



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

REQUISITOS PARA LA REMOTIZACIÓN EN CODELCO

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

DAVID ENRIQUE GUZMÁN VALDIVIA

PROFESOR GUÍA:
IVÁN BRAGA CALDERÓN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
MANUEL ROJAS VALENZUELA
GERARDO DIAZ RODENAS

SANTIAGO DE CHILE
2017

RESUMEN

En el año 2015, Codelco se inició el piloto de operación remota de la División Ministro Hales desde el Centro de Colaboración Remoto ubicado en las oficinas de Kairos en Santiago, alejado a más de 1.500 kms de distancia, incluyendo la operación remota de la Planta Concentradora, Tostador y Mina Rajo.

El piloto trae consigo distintas problemáticas a evaluar, las cuales no se logran observar en una operación local, no se identifican o incluso no es posible determinar. Las problemáticas principales que se detectan en principio son variadas y cada una de ellas puede ser desarrollada como un tema en particular y son las siguientes: beneficios económicos, estructura organizacional (para el soporte y operación), servicios de mantenimiento asociados y capacidades exigidas a la plataforma tecnológica (telecomunicaciones y automatización).

Este trabajo se centrará en determinar las capacidades exigidas a la plataforma tecnológica y su relación con el modelo de negocios de soporte tecnológico, desde el punto de vista de la Gerencia de Tecnologías de Información, Comunicaciones y Automatización (GTICA) de Codelco, unidad interna encargada de la gestión y prestación de los servicios.

Se presenta un análisis del estado del arte, para luego revisar el proceso declarativo de la empresa (revisión de la misión y objetivos estratégicos) de acuerdo a las condiciones del entorno interno. Se realiza una descripción de los procesos productivos de la División Ministro Hales y determinación de las tecnologías habilitantes, relacionándolas con la organización para el soporte, identificando estándares y brechas. Posteriormente, se desarrolla el modelo de negocio actual de acuerdo a la metodología CANVAS.

Por último, se presenta un modelo de negocio mejorado y una propuesta de servicios críticos para ser agregados al catálogo GTICA (según metodología ITIL). El modelo de negocios mejorado se sustenta en una propuesta de valor que busca la alineación con la estrategia de la compañía, a través de la estandarización, optimización de activos y servicios que facilite el intercambio de buenas prácticas evitando la obsolescencia tecnológica de los sistemas.

Finalmente, las conclusiones presentadas en esta tesis dependerán de la estrategia de la compañía y los lineamientos que dicte su Directorio y Presidencia Ejecutiva para ser ejecutando principalmente por las áreas de innovación, tecnologías y de procesos productivos.

Palabras Clave: Codelco, remotización, tecnologías, GTICA, CANVAS, ITIL.

DEDICATORIA.
A mi familia.

Agradecimientos

Agradezco a Codelco Chile División El Teniente y a la Gerencia de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Robótica, al primero por el apoyo financiero y al segundo por el la información y facilidades para realizar este trabajo.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivo	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2. Alcance	3
1.3. Metodología	3
2. Estado del Arte	5
2.1. Estado del Arte	5
2.1.1. Experiencia Internacional en Minería, Rio Tinto.	7
2.1.2. Experiencia Nacional en Minería, Codelco.	7
3. Análisis del Modelo de Negocios de Codelco	8
3.1. Revisión del Proceso Declarativo de Codelco	9
3.1.1. Misión	9
3.1.2. Objetivos Estratégicos	9
3.2. Caso de análisis: Base Modelo de Negocios	10
4. Procesos y Tecnologías	13
4.1. Procesos Mineros	13
4.1.1. Mina	13
4.1.2. Planta	14
4.1.3. Refinería	15
4.2. Tecnologías	15
4.2.1. Programa de automatización de plantas concentradoras - Kairos	15
4.2.2. Circuito cerrado de televisión	16
4.2.3. Red Administrativa General (RAG) y Red Integrada de Supervisión y Control (RISC)	17
4.2.4. Red de área extendida (WAN)	17
4.2.5. Otros servicios	17
4.2.6. Resumen Procesos y Tecnologías	18
5. Soporte de Tecnologías	19

