducir el consumo de agua y electricidad.



Ilustración 2: Círculo de Raffler. Fuente: Estrategia Corporativa de Innovación

La significancia de transformar recursos en reservas es por su definición misma, los recursos pasan a ser reservas cuando el rentable extraer el mineral de estos recursos, de esta forma pasaran a denominarse reservas. Entonces la disrupción en nuevas tecnologías tiene que implicaría, en este aspecto, poder extraer mineral de forma rentable y que antes no fuera posible.

Por otro lado, define la innovación incremental con el objetivo de “mantener a las Divisiones de Codelco en el estado del Arte Tecnológico, implementando constantemente tecnologías e instrumentos de medición de vanguardia...”. Esto con el objetivo de compensar de forma contante el empobrecimiento de los yacimientos.

También hace la distinción aparte de las dos anteriores, de la Transformación Digital, que consiste en mejorar la productividad de las corporaciones de Codelco mediante la adopción de tecnologías digitales desarrolladas y presentes en otras industrias de manera global.

Medición de innovación

Un punto importante a tener en cuenta a lo largo del estudio ha sido la valorización de la innovación, el Corporativo es claro al definir que la innovación se medirá por resultados económicos, específicamente por el aporte anual (US\$M) hecho al margen operacional de la compañía por proyectos que hayan sido implementados en los últimos 5 años.

Codelco Tech

Una de las definiciones estratégicas de Codelco para alcanzar los objetivos planteados para la innovación es Codelco Tech. Es la filial tecnológica de Codelco creada con tres objetivos.

- i) Articular y conectar los desafíos de Codelco con el ecosistema de innovación nacional e internacional.
- ii) Ejecución de proyectos de innovación. Desde estudios de estado de estado del arte hasta proyectos de validación industrial
- iii) Protección y empaquetamiento del conocimiento generado

Se define además que la vigilancia tecnológica tiene alcance global y busca desarrollar una base de datos de las tecnologías, patentes e investigación que podría impactar el negocio de Codelco. Esta es también ejecutada por Codelco Tech.

La gerencia de innovación establece el convenio de desempeño para el trabajo anual de la dirección de innovación de la VP. Según esta gerencia, entendiendo que el *core business* de la VP es el desarrollo de ingenierías de proyectos estructurales de Codelco, en donde las divisiones son las encargadas de implementar y poner en marcha el proyecto, se propone que la VP implemente un sistema de revisión permanente del estado del arte de tecnologías disponibles en el mercado, de manera de sistematizar la evaluación de pertinencia de incorporar tempranamente dichas tecnologías en las ingenierías de Prefactibilidad de sus proyectos. En línea de esto se espera en el corto plazo, un plan de trabajo para sistematizar esta incorporación de tecnologías.

Oportunidad

Los desafíos en la minería son variados y Codelco debe enfrentarlos, en las operaciones actuales buscando mejoras de sus procesos en las divisiones y en los futuros proyectos estructurales en los que se operará, para los cuales tiene la responsabilidad de su estudio y construcción la Vicepresidencia de Proyectos.

Se tiene la necesidad de cambiar o mejorar las tecnologías que se usan en minería, en la construcción, operación y gestión para enfrentar los desafíos. Actualmente en la Vicepresidencia de Proyectos no se tiene identificado un proceso de desarrollo de proyectos de innovación, esto en parte por falta de cultura de innovación y una rigurosa política de no correr riesgos que ha mantenido a la VP alejada de la innovación. Sin embargo, como declara el director de innovación de la VP, efectivamente se llevan a cabo proyectos de innovación, aunque sin ser identificados y sin hacer un seguimiento correspondiente. Por otro lado, en proyectos estructurales ocurre que en la etapa de prefactibilidad, donde se hace la selección de tecnologías para el proyecto, se ha optado derechamente por usar tecnologías de fases anteriores u otros proyectos ya realizados, sin realizar una investigación y contar con información adicional sobre actualidad en el mercado, con lo cual se puede tomar decisiones más informadas.

Esta nueva área, que es la Dirección de Innovación, necesita establecerse, siguiendo la política de inversión de los proyectos de la VP y la política y estrategia de innovación de Codelco, diseñada por la Gerencia Corporativa de Innovación. Para esto resulta importante definir como se gestionará los procesos de investigación y selección

tecnológica para enfrentar los distintos desafíos u oportunidades que se presenten, además de identificar cuáles son los inductores de estos desafíos.

El director declara necesario establecer un marco conceptual de la innovación, conocer el estado del arte de su definición y como se asocia con el negocio de la VP. Además, estudiar distintos modelos para gestionar innovación y elegir el más apropiado para la vicepresidencia.

Como se ha mencionado, no se maneja el concepto de innovación en la VP, como algo que ocurra sistemáticamente, más bien como procesos aislados. Se plantea apropiado identificar algunos de estos procesos y realizar entrevistas para que haya un conocimiento para la dirección y la VP, como se han llevado a cabo, identificando posibles buenas prácticas o dificultades.

En función de la gestión, se declara necesario por parte de la Gerencia Corporativa de Innovación identificar los procesos pertinentes a la dirección y establecer indicadores o métricas para fomentar que ocurran nuevas iniciativas y evaluar su desempeño. Como se ha mencionado por la política, se vuelve necesario gestionar los procesos, además la Gerencia Corporativa de Innovación, exige que la VP desarrolle sus propios planes para sistematizar la incorporación de nuevas tecnologías.

Se debe responder a la misma política que plantea innovar para enfrentar los desafíos incorporando nuevas tecnologías, especialmente en la selección para los retos de los proyectos estructurales e incorporar tecnologías digitales en todos los procesos en que sea pertinente, de minería, procesamiento y áreas administrativas, para mejorar la productividad, seguridad y confiabilidad.

Como los procesos han ocurrido de forma aislada y se necesita responder a las políticas de innovación de la corporación, entendiendo que la Dirección de Innovación de la VP no tiene la autoridad de influir directamente en los procesos de nuevas tecnologías, ya que estos dependen de los proyectos o gerencias respectivas, es valioso para la dirección y el comité de innovación tener información de que está ocurriendo en la VP con este tipo de nuevos proyectos, para saber qué valor otorgan, si están siguiendo buenas prácticas de innovación, monitorear sus avances, compromisos y resultados. Además, hacer un correcto monitoreo de los proyectos, documentar las etapas y avances de estos para tener una base de retroalimentación para proyectos futuros.

En conclusión, existe la necesidad de incorporar la gestión de innovación en la VP, debido a que es el mandato estratégico de la corporación. La Gerencia Corporativa de Innovación necesita que todas las divisiones, incluida la VP fomenten y obtengan resultados de iniciativas innovadoras. La responsabilidad de la gestión de estos procesos en la VP recae en la Dirección de Innovación, siendo importante poder cuantificar el valor agregado que se otorga con los proyectos, para así dar un aporte al plan estratégico de la corporación.

Objetivos

En respuesta al contexto del área que solicita el trabajo y los problemas que tiene para su desarrollo, se plantea el objetivo general y los específicos.

Objetivo general

“Diseñar un sistema de gestión de innovación para la Vicepresidencia de Proyectos, para que pueda fomentar, monitorear y evaluar los proyectos de innovación, ajustándose a la política y estrategia corporativa”

Se espera que, con el diseño del sistema, se plantee la estrategia y objetivos que tiene la Dirección de Innovación, además de identificar los procesos en que se enfrentan desafíos y fomentarlos para que sean recurrentes. Además, el control de estos procesos debe ayudar a obtener lecciones y aprender de lo realizado para retroalimentar futuros proyectos. A su vez impulsar una cultura organizacional de innovación, desarrollando el capital humano para que sean agentes activos de innovación como lo establece la política.

Objetivos específicos

En respuesta a la necesidad presentada por el director de conocer un marco conceptual de innovación para establecer al área.

- i) “Documentar el estado del arte del concepto de innovación, para que la Dirección de Innovación tenga un marco conceptual de trabajo, analizar y proponer su relación más apropiada con la innovación en la VP”.

Para conocer qué ha pasado en la VP en torno a la innovación e incorporación de nuevas tecnologías se hace un análisis de eventos pasados. Se estima que estos antecedentes son de importancia para definir cómo gestionar los procesos.

- ii) “Analizar proyectos de innovación que se han llevado a cabo en la VP, identificando fuentes, factores positivos y negativos de los proyectos”.

Luego del análisis de los conceptos de innovación y de las experiencias en la VP, se procede a definir los conceptos necesarios del modelo escogido. Se considera pertinente sugerir cómo ejecutar los proyectos, en base a la bibliografía estudiada y antecedentes de proyectos en la VP.

- iii) “Diseñar las partes del sistema de gestión de innovación y proponer qué se debe monitorear de los proyectos de innovación en la VP”.

Para responder a una de las principales inquietudes de la Dirección de Innovación y en alineamiento con las políticas, se estudian formas de monitorear la gestión de la Dirección de Innovación sobre los procesos. En especial para que exista una base de retroalimentación para futuros proyectos.

- iv) “Proponer indicadores y documentos necesarios para que la Dirección de Innovación pueda hacer seguimiento de los proyectos y le permita tener información para retroalimentar futuras iniciativas “.

MARCO CONCEPTUAL

Para realizar este trabajo, se realiza una investigación teórica del concepto de innovación y su gestión. Se aborda la definición de innovación, que tipos de innovación existen, sus grados, el concepto de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, innovación abierta. Además de cómo debe ser gestionada.

La documentación es amplia sobre el concepto de innovación, para este trabajo se usarán las fuentes que se han considerado pertinentes, siendo las siguientes las principales.

UNE 166002: Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i: Esta norma española proporciona directrices y requisitos para la implantación y el mantenimiento de un sistema de gestión de la I+D+i. (AENOR, 2014)

Manual de Oslo: El Manual de Oslo es un documento conocido en el ámbito de la innovación por ser elaborado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). El manual es una guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Este manual tiene una gran utilidad para entender el concepto de innovación. (OCDE, 2006)

Cómo llegar a ser una empresa innovadora: Esta publicación es realizada por ACCIÓ, representante de la Enterprise Europe Network (EEN), una red de consorcios de la Unión Europea, de la cual ACCIÓ es representante en Catalunya. El estudio trata de dos partes, la primera presenta aspectos en tener en cuenta para ser una empresa innovadora y el segundo presenta un modelo genérico de innovación centrado en la estrategia y el proceso.

Definición de innovación

El manual de Oslo define innovación como “La introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o de las relaciones exteriores”

Mientras que la serie de la UNE, define como “actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de los ya existentes”. También detalla la distinción entre tres tipos de innovación:

- i) **Innovación en tecnología:** Actividad de generación y puesta a punto de nuevas tecnologías en el mercado que, una vez consolidadas, empezarán a ser usadas por otros procesos innovadores, asociados a productos y procesos.
- ii) **Innovación tecnológica:** Actividad de incorporación, en el desarrollo de un nuevo producto o proceso, de tecnologías básicas existentes y disponibles en el mercado.

- iii) **Innovación en la gestión:** Mejoras relacionadas con la manera de organizar los recursos para conseguir productos o procesos innovadores.

Tipologías de innovación

El concepto de innovación se puede clasificar desde distintos focos, uno de ellos es sobre las llamadas tipologías de innovación, que tratan sobre en qué se está innovando. Como se vio en el punto anterior, la innovación se puede dar para distintos aspectos de la organización, tanto como sus productos/servicios como procesos. El Manual de Oslo da una caracterización para estos tipos de innovación, determinando 4 tipos. Según el Manual, una empresa puede hacer numerosos cambios en sus métodos de trabajo, en el uso de los factores de la producción y en sus tipos de productos para mejorar su productividad y/o su rendimiento comercial. Los cuatro tipos de innovación que define el Manual de Oslo son los siguientes:

- i) **Producto:** corresponde a la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.
- ii) **Proceso:** es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.
- iii) **Marketing:** es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.
- iv) **Organizativa:** introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.

Grados de innovación

Los grados de innovación es un tema que se viene tratando desde décadas, donde Schumpeter introduce el término, haciendo una distinción entre innovación incremental e innovación radical. Para Schumpeter, la fuerza fundamental que mueve la producción capitalista, y al sistema como un todo, causante de procesos de transformación constante, es la transformación tecnológica. Pero no innovaciones incrementales, que asegura “caen bajo el análisis estático”, y no explican las transformaciones sociales. Para Schumpeter, lo importante son las innovaciones radicales, aquellas capaces de provocar

cambios “revolucionarios”, transformaciones decisivas en la sociedad y en la economía (Schumpeter, 1934).

En base a estos conceptos, Schumpeter define dos grados de innovación:

- i) **Incremental:** corresponde a aquellas innovaciones que alimentan de manera continua el proceso de cambio, normalmente se dan en las instancias al interior de la organización, vinculadas a innovaciones de procesos, las cuales pueden representar una significativa mejora en la gestión y eficiencia desde la perspectiva organizacional.
- ii) **Radical:** Corresponde a nuevos productos o procesos que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes, dado que denotan un alto grado de novedad, y originan grandes cambios, con un alto riesgo de fracaso.

Escala de grados

Entendiendo el trabajo de la VP, como el de una empresa constructora, es importante conocer que se entiende por los grados de innovación en este rubro. Sarah Slaughter, miembro asociado de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (ASCE), publica en 1998 un espectro más amplio de los niveles de innovación para la construcción, además de detallar distinciones entre la innovación en la industria general con la de construcción (Slaughter, 1998). En la publicación se argumenta que los modelos de innovación suelen estar enfocados en la empresa manufacturera, sin embargo, hay claras diferencias entre la industria manufacturera y la de construcción, específicamente debido a que las instalaciones de construcción son grandes, muy complejas y duraderas, además son construidas en un contexto social y político específico. La escala física de los componentes y la instalación completa tienen ciertas restricciones operativas. Por otro lado, los prototipos de gran escala en la construcción suelen ser muy costosos y gastar mucho tiempo como para ser test viables.

Bajo este contexto, en la publicación se proponen 5 modelos, o más bien niveles de innovación en la construcción, que se pueden ver en la ilustración 3. La propuesta surge sobre la base de los niveles incremental y radical, representados por una escala de innovación según el nivel de cambio. El análisis se hace en base a comparación, de esta manera se define que el **incremental**, es un cambio pequeño, basado en nuevo conocimiento y experiencia, siendo cambios más bien internos. En cambio, el **radical** es un cambio más penetrante en la ciencia y tecnología que a menudo cambia las características o naturaleza de la industria, incluso puede provocar la entrada de nuevos actores a la industria.

Los modelos intermedios que describe basan su diferencia según el grado de novedad, pero también qué tanto afectan el sistema, de esta manera el **modular**, trata un cambio significativo en la forma de hacer algo, un cambio mayor al incremental, pero no interfiere en el sistema, es decir en las demás tareas y procesos. En cambio, el modelo **arquitectura**, puede tener un leve cambio dentro de una componente, pero afecta de

mayor manera el sistema. Luego se entenderá por el modelo de **sistema**, el que cambia de manera significativa el sistema, sin ser el cambio de mejora tan significativo.

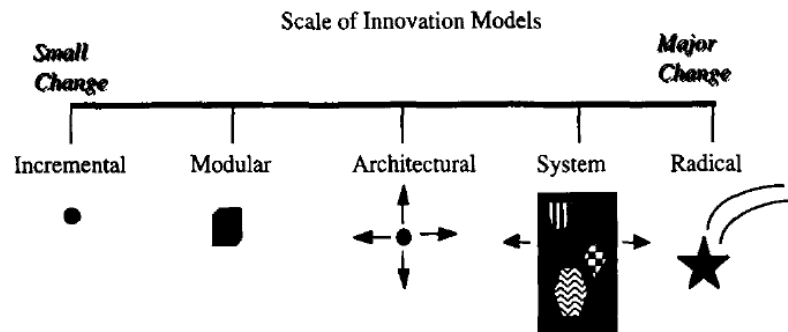


Ilustración 3 Escala de modelos de innovación. Fuente: Slaughter (1998)

Los modelos intermedios que describe basan su diferencia según el grado de novedad, pero también qué tanto afectan el sistema, de esta manera el **modular**, trata un cambio significativo en la forma de hacer algo, un cambio mayor al incremental, pero no interfiere en el sistema, es decir en las demás tareas y procesos. En cambio, el modelo **arquitectura**, puede tener un leve cambio dentro de una componente, pero afecta de mayor manera el sistema. Luego se entenderá por el modelo de **sistema**, el que cambia de manera significativa el sistema, sin ser el cambio de mejora tan significativo.

Matriz de grados

Por otra parte, ACCIÓ, también se basa en los grados incremental y radical para dar su definición, pero agrega otros dos, según una matriz de novedad en oferta y novedad de usuarios, como se puede ver en la ilustración 4. Así la innovación **incremental**, es una novedad con las capacidades actuales para los mismos usuarios y la **radical**, nuevas capacidades y para un espectro más amplio de usuarios. En base a esto hace la distinción cuando las capacidades son las mismas, pero se aplica un grado de novedad que ayuda a llegar a nuevos usuarios, esta es el grado de **adaptación**. Y por otro lado cuando se ofrece algo nuevo pero el grupo de usuarios alcanzado es el mismo, siendo este grado denominado **evolución**.

Innovación disruptiva

Un término más reciente en los grados de innovación es el de innovación disruptiva, que suele ser tratado como equivalente de innovación radical, pero tiene una sutil diferencia en su concepto. Este término para innovación es introducido por Clayton Christensen, en su libro "El dilema de los innovadores" (Christensen, 1997). Christensen define la innovación disruptiva como "aquella que transforma un producto o servicio que sólo era

accesible para muy pocas personas con muchos recursos, y la hace accesible a una población mucho mayor que dispone de menos recursos”.

Lo anterior hace referencia a que es un problema para las empresas innovar en productos o servicios que resulten muy costosos, ya que si pocos pueden adquirirlo no resultaría rentable para la empresa. Un ejemplo de innovación disruptiva fue cuando los computadores lograron producirse a un menor costo y tamaño, alcanzando un mayor número de usuarios.

Además, cabe destacar que la innovación disruptiva, al igual que la radical, tiene por contraparte la innovación incremental, que es una evolución progresiva de los productos existentes.

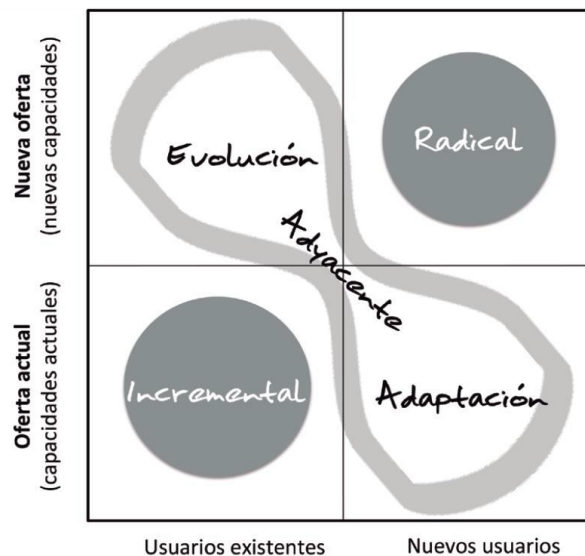


Ilustración 4: Matriz de grados de innovación. Fuente: Acció.

Innovación disruptiva

Un término más reciente en los grados de innovación es el de innovación disruptiva, que suele ser tratado como equivalente de innovación radical, pero tiene una sutil diferencia en su concepto. Este término para innovación es introducido por Clayton Christensen, en su libro “El dilema de los innovadores” (Christensen, 1997). Christensen define la innovación disruptiva como “aquella que transforma un producto o servicio que sólo era accesible para muy pocas personas con muchos recursos, y la hace accesible a una población mucho mayor que dispone de menos recursos”.

Lo anterior hace referencia a que es un problema para las empresas innovar en productos o servicios que resulten muy costosos, ya que si pocos pueden adquirirlo no resultaría rentable para la empresa. Un ejemplo de innovación disruptiva fue cuando los computadores lograron producirse a un menor costo y tamaño, alcanzando un mayor número de usuarios.

Además, cabe destacar que la innovación disruptiva, al igual que la radical, tiene por contraparte la innovación incremental, que es una evolución progresiva de los productos existentes.

Innovación abierta

En las distintas fuentes bibliográficas estudiadas, que se han mencionado en este trabajo, se menciona la innovación abierta. El concepto de innovación abierta es introducido por Henry Chesbrough, en su libro *Innovación Abierta* de 2003, como relata en un artículo *Reinventar la empresa en la era digital* (Chesbrough, 2016). El concepto nace como una antítesis del modelo tradicional de integración vertical, es decir en que una empresa por sus propios medios agrega valor a sus productos o servicios, mejorándolos en base a sus propias capacidades organizativas o de ejecución. Chesbrough define la innovación abierta como “el uso de los flujos internos y externos de conocimiento para acelerar la innovación interna y ampliar los mercados para el uso externo de dicha innovación”. En otras palabras, lo que Chesbrough identifica es que para un proceso de innovación más rápido y efectivo es necesario interactuar con el entorno, los flujos externos de conocimiento, que además provocará que los mercados crezcan al impulsar el ecosistema tecnológico y de innovación. En su opinión, la innovación abierta se va a extender más allá de la colaboración entre dos empresas, y para ello serán importantes el diseño y la gestión de comunidades innovadoras.

El concepto clave sobre innovación abierta, según Henry, es que no todas las personas inteligentes trabajan en la empresa. Y para las que sí lo hacen, será fundamental encontrar y colaborar con otras personas inteligentes de otras partes del mundo. Sólo así la empresa podrá innovar con éxito. ACCIÓ, plantea algo similar, “probablemente todas las personas que trabajan en la empresa son inteligentes, pero no todas las personas inteligentes trabajan para la empresa”, haciendo mención de que es necesario interactuar con el exterior para aumentar el conocimiento.

Chesbrough detalla que, en un modelo cerrado de innovación, los proyectos de investigación se ponen en marcha desde la base científica de la empresa, pasan a la fase de desarrollo y finalmente algunos pocos casos salen al mercado. Este modelo ha tenido éxito en algunas empresas como detalla en el artículo, sin embargo, es acotado a las capacidades de la misma empresa.

Por el contrario en un modelo de **innovación abierta**, los proyectos pueden entrar o salir en varios puntos y de distintas maneras. Aquí pueden lanzarse proyectos desde fuentes tecnológicas internas o externas e incorporarse al proceso nuevas tecnologías en diferentes fases (<<fuera adentro>>). O puede llegar al mercado otros productos o empresas *spin off*, aparte de los canales propios de la compañía (<<dentro fuera>>).

Como antecedente para tener en cuenta Expande, de Fundación Chile, que tiene como objetivo conectar las necesidades de innovación de las empresas mineras con la oferta de soluciones tecnológicas y desarrollar una industria de empresas de base tecnológica, publica en enero de 2019 un estudio de distintos modelos de innovación abierta

detallando cuales son más comunes y tienen mayor relación para grandes empresas y del rubro de minería. (Expande, 2019)

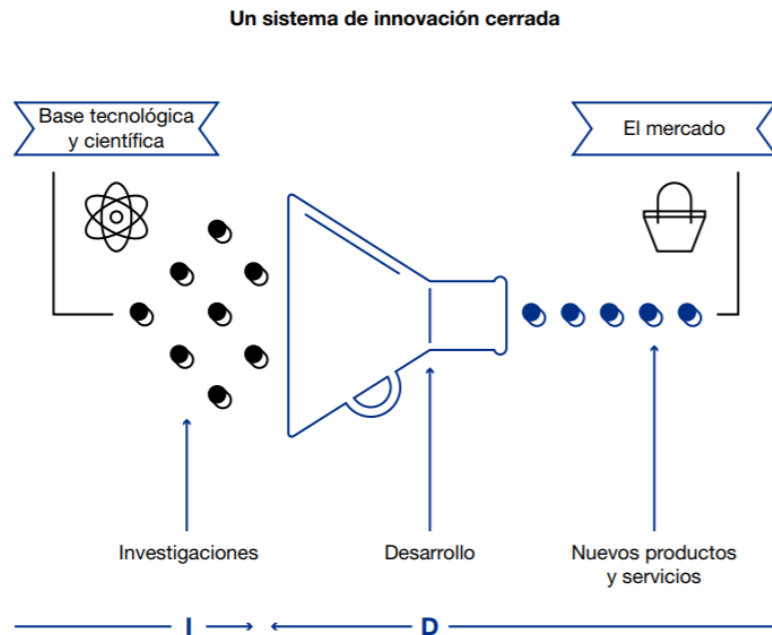


Ilustración 5: Sistema de Innovación cerrada. Fuente: Chesbrough (2016)

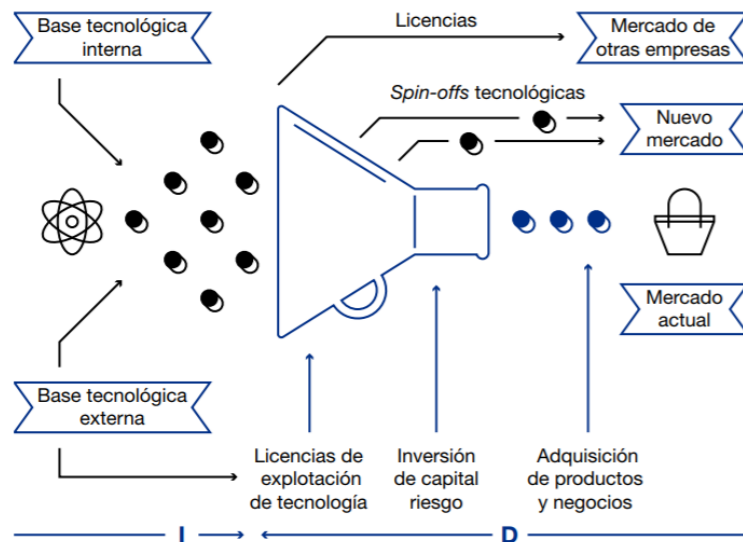


Ilustración 6: Sistema de innovación abierta. Fuente: Chesbrough (2016)

Valorización y métricas

Se ha estudiado que dice la bibliografía sobre que es innovación, sus distintos tipos, niveles, que se recomienda vigilar el entorno, además de dos principales formas de

innovar, de forma cerrada y abierta. Según las fuentes, es importante tratar la innovación como un proceso más de la organización, lo cual implica que este debe poder ser medido. Para medir la innovación y en la práctica valorizarla, se deben analizar distintos aspectos.

La fundación COTEC, define que se puede valorizar la innovación en tres líneas distintas, directa de comercialización, eficiencia y otras capitalizaciones. La valorización de la innovación implica la contabilización del valor añadido aportado, para lo cual es necesario el reconocimiento de sus efectos y la medición (COTEC, 2010). De esta manera establece las siguientes definiciones:

- i) **Comercialización de nuevos bienes o servicios:** Esta es la más directa, corresponde al incremento de los ingresos percibidos por la empresa respecto a su situación anterior, antes de haber realizado innovaciones. Por lo tanto, los indicadores clave son las ventas correspondientes a las innovaciones, en comparación con el total de ventas. Y el retorno sobre la inversión en innovación.
- ii) **El aumento de eficiencia:** Procesos productivos más eficientes, significan una reducción de costes, de esta manera se deben evaluar indicadores en determinadas operaciones en que tengan efecto las innovaciones.
- iii) **La capitalización del valor de las innovaciones:** Hace referencia a **patentes** que pueden ser vendidas. Pero principalmente a la **experiencia** del equipo, que podría significar mayor probabilidad de éxito para futuros procesos o proyectos innovadores. También el valor que trae tener una **imagen innovadora** que posiciona mejor a la empresa en el ecosistema, atrayendo **personas más capacitadas en innovación y centros de investigación.**

Indicadores relevantes

ACCIÓ, afirmando que cualquier proceso que se quiera gestionar correctamente se tiene que poder medir y que cualquier indicador tiene que ser relevante y relativamente sencillo de medir, distingue cuatro tipos de indicadores, input, de proceso, output y resultados.

- i) **Input:** Miden el esfuerzo y dedicación de la empresa para alimentar el proceso de innovación.
 - a. Número de personas implicadas en proyectos de innovación.
 - b. Tiempo invertido de la dirección en actividades de innovación.
 - c. Porcentaje de presupuesto dedicado a innovación respecto del presupuesto total.
 - d. Porcentaje de inversión en innovación sobre facturación.
 - e. Número de ideas generadas en un año.
- ii) **Proceso:** Miden variables sobre las actuaciones que se están llevando a cabo en el proceso de innovación.
 - a. Número de ideas que han dado lugar a nuevos conceptos.

- b. Porcentaje de conceptos que se convierten en productos/servicios.
 - c. Tiempo promedio desde que se elige un reto hasta que se lanza al mercado una solución.
 - d. Desviación en tiempo de los proyectos (%).
 - e. Desviación en presupuesto de los proyectos (%).
 - f. Valoración media de las colaboraciones internas/externas.
- iii) **Output:** Incluye los resultados del proceso de innovación sin tener en cuenta el retorno económico para la organización.
- a. Número de nuevos productos introducidos en el año gracias a proyectos de innovación (no simples mejoras de la cartera ya existente de productos)
 - b. Número de actuaciones de protección de los resultados finalizadas con éxito (patentes).
 - c. Porcentaje de consecución de los objetivos de innovación.
 - d. Porcentaje de proyectos iniciados que no llegan a lanzarse al mercado.
 - e. Grado de satisfacción del cliente respecto a las nuevas soluciones lanzadas al mercado.
- iv) **Resultados:** Miden el impacto financiero para evaluar el éxito de las actividades de innovación en la empresa.
- a. Porcentaje de las ventas actuales debidas a productos introducidos los últimos tres años sobre el total de ventas.
 - b. Número de innovaciones de proceso realizadas en un año que han supuesto un ahorro de costes o de tiempo.
 - c. Retorno sobre la inversión (ROI) de las ideas implementadas.

Se puede encontrar una relación entre lo planteado por COTEC y ACCIÓ, donde el primer y segundo alineamiento de COTEC, están relacionados con los indicadores de resultados. Por otro lado, su tercer alineamiento, sobre experiencia, imagen y patentes se relaciona con los indicadores de inputs, proceso y outputs, que demostrarán que tan innovadores está siendo la empresa, sin implicar necesariamente resultados exitosos, o un resultado de innovación como hacia la distinción ACCIÓ, entre innovar y hacer innovación.

Evaluación de desempeño UNE

Por su parte la UNE 166002, establece en su norma, que la organización debe determinar los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, según sea aplicable, para evaluar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la I+D+i considerando los procesos estratégicos, operativos y de soporte. Los resultados de esta evaluación deben permitir a la organización obtener información sobre la contribución del sistema a aspectos tales como:

- i) La tasa de crecimiento de beneficios

- ii) La tasa de crecimiento de ingresos
- iii) El crecimiento del margen operativo
- iv) El retorno de la inversión en I+D+i
- v) La cuota de mercado
- vi) El impacto científico de los resultados de investigación
- vii) Los activos intangibles generados (registros de propiedad, conocimiento, reconocimiento, reputación, etc.)
- viii) Impacto sostenibilidad medioambiental y social

Estos son aspectos sugeridos que pueden controlarse, en definitiva, la norma exige que se establezcan qué controlar y cómo. La organización lo definirá según lo que mejor se adecue a su negocio y procesos.

Indicadores TRL/IRL

Ante la complejidad de medir los procesos de innovación y en concreto los productos o servicios en desarrollo, en la NASA definieron un indicador de **niveles de madurez** que permite caracterizar cómo de preparada está una tecnología para ser introducida en el mercado. Este indicador es el de Nivel de Preparación Tecnológica, TRL por sus siglas en inglés (*Technology Readiness Level*) (Arjona, 2015). Los niveles de este indicador se pueden ver en la ilustración 7, se muestra que una tecnología se clasifica en TRL 1 cuando está en una investigación básica y va subiendo de nivel a medida que hay mayor desarrollo sobre la misma, pasando por validación, experimentación, demostración, prototipo, un producto y operatividad en el mercado.

Technology Readiness Level	
TRL 1.	Los principios básicos son observados (investigación básica)
TRL 2.	Se formula un concepto tecnológico (investigación aplicada, invención)
TRL 3.	Prueba de Concepto (desarrollo tecnológico, prueba de concepto)
TRL 4.	La tecnología se valida en el laboratorio (validación)
TRL 5.	La tecnología se valida en un entorno relevante (experimentación)
TRL 6.	Se demuestra la utilidad de la tecnología en un entorno relevante (demostración)
TRL 7.	Existe un prototipo que demuestra la utilidad de la tecnología en un entorno operativo
TRL 8.	El sistema está validado y completamente desarrollado (producto)
TRL 9.	El sistema está operativo en entornos reales (mercado)

Ilustración 7: Indicador TRL. Fuente Arjona (2015)

Por otro lado, está el indicador IRL, el cual es creado por Steve Blank, inspirado en TRL, trasladando estos nueve niveles para determinar el Nivel de Preparación de una Inversión, IRL por sus siglas en inglés (*Investment Readiness Level*) (Arjona, 2015). Representado en la ilustración 8.

En definitiva, estos niveles pueden ayudar a identificar como va un proceso de innovación, más no el rendimiento del sistema o el macroproceso de gestionar la innovación. De todas formas, podría ser útil para evaluar un proyecto.

Investment Readiness Level	
IRL 1.	Completar una primera versión del Canvas
IRL 2.	Tamaño del mercado y análisis de la competencia
IRL 3.	Validación de la solución (Problem/Solution Fit)
IRL 4.	Prototipo (Minimum Viable Product) de baja Fidelidad (Low Fidelity MVP)
IRL 5.	Validación del producto y la necesidad real en el mercado (Product/Market Fit)
IRL 6.	Validación de la parte derecha del Canvas (modelo de beneficios)
IRL 7.	Prototipo (Minimum Viable Product) de Alta Fidelidad (High Fidelity MVP)
IRL 8.	Validación de la parte izquierda del Canvas (estructura de costes)
IRL 9.	Validar las métricas que realmente importan (metric that matter)

Ilustración 8 Indicador IRL. Fuente: Arjona (2015)

Sistema de gestión de innovación

Un sistema de gestión es el conjunto integrado de procesos y herramientas que utiliza una empresa para desarrollar su estrategia, traducirla en acciones operativas y monitorear y mejorar la eficiencia de ambas (Kaplan & Norton, 2008). Estos autores señalan que el desequilibrio entre la estrategia y las operaciones de las empresas es generalizado y se pueden evitar con un sistema de gestión de ciclo cerrado. El ciclo está formado por cinco fases, la primera es el desarrollo de la estrategia, seguida por traducir la estrategia, planificar operaciones, la ejecución de procesos e iniciativas que se deben monitorear y aprender y por último comprobar y adaptar la estrategia (Kaplan & Norton, 2008).

En lo que respecta a la innovación, esta debe ser tratada como un proceso más dentro de la organización, por lo que en la teoría se puede gestionar en base a un sistema. Históricamente, la innovación no se gestionaba en base a un sistema predefinido para esta, se ajustaba a sistemas de gestión de calidad como TQM o la ISO 9001 (Mir, Casadesús, & Petnji, 2016). Según (Prajogo & Sohal, 2006) existe una significancia positiva entre la gestión de calidad e innovación y las guías de calidad son a menudo usadas en departamentos de investigación y desarrollo como una herramienta organizacional para construir una capacidad innovadora. Por otro lado, se plantea también que estos sistemas se contraponen a la innovación, agregándole rigidez que dificulta la innovación (Mir, Casadesús, & Petnji, 2016).

En los últimos años, el paradigma de la gestión de la innovación ha apuntado a la sistematización, lo cual se ve reflejado en la aparición de las primeras normas de sistemas de gestión de innovación en varios países, como Brasil, Colombia, Dinamarca,

Francia, Irlanda, México, Portugal, Rusia, España y Reino Unido (anexo), las cuales han cambiado de forma constante en especial con la publicación de un estándar europeo de innovación, publicado por el comité europeo de estandarización (CEN, 2013), en el cual han basado las modificaciones las distintas normas (Prajogo & Sohal, 2006). Además, está en proceso de publicación una norma ISO 56002, una guía de sistema de gestión de innovación, el cual se espera sea publicado en 2019 (ISO, 2019).

Las normas sobre sistemas de gestión de innovación tienen un objetivo en común que es sistematizar y hacer más eficiente la innovación en las compañías para mejorar la capacidad de innovación y el rendimiento del negocio (Mir & Casadesús, 2006).

Una de las primeras normas de sistema de gestión de innovación desarrollada fue la UNE166002: 2006 Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de gestión de la I+D+i. Esta norma proporciona directrices y requisitos para la implantación y el mantenimiento de un sistema de gestión de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), aplicable a todo tipo de organizaciones, públicas y privadas, independiente de su sector o tamaño. (AENOR, 2014). Esta norma ha sufrido modificaciones desde su primera publicación, siendo la última en 2014 la cual se basa en el estándar CEN-TS 16555-1:2013. Además, esta norma ha sido implementada y certificada por más de 500 compañías en España, lo cual provee una base confiable de data para análisis, que en conjunto con su mayor antigüedad en comparación con las otras normas ha promovido varios estudios sobre implementación que pueden respaldar su utilidad (Mir, Casadesús, & Petnji, 2016).

Uno de esos estudios es justamente el realizado por Mir, Casadesús y Petnji (2016) que hicieron un estudio empírico del impacto de las normas de sistemas de gestión de innovación en la capacidad de innovación y el rendimiento de los negocios, concluyendo, en base a las empresas certificadas por la UNE166002, que los sistemas tienen una significativa relación positiva con la capacidad de innovación y el rendimiento del negocio (Mir, Casadesús, & Petnji, 2016).

Además, según un estudio hecho en empresas constructoras certificadas por la misma norma UNE166002, se valida que haya un impacto en la capacidad tecnológica de la empresa y en especial que la gestión de innovación comienza con la identificación de oportunidades provenientes tanto de los requerimientos de los agentes participantes como de los problemas en obra, además que la detección de oportunidades innovadoras es el resultado de una vigilancia tanto interna como externa (Pellicer, Yepes, Correa, & Alarcón, 2014). Este estudio es relevante para el trabajo, ya que se hace en base a empresas constructoras, rol similar al de la VP por compartir desafíos, además de ser una representación de cómo se percibe la norma en industrias complejas como la construcción.

Sistema de Gestión UNE 166002

En base a una muestra de varios modelos para gestionar la innovación, se pueden ver en el anexo, en conjunto con la Dirección de Innovación se escoge la norma de la UNE 166002, para diseñar el sistema de gestión de innovación para la VP. Se sustenta la selección en base a seguir una norma establecida, algo preferente para la gestión en la

VP, además de su ya implementación en empresas, de todo tipo y en especial constructoras.

Es la norma con mayor adopción, en todo tipo de industrias, debido principalmente a su mayor antigüedad. Y debido a esto y diversos estudios que han mostrado un efecto positivo en las empresas que implantan un sistema de gestión de innovación, en todo tipo de rubros, incluyendo de construcción, se ha optado por escoger esta norma para el desarrollo del trabajo. Además de la evidencia se opta debido al respaldo que genera ser una norma elaborada por expertos en una identidad importante de estandarización.

Según la norma, un sistema de gestión de I+D+i incluye todas aquellas actividades necesarias para generar innovación de forma continua, independiente del tamaño de la organización, sustentándose en una serie de aspectos, entre ellos el contexto de la organización, el liderazgo y estrategia para la I+D+i, la planificación, factores de soporte, proceso de gestión, evaluación de desempeño y la mejora del sistema. Estas fases son muy similares a las de un sistema de gestión cerrado presentado por Kaplan y Norton (2008). En la ilustración 9 está representado el sistema de esta norma.

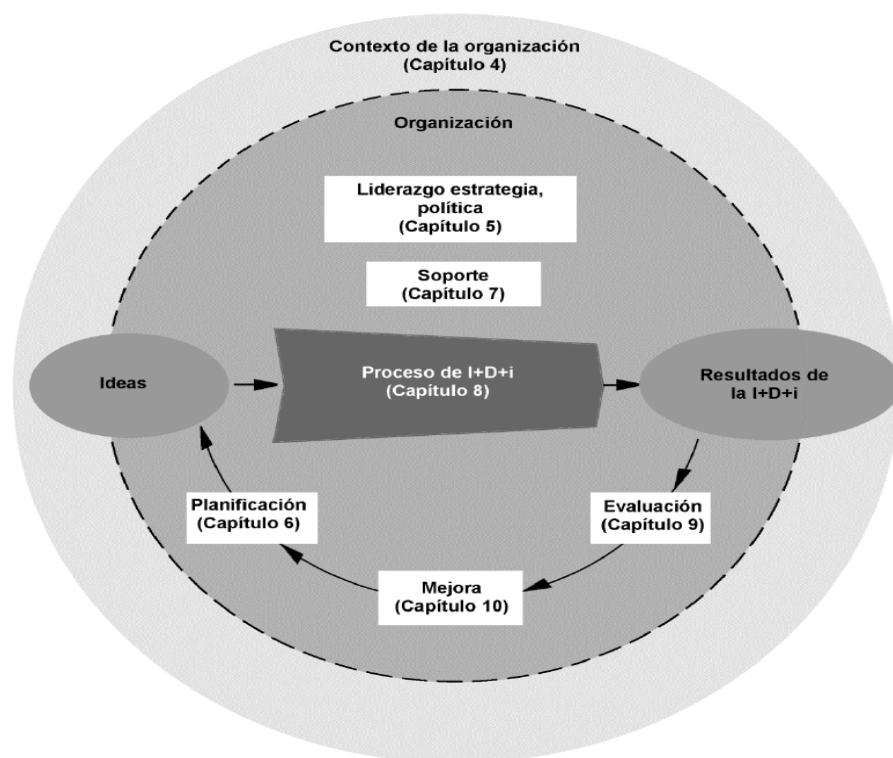


Ilustración 9. Esquema del Sistema de gestión de innovación UNE 166002. Los capítulos a los que hace referencia la ilustración son los capítulos de la norma.

La tabla 1, que se encuentra a continuación, muestra el marco que propone seguir la norma para sistematizar la gestión de la innovación en una empresa.

La norma exige un amplio conocimiento del contexto de la organización, en función de cumplir los objetivos de este trabajo, se plantearán los que resulten relevantes para el trabajo y la Dirección de Innovación, según lo ha definido esta.

Se espera que con la implementación de este sistema se pueda gestionar de mejor forma la innovación en la VP, siendo este uno de los enfoques de la política corporativa de innovación. Esto a través de un monitoreo de los procesos, que dependen de los proyectos y gerencias respectivas, que muestre durante el año el estado de las iniciativas y la definición del sistema planteará las bases para documentar etapas de los procesos y resultados de nuevas iniciativas para incorporar tecnologías, con tal de retroalimentar futuros procesos.

En base a esta línea, que son los fundamentos de la oportunidad detectada, el rol de la VP, las facultades de la Dirección de Innovación y los objetivos planteados para este trabajo, el diseño del sistema se centrará en los aspectos que se estiman relevantes, estos se detallan más en la metodología, etapa 3.

Marco sistemático para la implantación de un Sistema de Gestión de la I+D+i	
4. Contexto de la organización	<ul style="list-style-type: none"> *Conocimiento de la organización y su contexto *Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas *Sistema de gestión de I+D+i
5. Liderazgo	<ul style="list-style-type: none"> *Visión y estrategia de la I+D+i *Política de la I+D+i *Liderazgo y compromiso de la dirección *Fomento de una cultura de la innovación *Roles, responsabilidades y autoridades organizativas
6. Planificación	<ul style="list-style-type: none"> *Riesgos y oportunidades *Objetivos de la I+D+i y planificación
7. Soporte a la I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> *Organización de los roles y responsabilidades *Recursos *Competencias *Concienciación *Comunicación *Información documentada *Propiedad intelectual *Propiedad intelectual e industria y gestión del conocimiento *Colaboración *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva
8. Procesos Operativos de la I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> *Generalidades *Gestión de ideas *Desarrollo de proyectos *Protección y explotación de resultados *Introducción en el mercado *Resultados de los procesos operativos de la I+D+i
9. Evaluación del desempeño del sistema de gestión de la I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> *Seguimiento, medición, análisis y evaluación *Auditoría interna *Revisión por la Dirección
10. Mejora del sistema de gestión de la I+D+i	Mejorar de forma continua la idoneidad y eficacia del sistema a través de la estrategia y política

Tabla 1: Marco sistemático para implementar un SGI de la I+D+i. Elaboración propia en base a UNE 166002

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Etapa 1: Concepto de innovación y modelos

En el primer paso del trabajo se investiga del estado del arte de la innovación, parte importante se ha presentado en el marco conceptual, el cual ha sido elaborado en consulta con el área y expertos de Codelco.

Bajo esta documentación, se realiza un análisis crítico del negocio de la VP, en base a sus políticas y estrategia, luego se determina como se deben relacionar los conceptos con la innovación en la VP. El análisis se hace sobre los siguientes conceptos:

- i) Grado de innovación que se buscará en la VP (incremental, disruptivo)
- ii) Tipos de innovación
- iii) Innovación abierta
- iv) Vigilancia tecnológica

Se realiza una presentación de los conceptos, llegando a un consenso de que se entiende por innovación y como intervienen sus conceptos. Con esto se cumple el objetivo específico i.

Etapa 2: Proyectos en la VP

Esta etapa se realiza posterior a la documentación de la innovación. Se identifica que ha ocurrido en la VP entorno a la incorporación de nuevas tecnologías.

La selección de proyectos para el análisis de esta etapa se realiza a juicio y conocimiento del director de innovación de la VP, escogiendo proyectos que se han desarrollado o están en desarrollo.

Se establece un cuestionario tipo, para entrevistar a responsables de los proyectos seleccionados. El cuestionario se basa en los conceptos del modelo seleccionado en la etapa 1 y es validado por el director de innovación.