5.1.	Determinación de tecnologías habilitantes	19
5.1.1.	Sistemas de Seguridad Crítica, ver tabla:5.1	19
5.1.1.1.	Sistemas de control y monitoreo	19
5.1.1.2.	Sistema de radiocomunicaciones	21
5.1.2.	Sistemas de Negocio Crítico, ver tabla:5.1	22
5.1.2.1.	Redes	22
5.1.3.	Organización del soporte	22
5.2.	Identificación de estándares en la industria	23
5.3.	Identificación de mejores prácticas de mantenimiento y diseño de soluciones tecnológicas	24
5.4.	Requerimientos no posibles de alcanzar con tecnología habilitante	25
6.	Organización para la Operación y Soporte Remota	26
6.1.	Dependencia de la Organización Divisional	27
6.1.1.	Organización para la Operación	27
6.1.2.	Organización para el Soporte	27
6.2.	Competencia de las personas y recursos humanos	28
6.2.1.	Levantamiento de Necesidades y Niveles de Servicio	28
7.	Modelo de Negocios	32
7.1.	Proceso Declarativo	33
7.2.	Análisis Modelo de Negocios Canvas	33
7.2.1.	Segmentos de Mercado	33
7.2.2.	Propuesta de Valor	33
7.2.3.	Canales de Distribución	34
7.2.4.	Relación con el Cliente	34
7.2.5.	Fuentes de Ingreso	34
7.2.6.	Recursos Clave	34
7.2.7.	Actividades Clave	35
7.2.8.	Sociedades Clave	35
7.2.9.	Estructura de Costos	35
7.3.	Brechas de caso base para operación remota	37
7.4.	Modelo de Negocios Mejorado	37
7.5.	Propuesta catálogo de servicios TICA	38
8.	Discusión y Conclusiones	42
A.	Anexo A: Red de Transporte mejorada COR	45
B.	Anexo B: Definiciones	48
B.1.	Definiciones	48
B.1.1.	Clasificación por forma de operar	49
B.1.1.1.	Operador	49
B.1.1.2.	Control remoto:	49

B.1.1.3.	Teleoperación:	49
B.1.1.4.	Sistemas automático y semi-automático	49
B.1.1.5.	Sistemas autónomo	50
B.1.1.6.	Resumen por tipo de control remoto	51
B.1.2.	Centros de Control, Integración y Operaciones	52
B.1.2.1.	Sala de Control	52
B.1.2.2.	Sala de Operación	52
B.1.2.3.	Centro Integrado de Operaciones	52
B.1.2.4.	Centro de Operaciones	53

Bibliografía	54
---------------------	-----------

Índice de Tablas

5.1. Tipos de sistemas críticos [1].	20
5.2. Estándares.	23
6.1. Niveles de Servicio, Fuente: Catálogo de Servicios GTICAR.	30
6.2. Niveles de Servicio, Fuente: Catálogo de Servicios GTICAR.	30
7.1. Servicios a agregar en Catálogo de Servicios GTICAR.	40
7.2. Catálogo de Servicios TICA 2017, fuente: Información Interna Codelco.	41

Índice de Ilustraciones

4.1. Procesos División Ministro Hales (Fuente: Presentación GTICAR).	14
4.2. Concentradora División Ministro Hales (Fuente: Presentación GTICAR).	14
4.3. Tostación DMH y Refinería Distrital (Fuente: Presentación GTICAR).	15
5.1. Red de radio trunking Distrito Norte (Fuente: Presentación Interna).	21
6.1. Organización para la Operación COR DMH.	27
6.2. Organización Operación Remota	28
6.3. Organización para el Soporte GTICAR.	31
7.1. Lienzo Canvas.	36
A.1. Solución de Red Honeywell (Fuente: Dirección de Proyectos de Infraestructura GTICA).	46
B.1. Comparación de sistemas de control	51

Capítulo 1

Introducción

En un escenario mundial actual, con el precio del cobre bordeando los costos de producción, yacimientos envejecidos con leyes cada vez más bajas, procesos de extracción cada vez más complejos, distancia de transporte de mineral en aumento, disminución de la productividad en yacimientos mineros [2], recambio generacional del personal, nuevos y más exigentes estándares de bienestar social-seguridad y salud ocupacional (sean impuestos por el cada vez más competitivo negocio minero o por los sindicatos de trabajadores), comunidades cada vez más informadas e involucradas con el medio ambiente y las operaciones mineras con las que conviven, todos estos factores combinados requieren de nuevas formas de administrar, supervisar y operar el negocio minero.

Dichos factores, han incentivado a las compañías mineras a incorporar tecnologías e innovación en sus procesos, principalmente para mejorar la productividad.

En algunos casos la tecnología ha permitido alejar a los trabajadores de las faenas mineras, mejorando la seguridad en sus faenas, junto con replantear como funciona la minería con el objetivo de ser más productivos. A nivel internacional, el mayor esfuerzo de implementación de tecnologías ha permitido la remotización de procesos y operaciones, ha sido realizado en Australia por la compañía minera Rio Tinto [3]. En Chile, Codelco ha avanzado en este ámbito, con la remotización de la Planta Concentradora de la División Ministro Hales, para la cual se concentrará este trabajo.