Además, se revisa documentación que se puede tener acceso de los proyectos, la cual se solicita al director de innovación y responsables de los proyectos que se entrevistan.

Se realiza un análisis en base a las buenas prácticas de innovación identificadas en la etapa anterior y los resultados o comentarios tanto positivos como negativos que se recojan de las entrevistas o documentación recopilada. Esto teniendo en consideración las políticas y estrategias de la vicepresidencia y las medidas de gestión estudiadas.

Finalmente se realiza un resumen y conclusiones de las fuentes de innovación, aspectos positivos y negativos que se han logrado rescatar de la investigación, tanto por medio de entrevistas como revisión de la documentación. Con esto se logra el objetivo específico ii.

Etapa 3: Sistema de gestión

En función del objetivo específico iii consistente en el diseño del sistema y considerando los resultados obtenidos de la etapa anterior, se definen las partes necesarias del sistema. Para esto se usa de marco de referencia los requisitos de un sistema establecido por la norma UNE 166002, con la finalidad de identificar el funcionamiento del sistema entorno al proceso de innovación.

En base al sistema, se definirán las partes necesarias solicitadas por la norma, teniendo mayor énfasis en las que tienen relación directa con el cumplimiento de objetivos específicos e interés de la Dirección de Innovación, de esta manera y en acuerdo con el director de innovación se consideran cuatro pilares del sistema, el contexto, el liderazgo, la planificación y el soporte. Se debe considerar que el sistema establece necesario definir varias partes y no se puede seguir un orden lineal debido a que es pertinente contar con elementos de otras secciones, incluso algunos tienen la necesidad de estar en funcionamiento el sistema, los cuales se escapan del alcance de este trabajo. A continuación, se detalla el trabajo que se realiza en esta etapa del trabajo.

Contexto

La norma exige un entendimiento del contexto de la organización tanto externo como interno. Para este punto, el contexto general de la VP y otros aspectos generales ya ha sido explicado en la introducción de este trabajo, debido a la naturaleza de este, por lo que se procede con algunos aspectos más específicos.

Se identifican las partes interesadas en el sistema que tienen directa relación y cuáles son sus expectativas en innovación, detallando un poco más lo mostrado en la oportunidad del trabajo.

Se declaran las tareas objeto del sistema, es decir las actividades de gestión sobre la innovación que debe realizar la Dirección sobre los procesos y como están secuenciadas e interactúan con el mismo desarrollo de los proyectos. Estas son validadas con la misma Dirección.

En lo que respecta al análisis interno dada la poca historia de la Dirección de Innovación y los bajos antecedentes de retroalimentación, el enfoque de este punto es en los proyectos ya realizados, de incorporación de nuevas tecnologías, esta parte está cubierta por el análisis de la etapa 2.

Liderazgo

Esta etapa se declara relevante por parte de la Dirección, para esta sección se propone una definición de visión, política y estrategia que debe seguir la Dirección y la VP en innovación, ajustándose a los alineamientos corporativos.

Para esto se identifican y analizan las definiciones para estos conceptos, tanto de Codelco, la VP y la Gerencia Corporativa de Innovación.

Se determina la visión según lo que se exprese directamente del comité de innovación, que es un alineamiento con la mirada del vicepresidente de proyectos.

Luego se sigue la metodología planteada por ACCIÓ para definir una estrategia de innovación, que consiste en:

- i) Establecer importancia y definición interna de innovación
- ii) Definir las directrices
- iii) Buscar información para identificar retos de innovación
- iv) Definir los vectores de innovación

Los roles, responsabilidades y autoridades se definen en base a los planteamientos del comité y director de innovación.

Planificación

Los objetivos son definidos en conjunto con la estrategia, la planificación de los procesos es parte de la propuesta de la etapa 4, ya que se considera en directa relación con la forma de desarrollar la incorporación tecnológica. La cual se plantea posterior a esta etapa.

Para el trabajo de esta parte se identifican riesgos y oportunidades. Se determinan en esta etapa del trabajo en base a lo estudiado en la bibliografía, pero principalmente lo rescatado de la etapa 2.

Primero se plantea una base de riesgos y oportunidades teóricas que se encuentran en la literatura, luego se agregan los del análisis de la etapa 2. Posteriormente es validada su pertinencia por la Dirección de Innovación.

Propuesta para el desarrollo del proceso

Se propone una línea de trabajo para un proyecto de incorporación de una nueva tecnología. Se definen a nivel macro las tareas que se deben realizar en la gerencia que tenga una iniciativa, de esta manera es posible proponer tareas de gestión de la Dirección de Innovación y el planteamiento de las actividades que dan soporte a este. La propuesta base se plantea en torno a la bibliografía y documentación con normativa de trabajo para la VP, como lo es el Sistema de Inversión de Capital. Las tareas de los procesos de innovación son presentadas a la Dirección y validadas por esta.

Debido a la rigidez organizacional de la organización, se establecerá solo como una recomendación que facilitará la gestión sobre los procesos y el trabajo de la Dirección, sin embargo, la decisión final la toman las gerencias que estén a cargo de los proyectos, según estimen conveniente, ajustándose a la normativa vigente. Es por esto último que es importante adecuar la propuesta a lo establecido, para que no haya diferencias contraproducentes con la normativa de la organización.

Soporte

El soporte, tiene directa relación con las herramientas que se dispondrán para el proceso de innovación, ya se ha mencionado que el proceso estará a cargo de los proyectos o las gerencias correspondientes, además que está enfocado en la investigación y desarrollo tecnológico, el cual se escapa de la VP, ya que la realidad de Codelco es hacer desarrollos con terceros, haciendo solicitudes y comprando las tecnologías. Sin embargo, para esta sección se determina como realizar tareas que serán responsabilidad de la Dirección, las cuales corresponderían al soporte que se le otorga al sistema.

En la propuesta de este trabajo se presentan dos tareas principales, que ayudarán a la Dirección a fomentar la innovación y una retroalimentación para los nuevos proyectos, generando el estado de sistema de gestión.

- i) **Información documentada:** Se define como realizar una documentación según los estándares de la VP. Se determina que documentación es importante que exista, para aportar información para el conocimiento y visibilidad de los proyectos. La finalidad es que se registre información de los procesos y actividades sobre innovación en la VP para retroalimentar próximos procesos.

Esta etapa es validada por la directora de transformación de ingeniería y el especialista a cargo de la sistematización de lecciones aprendidas en la VP.

- ii) **Vigilancia tecnológica:** La dirección debe apoyar a los proyectos proporcionando información respecto a las tecnologías pertinentes. Para esto se usa la información recopilada de la etapa 2, además de definir en base a Codelco Tech, cómo se puede realizar esta labor. Hay que recordar que, según la estrategia corporativa de innovación, presentada en los antecedentes, esta es tarea de Codelco Tech. Esta etapa será validada por la directora de transformación de ingeniería de la VP.

Con la conclusión del soporte se logra el objetivo iii de las partes del sistema.

Etapa 4: Proceso y gestión

El aporte de este trabajo en este punto es, como específica el objetivo iv, proponer indicadores y documentación necesaria, para hacer un seguimiento de los proyectos. A continuación, se plantean los pasos que se siguen en esta etapa para determinar qué tareas se deben realizar por parte de la Dirección de Innovación, para una correcta gestión.

Tareas de gestión de la dirección

En lo que respecta a la gestión, se representará la mirada anual de calendario de hitos para la dirección de innovación, mínimos necesarios para el cumplimiento con el comité de innovación. Se realiza un listado de las tareas más importantes a nivel administrativo

de la Dirección de Innovación, entre lo que incluye los reportes del estado de la innovación ante el comité. Luego se elabora en conjunto con el director de innovación una distribución de estas tareas durante el año, según sus propios conocimientos sobre la organización.

Indicadores

Posteriormente, se presentarán indicadores y formas de control, según lo estudiado sobre innovación y la información recopilada de casos de procesos de incorporación de tecnologías (etapa 2). Se presentan ante la Dirección de Innovación para su validación, también se valida con la GCI y la directora de transformación de ingeniería.

Los posibles indicadores son los que se encuentran en el marco conceptual, más los que se puedan identificar en las entrevistas e investigación de la etapa 2 y propuestas del director de innovación.

Una vez realizado el análisis de los posibles indicadores y formas de controlar el sistema que se identifican y hayan sido presentados, se procede a escoger el más adecuado para los proyectos de la VP, esto en función de las respuestas de las autoridades validadores ya mencionadas.

Fichas de proyectos

Se crearán fichas para describir los proyectos y que ayuden a la dirección a realizar sus tareas de gestión sobre estos. Se espera que esto le entregue valor, aportando una herramienta para gestionar los proyectos, identificando claramente que información se requiere de cada proyecto, que valor agregan, cuál es su planificación y documentación. Además, la propuesta debe establecer una base para posibles lecciones que tengan los proyectos, servir como base del soporte documental y lecciones aprendidas.

- i) Se definirán antecedentes necesarios del proyecto que debe contener la ficha.
- ii) Se diseñará la ficha con todas las partes previamente definidas
- iii) Se validará el aporte que puede tener con la dirección, la especialista de innovación y transformación digital y con el director de calidad y procesos.

Tanto las buenas prácticas del proceso que se definan, como los indicadores y los controles, se evaluarán en base a un juicio experto de más personas.

CAPÍTULO 1: INNOVACIÓN PARA LA VP

En base a lo investigado previamente y mostrado en el marco conceptual, se realiza un análisis crítico de los conceptos en función del negocio de la VP y las funciones de la dirección de innovación. Esto en solicitud de la Dirección de Innovación de conocer el estado del arte y entenderlo para la Vicepresidencia de Proyectos.

Lo primero es definir la innovación, lo más apropiado para esto es seguir la definición corporativa sobre innovación, que a su vez tiene una directa similitud con lo estudiado bibliográficamente. Tomar esta definición alineará a la VP con el corporativo en que se entiende por innovar. La definición es la siguiente.

“Innovación es un proceso continuo que consiste en desarrollar una idea concepto nuevo y diferenciador que genere valor agregado, basando en un cambio tecnológico”

En el caso de la VP, el valor que se agrega no es capturado por esta en forma de ingresos, sino más bien por las operaciones. En la VP, el foco es reducir los costos, los tiempos, recursos y mejorar la seguridad, este es el valor que deben tener las operaciones de la VP, el cual debe ser valorizado, esto se verá más adelante en el capítulo 4.2.

1.1 Grado de innovación

La innovación se puede distinguir en distintos grados o niveles, como se presentó en el marco, sin embargo, parece pertinente reducir la variedad de niveles a sólo 2, incremental y disruptivo. La esencia que los diferencia es que el incremental son pequeñas mejoras de algo existente, mientras que el disruptivo es algo completamente nuevo, que incluso cambia la forma de mirar el negocio.

Según la estrategia corporativa, describe la innovación disruptiva, como las tecnologías que significan un quiebre tecnológico, aclarando que en Codelco las innovaciones de este grado serán las que transformen recursos en reservas. Mientras que la incremental se define con el objetivo de mantener a las divisiones en el estado del arte tecnológico.

La Vicepresidencia de Proyectos debe realizar sus inversiones en proyectos con tecnologías probadas, es decir cosas existentes en el mercado. En alineamiento con esto es que se deberá incorporar tecnologías, con tal de “correr el menor riesgo posible” como se ha declarado desde la Dirección.

De esta forma, en alineamiento con la estrategia corporativa de innovación y la política del Sistema de Inversión de Capital (SIC). La incorporación tecnológica para los proyectos que gestiona la VP y para los mismos procesos de gestión de la organización, se enfocarán en una mirada incremental, difícilmente tendrán un enfoque disruptivo.

Esta mirada fue desarrollada en base a declaraciones del director de innovación y las mismas políticas.

En base a la teoría, las innovaciones radicales son las que implican mayor riesgo, esto por sus fundamentos, de ser algo nuevo para los usuarios, necesitando nuevas capacidades y adaptación. Mientras que la incremental es más fácil de adaptar, ya que suelen ser mejoras a los productos o procesos existentes. También se debe tener en

cuenta que distintos niveles de innovación se pueden considerar desde un punto de vista relativo, es decir, en relación con la propia empresa o considerarse como referencia el sector, el ámbito geográfico o el mundo. En función de ello, un mismo proyecto de innovación podrá ser clasificado como incremental o radical dependiendo del marco de referencia que se tome. Además, se considera en general, que lo que importa no es la clasificación en sí, sino los mecanismos internos de gestión para conseguir soluciones que aporten valor, es recomendable contar con una clasificación respecto a la empresa (ACCIÓ, 2015).

En relación con este fundamento, la dirección opta por considerar la innovación desde un marco de referencia industrial, en que sean tecnologías existentes y probadas, por lo que se reafirma la determinación de considerar la innovación perseguida como incremental.

1.2 Tipos de innovación

Los tipos de innovación planteados por la OCDE, son los de producto, proceso, marketing y organizativa.

En el marco de la Vicepresidencia de Proyectos, se descartan las innovaciones de marketing, no hay relación con el negocio de la VP, no hay un método de comercialización de los proyectos, es más bien una organización que responde a las necesidades constructivas de las operaciones de Codelco.

En lo que respecta a las prácticas organizativas, efectivamente se podría considerar como posible foco a realizar mejoras, del lugar de trabajo o las relaciones con exteriores, sin embargo, no es el foco que se le piensa dar a la dirección. El enfoque consiste en adopción de nuevas tecnologías, dados los desafíos que se han identificado. Desafíos mineros como deterioro de yacimientos, recursos escasos, relación con comunidades y desafíos directos de la VP, como los métodos de construcción y los procesos de gestión.

La selección de tecnologías para la operatividad de las minas se debe considerar como una innovación del tipo de producto, ya que corresponderá a la introducción de nuevos bienes, o significativamente mejorados, esto en relación con el entregable final para la operación de los activos por parte de las divisiones. Entendiendo que el producto final de la VP es un producto que operarán las divisiones, una mejora del activo es una mejora del producto.

Por otro lado, para el proceso de construcción, las nuevas tecnologías incorporadas por parte de la VP, para el proceso mismo y para la gestión, entran en la categoría de innovaciones en el proceso, ya que implican más al desarrollo completo desde las primeras fases de estudio hasta la puesta en marcha para entregar el producto.

Se puede entender la innovación que se busca impulsar en la VP y que gestione la dirección, sea una innovación en productos y en el proceso. No obstante, según el estudio bibliográfico, se plantea que la mayoría de las innovaciones de más éxito no son 100% de un tipo, sino una combinación de varias (ACCIÓ, 2015).

Sin embargo, luego de la presentación de esta propuesta, la directora de transformación de ingeniería propone hacer un cambio, en base a sus amplios conocimientos en innovación, es mejor entender que toda la innovación que se haga es en definitiva en proceso, entendiendo que el producto final que entrega la VP, el activo que operara la división, se considera un medio para llegar al producto final, que es el cobre. Por esto en definitiva todo el aporte que realiza la VP sería catalogado como de proceso y sus innovaciones también. Esto en el marco del concepto de innovación.

En conclusión, las innovaciones en la VP deben considerarse del tipo de proceso, aunque hay un consenso en que es más importante superar los desafíos a enfrentar que esta definición conceptual.

1.3 Innovación abierta

Este es otro concepto habitual en la innovación de los últimos años. El concepto teórico es simple, probablemente todas las personas que trabajan en la empresa son inteligentes, pero no todas las personas inteligentes trabajan para la empresa. (ACCIÓN, 2015)

Como se mostró ya en el marco conceptual, la teoría de la innovación abierta es algo que ha tomado fuerza principalmente en el siglo XXI, en que las empresas ya no desarrollan toda su innovación de forma interna, ya que resulta ser más acelerada usando flujos externos de conocimiento. (Chesbrough, 2016)

Según la política corporativa de innovación, el primer punto es claro sobre este concepto, declarando que Codelco innova de forma abierta, fomentando colaboraciones y alianzas con universidades, centros de investigación, proveedores y otros actores.

Además, se declara por parte del director de innovación que en la VP no se desarrollan las nuevas tecnologías, se plantean problemas, se solicitan soluciones y se compran.

Entonces, en alineamiento con la política y el negocio de la Vicepresidencia de Proyectos, la incorporación de estas nuevas tecnologías debe ocurrir en base a una relación con el exterior.

1.4 Vigilancia Tecnológica

Entendiendo por vigilancia tecnológica, el concepto completo de vigilancia e inteligencia, como se estudió de la UNE. La dirección de innovación, al igual que cualquier organización que este en búsqueda de solucionar sus retos de una forma distinta, debe realizar una vigilancia del entorno y de esta manera tomar decisiones más informadas, con un contexto más amplio del problema.

En la política corporativa de innovación se declara que, en el contexto de la innovación abierta, se debe incorporar una activa vigilancia tecnológica para monitorear desarrollos a nivel global.

Además, se crea Codelco Tech, entregándole, entre otras tareas, la responsabilidad de realizar la vigilancia tecnológica para cumplir uno de los objetivos estratégicos de Codelco en innovación

Se ahondará más en la vigilancia tecnológica que se debe realizar para los proyectos de la VP, en el capítulo 3, en el apartado de soporte del sistema de gestión de innovación.

Conclusiones del capítulo

En definitiva, tras estudiar los principales conceptos de la innovación y analizarlos con respecto al negocio de la VP y sus alineamientos, se llega a la conclusión que las innovaciones que se realicen deben ser de un carácter principalmente incremental, enfocada en los productos y procesos, sin enfocarse por completo en uno u otro para el desarrollo, más bien tomándolo como un punto de referencia, ya que lo primordial siempre será superar los desafíos presentados y entendiendo que a nivel general el concepto correcto es de innovación en proceso.

Además, la VP debe gestionar sus innovaciones conscientes de la necesidad de relacionarse con el exterior, centros de investigación, proveedores, universidades, entre otros, para acelerar los procesos de innovación. Por último, se considera indispensable que se realice vigilancia tecnológica para cualquier desafío que se presente, ya que importante conocer el entorno, tanto para innovar de forma abierta como para tomar decisiones de forma informada. Todo esto se alinearía con la política y estrategia que ha planteado Codelco a la fecha.

CAPÍTULO 2: INNOVACIONES VP

Previo a diseñar un sistema de gestión de innovación, es relevante conocer que está pasando o que ha pasado en la organización respecto a la incorporación de nuevas tecnologías.

Se ha identificado que las nuevas tecnologías que debe introducir la VP se encuentran en dos ámbitos. En primer lugar, nuevas herramientas para la planificación, gestión y desarrollo de los proyectos, en marco de incorporar tecnologías digitales, para mejorar la productividad, seguridad y confiabilidad de sus procesos, como la política corporativa de innovación lo declara. Por otro lado, se encuentran las tecnologías específicas para la construcción de proyectos y su posterior operación, recordando que estas se escogen en la etapa de selección tecnológica en la etapa de prefactibilidad, por la que pasan todos los proyectos estructurales.

En base a que los principales inductores de la innovación en una empresa constructora surgen por problemas en obra, demandas de los clientes y la alta dirección y competitividad (Pellicer, Yepes, Correa, & Alarcón, 2014), el director de innovación valida que los proyectos de nuevas tecnologías identificados en la VP, se pueden categorizar en estos criterios. Para lo cual se hace la distinción que el inductor de demandas de los clientes son las demandas de los nuevos proyectos de divisiones y el inductor de alta dirección, son los desafíos que se identifican en la gestión de los proyectos de la VP, dado que se espera que haya una transformación en el uso de tecnologías en la VP. El inductor de problemas en obra se considera de igual forma, entendiéndose por los desafíos como eventos no planificados.

Para realizar el estudio de las tecnologías de gestión se toma un caso emblemático de los últimos años en la VP, el caso del proyecto de BIM (*Bulding Information Modelling*), una metodología para la construcción, que busca hacer más eficiente proceso de planificación, apoyándose en herramientas tecnológicas de modelado en 3D. Para el estudio de tecnologías, inductor de estudio de proyecto, se escoge el caso de una maquinaria que se seleccionó en la etapa de prefactibilidad de un proyecto hace algunos años. Se describe un caso de problema en obra y también se analiza cómo se desarrollan en la práctica los procesos de selección tecnológica para los proyectos que entran en prefactibilidad.

Casos de incorporación de nuevas tecnologías		
Inductor Pellicer	Inductor	Caso
Alta dirección	Gestión VP	Metodología BIM
Demanda clientes	Estudios proyectos	Nueva máquina
Problemas en obra	Problemas en obra	Accidente en obra

Tabla 2: Inductores de las nuevas tecnologías estudiadas. Fuente: Elaboración propia, con base en Pillicer

Se consideran estos proyectos, por considerarse ejemplos relevantes por parte de la dirección, entendiendo su importancia e identificación con cada uno de los inductores presentados.

2.1 Implementación de metodología BIM

Se realizó la entrevista al especialista avanzado de BIM, quien se encuentra a cargo del proyecto en la actualidad, quien otorga información relevante sobre la historia de este proyecto en la VP y de la forma de trabajo que tienen planificada.

BIM es una metodología de trabajo en la construcción que necesita estándares y procedimientos y se apoya en herramientas tecnológicas. Con esto permite diseñar, construir y operar una edificación de forma colaborativa dentro de un espacio virtual. Antes esto se hacía netamente en planos, dado que no existía la tecnología para hacerlo en tres dimensiones. Se justifica el proyecto en que la ingeniería previa, no vale más del 10% del proyecto, sin embargo, tiene una incidencia del 90% de este. Por otro lado, la construcción y las adquisiciones tienen un costo del 35% cada uno actualmente y con una influencia baja de un 3%. El principio fundamental, es revertir esto, llevando el gasto a ingeniería previa haciendo un mejor diseño.

En la VP, se intentó impulsar esta nueva forma de trabajar desde 2010, pero con muchas dificultades. El especialista en BIM, dice que es posible que no lograran hacer que la alta dirección entendiera de una manera adecuada las intenciones y beneficios del proyecto, lo que se traducía en muchos esfuerzos, impulsando la metodología hacia adelante pero no se tenía nunca un mandato hacia los proyectos. Esto debido a que los proyectos se manejan de manera independiente, en que cada gerencia define su proyecto y su forma de trabajar. Debido a esto entre 2010 y 2017, hay mucha variabilidad, con proyectos avanzados en las temáticas y otros muy poco o nada.

Sin embargo, en 2015 el estado de Chile decidió crear el plan BIM, el cual tenía la intención de que todas las construcciones del estado salgan con metodología BIM. Esto en función de un estudio en Reino Unido entre 2009 y 2014 acerca de la implantación de BIM en las edificaciones del estado, el cual determinó que redujeron costos entre un 12% y 20%. Esto repercute en Codelco y en 2018 se firma un acuerdo de trabajar junto al plan BIM. De esta manera, el proyecto BIM parte como una política de estado. En base a todo este contexto, en 2018 se hace un mandato del vicepresidente de proyectos, en que les pide a los gerentes de los proyectos que impulsen el uso de metodología BIM, imponiendo una visión que en el plazo de siete años apuntar a reducir un 10% el costo de los proyectos.

En base a estos antecedentes se detecta una primera barrera para la innovación, proyectos que se retrasan por no tener un mandato desde la alta dirección. En la publicación de ACCIÓN se presentan 10 posibles inhibidores de innovación, de los cuales el primero lo definen como falta de compromiso real para innovar. Los empresarios y directores generales tienen que ser los primeros en promocionar la innovación en la empresa, no basta con palabras, se precisan hechos claros y contundentes, se necesita

dedicar talento, dinero y tiempo. Sin un líder comprometido no hay innovación posible (ACCIÓ, 2015).

En base a la teoría y lo evidenciado en este caso, la alta dirección tiene un papel clave, que va más allá de las intenciones declaradas y las políticas establecidas, se necesita impulsar en base a mandatos o es difícil que los proyectos salgan a delante. En este caso, fueron varios los años de esfuerzos, pero con la dificultad de la falta de un apoyo superior.

En base a este mandato de 2018, se toma la decisión de establecer la dirección de BIM que debe estar formada por un equipo de trabajo, con apoyo externo y con contratación de personas clave en cada proyecto. Sin embargo, hoy eso no ha ocurrido en su totalidad, no existen los recursos necesarios, no se tiene un director y tampoco se ha contratado a la gente necesaria. Lo que si se ha logrado es que exista la persona clave en la organización de cada proyecto, el coordinador BIM. Sin ese rol es imposible controlar todos los proyectos porque son muchos.

Acá nuevamente se identifica la misma barrera inicial, de no invertir realmente los recursos necesarios. Al menos se ha comenzado a superar este obstáculo, con el mandato del VP, de implementar la metodología en los proyectos y contar con un coordinador para cada uno de estos.

Ante la interrogante de si se identificaron otras metodologías o tecnologías alternativas a BIM, que se puedan implementar, se declara que lo que existe en la industria son metodologías complementarias, pero que no compiten entre sí.

Sobre el riesgo de introducir BIM, se detecta la necesidad de una correcta gestión del cambio, debido a que las personas llevan mucho tiempo haciendo el trabajo de una forma y eso los tiene cómodos. Al introducir tecnología para hacer las cosas de manera distinta se impacta a las personas, creando expectativas falsas de que apretando un botón el trabajo está resuelto, lo que provoca temores infundados en las personas, de que es posible que pierdan su trabajo.

El entrevistado aclara que ya no se requiere una gran cantidad de planos como antes, ahora sólo son necesarios los de reporte, pero no hacer el trabajo de diseño en planos. El problema es que el proyecto está obligado a pedir planos porque se lo exige el procedimiento. Estos documentos no son fáciles de modificar porque vienen de normas de un carácter mayor, las normas del Sistema de Inversión de Capital.

Se detecta una barrera de gestión del cambio, no sólo por la incomodidad de los trabajadores, sino también una compleja estructura de políticas y normas que impiden la introducción de esta nueva forma de trabajo.

También se declara que ha habido un cambio en el ambiente, para pensar de una forma más innovadora. No en su totalidad, pero la gente entiende que se debe optar más a las nuevas tecnologías, que está establecida la necesidad, sin embargo, en la práctica resulta más difícil. Y todo este cambio ha sido extremadamente lento.

El caso de BIM, es un ejemplo de la introducción de una innovación en la vicepresidencia, esta es del tipo de procesos y que busca tener un impacto en reducción de costos.

Proporciona antecedentes importantes de dificultades que ha tenido el proyecto, respaldados por bibliografía como posibles barreras y es importante tener en consideración para futuros proyectos de la VP y elementos a monitorear por la Dirección de Innovación. Entre estos se destaca

- La necesidad de un apoyo de autoridades pertinentes para que se lleve a cabo el proyecto o los esfuerzos pueden no ser efectivos. Se muestra necesaria una gobernanza apropiada para los proyectos.
- Que estos mandatos no queden solo en declaraciones, sino que proporcionen el apoyo suficiente y los recursos para que se concreten.
- Una correcta gestión del cambio, tanto para las personas como para la normativa que puede trabar el proyecto.
- Comunicar el posible aporte del proyecto para facilitar el apoyo de la alta dirección.

2.2 Selección de nueva máquina en prefactibilidad

En la etapa de prefactibilidad de los proyectos de la VP, se desarrolla la selección tecnológica, la cual es una práctica que debe incrementar el valor de los proyectos. En uno de los proyectos, para nuevas operaciones en una de las minas, se escogió en esta etapa una maquinaria que no estaba del todo desarrollada y validada en Chile, pero que se encontraba en etapa de pruebas, en los años posteriores a la selección se desarrollaron experiencias en otras divisiones de la compañía. El desarrollo es parte de un programa de la Gerencia de Innovación de Codelco.

Como se ha mencionado, los proyectos mineros, pueden durar aproximadamente 10 años, desde su entrada en prefactibilidad, que es donde se seleccionan las tecnologías hasta la etapa de operaciones. En este caso, cuando se hizo la selección, el programa estaba en sus inicios y se esperaba un mayor rendimiento del que se ha logrado en pruebas. Actualmente, el proyecto estructural se encuentra en las fases finales y no hay claridad si podrá rendir lo esperado, en base a lo cual se hizo la selección tecnológica. Las pruebas, han mostrado que la maquinaria funciona, sin embargo, no es satisfactoria para las necesidades del proyecto, que esta pronto a entrar en operaciones. Se declara que la principal razón es un tema cultural de adaptación a trabajar de una forma distinta, ya que tiene mejores rendimientos en otras minas del mundo.

En este caso se presenta una de las principales dificultades que tiene la VP para la selección tecnológica en sus proyectos estructurales, que son de largo plazo. Esta se debe hacer en la etapa de prefactibilidad por la normativa de la inversión de capital, la duración de estas etapas depende del proyecto, pero tiende a ser alrededor de un año. En función de esta selección en prefactibilidad, el proyecto sigue adelante con sus siguientes etapas de estudio y construcción que podrían tomar ocho años aproximadamente. Este tiempo es amplio y el desarrollo de tecnologías tiene incertidumbre. Es posible que en ese tiempo se haya elegido algo que queda obsoleto o que al momento de la operación, no cumpla con las expectativas que se tenían diez años atrás, por distintos motivos.

Este caso fue dirigido a nivel corporativo, con pruebas en otras divisiones y con exigencia a los proveedores de cumplir los requerimientos. La dirección de innovación no tiene incidencia directa en este tipo de desarrollos, pero es importante que tenga en consideración estas dificultades que pueden tener este tipo de desarrollos y por ende la selección tecnológica de los proyectos que debe monitorear.

2.3 Sensores de seguridad en acceso

Una fuente de desafíos que debe enfrentar la VP en la construcción, según el director de planificación minera, son eventos no planificados o problemas en la obra. Estos pueden ser de distintos tipos, como por ejemplo una mayor dificultad al perforar una roca o la detección de nuevos retos en la seguridad de las personas. Este último en particular tiene un carácter de alta prioridad, en especial si implica posibles accidentes fatales.

Existe un caso reciente para la VP de un accidente fatal, para el cual se tomaron medidas desde el vicepresidente de proyectos, quien mandata que se busque una solución a la problemática que ya ha provocado un accidente. En este caso, por tratarse de un accidente fatal, los recursos son prácticamente ilimitados, para obtener una solución que evite futuros accidentes. Este caso se desarrolló de manera inmediata, promoviendo una solución en pocos meses.

Este antecedente muestra la efectividad que puede tener la búsqueda de una solución si esta mandatada por la máxima autoridad de la organización. En contraste con otras iniciativas que pueden dilatarse por años.

2.4 Fracturamiento Hidráulico

En uno de los proyectos de la Vicepresidencia de Proyectos, ocurrió un problema con la planificación ya que en la práctica se encontraron con una roca difícil de fracturar ante la que las soluciones convencionales no eran factibles, por lo que tuvieron que idear un nuevo método. Al igual que el caso anterior, existe completo apoyo para esa iniciativa debido que era imperante solucionarlo para que el proyecto continuara.

Se ideó un nuevo método de fracturación, que resultó efectivo para continuar con el trabajo. Lo interesante de este proyecto, por lo cual se incluye en este apartado es que se realiza una valoración del proyecto en términos económicos. Se define el valor agregado del proyecto como una variación del flujo de costos, en un caso base y en un caso con la innovación, el cual sigue de la siguiente forma.

$$FC_{diferencial}[USD] = FC_{caso\ base}[USD] - FC_{caso\ con\ innovación}[USD]$$

Los supuestos para la valoración y aporte al EBITDA de Codelco en función de la disminución de costos, fue ampliamente aceptada y validada por auditorías externas.

En resumen, son variadas los inductores identificados y se encuentran alineados a lo esperado, a continuación, se deja un cuadro resumen con el análisis de las iniciativas.

Proyectos de innovación realizados en la VP			
Proyecto	Inductor	Factor positivo	Factor negativo
Metodología BIM	Gestión VP	El proyecto se destraba al recibir apoyo de alta dirección. El proyecto es un aporte para cumplir con la visión de transformación digital. Se incorporan nuevos especialistas en los proyectos tras mandato del VP.	Falta de apoyo por varios años. Resistencia al cambio. Falta de recursos para implementación luego del apoyo.
Nueva máquina semi automática	Selección tecnológica	Se incorpora tecnología validada en otras divisiones y países.	No se manifiesta el rendimiento esperado en su selección. Transcurren muchos años desde su selección a su puesta en funcionamiento.
Sensores de seguridad	Problema en obra	Completo apoyo del VP para buscar una solución en el menor tiempo posible.	No se hace una valoración para determinar un aporte económico a la corporación.
Fracturamiento Hidráulico	Problema en obra	Valoriza el aporte al EBITDA según el Flujo de Costos Diferencial. Es considerado como aporte de valor de innovación de la VP a la corporación.	No se identifica.

Tabla 3: Cuadro resumen de los proyectos de innovación en la VP. Fuente: Elaboración propia.

2.5 Métodos de trabajo

Además de los proyectos de innovación se realizó un estudio de métodos de trabajo que se han aplicado en Codelco, más allá del proyecto en que se aplican, lo importante de este análisis es la forma. Estos son Vigilancia Tecnológica realizada por Codelco Tech y un estudio de vulnerabilidades para un nuevo proyecto estructural de la Vicepresidencia de Proyectos.

2.5.1 Vigilancia tecnológica

Ante las dificultades de salud y seguridad de trabajadores que presenta la industria minera y los antecedentes de accidentes, como el caso anterior. La división

Chuquicamata, solicitó al área de Vigilancia Tecnológica de Codelco Tech un informe básico para proveedores de productos y/o tecnologías que permitan mejorar la protección de las personas que se encuentren trabajando en zonas de peligro. Este caso no es propio de la VP, pero muestra un ejemplo concreto de cómo se realiza la vigilancia tecnológica en Codelco, algo que la dirección de innovación de la VP debe promover para ayudar en la superación de desafío y gestión de sus proyectos.

La metodología se divide en tres partes, la primera es el levantamiento de información interna, en la que se recopiló información de las necesidades de Codelco, se hicieron entrevistas, definieron variables y se llegó a una descripción del requerimiento. Luego la segunda fase trata sobre el levantamiento de información externa, contactando a empresas que puedan dar una solución existente para la necesidad, que previamente se identificó como urgente, por lo tanto, a corto plazo con herramientas probadas. Finalmente se hace un análisis y se entrega información sobre las tecnologías identificadas.

Se tuvo como resultado una evaluación de distintas empresas que podrían entregar la solución a Codelco. Es importante tener en cuenta la posibilidad de trabajar con Codelco Tech, ya que tienen estructurados sus proyectos de vigilancia tecnológica y con muestras de resultados. Esto podría reducir los esfuerzos para la Dirección de Innovación de la VP apoyándose en esta filial que tiene más experiencia y su objetivo estratégico es hacer este tipo de trabajos.

Por conversaciones con la Dirección de Innovación, se ha dado a entender que no hay un completo convencimiento de realizar esta labor con terceros, sugiriendo que se debe hacer completamente por parte de la VP. Esto no pareciera ser lo más correcto, ya que es posible que se dupliquen esfuerzos, además de no contar con personas con experiencia en vigilancia, lo más apropiado pareciera ser que lo haga Codelco Tech, que es uno de los ejes estratégicos de innovación a nivel corporativo.

El principal motivo que se ha declarado para no solicitar trabajos a Codelco Tech es por inconformidad con sus estudios, dado que desde la VP se considera es que entrega distintas alternativas de solución brindadas por empresas, pero no se realiza un estudio para evaluar la mejor solución.

A pesar de las diferencias sobre aceptar o no el trabajo, se debe considerar esta opción ya que tienen la estructura de trabajo e investigación desarrollada y aunque no se llegue a una propuesta final, se entregan las bases para poder desarrollar una posible evaluación por quien la necesite. Se desarrollará más en profundidad la importancia de incorporar el sistema de vigilancia tecnológica en el capítulo 3.5 que trata del soporte.

2.5.2 Estudio de vulnerabilidades

El último análisis se hace en base al estudio de vulnerabilidades de un proyecto que se encuentra en prefactibilidad. Como se ha mencionado previamente, una de las prácticas de agregación de valor de los proyectos de la VP es la selección tecnológica, pero los proyectos son muy grandes y es difícil determinar en qué desafío aplicar esfuerzos. No en todos los proyectos se hace un estudio de este tipo, en que se identifiquen principales

desafíos y estudie el entorno para seleccionar la mejor tecnología, hay proyectos que optan por usar derechamente tecnologías pasadas, para asegurar su factibilidad, sin embargo, no es lo más recomendable, ya que se considera que no se toman las decisiones de manera completamente informada, como se ha declarado desde la Gerencia de Corporativa de Innovación. La Dirección de Innovación, no tiene atribuciones para dirigir esta toma de decisiones, pero puede hacer las sugerencias y plantear que es lo más apropiado al momento de la selección de tecnologías, además de facilitar la información prudente, de tecnologías o posibles proveedores en la industria.

Uno de los proyectos en estudio, realizó un estudio de vulnerabilidades de este, evaluando las distintas fases del proyecto, con los riesgos y complicaciones que estos pueden tener. Se plantea un índice de probabilidad de ocurrencia y uno de impacto del evento en las personas, equipo, costos y tiempo de operación. Luego se evalúan estos aspectos y se llega a cuáles son más relevante para buscar nuevas soluciones, siendo los más críticos los que tengan un índice alto de impacto en la seguridad y salud de las personas.

En adicional desde la Gerencia Corporativa de Innovación entregan un listado de tecnologías disponibles para minería subterránea o en vías de validación experimental o industrial, con el objetivo de que sean consideradas por el proyecto en su toma de decisiones.

Esta forma de proceder es la recomendada desde la Gerencia Corporativa de Innovación para proceder en la selección tecnológica, no cerrarse a usar siempre lo que se viene lo de etapas anteriores sin una investigación pertinente para tomar la mejor decisión.

Conclusiones del capítulo

Se evidencia una notoria diferencia en los distintos inductores de innovación, por un lado, los principales problemas de un proyecto innovador para la VP en gestión tienen dificultades de gobernanza, demostrando la necesidad del apoyo de autoridades y proporcionar los recursos necesarios para su correcta ejecución, además de la necesidad de un plan para la gestión del cambio. Una posibilidad de mejora en este aspecto es que se visibilicen los proyectos, con el apoyo de la Dirección de Innovación a través de una comunicación del posible aporte de los proyectos.

En los proyectos de incorporación de nuevas tecnologías en los estudios de prefactibilidad, la dificultad principal que se presenta son los años que hay entre la selección de las tecnologías con el momento de su uso. Además de que no siempre se hace un correcto seguimiento de la práctica de incremento de valor, se declara necesario que esta etapa se haga correctamente para que los proyectos tomen decisiones más informadas y no tomar siempre la opción más simple. Hay que considerar que existe riesgo tanto en innovar como en no hacerlo.

En la línea de los problemas de obra, la urgencia de resolver el desafío para continuar con el proyecto otorga mayores recursos y apoyo para enfrentar estos desafíos, demostrando que ante casos extremos hay mayor posibilidad de éxito de superar retos u oportunidades que se presenten.

Es necesario para este trabajo, considerar las distintas líneas y focos de atención de donde pueden surgir proyectos innovadores, teniendo en cuenta que en su concepción y desarrollo pueden tener diferencias considerables, debido principalmente a su urgencia, el apoyo y los recursos involucrados.

Sin embargo, entendiendo que el rol de la dirección no es controlar los procesos, ya que no tiene poder de decisión en el desarrollo de estos, las tareas se deben centrar más en hacer un levantamiento de estos casos, logrando identificar todos los proyectos y notar cuáles son los más relevantes para la VP según los beneficios que otorguen, para apoyarlos y comunicarlos al comité, logrando monitorear su desarrollo y velar por su correcta documentación para retroalimentar futuros proyectos.

CAPÍTULO 3: SISTEMA DE GESTIÓN DE INNOVACIÓN VP

Un sistema de gestión debe seguir un ciclo coherente de trabajo, para el cual se debe entender el contexto en el que desenvuelve. El fundamento del sistema es lograr objetivos alineados a la visión de la organización, para lo cual se plantea una estrategia. Se debe tener en cuenta una correcta planificación para lograr esos objetivos, identificando principales riesgos y oportunidades. Para lograr el objetivo deben existir herramientas de soporte que ayuden al desarrollo de los procesos y permitan una mejora continua. En este marco se plantean los siguientes pilares de un Sistema de Gestión de Innovación, apoyados en la Norma UNE 166002, que establece criterios necesarios para un correcto sistema. A continuación, se definen 5 conceptos claves para el sistema, que lo sustentan para poder llevar a cabo una correcta gestión. Estos son, el contexto, liderazgo, planificación, proceso y soporte.

3.1 Contexto

Como fundamentos del sistema se debe tener un entendimiento del contexto en el que esta la organización y la misma dirección. Esto ya se ha mostrado en la Introducción de este trabajo. Además de lo ya explicado se debe tener en cuenta las expectativas que tienen las partes interesadas, para esto se detalla el interés de la GCI y la VP a través del comité de innovación.

3.1.1 Partes interesadas en el sistema

Una parte relevante interesada en la implementación del sistema es la Gerencia de Corporativa de Innovación. Esta gerencia ha creado la política y estrategia de innovación de Codelco, buscando asegurar la competitividad de la empresa en el tiempo y orientar las actividades de innovación tecnológica en la Corporación. Ante esto es relevante para la GCI que las innovaciones ocurran en divisiones y en la VP implantando sistemas de gestión de innovación para asegurar la excelencia en la ejecución de proyectos, como se plantea en la política.

Existe entonces la necesidad de que la VP gestione sus procesos de innovación, pero entendiendo que las divisiones son las encargadas de implementar y poner en marcha el proyecto, de manera de sistematizar la evaluación de pertinencia de incorporar tempranamente dichas tecnologías en las ingenierías de prefactibilidad de sus proyectos.

La Dirección de Innovación no tiene autoridad en las decisiones finales que se tomen en las gerencias y proyectos, pero en base a las expectativas y requisitos de la GCI, se espera que promueva el estudio y evaluación de posibles nuevas tecnologías.

En directa relación con la GCI, la Dirección de Innovación debe responder al comité de innovación, entregando anualmente fichas de proyectos de innovación o proyectos de nuevas tecnologías que pueden agregar valor con un nivel mínimo de riesgo de no cumplirse. Esto entendiendo que pueden existir diversos proyectos, no todos con el

mismo nivel de expectativas, algunos plantean agregar más valor que otros y los que entregan poco valor no se consideran para la propuesta de proyectos que presente la Dirección de Innovación ante el comité.

Estas fichas de proyectos que entreguen valor deben servir de base para plantear el convenio de desempeño, por lo que resulta de gran importancia contar con proyectos en desarrollo que otorguen valor y con un bajo riesgo, para que sea factible presentarlo en los acuerdos de desempeño de cada año.

Además, se tiene la mirada desde el vicepresidente de proyectos de realizar una completa transformación digital en los trabajos realizados por la organización. Por lo que la Dirección de Innovación debe ser capaz de impulsar este tipo de iniciativas.

En definitiva, por estas partes interesadas, se espera que la Dirección de Innovación sea capaz de presentar al comité los proyectos de innovaciones que agreguen valor y gestionar que se desarrolle la selección tecnológica apropiada en prefactibilidad, además de impulsar nuevas iniciativas que involucren una transformación digital. Las tareas que se planteen en el sistema y el monitoreo que se realice por parte de la dirección deben apuntar a cumplir estas necesidades. A su vez se espera que la implantación de un sistema de gestión sirva para registrar y documentar antecedentes de los proyectos de innovación en la VP para que sirvan como retroalimentación para el futuro.

3.1.2 Actividades objeto del sistema

Las actividades que se deben realizar se separan en dos, por un lado, las dependientes de las gerencias o proyectos consistentes en la identificación de oportunidades y desarrollo de iniciativas y por otro lado las de la Dirección de Innovación, que son tareas de gestión del sistema para cumplir con la estrategia y política planteada, además de responder ante las exigencias del comité de innovación.

Las actividades de la dirección se han definido en conjunto con el director de innovación y la base de esta consiste en el cumplimiento del convenio de desempeño, pensando en el aporte de valor. En adición, tareas que debe hacer la dirección para cumplir con su función de impulsar el desarrollo de iniciativas. Como se mencionó en la parte anterior, la dirección debe identificar los proyectos que generen agreguen valor para presentarlos en el acuerdo de desempeño anual y a fin del mismo año mostrar los resultados de los proyectos, sus avances, aportes e iniciativas impulsadas.

3.1.2.1 Monitoreo de proyectos

No es deseable por parte de la Dirección de Innovación saturar el sistema, al año se debe hacer una cantidad de solicitudes adecuada a las gerencias y proyectos, considerando por parte del director de innovación prudente hacerlo una vez por semestre.

- i) **Levantamiento de fichas de proyectos:** La primera debe ser un catastro para conocer los proyectos de nuevas tecnologías planeados en gerencias y proyectos. Este catastro sirve para que posteriormente el comité de innovación decida cuales

se van a profundizar para presentar las fichas de marzo. Estas fichas deben presentar como mínimo, la identificación del desafío, el líder del proyecto, el aporte de su desarrollo y compromisos tomados. Se debe estructurar un formato para facilitar la toma de decisión posterior.

- ii) **Toma de decisión de fichas a presentar:** La dirección en conjunto con el comité debe tomar la decisión de los proyectos relevantes, que agreguen un valor acorde a los intereses de la VP, esto es importante ya que el convenio de desempeño se formará en base a las fichas de proyectos planteados en esta fecha.
- iii) **Monitoreo de avance de iniciativas:** La segunda instancia en que el sistema solicita información a proyectos es para el monitoreo, que se debe realizar un tiempo posterior al del levantamiento de fichas. Se debe monitorear la evaluación del avance, si se están cumpliendo los estándares del proyecto y los compromisos de las iniciativas.
- iv) **Informe final aporte:** Se debe hacer un cierre anual que muestre el desarrollo de las iniciativas presentadas inicialmente.

3.1.2.2 Impulsar iniciativas de innovación

En la mirada de la dirección, las tareas para impulsar iniciativas deben estar enfocada en vigilar el entorno y acercar a la VP nuevas iniciativas que estén ocurriendo en el mercado. Se debe hacer un filtro de iniciativas existentes con respecto a la gestión VP y presentarlas a los proyectos. Estas tareas deben ser permanentes y sería ideal hacer una cuenta anual del aporte de las iniciativas impulsadas en la VP. La decisión de incorporar algo nuevo depende de las gerencias y proyectos, al igual que su desarrollo. El valor que estaría agregando la dirección a los proyectos es el uso de herramientas como vigilancia tecnológica para intentar impulsar nuevas iniciativas, que a la larga pueden ser un beneficio para los proyectos y reflejarse en un futuro levantamiento de fichas. La base de estas tareas serían las siguientes:

- i) **Vigilancia tecnológica:** Se debe plantear este proceso para iniciativas de gestión VP, definiendo métodos y fuentes de búsqueda, considerando el apoyo con la GCIT. Se debe definir bajo que contexto se realizará, cual es el objetivo de la vigilancia realizada, entendiendo que es lo que se busca, cuáles son los resultados esperados.
- ii) **Cuenta del año:** Se debe establecer una fecha para la actualización de los temas gestión VP, mostrar el aporte de las iniciativas impulsadas.

En acuerdo con el director de innovación, se han definido estas tareas como clave de la Dirección, las cuales son fundamentales para cumplir las principales funciones, fomentar la innovación, responder al comité, cumplir el convenio anual de desempeño y agregar

valor al sistema impulsando el desarrollo de nuevas iniciativas, como agregado a las propias de las gerencias funcionales, entorno a una mirada de la gestión de la VP.

3. 2 Liderazgo

Esta parte del sistema es central y sobre la que se debe desarrollar un sistema de gestión, la estrategia que se define debe ser entendida por la organización y los procesos deben cumplir los objetivos planteados en esta, al igual que las buenas prácticas y posibles lecciones que se perciban para posteriores mejoras al mismo sistema. A continuación, se presenta una propuesta para el Liderazgo del sistema, el cual por su carácter estratégico se ha trabajado directamente con la mirada del comité de innovación y validado por el director.

3.2.1 Visión

La visión de innovación debe partir de la visión empresarial, que es una declaración acerca de qué desea lograr la organización, concretamente en términos de innovación. Esta debe ser desplegada mediante la estrategia de innovación, que comprende las grandes líneas para alcanzar esta visión.

Para esto se han tomado las palabras del vicepresidente de proyectos para parafrasear una visión, de lo que ha declarado se rescata lo siguiente.

- i) “La tecnología es otro factor cambiante. Tenemos que aplicar los últimos avances en la ejecución de nuestros proyectos”.
- ii) “Se impone una transformación digital completa en la VP”.
- iii) “Se hace necesario introducir las futuras tecnologías en los propios proyectos; tener presente el futuro desde las fases más tempranas de ingeniería”.

En base a esto se ha parafraseado una propuesta de visión para la innovación de la VP, que ha sido validada por el director.

“La VP tendrá una transformación digital completa, que aplica los últimos avances en la ejecución de los proyectos”

3.2.2 Política

La innovación en la VP se debe alinear con la política corporativa. El presente trabajo se ha desarrollado en consecuencia de esta política y es el marco que debe tener el trabajo realizado por la VP en innovación. Por considerarse un planteamiento a nivel corporativo, se ha optado por seguir la política a nivel Codelco, que se ha presentado en la introducción de este trabajo y ha sido firmada por el presidente ejecutivo, por lo que no se propone una nueva política, lo cual haría redundante los planteamientos de la alta dirección.

3.2.3 Estrategia

La estrategia de innovación que se plantee la VP debe estar alineada con la política ya mencionada y la estrategia corporativa de innovación, que también fue estudiada en la introducción de este trabajo. Sin embargo, a diferencia de la política acá hay más matices de diferenciación, debido al rol que tiene la VP como una empresa constructora y no operativa de activos mineros. De las principales diferencias, se destaca la justificación de innovación, el tipo de innovación, la forma de medir la innovación, los objetivos y una cartera de proyectos propia, que incluyen problemas en obra, gestión de proyectos y tecnologías constructivas.

El esfuerzo que se realizará en innovaciones se enfocará en los tres inductores ya discutidos a lo largo del trabajo, selección de tecnología en prefactibilidad, gestión VP y problemas en obra. En la VP no se hacen desarrollos, se debe buscar en el mercado en base a proveedores quien pueda dar una solución a las necesidades que se identifiquen.

3.2.3.1 Importancia de innovación para la VP

Siguiendo el proceso de reflexión recomendado por ACCIÓN (2015), para formular la estrategia de innovación, se debe establecer en primer lugar la importancia de la innovación, para esto se analizan los tres focos inductores.

En primer lugar, se debe entender que las grandes dificultades que presenta la minería en sus operaciones, principalmente por el deterioro de yacimientos, mayor profundidad y menores leyes, en conjunto con los crecientes desafíos ambientales y el compromiso con las comunidades. Es importante hacer una buena selección de tecnologías para que los nuevos proyectos sean lo más eficiente posible y amigables con el entorno.

Con respecto a la gestión de la VP, el desarrollo de megaproyectos, como lo son los proyectos de la VP, de largo plazo, costosos económicamente y que requieren una gran cantidad de personal humano, con los riesgos de salud y seguridad que esto significa, se debe estar en constante búsqueda de mejorar los procesos que gestiona la VP, en busca de reducir los costos y tiempos.

Por otro lado, es habitual que ocurran eventos inesperados en las obras, proyectos de gran magnitud que varían considerablemente entre ellos, es importante superar estos desafíos que se presentan como eventos no programados y es estrictamente necesarios superarlos para la continuidad de los proyectos.

3.2.3.2 Definición de innovación en la VP

La definición de innovación en la vicepresidencia se alinea con la de la corporación, entendiendo de esta forma que “innovación es un proceso continuo que consiste en desarrollar una idea concepto nuevo y diferenciador que genere valor agregado, basado en un cambio tecnológico”.

Además, se propone un entendimiento a nivel VP que las innovaciones son más bien de carácter incremental y de procesos, como se ha discutido y presentado en el capítulo 1.

3.2.3.3 Directrices de innovación

Estas directrices marcan los principios que ayudan a comunicar cuáles son los requisitos que tienen que cumplir los proyectos de innovación, para ser considerados y recibir el apoyo de la empresa.

Este punto es importante ya que sirve para plantear los aspectos críticos que deben considerarse en las fichas de los proyectos que se deben levantar. El interés del comité se basa en el valor que incorporan los proyectos, enfocados en la reducción de costos. Las iniciativas que se tengan en la VP deben ajustarse a variables estratégicas que tienen distintos focos. La propuesta presentada es usar variables que ya se han planteado previamente en otras iniciativas, estas son presupuesto y plazo, alcance, calidad y seguridad.

Esto significa que toda iniciativa debe tener como alineamiento una de esas variables. La propuesta ha sido validada con el director en base a previas aprobaciones del comité.

3.2.3.4 Objetivo de innovación

Los objetivos, son parte importante de la estrategia, estos representan los resultados que la empresa quiere obtener. Los objetivos de innovación tienen que estar vinculados con las métricas y los posibles incentivos (ACCIÓN, 2015). Además, según la misma fuente y respaldada por la GCI, un objetivo estratégico debe seguir un criterio S.M.A.R.T., es decir, que sea específico, medible, alcanzable, realista y en un tiempo previsto, esto por las siglas en inglés.

El objetivo planteado en la estrategia de innovación a nivel corporativo por la GCI tiene estas características y es planteado de la siguiente forma en la estrategia corporativa de innovación: “Al menos el 10% del margen operacional el 2021 provenga de proyectos de innovación implementados en los últimos 5 años.”

Para la estrategia a nivel VP se debe plantear un objetivo con las mismas características, pero enfocado a la realidad propia. La principal diferencia con el objetivo de la GCI es que no se puede evaluar un beneficio en relación con el margen operacional, este debe realizarse a nivel de estructura de costos, de esta forma también se mantiene el carácter económico. Entonces siguiendo la lógica del criterio que debe tener el objetivo.

- i) **Específico:** Se debe especificar un monto concreto de aporte que se quiere lograr con la innovación. La propuesta de un 10% es un valor genérico que no necesariamente es realista. La propuesta se ha planteado a la dirección y la especialista en innovación, concluyendo que esta arista del objetivo debe estar alineada con la estrategia a nivel VP para los próximos años. El planteamiento de esta estrategia VP se encuentra en desarrollo al momento de realizar este trabajo, pero esta incluye como objetivo una reducción de

costos de un aproximadamente un 10% para los próximos años, la propuesta final es que parte de ese porcentaje sea debido a proyectos de innovación desarrollados en la VP y que sean monitoreados por la dirección para que ese valor sea capturado como valor de nuevas iniciativas.

- ii) **Medible:** Se medirá a través de la reducción de costos que tengan las nuevas iniciativas en la estructura de la organización. Esta medición debe hacerse de manera económica ya que muestra un real impacto de las iniciativas además de hacerlo comparable y fácil de comunicar.
- iii) **Alcanzable:** El objetivo se plantea como un desafío que no se tiene certeza de alcanzar, sin embargo, se alinea a los parámetros corporativos por lo que se plantea como un objetivo coherente.
- iv) **Realista:** Al contener el porcentaje dentro del porcentaje total de costos que espera la VP reducir en su estrategia, por implicancia se plantea como un objetivo realista ya que se mantiene dentro de lo esperado a nivel VP.
- v) **Tiempo:** La propuesta inicial se plantea para 5 años, pero por lógica debe ajustarse a los objetivos de la Estrategia VP que está en desarrollo.

En conclusión, se plantea un objetivo alineado con la CGI y la misma Estrategia VP, si bien por razones ya explicadas no puede especificarse aún, se plantea la estructura del objetivo y la propuesta queda de la siguiente forma: “Conseguir un ahorro de 10% en la estructura de costos para el 2024 en base a proyectos de innovación implementados en los últimos 5 años”. Esto entendiendo que los valores deben ajustarse a la realidad de la estrategia que plantea la VP finalmente.

Esta propuesta ha sido presentada a la Dirección de Innovación y se presenta una inconformidad debido a que no se puede hacer específica mientras no haya un alineamiento con la Estrategia VP. No obstante, se plantea por parte de la Dirección que el objetivo debe ser: “Cumplir las promesas de los proyectos de VP en plazos y costos”. Este es un objetivo más simple en su redacción pero que implica una satisfacción total si se cumpliera, por lo que se decide mantener la primera propuesta, con el alcance de que deben ser modificados los valores, para ajustarse a los lineamientos generales.

La propuesta fue mostrada a la directora de transformación de ingeniería y ha sido validada en su forma, aceptando la necesidad de los criterios SMART para la redacción de este y concluyendo que es necesario ajustarlo a las cifras y plazos que se determinen en la Estrategia VP pronta a presentarse.

3.2.3.5 Retos de innovación

Como mandato de la alta dirección se espera que la VP se integre a la transformación digital, entendiendo que la tecnología es un elemento clave para la competitividad de cualquier empresa. Se espera que en la VP haya un enfoque hacia mejorar los procesos

de gestión de sus proyectos incorporando tecnologías que faciliten la gestión, logrando un trabajo más eficiente.

3.2.4 Roles y responsabilidades

En base a los procesos de nuevas tecnologías que requiera incorporar en sus proyectos las distintas gerencias, se debe identificar que responsabilidades recaen en la dirección de innovación y cuales en las gerencias de proyecto o funcionales.

Como ya se ha discutido, la Dirección de Innovación no tiene autoridad sobre el desarrollo de iniciativas en las distintas gerencias, más que lo que puede hacer para impulsar posibles nuevas iniciativas, pero la decisión final es de las gerencias. En base a esto se entiende que el desarrollo de proyectos de innovación de selección tecnológica en la etapa de prefactibilidad, las responsabilidades sobre estos son de las gerencias de proyectos, al igual que la solución de problemas que puedan aparecer en obra.

Por otro lado, las mejoras de gestión VP, son de carácter transversal a los proyectos y este recae en las gerencias funcionales, que deben identificar sus desafíos y evaluar posibles soluciones o mejoras de sus procesos de gestión.

El rol de gestión de la Dirección de Innovación entorno a los proyectos, está enfocado en el monitoreo de estos y la documentación de sus desarrollos para una futura retroalimentación. Además de la función de impulsar iniciativas, enfocándose en los desafíos de gestión de la VP, aportando valor atrayendo tanto nuevas iniciativas por parte de externos como para desafíos ya identificados internamente. Además, tiene la responsabilidad de gestionar apropiadamente el conocimiento creado a través del tiempo en los distintos proyectos y retroalimentar a futuras iniciativas proporcionando de forma propicia y responsable documentación e información de proyectos pasados.

En particular el director de innovación debe cumplir con las tareas que se han detallado en el punto 3.1.2 del contexto en este capítulo. Para el levantamiento de fichas de proyectos, desde la dirección se debe levantar una solicitud a las gerencias para que entreguen fichas de sus proyectos en que incorporen nuevas tecnologías, es estrictamente necesario que este documento esté firmado por el vicepresidente de proyectos de la organización, de esta forma se transmite a todas las áreas la importancia del proceso que se busca monitorear, que es dirigido desde el alto mando y por experiencias previas declaradas por el director hay mayor probabilidad de éxito en obtener una respuesta a la solicitud. Como se analizó previamente en los casos de innovación, es necesario un mandato de una autoridad mayor como el vicepresidente, para que los proyectos y las iniciativas tengan el apoyo necesario y existan más probabilidades de desarrollo y éxito.

3.3 Planificación: riesgos y oportunidades

Teniendo en cuenta el análisis interno, de los casos de innovación realizada en el Capítulo 2, las necesidades y requisitos por las partes interesadas, el comité de

innovación y la GCI, además de la política de innovación se identifican principales riesgos y oportunidades para el sistema. Para esto se hace un análisis por partes, según los inductores de innovación, debido a que estos tienen responsables y condiciones distintas.

3.3.1 Selección tecnológica

El principal riesgo de este proceso es que se opte por no realizarse. Es parte de la normativa y parte del convenio de desempeño que se haga una correcta selección tecnológica en prefactibilidad, esto no significa necesariamente optar por nuevas tecnologías, más bien hacer una correcta investigación y evaluación para tomar una decisión informada. Según se ha declarado, a pesar de que exista esto en la normativa no se ha cautelado que así ocurra. En efecto, puede que un cliente (división), prefiera hacer diseños conservadores y la GCI está al tanto de eso. Esta decisión claramente no depende de la Dirección de Innovación, tampoco de la GCI, sin embargo, esta debe promover alternativas para que puedan ser una opción para los proyectos.

En este aspecto existe la oportunidad para la Dirección, de monitorear estos procesos, cautelar porque la GCI participe en los talleres que definen que se hará en el proyecto y que los proyectos ejecuten de forma correcta sus estudios siguiendo la normativa y realizando el proceso de selección tecnológica.

Por otro lado, está el riesgo de que los proyectos opten por incluir nuevas tecnologías en los proyectos, pensando a futuro y que finalmente no cumpla las expectativas. La Dirección debe velar por una correcta documentación de las iniciativas para poder retroalimentar futuros proyectos con la finalidad de reducir este tipo de riesgos, al tener más antecedentes de los desarrollos pasados, las dificultades y posibles aprendizajes.

3.3.2 Gestión VP

Existe la posibilidad que buenas iniciativas de mejora no obtengan el apoyo necesario por parte de las autoridades, al no entregarle los recursos para implementación y los mandatos necesarios para la gestión del cambio que deben enfrentar, como el caso de estudio de la implementación de la metodología BIM presentado en el capítulo 2. Una posible medida de mitigación de estas dificultades puede estar encabezada por la Dirección haciendo visible el aporte para de la iniciativa para la Vicepresidencia de Proyectos, buscando el apoyo necesario.

Otro posible riesgo es la resistencia al cambio de las personas que tengan que utilizar las nuevas tecnologías. Se plantea como posible propuesta de mitigación pruebas piloto y prototipos para una mejor adaptación.

3.3.3 Problemas en obra

En términos de gestión, los problemas en obra son los que enfrentan menores barreras, debido fuerte respaldo para superar estos desafíos, ya que es estrictamente necesario

generar soluciones para continuar con los proyectos. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de que haya dificultades para encontrar una solución factible en el tiempo esperado. Para esto la Dirección debe poner a disposición herramientas para encontrar soluciones, tal como lo hace para el impulso de iniciativas. A su vez debe incentivar una correcta valoración de los proyectos de innovación para poder visibilizar el aporte de las iniciativas que se desarrollan.

3.3.4 Gestión de la Dirección

Otro posible riesgo es que las gerencias no levanten las fichas de sus proyectos o tengan iniciativas para mostrar. Es función de las gerencias que estén constantemente identificado oportunidades de mejora sin embargo no hay una responsabilidad establecida. Para intentar mitigar este riesgo es que se plantea importante que la solicitud de levantamiento de fichas este firmada por el vicepresidente de proyecto, para un mayor compromiso con el desarrollo de iniciativas y el funcionamiento del sistema, entendiendo que sin proyectos que monitorear y documentar, el sistema no puede funcionar.

Estos son los principales riesgos que dificultarían un funcionamiento ideal por parte del sistema y el desarrollo de proyectos, lo que provocaría dificultades para la dirección de responder al acuerdo de desempeño y cumplir con sus funciones. A continuación, se deja una tabla resumen.

Riesgos y oportunidades para el SGI	
Selección tecnológica	Riesgo: No realizar VIP Selección Tecnológica Mitigación: La Dirección debe cautelar que ocurra con apoyo de la GCI
	Riesgo: Tecnología seleccionada no cumple las expectativas
Gestión VP	Riesgo: Falta de apoyo iniciativas Mitigación: Sponsor a nivel ejecutivo
	Riesgo: Resistencia al cambio Mitigación: Pruebas piloto
Problema en obra	Riesgo: Solución factible en tiempo esperado
Gestión de la Dirección	Riesgo: Problema de gobernanza Mitigación: Apoyo vicepresidente

Tabla 4: Tabla resumen de Riesgos y Oportunidades detectadas. Fuente: Elaboración propia.

3.4 Proceso

El proceso de incorporación de nuevas tecnologías que debe realizarse en la VP está a cargo de las respectivas gerencias donde se inserten las iniciativas. Se propone en este trabajo una secuencia lógica de macro tareas, según lo recomendado por la UNE 166002 para un sistema de gestión de innovación y el correcto desarrollo de selección tecnológica del Sistema de Inversión de Capital.

De esta forma se establecen las siguientes tareas:

- i) **Planificación:** Las gerencias deben identificar desafíos y oportunidades que puedan enfrentar, en función de cumplir la estrategia de la VP y que se alineen con la estrategia de innovación, para la cual se ha presentado una propuesta en el punto 3.3 de este trabajo. Ajustarse a las directrices y objetivos implicarán un menor gasto de esfuerzos ya que se estarían generando iniciativas que están acorde a lo esperado por la alta dirección, por lo que deberían tener apoyo. Hay que recordar que el principal objetivo es la reducción de costos y plazos, calidad y seguridad de los proyectos. Si bien es responsabilidad de las gerencias identificar estas oportunidades, existe la posibilidad que la Dirección de Innovación impulse nuevas iniciativas, presentando a las gerencias alternativas e innovaciones del mercado que pueda identificar, se profundiza esto en el punto 3.5.1 del soporte.
- ii) **Generación de ideas:** Se espera que haya una etapa de ideación en que surjan distintas alternativas de solución al desafío u oportunidad identificada. El cómo se llegue a estas alternativas es responsabilidad de la gerencia respectiva, sin embargo, se recomienda realizar talleres de aporte de ideas y una vigilancia de las tecnologías del entorno, ante lo cual puede existir apoyo de la dirección, esto se verá en el punto 3.5.1 del soporte.
- iii) **Analizar y evaluar:** Los líderes a cargo de la nueva iniciativa deben realizar una evaluación de la o las ideas propuestas para tener una estimación de los posibles impactos que puedan tener en la organización y los proyectos de la VP.
- iv) **Seleccionar alternativa:** En base al análisis anterior debe existir una etapa de selección de la mejor alternativa, a través de un *trade off* que las compare y ayude a tomar la mejor decisión, para posteriormente desarrollarla e implementarla.
- v) **Post evaluación:** Posterior al desarrollo e implementación, es necesario hacer una evaluación del todo el proceso de gestión sobre la iniciativa, para identificar errores, buenas prácticas y lecciones que dejó el desarrollo. Además, se debe realizar una post evaluación sobre la nueva tecnología en funcionamiento, que podría implicar nuevos aprendizajes para la VP.
- vi) **Lecciones aprendidas:** Se espera que, ante la evaluación del desarrollo, implementación y funcionamiento de una iniciativa, existan buenas prácticas identificadas y lecciones que ayuden a retroalimentar futuros proyectos, tomando en cuenta antecedentes que ayuden a tener un proceso más eficiente. Sobre el desarrollo de una lección aprendida y esta documentación se profundizará en el punto 3.5.2 en la etapa de soporte.

Estas tareas deberán involucrarse en un ciclo de proyectos de innovación, en que la post evaluación y posibles lecciones aprendidas interfieran en la planificación de una nueva iniciativa. La siguiente ilustración muestra un esquema del proceso innovador propuesto.

Las distintas tareas, tienen distintas formas de llevarse a cabo y es responsabilidad de las distintas gerencias, pero se espera que sigan esta estructura para poder hacer más eficiente el proceso y también facilitar el involucramiento de la dirección y el apoyo a las iniciativas que se verá en el punto 3.5 Soporte.



Ilustración 10: Esquema del proceso de innovación propuesto. Fuente: Elaboración propia en base a la norma UNE 166002 y selección tecnológica del sistema de inversión de capital de Codelco.

3.5 Soporte

Para el funcionamiento del sistema, las responsabilidades de gestión del sistema recaen en el director y la responsabilidad sobre los proyectos recae en las gerencias respectivas en el cual se inserte la iniciativa. Las tareas de soporte fundamentales por parte de la dirección es la documentación de los procesos y resultados, además de proveer iniciativas de vigilancia tecnológica e impulsar el desarrollo de nuevas iniciativas.

3.5.1 Vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica se debe realizar con un propósito específico, en el caso de la VP, la dirección ha planteado centrar estos esfuerzos en la mejora de la gestión de los proyectos por parte de las gerencias, entendiendo las dificultades de los grandes proyectos. La importancia y pertinencia de esta se ha analizado en el capítulo 1.

3.5.1.1 Momento oportuno de la vigilancia

Para enfrentar retos u oportunidades, es necesario estudiar el entorno, conocer las tecnologías y posibles soluciones que se encuentran en el entorno. Existen dos

momentos oportunos para realizar la una vigilancia tecnológica para el proceso planteado en el punto 3.4, primero en la fase de planificación, esta se puede iniciar por una vigilancia por parte de la dirección de nuevas iniciativas en la gestión de proyectos de construcción, identificando oportunidades de mejoras para ser presentadas a una gerencia determinada y que la consideren para realizar un nuevo proyecto.

Otro punto es en la generación de ideas, ya identificado el desafío, es recomendable hacer una investigación sobre el mercado para la solución del problema u oportunidad presentada. Esta investigación se puede realizar con apoyo de la dirección.

3.5.1.2 Ejecutor de la vigilancia tecnológica

A pedido del alto mando de la VP, la vigilancia debería realizarla cada persona involucrada en los desafíos de las distintas gerencias, sin embargo, la propuesta de este trabajo es realizar una vigilancia tecnológica centralizada, con el apoyo de Codelco Tech, debido a que tienen mejores fuentes y un sistema establecido para realizar las distintas investigaciones. Esta propuesta fue validada por la especialista en innovación, la directora de transformación de ingeniería. El principal argumento es que es una pérdida de esfuerzos, crear un nuevo sistema de vigilancia cuando ya existe uno a nivel corporativo, ante el cual se pueden hacer solicitudes.

Esta vigilancia entonces se realizaría en función de la estructura de trabajo que se tiene definida en Codelco Tech para aplicar la herramienta. Esta consiste en las siguientes etapas de trabajo. En el anexo se encuentra información más detallada de la metodología de trabajo, la cual es proporcionada por Codelco Tech, en un informe de estudio realizado.

- i) Etapa 1: Levantamiento de información interna.
 - a. Tiene como resultado la descripción e identificación del requerimiento.

- ii) Etapa 2: Levantamiento de información externa.
 - a. Listado y características generales de empresas con capacidades de acuerdo con las necesidades de Codelco (VP).
 - b. Información sobre experiencia, tecnologías y modelos de negocios de las empresas.

- iii) Etapa 3: Organización, análisis y entrega de información.
 - a. Informe descriptivo sobre las experiencias y tecnologías de empresas identificadas.

Esta propuesta ha sido validada por la directora de innovación y la directora de transformación de ingeniería. Se ajusta a la estrategia corporativa y a diferencia de la visión inicial que se quería implementar en la VP, simplifica el trabajo, adaptándose a un sistema de vigilancia ya establecido, con expertos que dominan la herramienta y

ajustándose a los recursos de la VP para realizar estas investigaciones. De esta forma es posible que se evite duplicar esfuerzos a nivel corporativo.

3.5.2 Documentación

El director de innovación, en adición a las tareas necesarias para el funcionamiento cíclico del sistema, debe encargarse de actualizar el sistema y las definiciones planteadas de ser necesario, en base al análisis de la organización, planteado en el contexto, liderazgo y planificación.

A su vez es importante velar por la correcta documentación de los procesos. Este es un punto relevante debido a que ayuda a cumplir directamente con uno de los objetivos de este trabajo y uno de los valores que agrega la implementación del sistema, ya que conforma las bases para una apropiada retroalimentación para futuro al estar en constante monitoreo y asegurarse de la existencia de la documentación necesaria de las iniciativas desarrolladas y los aportes alcanzados.

3.5.2.1 Información necesaria

Lo que hay que documentar es la información de las iniciativas de nuevas tecnologías, estos procesos debiesen seguir la estructura en el punto 3.4, de esta forma la información que entregan que generan los proyectos y se espera que exista una documentación, para que pueda servir para próximos proyectos es la siguiente.

- i) **Identificación del desafío u oportunidad:** La descripción del desafío u oportunidad identificada, que problemas trae no tenerlo resuelto, que valor se está perdiendo o podría ganarse. Todos los aspectos que se puedan identificar y que justifiquen la necesidad de generar una iniciativa y resolverla para generar valor para la organización.
- ii) **Generación de ideas y alternativas de solución:** El método escogido para generar las ideas y las distintas alternativas de solución que pudieran surgir, es necesario registrarlas ya que las ideas que no se escogen en un proyecto pueden servir para reformular el mismo o el planteamiento de ideas de una próxima iniciativa.
- iii) **Elección mejor alternativa:** El trabajo de *trade off* para elegir la mejor opción también debe quedar documentado, para posibles reestructuraciones y post evaluaciones.
- iv) **Cálculo aporte de valor:** Los supuestos para llegar al cálculo de aporte de valor también debe estar declarado, recordar que este aporte debe alinearse con el objetivo principal de reducción de costos.

- v) **Análisis del desarrollo y lecciones:** Esta parte es fundamental para el aprendizaje, realizar un análisis y evaluación de todo el desarrollo de la iniciativa, para identificar errores y posibles lecciones que pueden ayudar a un próximo proyecto.
- vi) **Evaluación funcionamiento de la iniciativa:** Luego de la implementación, con la innovación en funcionamiento, es importante evaluar su funcionamiento, adopción de la gente y el verdadero aporte que este genere, para poder evaluar si realmente agregó valor a la organización.
- vii) **Vigilancia tecnológica:** De existir un informe de vigilancia este debe quedar almacenado.
- viii) **Descripción del activo creado:** El último documento a considerar es la descripción del activo creado. No tan sólo basta con desarrollar una nueva herramienta o tecnología que aporte valor a la organización, también es importante que exista la documentación que describa este activo, de lo contrario no habría una real propiedad sobre el activo y quedaría en conocimiento de los desarrolladores.

Esta propuesta fue modificada y validada por el director de innovación y la directora de transformación de ingeniería para llegar a este resultado final. Es importante destacar que cada ítem no es necesariamente un documento distinto, pueden incluirse varias partes en un único documento, entendiendo que el exceso de documentación dificulta el resguardo de la información y la aceptación por parte de las personas.

3.5.2.2 Retroalimentación activa

Un concepto importante que se debe relatar es el aporte de la información generada para futuras iniciativas debe estar disponible para las personas a cargo de próximos proyectos en el momento oportuno, idealmente de forma automática. Se ha decidido nombrar para este informe el concepto como retroalimentación activa, debido a que no es la persona que inicia un nuevo proyecto quien debe leer toda la documentación e información de proyectos pasados para rescatar buenas prácticas, lecciones y riesgos que se han identificado que debe tener en cuenta. Es el mismo sistema que debe entregarle la información de manera oportuna.

Se propone el desarrollo de una herramienta tecnológica capaz de leer la información entregada por proyectos pasados, sus descripciones, riesgos, mitigaciones, supuestos, lecciones, entre otros para poder entregar información oportuna a quien tenga una nueva iniciativa. De esta manera el ideal sería que una persona describa un nuevo problema u oportunidad identificado y el sistema haga una relación de este para mostrarle proyectos similares ya realizados, sus riesgos y toda la información oportuna que pueda necesitar, de tal manera de lograr aplicar lecciones o buenas prácticas que dejaron proyectos pasados y facilitar los nuevos desarrollos.

La propuesta de una retroalimentación activa se hace debido a que por las entrevistas realizadas y la experiencia de las personas es complejo buscar e identificar información pertinente de otros proyectos entre toda la documentación existente de que los proyectos generan, lo cual lo vuelve una tarea tediosa que tiende a evitarse y se limita a los consejos o *tips* que pueda proporcionar alguien que estuvo involucrado en otro proyecto, esperando que llegue de manera oportuna.

El concepto de lección que se tiene en la VP es sobre una lección o buena práctica que existió en un proyecto que se ha logrado identificar e incluir en otro con éxito, de esta manera la lección se puede pasar a considerar una lección aprendida. Entonces si se quiere generar lecciones aprendidas en el SGI para la VP, es necesario que la información oportuna y las lecciones de los proyectos sean proporcionadas de manera oportuna a otras iniciativas.

3.6 Conclusiones del capítulo

Se han definido las bases del sistema de gestión, con apoyo en lo estudiado y mostrado en la introducción de este trabajo y lo analizado en los capítulos 1 y 2. El objetivo final es saber que se debe monitorear por parte de la dirección, es decir que tareas son las que debe poner atención, considerando las partes de este sistema que se basa en los principales requisitos de la UNE 166002. La Dirección debe entonces:

- i) Velar por el alineamiento de los proyectos para enfrentar desafíos y oportunidades con la estrategia de innovación, la cual debe estar enfocada en la reducción de costos para mostrar el valor agregado. Deben existir iniciativas que cumplan el objetivo y persigan la visión de la transformación digital.
- ii) Tener en cuenta los distintos riesgos y oportunidades que existen para los distintos proyectos, dependiendo de su inductor, aportando ideas de mitigación e información oportuna para que se consideren en las iniciativas.
- iii) Recomendar a los responsables de nuevas iniciativas una línea de trabajo como la presentada en el punto 3.4, para de esta forma estandarizar la información generada y el aporte que puede hacer la dirección en soporte.
- iv) Cooperar oportunamente con los proyectos para realizar una efectiva vigilancia tecnológica para la etapa de planificación para una nueva oportunidad como para la generación de ideas de un desafío ya identificado.
- v) Velar por monitorear la existencia de documentación y buenas prácticas por parte de las nuevas iniciativas. Que entreguen los reportes de descripción de desafíos, alternativas de solución, riesgos, plan de trabajo, documentación, lecciones entre otros.

Una labor importante de la dirección es visibilizar las nuevas iniciativas e intentar impulsar otras, logrando que las distintas gerencias de la VP incorporen nuevas tecnologías y sigan un proceso de innovación que le otorgue valor a la organización, con el soporte pertinente, como se ha especificado a lo largo de este capítulo.

Para llevar a cabo estas tareas y monitoreo por parte de la dirección, se plantea una propuesta de trabajo en el próximo capítulo.

CAPÍTULO 4: ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL

En este capítulo se detalla una propuesta de trabajo para la Dirección de Innovación, tareas que debe llevar a cabo para un correcto funcionamiento del sistema planteado. Se definen tareas anuales que debe realizar, se plantea un análisis de posibles indicadores y se propone cual se debe usar para valorar el aporte de las iniciativas de innovación que se tengan en la VP, cuyo valor significará un impacto en el cumplimiento de objetivo de la estrategia de innovación y general de la VP. Además, se presenta una ficha de trabajo para los proyectos, en que sus partes han sido validadas.

4.1 Tareas de gestión de la Dirección de Innovación

En función de que la dirección debe cumplir con el acuerdo de desempeño año a año, estos deben incluir proyectos de nuevas iniciativas que se estén incorporando en la VP. Las cuales deben mostrar un fundamento, un valor agregado y un plan de trabajo para el año, estas tareas se han ya descrito en el punto 3.1.2 Actividades objeto del sistema. Estas tareas que se dividen en dos partes, monitoreo de proyectos y las tareas de Impulsar nuevas iniciativas. Para esto en conjunto con la dirección se ha elaborado una propuesta anual de distribución de las tareas.

4.1.1 Monitoreo de iniciativas

El monitoreo de iniciativas consta de las cinco tareas ya descritas y que se pueden ver en la ilustración 11. Estas son, catastro de iniciativas, elección de iniciativas, presentación de iniciativas de aporte de valor, monitoreo de avance e informe final.

- i) **Catastro:** El monitoreo de iniciativas debe partir con un catastro que identifique todas las iniciativas, las que ya están se tenían consideradas y están en desarrollo y posibles nuevas iniciativas que puedan aportar valor a la VP y cumplir con sus objetivos estratégicos. Se ha decidido proponer septiembre para hacer el levantamiento anual, para tener tiempo para entregar la propuesta anual de marzo del año siguiente. Teniendo en cuenta que se inicia el catastro y tener tiempo de una respuesta y poder escoger la ficha a presentar.
- ii) **Elección de fichas:** Las fichas se deben estudiar y considerar cuales son las que aportan un valor considerable y tienen un avance pertinente para ser presentado en el plan anual de aporte de valor del año siguiente. Se ha establecido que noviembre es una fecha oportuna.
- iii) **Presentación de fichas de aporte de valor:** Luego la presentación de fichas de aporte de valor se realizará en marzo de cada año ante el comité de innovación. Estas deben incluir una clara caracterización del proyecto, su aporte y un plan de trabajo en plazos y presupuesto

- iv) **Monitoreo de avance:** Posteriormente se ha decidido poner una única instancia de monitoreo del avance de las iniciativas. Se deberá solicitar a los proyectos un estado de avance con cumplimiento de los compromisos previamente adquiridos. Se ha optado por posicionar esta fecha en junio para intentar alejarla lo más posible de las otras instancias y separar cronológicamente las solicitudes al sistema
- v) **Informe anual:** Finalmente, en diciembre se debe hacer un informe final del aporte de valor conseguido y el avance de las iniciativas. Se escoge diciembre para considerarlo en los aportes anuales conseguidos y el cierre del año.

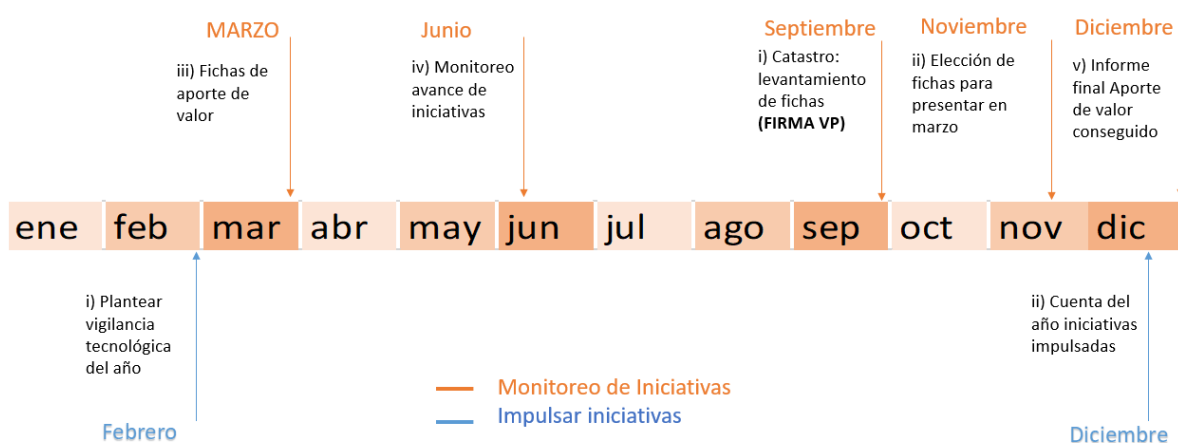


Ilustración 11 Esquema mirada anual de gestión de la dirección en el sistema. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Impulsar iniciativas

Como se mencionó en el capítulo anterior, en el punto 3.5.1, existe la posibilidad de impulsar nuevas iniciativas a través de una vigilancia por parte de la dirección al entorno del mercado de distintos desafíos, con el fin de iniciar nuevos procesos de innovación, con oportunidades detectadas fuera de la organización. Ante esto se ha planteado separarlo en dos puntos críticos como se han descrito en el punto 3.1.2.2.

- i) Se ha optado por hacer un planteamiento de vigilancia en el año, al principio de este. De esta forma se genera la solicitud a Codelco Tech u otras fuentes que considere oportuna la dirección en su momento y presentar durante el año a las gerencias las distintas oportunidades detectadas en el mercado.
- ii) Finalmente, la cuenta del año se considera en diciembre, para mostrar y evaluar cómo ha resultado durante el año esta labor.

4.2 Indicadores

Parte importante del sistema es poder evaluar su funcionamiento, medir la gestión de la innovación, como es declarado en la estrategia de innovación de la GCI, que especifica que debe ser medida en términos económicos.

La forma en que se mida el aporte de las distintas iniciativas implicará la forma de medir la gestión de la innovación. Este indicador debe estar directamente relacionado con el objetivo planteado en la estrategia.

4.2.1 Aporte Económico

Recordando, en la estrategia de innovación propuesta en el punto 3.2.3 se plantea que el objetivo debe ser reducir los costos en los que incurre la VP a través de iniciativas de innovación. A diferencia de la GCI que plantea medir en función de la variación en el margen operacional, en la VP, al no tener operaciones de retorno, ya que solo incluye fase de inversión de los megaproyectos mineros, se decide controlar en función de la reducción de costos, es decir reducción en la inversión necesaria.

El aporte económico que se plantea es lo evidenciado en el proyecto de Fracturamiento Hidráulico presentado en el capítulo 2. En este la valoración de aporte al EBITDA, se realiza según un flujo de caja diferencial y es considerado como aporte de innovación, el cual se muestra a toda la corporación. Entonces, siguiendo este alineamiento se propone valorizar las nuevas iniciativas de la misma forma.

$$FC_{diferencial}[USD] = FC_{caso\ base}[USD] - FC_{caso\ con\ innovación}[USD]$$

Este planteamiento consiste en evaluar el flujo de costos base, sin la innovación y un flujo de costos con la innovación, se espera que este último sea menor, implicando un flujo de costo diferencial positivo, que significa el aporte de la nueva iniciativa para la Vicepresidencia de Proyectos. Los responsables a cargo de cada iniciativa deberán realizar los supuestos que estimen convenientes para realizar los cálculos de cada flujo.

Claramente se debe tener en cuenta que no todas las iniciativas implicarán una reducción de costos de la misma forma, algunos tendrán una implicancia directa en un proyecto determinado, de tratarse de un problema en obra de estos proyectos. Otros tendrán una implicancia en varios proyectos si se trata de una herramienta replicable en varios escenarios. Es probable que otros tengan un impacto en la estructura de costos fijos de la VP, en la revisión funcional de los proyectos. Es difícil definirlo ahora, por las distintas posibilidades, sin embargo, es responsabilidad de la gerencia que identifica el desafío y desarrolla la iniciativa poder valorizar el aporte del proyecto, cuya valoración se propone realizar como se plantea en este trabajo.

Esta forma de valoración es validada por la dirección y ampliamente aceptada, debido a que ya tuvo una aprobación de una auditoría sobre el proyecto de fracturamiento hidráulico.

4.2.2 Otros indicadores

Inicialmente propone un indicador de intensidad de innovación de la consultora Innspiral (Innspiral, s.f.), que se define de la siguiente forma: “La Intensidad de Innovación es el porcentaje del EBITDA que proviene de soluciones de innovación implementadas en los últimos 5 años”. La propuesta es descartada por la especialista en innovación y directora transformación de ingeniería debido a lo complejo que es evaluar un periodo de tiempo para la VP considerando el trabajo se separa por proyectos y estos duran varios años, además de no considerarse lo suficientemente validada.

Otra forma de medir la innovación que se ha considerado es la de capacidad de innovación. Se plantea la idea de considerar esta métrica que introduce variables de esfuerzo de la organización en el proceso de innovación. El planteamiento consiste en una evaluación de 37 preguntas que concluyen en un indicador que va del 1 al 4, para determinar qué tanta capacidad de innovación tiene una empresa (The European Agreement, 2008). Sin embargo, es descartado ya que tiene la limitante de ser diseñado para pequeñas y medianas empresas, por lo que tendría que adaptarse, además que va en contra del principio de medición de la innovación que plantea la estrategia corporativa, de la cual se genera la de la VP, que es medir la innovación sólo por carácter económico y no por métricas de esfuerzo.

4.3 Fichas de proyectos

Para que la dirección pueda cumplir con sus tareas de monitoreo, se pueda registrar el valor que proponen las iniciativas de innovación, sus fundamentos, el plan de trabajo y poder velar por la existencia de la información pertinente que se desea proporcionen los responsables de los nuevos proyectos, para mostrar al comité las nuevas iniciativas y que exista una base de documentación y de lecciones para futuros proyectos, se crean fichas de trabajo de los proyectos.

Las fichas de trabajo están basadas en otras fichas que se han usado en divisiones, la idea es mostrar a modo de reporte las características de un proyecto y estado del plan de trabajo anual. Las fichas incluirán todo lo necesario para realizar el monitoreo, considerando el análisis y propuestas que se han desarrollado a lo largo de este trabajo. De esta forma, se dividirá en tres partes, una de descripción general, otra de plan de trabajo y otra de documentación y post evaluación, ajustándose al proceso planteado en el punto 3.4. Esta ficha es a modo resumen de todo el proyecto, por lo que información más detallada debe estar en la documentación pertinente.

4.3.1 Descripción general

La descripción general abarca las primeras tareas de un proyecto, como se ha descrito en el punto 3.4, estas son la planificación con sus riesgos y oportunidades, generación de ideas, alternativas de solución, análisis y selección. Además, se considera el Soporte requerido drivers estratégicos, aporte del proyecto, según el indicador planteado en el punto 4.2 de reducción de costos, fechas estimadas, cliente y responsable, esta parte que es el encabezado de la ficha queda según se puede ver en la ilustración 12.

Se espera que esta sección sea suficiente para describir el proyecto a modo de resumen, sin entrar en detalles muy profundos, para eso estará la documentación correspondiente al proyecto, como se ha especificado en el punto 3.5 de soporte de documentación.

4.3.2 Plan de trabajo

La ficha luego incluye un apartado del plan de trabajo anual, recordando que la idea es presentar el desarrollo de iniciativas durante el año. El plan muestra los gastos requeridos durante el año y sus variaciones. Se puede apreciar en la ilustración 13.

Luego sigue una tabla que debe ser rellena con la planificación de avance, el cual especifica las distintas actividades y su variación respecto a lo planificado y lo real. Se muestra en la ilustración 14.

Proyecto:		Gerencia:		
Descripción del proyecto			Inductor	
			Driver	
			Aporte (Ahorro) KUSD	
			Gasto Projectado KUSD	
Desafío (Reto u Oportunidad)			Fecha estimada inicio	
			Fecha estimada termino	
			Cliente (área impacto)	
Método de cálculo de beneficio				
Riesgos		Mitigación		
Soporte requerido		Alternativas de solución		
Lider de Proyecto		Etapas del proyecto		

Ilustración 12: Sección de descripción del proyecto de la Ficha propuesta. Fuente: Elaboración propia

Gastos del Proyecto 2019													
Gasto [KUSD]	Previo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Gasto Real mes	30	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	20	20
Gasto Real acumulado	30	40	50	60	75	90	105	120	135	150	165	185	205
Gasto Planificado mes	30	30	30	20	0	10	20	10		20	10		
Gasto Planificado acumulado	30	60	90	110	110	120	140	150	150	170	180	180	180
Real/Planificado	1	67%	56%	55%	68%	75%	75%	80%	90%	88%	92%	103%	114%

Ilustración 13: Sección de Gastos de proyecto de la Ficha propuesta. Fuente: Elaboración propia.

PLAN DE TRABAJO 2019														
Actividades del proyect	Peso	Previo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1	10% Prog.	10%												
	10% Real	10%												
2	20% Prog.	20%												
	20% Real	10%												
3	20% Prog.		20%											
	20% Real		30%											
4	20% Prog.			5%	5%	5%	5%							
	20% Real			10%	10%	10%	10%							
5	20% Prog.							10%	10%					
	20% Real								5%					
6	10% Prog.									5%	5%			
	10% Real													
Avance del mes programado		30%	20%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	5%	5%	0%	0%	0%
Avance programado acumulado		30%	50%	55%	60%	65%	70%	80%	90%	95%	100%	100%	100%	100%
Avance mes Real		20%	30%	10%	10%	10%	10%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
Avance Real acumulado		20%	50%	60%	70%	80%	90%	90%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

Ilustración 14: Sección de avance de proyecto de la Ficha propuesta. Fuente: Elaboración propia.

Luego, en esta sección se incluyen gráficos de reporte que se generan automáticamente al rellenar la ficha, estos muestran los gastos y avances planificados y reales. Se puede ver en las ilustraciones 15 y 16.

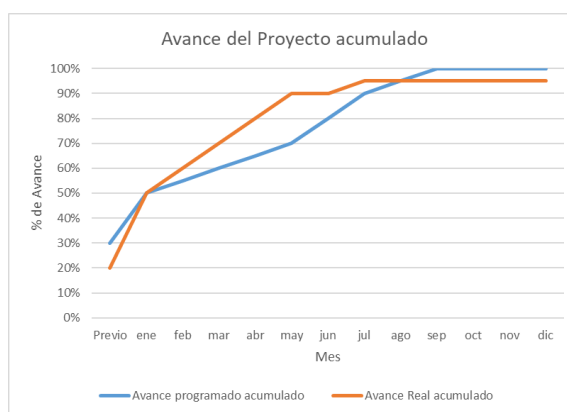


Ilustración 15: Gráfico de avance del proyecto, generado en base a los cuadros anteriores. Fuente: Elaboración propia.

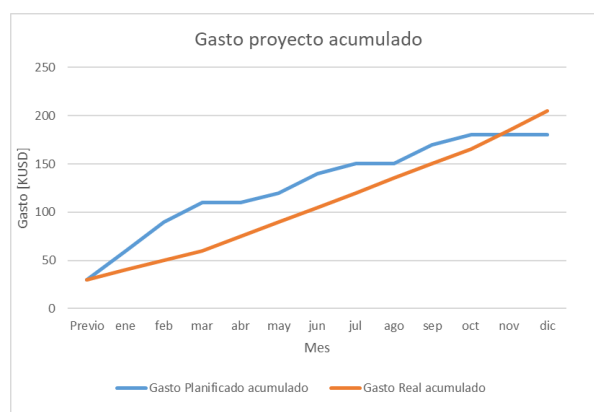


Ilustración 16: Gráfico de gastos del proyecto, generado en base a los cuadros anteriores. Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Documentación y post evaluación

Finalmente, la última sección de la ficha se divide en una lista de documentación que se debe chequear, para saber qué información se encuentra documentada, esta es la misma presentada en el punto de documentación de soporte. Es importante recordar que no es necesario que haya un documento por cada ítem, puede estar en único documento, lo importante es que exista esta información para que futuras herramientas tecnológicas puedan hacer un rastreo de la documentación para encontrar información pertinente y retroalimentar futuras iniciativas.

En conjunto con este cuadro final se encuentra la sección de post evaluación. Se espera que exista un reporte a modo de resumen de las lecciones que proporcionó el desarrollo, comentarios sobre el cumplimiento del plan de trabajo, reporte de la adopción y el aporte de propiedad intelectual que significó el proyecto, si es que existe. Luego este cuadro queda como en la ilustración 17.

Documentación (sí / no)		Post Evaluación	
Desafío Identificado	Sí	Buenas prácticas y lecciones del desarrollo de la iniciativa	
Generación de ideas y alternativas de solución	No		
Elección mejor alternativa	Sí		
Calculo aporte de valor	Sí	Resultados del cumplimiento del plan de trabajo	
Análisis del desarrollo y lecciones aprendidas	No		
Evaluación funcionamiento de la iniciativa	No	Adopción y aporte real de la iniciativa	
Vigilancia tecnológica	No		
Descripción activo creado		Aporte de propiedad intelectual	

Ilustración 17: Cuadro de documentación y post evaluación de la ficha propuesta. Fuente: Elaboración propia.

Se propone que haya una digitalización de esta información, sería recomendable una plataforma en que se ingresen los campos la información de las nuevas iniciativas y se respalde la documentación necesaria, de tal forma que se pueda extraer de esta un reporte de la forma de esta ficha ha sido presentada. La existencia de una plataforma o un espacio en página de uso interno ayudaría a visibilizar las iniciativas, mostrando el valor que se está generando y compartir las ideas con otras gerencias o quien necesite revisar el estado de los proyectos de innovación.

Además, una base de respaldo ayudaría a implementar herramientas tecnológicas que lean la descripción de proyectos y toda su documentación para poder entregar información de manera oportuna.

A modo de ejemplo, con una estandarización de este tipo de fichas, en que se rellenan cuadros resumen y se reportan las fichas. Al incorporar una nueva iniciativa al sistema, relleno el primer recuadro de la descripción del proyecto, una herramienta podría identificar similitudes con iniciativas registradas de proyectos anteriores y mostrar de inmediato, sugerencias de riesgos que se identificaron en proyectos similares, como se mitigaron, que lecciones y buenas prácticas dejó, entre otros aspectos. De esta forma se podría llevar a cabo la retroalimentación activa descrita en el punto 3.5 de documentación en el soporte.

4.4 Conclusiones del capítulo

Se han propuesto varias formas de indicadores o métricas para medir la innovación, sin embargo, solo se ha aceptado una, debido a que es la única alineada con las definiciones corporativas para medir la gestión de innovación y considerarse válida para la VP por la Dirección. Esta valoración de proyectos debe ser considerada para todos los proyectos siendo parte fundamental de estos y debe ser declarado en las fichas de proyectos de innovación que aporten valor a la VP.

Esta estructura de ficha se ha propuesto para que la dirección pueda monitorear los proyectos, solicitando la información pertinente, tanto por el aporte de valor ya mencionado, como para el respaldo necesario para que la iniciativa pueda servir para futuros proyectos.

Además, se espera que sea de utilidad para mostrar el desarrollar las tareas necesarias por la dirección y que pueda responder al acuerdo de desempeño y los requerimientos del comité de innovación.

La ficha ha sido validada por el director de innovación, la directora especialista de transformación de ingeniería y el director de calidad y procesos, ajustándose el trabajo a la sistematización de las lecciones aprendidas, se ha considerado la propuesta como posible fuente de buenas prácticas y lecciones de proyectos en caso de que se implemente, para analizar las lecciones y que puedan ser replicadas si otro proyecto así lo considera.

CONCLUSIONES

Cumplimiento de objetivos

Analizando los objetivos específicos de este trabajo que son la base para el cumplimiento del objetivo general. Se declara conformidad con el logro, específicamente, en orden de estos objetivos se concluye lo siguiente.

Para el primer objetivo específico, se realiza un profundo análisis del estado del arte de la innovación, se conocen distintas aristas y miradas que puede tener la innovación. Se debe tener en cuenta que hay distintos grados de innovación a lo largo de los años y la literatura además de distintos tipos, dependiendo en que se aplique y cual sea el resultado de esta. Para la VP estas definiciones se ajustan a que la innovación debe tener un grado más incremental, de mejora y del tipo de procesos, ya que no elabora un producto tangible, sus productos son partes del proceso de la corporación.

El estado del arte al momento de realizar la investigación es presentado ante la dirección con satisfacción en su completitud y la relación entregada es validada por la misma dirección.

Para el segundo objetivo específico se analizan distintos proyectos de innovación que se han llevado a cabo. Se logra identificar las principales fuentes, las cuales son la Selección Tecnológica en fase de estudio, las innovaciones en el proceso de gestión de proyectos de construcción y los problemas en obra que puedan surgir. También para algunos se identifican factores positivos y/o negativos que se toman en consideración para el diseño del sistema. Para la Planificación se consideran de riesgos y oportunidades en base a lo aprendido en de los proyectos pasados. Para el parte del Proceso, se considera la formulación de los proyectos en la selección tecnológica de la fase de estudios. La etapa de Soporte se fundamenta en este mismo proceso para la documentación pertinente. En la métrica de valoración se utiliza la presentada por uno de los proyectos.

Se logra diseñar el sistema de innovación, siendo validado por la dirección de innovación, directora de transformación digital de ingeniería y director de calidad y procesos, según correspondía. El trabajo completo fue presentado ante el director de innovación, aprobando las distintas partes que se desarrollaron a lo largo del trabajo y fueron incorporadas las correcciones y recomendaciones oportunamente.

También fue presentado el trabajo en su totalidad a la directora de transformación de ingeniería por su experiencia en innovación, corrigiendo oportunamente algunos alcances, principalmente la definición del tipo de innovación determinándolo como del tipo de procesos. La propuesta final para el objetivo de planteado en la estrategia fue discutida y quedó como se ha presentado en este trabajo, luego del alcance hecho de que es necesario esperar la existencia de una estrategia a nivel VP. También se destacan modificaciones en las fichas, según a su experiencia se debían corregir, llegando al resultado mostrado en el capítulo 4.

Ante el director de calidad y procesos se le presento el trabajo realizado en la etapa de soporte, principalmente en documentación y su relación con las fichas, esto debido a su

responsabilidad en el proyecto de lecciones aprendidas que se ha estado desarrollando en la VP, el cual para el momento de esta validación se encontraba previo a la etapa de pruebas. Aquí la propuesta fue validada con correcciones en los conceptos de lecciones aprendidas, debido a que la terminología que se ha establecido es el de buenas practicas o lecciones, que pasan a ser aprendidas si se replican.

Esos fueron las principales correcciones que se realizaron en el trabajo para quedar validado.

Entonces, la primera parte, el Contexto, es desarrollado en función de la introducción y los capítulos 1 y 2, llegando a determinar las tareas necesarias por parte de la Dirección. A su vez se presentan propuestas liderazgo, planificación, proceso y soporte, que son validados por las direcciones y presentan antecedentes para la base del trabajo que debe realizar la Dirección, estableciendo claramente que se debe monitorear de los proyectos de innovación.

El último objetivo específico se propuso un indicador, ajustado a la estrategia y política corporativa, para medir el aporte de los proyectos y se plantea el mismo para medir la gestión de innovación en la Vicepresidencia. Se establecen los documentos necesarios en el soporte del capítulo anterior y se proponen actividades que debe realizar la Dirección para cumplir con el acuerdo de desempeño. La propuesta permite que exista una base de retroalimentación para los futuros proyectos.

En ámbitos generales, se logra hacer una propuesta de sistema, para la sistematización de la innovación, entendiendo que esta es un proceso reiterativo que debe estar sujeto a una mejora continua. A lo largo de las decisiones que se han tomado en el trabajo, siempre se consideró la estrategia y la política corporativa presentadas en la introducción, sin faltar a ninguna directriz de innovación establecida ni políticas corporativas. Esto ha significado ciertas limitantes, en especial al momento de definir métricas e indicadores, pero se entiende que los alineamientos tienen que ser los mismos a lo largo de la corporación y las definiciones propuestas satisfacen las necesidades de la dirección y el comité de innovación.

Propuesta de futuros desarrollos

Se plantean dos propuestas de posibles trabajos a realizar, proyectos que ayudarían a reforzar el sistema de gestión de innovación propuesto, en caso de ser implementado.

En primer lugar, la digitalización de la información de los proyectos, para que sea visible a toda la organización, sea práctico entregar reportes de avance del proyecto, la caracterización y las lecciones. La propuesta de este trabajo propone un sistema de levantamiento de información a través de fichas, con las cuales se cumple el objetivo de identificar y comunicar las iniciativas. Sin embargo, la existencia de una plataforma de libre acceso facilitaría la comunicación dentro de la organización y a su vez la entrega de reportes si hay modificaciones importantes que realizar. La existencia de documentación pertinente e información valiosa que puede otorgar los proyectos, no es de un total beneficio si no se encuentra debidamente publicado o a disposición del resto de las áreas, que en caso de proyectos de innovación es de gran utilidad que se compartan ideas,

pueda haber una retroalimentación y cooperación por parte de todas las personas de la organización. Además sería una forma fácil de tomar una base de reporte para publicar, o transmitir el estado actual de las iniciativas de innovación para la VP.

Lo anterior es de gran utilidad, para la visibilidad y para resguardar la información creada y las lecciones, pero como ya se ha comentado en varias oportunidades en este trabajo, la existencia de mucha documentación no es útil si cuando alguien más la necesita no la tiene en su camino. Ya que una persona no revisará toda la documentación existente en la empresa en todo momento, de esto nace una segunda propuesta de desarrollo, consistente en una herramienta inteligente.

La posibilidad de generar una herramienta capaz de leer toda la documentación generada y las fichas de los proyectos facilitaría el acceso a la información pertinente. Cuando alguien tenga una nueva iniciativa sea el sistema que entregue la información de manera automática y oportuna, ya que se estima difícil que alguien que se involucre en un nuevo proyecto lea todos los proyectos que ha habido, todos sus riesgos y lecciones para ver si algo le sirve, esto es lo que se ha tratado a lo largo del documento como retroalimentación activa.

Impulso de cultura de innovación y novedad de la gestión

Este trabajo espera, más allá del logro de los objetivos establecidos y relatados en el punto anterior, lograr impulsar la cultura de innovación, como se establece en la política de innovación de la Corporación. La cultura de una organización o un ecosistema tiende a modificarse de manera lenta, de la misma forma que les cuesta a algunos adaptarse a las nuevas tecnologías como se ha declarado en el caso del proyecto de BIM, es difícil esperar un impacto rápido en la cultura. Además, no hay una métrica o indicador establecido en la Corporación o un estándar para definir si una cultura es innovadora o no. Como se presenta en este trabajo la posibilidad de implementar una medida medición de capacidad de innovación queda descartada, lo que podría haber ayudado a mostrar una diferencia en la cultura innovadora.

A pesar de las dificultades para hacer el cambio y determinar si realmente se ha concretado, se considera que la presente propuesta de sistema de gestión de innovación, genere un impulso a ser una organización más innovadora, preocupada de identificar desafíos y oportunidades para hacer las cosas de una forma distinta, logrando un beneficio para la organización en la persecución de cumplir los objetivos planteados en una estrategia de innovación que debe ser del conocimiento de todos los integrantes de la VP.

A lo largo del trabajo suelen surgir varias interrogantes y definiciones sin un consenso. La definición de la innovación ha tenido transformaciones a lo largo de los años y se han incorporado distintos conceptos, algunos más aceptados que otros, pero siempre está en constante investigación. Al leer distinta literatura se encuentran distintas definiciones para lo que es la innovación, llegando a la conclusión de que cada empresa debe tener su propia definición, luego al analizar los distintos grados de innovación, surgen varias categorizaciones, algunos de a par, otros lineales, otros en una matriz, incremental,

disruptivo, radical, arquitectónico, subyacente, entre muchos otros, por lo que nuevamente cada organización debe considerar el que le haga más sentido, al igual que los distintos tipos producto, proceso, marketing, organizacional que son los más aceptados, pero existen más distinciones. Sin embargo, a juicio de quien escribe, lo más importante es la identificación de un desafío y lograr superarlo, independiente de la característica del tipo o grado de innovación, que de todas formas es importante tener en cuenta para tener la noción de que tan riesgoso puede ser el proyecto en el que se están involucrando los recursos.

La poca claridad en una definición y parámetros exactos, que sean ampliamente aceptados, implicó una de las principales dificultades para este trabajo. Además, siguen surgiendo estándares, definiciones, modelos y conceptos nuevos cada año, varias de las fuentes estudiadas cuentan con menos de 20 años, la última publicación del Manual de Oslo, la UNE 166002 y variada literatura, que se describió en el inicio. Prontamente durante el 2019 debería publicarse una norma ISO de gestión de la innovación, lo que ratifica que aún para el año actual en que se desarrolla este trabajo no existe una claridad absoluta para determinar la forma más apropiada de gestionar los proyectos de innovación. Los últimos años han surgido estudios que tratan de validar el impacto de los sistemas de gestión, cómo los que fundamentan este trabajo presentados al inicio, sin embargo, declaran que el poco tiempo que tienen las empresas implementando sus sistemas de gestión de innovación dificulta llegar a una conclusión satisfactoria.

Sin ir más lejos en la misma VP, la directora de transformación de ingeniería ratifica bajo su experiencia que son pocas las empresas que realmente tienen establecido un sistema de gestión de innovación, la VP no lo tiene y a nivel corporativo tampoco se tiene establecido. Se espera que, dentro del profundo trabajo recopilatorio hecho para esta propuesta, atendiendo las necesidades, tanto de la alta dirección como de los proyectos, se pueda entregar un aporte al estudio de la innovación, la gestión de innovación y su sistematización.

BIBLIOGRAFÍA

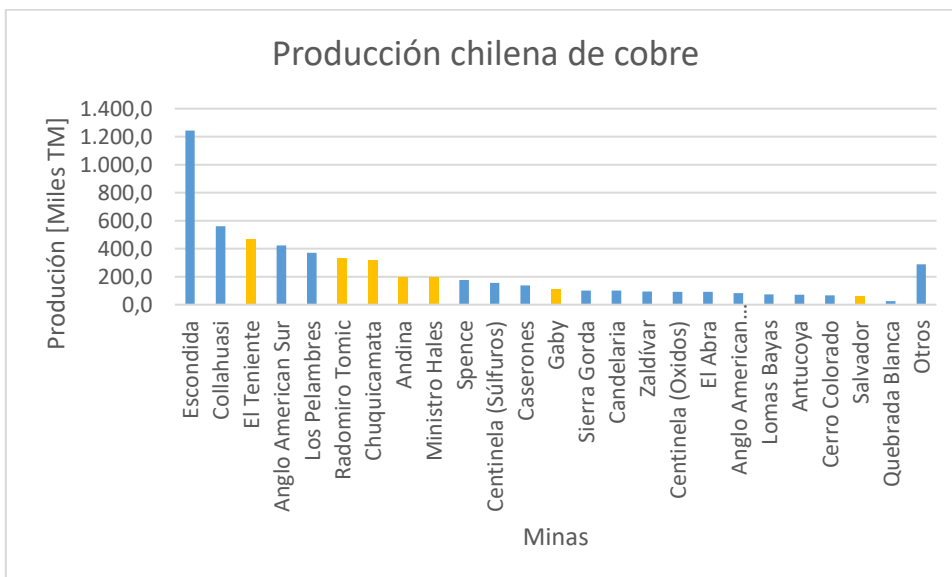
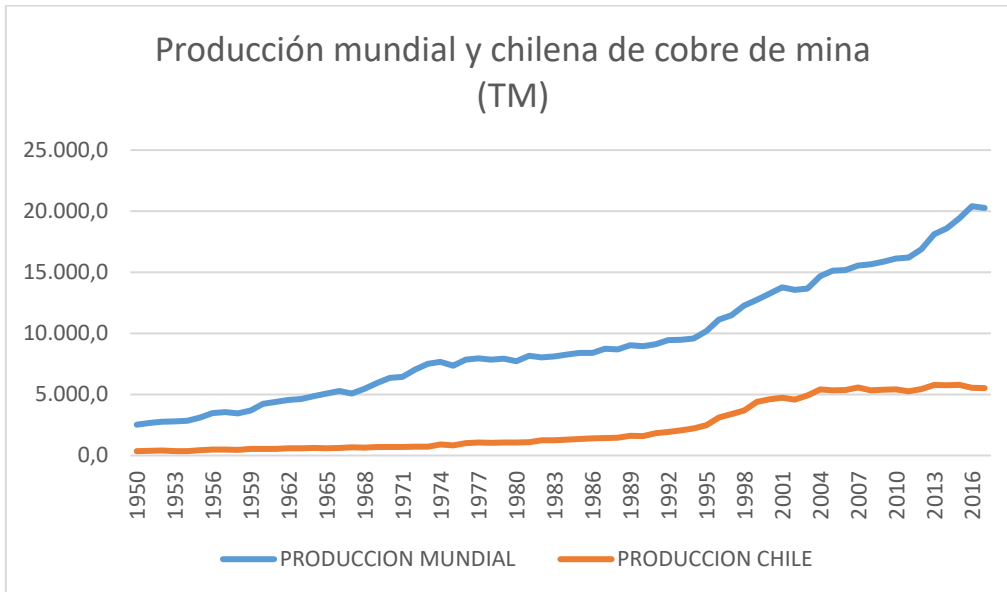
- ACCIÓ. (febrero de 2015). Cómo llegar a ser una empresa innovadora.
- AENOR. (2014). UNE 166002. *Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i*.
- Arjonaa, M. (12 de octubre de 2015). *Calidad y Tecnología*. Obtenido de Indicadores de innovación: <https://www.calidadytecnologia.com/2015/10/TRL-IRL-Innovacion-Lean-StartUp-1.html>
- Banco Central. (2019). *si3.bcentral*. Obtenido de Estadísticas: <https://si3.bcentral.cl/estadisticas/principal1/excel/ccnn/trimestrales/excel.html>
- CEN. (2013). CEN-TS 16555-1: Innovation Management: Innovation Management System. Brussels: European Committee for Standardization.
- Chesbrough, H. (2016). Innovación abierta. *Reinventar la empresa en la era digital*.
- Christensen, C. (1997). *El dilema de los innovadores*.
- Cochilco. (2018). *Cochilco*. Obtenido de Estadísticas, Bases de Datos, Producción Minera: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Bases%20de%20Datos/Produccion%20Minera.aspx>
- Codelco. (2005). Política Corporativa de Inversión de Capital.
- Codelco. (2016). *Plan de Trabajo de Estudio*.
- Codelco. (2018). Política Corporativa de Innovación.
- Codelco. (s.f.). *Codelco*. Obtenido de Misión: https://www.codelco.com/mision/prontus_codelco/2011-02-25/170948.html
- COTEC. (2010). *La innovación en sentido amplio*.
- Expande. (2019). *Innovación abierta en minería*.
- Innspiral. (s.f.). *Innspiral*. Obtenido de Así funciona el índice de intensidad de innovación (I3): <https://www.innspiral.com/2019/03/08/indice-de-intensidad-de-innovacion-i3/>
- ISO. (2019). *International Organization for Standardization*. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/standard/68221.html>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2008). Cómo dominar el sistema de gestión. *Harvard Business Review*.
- Mir, M., & Casadesús, M. (2006). Normas para la gestión de innovación: Un análisis comparativo. *Dyna Ingeniería e Industria*.
- Mir, M., Casadesús, M., & Petnji, L. H. (2016). The impact of standardized innovation management systems on innovation capability and business performance: An empirical study. *Journal of Engineering and Technology Management*.

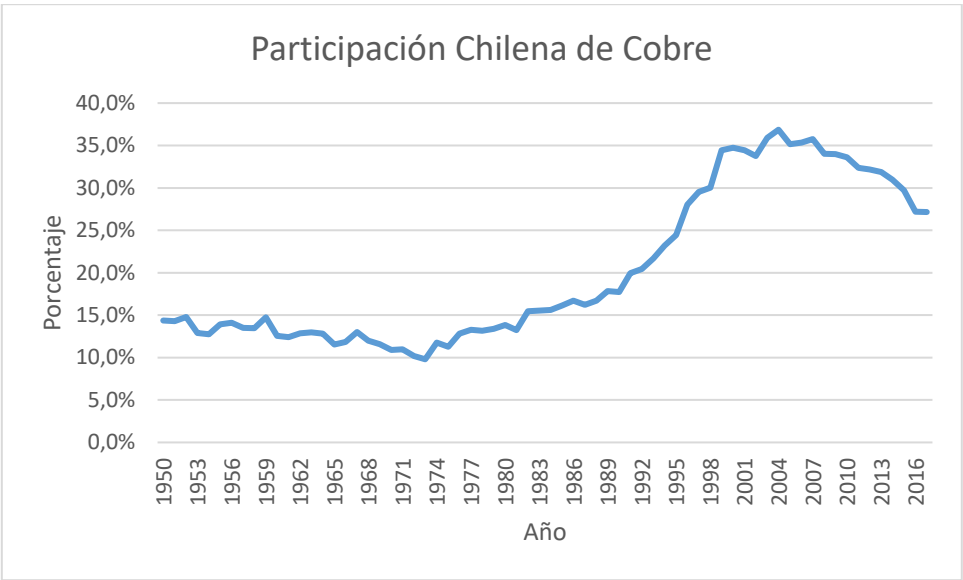
- OCDE. (2006). Manual de Oslo. *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación.*
- Pellicer. (2010). Modelo para la innovación sistemática en empresas constructoras.
- Pellicer, E., Yepes, V., Correa, C., & Alarcón, L. F. (2014). Modelo para la Innovación Sistemática en Empresas Constructoras. *J. Constr. Eng Manage.*
- Prajogo, D. I., & Sohal, A. S. (2006). The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance. *Omega.*
- Schumpeter, J. (1934). Teoría del desarrollo económico.
- Slaughter, S. (1998). Models of construction innovation.
- The European Agreement. (2008). *CWA15899: 2008 Standarization of an Innovation Capability Rating for SMEs.*

ANEXO

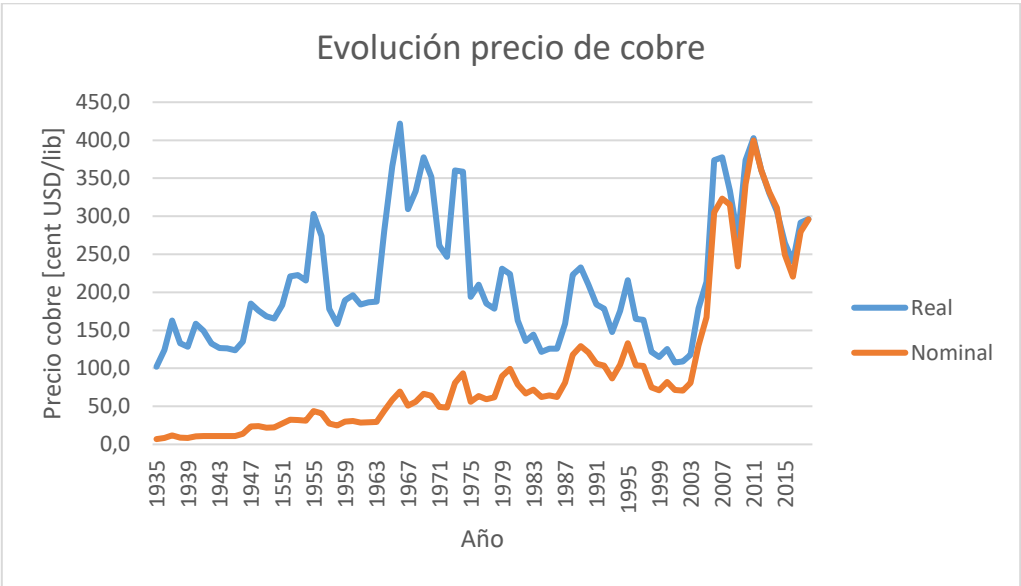
1. Industria minera

Producción de cobre





Evolución precio del cobre



PIB nacional por actividad

PIB real por actividad económica								
Actividad económica	2017-T1	2017-T2	2017-T3	2017-T4	2018-T1	2018-T2	2018-T3	2018-T4
Servicios personales	3.394	4.551	4.644	4.625	3.551	4.732	4.819	4.807
Minería	3.154	3.546	3.862	4.185	3.759	3.720	3.788	4.240
Industria manufacturera	3.793	3.826	3.754	3.983	3.936	4.100	3.791	4.128
Servicios empresariales	3.409	3.623	3.554	3.767	3.508	3.796	3.632	3.878
Comercio	3.580	3.336	3.125	3.564	3.773	3.601	3.215	3.699
Servicios de vivienda e inmobiliarios	2.709	2.692	2.726	2.810	2.770	2.779	2.825	2.904
Construcción	2.069	2.193	2.170	2.786	2.140	2.265	2.236	2.872
Servicios financieros	1.962	1.930	1.968	1.967	2.051	2.044	2.057	2.085
Transporte	1.811	1.810	1.873	1.976	1.891	1.903	1.931	2.076
PIB a costo de factores	32.873	33.293	33.035	35.855	34.493	35.005	33.845	37.163
Minería con respecto al PIB total	9,6%	10,6%	11,7%	11,7%	10,9%	10,6%	11,2%	11,4%

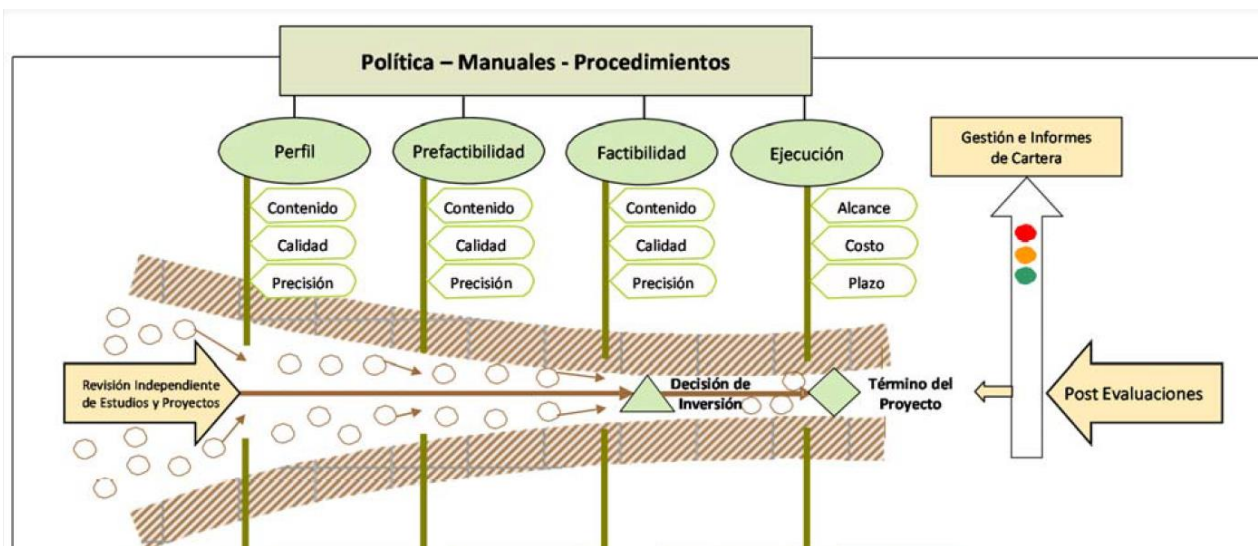
2. Proceso proyecto minero

Etapas del proyecto

Para entender bien el negocio que desarrolla la VP es importante conocer las etapas de un proyecto. A continuación, se mostrarán las definiciones que Codelco comunica y quienes son los responsables de cada una de ellas.

El macro ciclo de los proyectos está compuesto por las siguientes etapas:

- i) **Ingeniería de Perfil:** Es la etapa de identificación de las oportunidades para el desarrollo de los proyectos. En Codelco, esta etapa la realiza el **Cliente**, vale decir la División que ocupará el futuro activo donde el proyecto esté terminado.
- ii) **Prefactibilidad (Ingeniería Conceptual):** Es la etapa de generación y selección de alternativas de proyectos. En Codelco, esta etapa la realiza el Gestor-Ejecutor, vale decir la Vicepresidencia de Proyectos (**VP**).
- iii) **Factibilidad (Ingeniería Básica):** Es la etapa de desarrollo de la alternativa seleccionada. En Codelco, esta etapa la realiza la **VP**.
- iv) **Ingeniería de detalle:** es la etapa que completa el diseño detallado del activo que se va a construir. En Codelco, esta etapa la realiza la **VP**.
- v) **Ejecución (Inversional):** es la etapa de construcción, montaje y puesta en marcha del nuevo activo, donde se busca capturar la promesa ofrecida privilegiando los aspectos plazo, costo, calidad y sustentabilidad. Esta etapa también la realiza la **VP**.
- vi) **Operación:** es la etapa en que el nuevo activo entra en producción, siendo operado de acuerdo con el diseño del proyecto. En Codelco esta etapa la realiza el cliente (**divisiones**).



Roles ciclo del proyecto

Como se mencionó anteriormente, el cliente de la VP son las divisiones. En que estas solicitan el desarrollo de un proyecto en base a la identificación de oportunidades. Los roles que intervienen en este macro ciclo son:

- i) **Dueño:** Lo desempeñan el Directorio de Codelco y el Presidente Ejecutivo, quienes deciden y aprueban.
- ii) **Gestor – Ejecutor:** Lo desempeña la VP, responsable de conceptualizar y realizar los proyectos con una visión integral.
- iii) **Cliente:** Lo desempeña la división o quien operará el activo cuando el proyecto esté terminado.
- iv) **Normativo – Contralor:** Lo desempeña la Gerencia Corporativa de Evaluación de Inversiones y Control de Proyectos (GCEI), quien recomienda normas y revisa que en los proyectos se cumpla lo establecido.

En lo que respecta al trabajo que realiza la dirección de innovación, esta responde a las solicitudes de la Gerencia Corporativa de Innovación, que busca que se realice innovación en las divisiones y en la VP. De esta manera el rol de la Dirección de Innovación cumpliendo sus objetivos es agregar valor a los proyectos realizados en la VP, para el cliente que son las divisiones.

3. Historia Gerencia Corporativa de Innovación

Se realiza una búsqueda en las resoluciones ejecutivas de la empresa, debiendo acá encontrarse cualquier creación o modificación de área mayor.

- El antecedente más antiguo data de 2002, en que la **Dirección de Investigación e Innovación Tecnológica**, para estar bajo la dependencia de la nueva Vicepresidencia Corporativa de Recursos Mineros y Desarrollo, bajo el nombre de **Gerencia Corporativa de Investigación e Innovación**.

- Luego en 2004, se crea la Gerencia Corporativa de Negocios Tecnológicos, bajo la dependencia de la Vicepresidencia de Corporativa de Recursos Mineros y Desarrollo. De esta manera se puede ver que hay distinción entre lo que es negocio tecnológico y lo que es investigación e innovación.
- En 2009, se elimina la Gerencia Corporativa de Negocios Tecnológicos, la Dirección de Negocios Tecnológicos, la Dirección de Proyectos de Transferencia Tecnológica, asumiendo sus responsabilidades la **Gerencia corporativa de Investigación y Desarrollo**. Se puede notar que aquí empieza a tomar peso la gerencia, en torno a administrar los procesos de innovación de Codelco.
- Luego en 2012, la Vicepresidencia de Desarrollo de la cual dependía la Gerencia de Innovación, pasa a denominarse **Vicepresidencia de Tecnología e Innovación**. Creando en paralelo la Vicepresidencia de desarrollo de negocio. Es en este punto cuando se otorga mayor protagonismo a la innovación, separándolo de la gerencia de desarrollo de negocio, lo que le permite mayor autonomía en procesos de innovación.
- A pesar de lo anterior, recién en 2014 se declara que la ahora **Gerencia de Tecnología e Innovación**, pasa a depender directamente de la Presidencia Ejecutiva. Esto muestra que pudo haber un problema de roles durante dos años, ya que luego de este tiempo se declara esta resolución.
- Luego de los avances en protagonismo e independencia que había tenido la **Gerencia de Innovación y Tecnología**, en 2015 esta deja de existir como tal, uniéndose a la Gerencia de Negocios, para crear la **Gerencia Corporativa de Negocios e Innovación**. Esto vuelve a quitarle protagonismo a la Gerencia de innovación, en la resolución, al igual que en la mayoría de las resoluciones se argumenta que el cambio fortalecerá el desarrollo de los negocios.

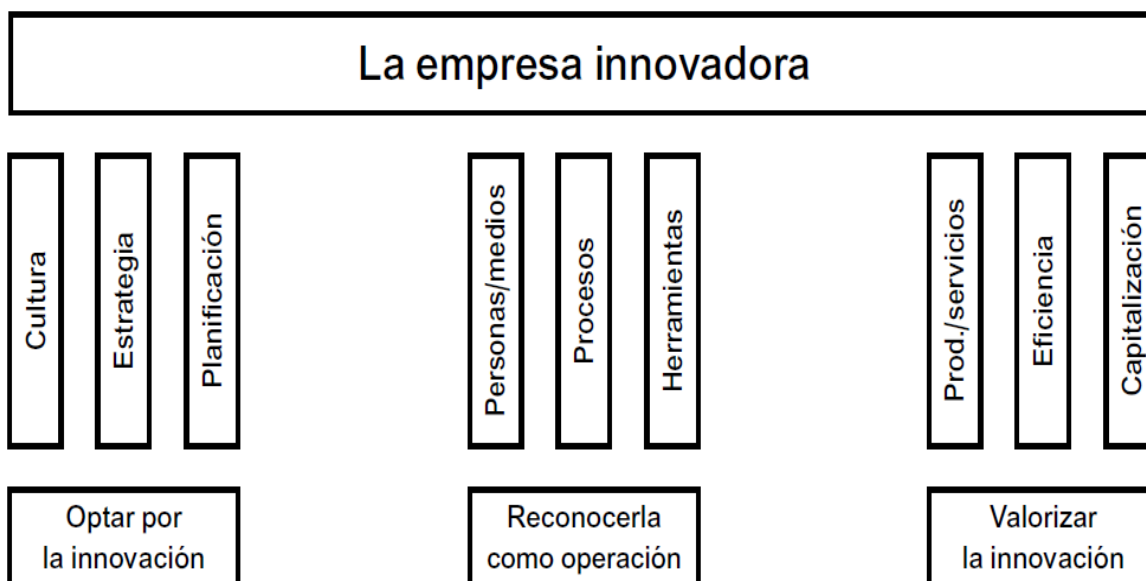
Sin embargo, en 2017 se vuelven a separar las gerencias que se unieron en 2015, eliminando la Gerencia Corporativa de Negocios e Innovación y su cargo correspondiente, dando lugar a la actual **Gerencia Corporativa de Innovación y Tecnología** bajo la dependencia de la Presidencia ejecutiva. Y se crea aparte la Gerencia de Negocios bajo la dependencia de la Vicepresidencia de Administración y Finanzas. Además, en esta resolución se da por primera vez un objetivo claro para la Gerencia de Innovación.

4. Modelos de innovación

COTEC: El modelo empresarial de innovación en sentido amplio

La fundación presenta un modelo que se basa en un marco general, qué se tiene que tener en cuenta para ser una empresa innovadora. De esta forma describe que empresa innovadora se debe sustentar en tres pilares como se puede ver en la ilustración 22. Estos son, Optar por la innovación, Reconocerla como operación y Valorizar la innovación.

El modelo empresarial de innovación en sentido amplio



Fuente: COTEC

Optar por la innovación

Cultura: Este pilar se basa en el primer paso que da una organización para poder ser innovadora, enfocándose en conocer y cambiar la cultura a una de innovación, esperando que toda la organización tenga un pensamiento innovador, que todos la vean como factible y entiendan su beneficio. Destacando que es importante proporcionar a todos los agentes participación en las problemáticas y soluciones, dedicándole tiempo a estas tareas.

Estrategia: La estrategia tiene que estar siempre alineada a los objetivos de la organización, además, definir en qué se quiere innovar y como quiere hacerlo, productos, servicios o procesos, practicas organizativas y comerciales que podrían ser foco de la innovación. Además, los modos de alcanzar la capacidad innovadora son parte de la estrategia, generación interna o externa de tecnología, alianzas tecnológicas, o colaboración con otras empresas de provisión de conocimiento o agentes de soporte de innovación, además de la compra de derechos.

Planificación: La generación de ideas se nutre, de la creatividad de las mismas personas, es importante que de partida se puedan identificar oportunidades, en las conversaciones con los clientes o en el desarrollo de los distintos procesos, con tal de poder luego tener ideas de mejora. Cuando se busca innovación tecnológica es importante también una vigilancia constante en las tecnologías clave para el negocio, con tal de aprovechar oportunidades

Reconocerla como operación

- **Procesos:** Se debe realizar el proceso de forma no lineal, no sólo incluyendo muchos inputs, sino que con fases de retroalimentación. Es necesario agrupar las actividades en 3 grupos, que suelen ser cíclicos y relacionarse entre sí. Estos son,

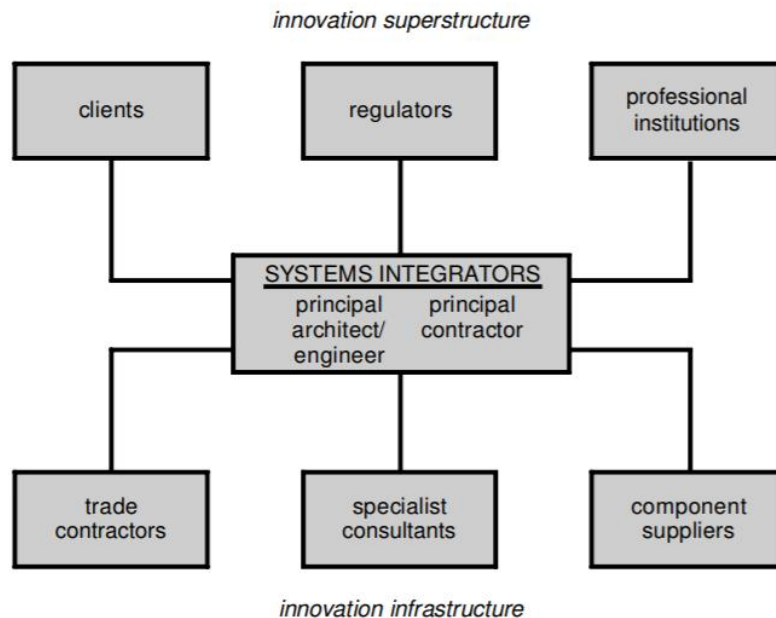
La generación y adquisición de nuevo conocimiento: este puede ser de fuente interna y externa; diseño y prueba: trata del desarrollo de la idea y la preparación para la implementación: consiste en lo que su nombre refiere.

- **Personas y medios:** Trata sobre tener las personas aptas para desarrollar la innovación en sus capacidades técnicas y espíritu innovador
- **Herramientas:** Estas herramientas las distingue en 5 objetivos amplios, la vigilancia interna y externa; la focalización; la capacitación; la implantación; y la mejora mediante el aprendizaje.

Gestión de innovación en construcción

Graham Winch publica en 1998 un artículo sobre la gestión de innovación en la construcción [25], en que hace hincapié en lo especial de la industria de construcción. El documento busca dar a comprender un *framework* para la gestión de innovación viendo el problema en dos direcciones, a nivel institucional y a nivel empresa. El primero derivado de un complejo sistema de la industria, el cual provee una alternativa a la producción en masa. El segundo trata dos conceptos dinámicos de innovación *top-down* adopción/implementación dinámica y el *bottom up*, problema de solución/aprendizaje.

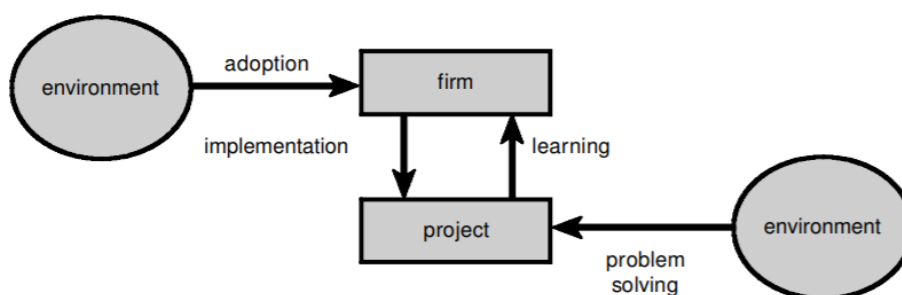
Se hace mención en el problema que hay entre los modelos de innovación típicos, que tratan sobre un público masivo, conocer a los clientes y el desarrollo de un producto, que es muy distinto al problema que hay en innovación en que muchas veces se debe involucrar proveedores y atención a la red de empresas del rubro. Winch se basa en un modelo similar a una cadena de suministros, poniendo atención a los distintos actores del sistema, como se puede ver en la ilustración.



Fuente Winch (1998)

Winch detalla que se debe identificar los distintos actores en la red y conocer sus distintos roles en el proceso de innovación. Esto permite el desarrollo genérico de un modelo de contexto estructural de gestión de la innovación en la construcción. En las industrias complejas, las nuevas ideas no surgen de I+D necesariamente, también surgen de afuera, copiando el entorno. Planteando la siguiente ilustración.

Gestionando la innovación en la construcción el autor se basa en la detección de 4 problemas centrales por Van de Ven (1986). La gestión de la atención, la gestión de ideas en buena currency, la gestión de relaciones part-whole y liderazgo institucional y el contexto de innovación.



Fuente Winch 1998

Sobre la gestión de la atención, hace mención en una base de que, si no se pone atención a incentivar una estructura de innovación, la innovación no ocurrirá, debido a que el humano tiene una capacidad limitada y tiende a resolver los problemas de la forma más inmediata. Menciona que una principal motivación para la estructura son las patentes, que te traen el beneficio del riesgo corrido.

En definitiva, una de las principales conclusiones del documento es que, en las industrias complejas, siendo la construcción una de ellas, para innovar es importante estar atento al entorno, principalmente a los suministradores, que pueden tener un rol clave en la innovación.

Sistemas de gestión de innovación

(Mir, Casadesús, & Petnji, 2016)

Standardized Innovation Management Systems (SIMSs) in alphabetical order by region.

Geographical scope	Year of publication	Standard
Brazil	2011	ABNT NBR 16501:2011 – Guidance for the research, development and Innovation (R&D&I) management system.
Colombia	2008	NTC 5801:2008 – R&D&I Management: Requirements of the R&D&I management system.
Denmark	2010	DS-hæfte 36:2010 – User oriented innovation management.
Europe	2013	CEN-TS 16555-1:2013 – Innovation management: Innovation management system.
France	2013	FD X50-271:2013 – Innovation management – Guide for innovation management implementation.
International	2018 forecasted	ISO 50501 – Innovation management system guidelines.
Ireland	2009	NWA 1:2009 – Guide to good practice in innovation and product development processes.
Mexico	2008	NMX-GT-003-IMNC-2008 – Technology management system – Requirements.
Portugal	2007	NP4457:2007 – R&D&I Management: Requirements of the R&D&I management system.
Russia	2010	GOST R 54147:2010 – Strategic and innovation management. Terms and definitions.
Spain	2006	UNE 166002:2006 – R&D&I Management: Requirements of the R&D&I management system. (New version available in 2014)
United Kingdom	2008	BS 7000-1:2008 – Design management systems – Part 1: Guide to managing innovation.