Ministro Hales ubicada a 5 km al norte de la ciudad de Calama, nace como un proyecto estructural de Codelco [4] y hoy se presenta como la División más productiva de Codelco y se ha caracterizado por destacar en aspectos como presencia femenina de un 13% e incorporación de profesionales jóvenes [5], inaugurada formalmente en enero del año 2016, desde el año 2015 viene desarrollando un piloto de operación remota de la Planta Concentradora, Tostación y Mina ejecutado a través del programa Kairos en sus oficinas en Santiago, distante 1.535 km de Calama.

Dicho piloto nace como respuesta a los desafíos estratégicos: disminución del precio del cobre, reducción de la ley del mineral y sustentabilidad (restricciones de recursos hídricos); pero también, como respuesta a desafíos operacionales: necesidad de mejorar la eficiencia y productividad de las operaciones y la necesidad de mejorar la continuidad operacional.

En el Centro de Soporte Kairos, ubicado en Santiago y conectado a través de la red de datos de Codelco a los sistemas y aplicaciones de las plantas, provee servicios de soporte centralizado por especialistas en: metalurgia, sistemas de control, aplicaciones de control avanzado, redes y sistemas de información.

En este contexto, este trabajo de tesis se enfoca en la Remotización de Operaciones impulsada por Codelco, específicamente en su División Ministro Hales.

1.1. Objetivo

1.1.1. Objetivo General

Realizar una propuesta empírica de la implementación de TICS y automatización en la operación remota de procesos, a fin de generar la línea base para proyectos similares en otras divisiones de Codelco.

Además se presentará el modelo de negocios de la Gerencia TI de Codelco para los contratos de servicio que entregan el soporte de operación remota en relación a: la definición de las tecnologías habilitantes para lograr disponer de servicios remotos desde las faenas, requerimientos técnicos de diseño y de recursos humanos y modelo de negocios desde el punto de vista de mantenibilidad, estructura organizacional y dependencia de los procesos de terreno.

1.1.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos serán los siguientes:

1. Caso Base:

Revisión de contratos de servicios actuales en relación a los siguientes alcances:

- SLA y el impacto que tiene la indisponibilidad del servicio en la operación remota.
- Lugar de prestación del servicio (División)
- Turno
- etc.

2. Caso Mejorado:

Considerando que hoy la infraestructura donde se aloja la operación remota en Santiago pertenece a Kairos, con quién Codelco mantiene una relación contractual a través de un contrato de Servicios, se evaluarán los contratos adicionales, considerando que en el mediano plazo se continúa operando de la misma forma.

- Propuesta de recomendaciones técnicas sobre la operación de los servicios TICAR
- Propuesta de SLA de las plataformas TICAR de acuerdo a mejores prácticas de la industria.
- Desarrollar un listado de servicios para recomendar ser agregados al Catálogo de Servicio TICAR de Codelco.
- Modelo de negocios de mantenimiento

3. Estándar de recomendaciones técnicas TICAR.

1.2. Alcance

El alcance de esta tesis se centrará en la determinación de requerimientos tecnológicos (SLA) y modelo de negocios (indicando beneficios económicos si existiesen) que permitan evaluar con mayor claridad el valor de un proyecto de operación remota, tomando como caso la remozación de los procesos de automatización de la planta Concentradora de la División Ministro Hales, mencionando pero no ahondando en aspectos de sustentabilidad, recursos humanos y desarrollo de terceros que las implementaciones de este tipo podrían traer consigo, lo anterior para hacerlo extensible en futuras implementaciones en otras faenas. Este trabajo tendrá validez siempre y cuando no sean descartadas estas iniciativas de innovación como política de la compañía.

1.3. Metodología

La metodología de trabajo abordará el análisis del material bibliográfico para primeramente describir/definir y desarrollar los siguientes puntos:

1. Estado del arte.

El estado del arte, se analizará con búsqueda bibliográfica, principalmente en relación a los avances e implementaciones que han realizado empresas mineras como Rio Tinto en Australia [3] y la experiencia de Codelco en sus distintas Divisiones.

2. Procesos y tecnologías.

Se indicarán los procesos productivos de la División Ministro Hales (DMH) de Codelco

y las tecnologías habilitantes en su operación remota y su relación con los contratos de servicios. s.

3. **Modelo de negocios.**

Revisión de la estrategia de Codelco en relación a la remotización de operaciones utilizando la metodología del descrita en "Modelo de diseño y ejecución de estrategias de negocios" del año 2002 del profesor Enrique Jofré Rojas [6], se realizará un análisis de Proceso Declarativo que consiste en:

- **Proceso Declarativo**

Corresponde a la instancia en la cual, de manera formal o informal, los responsables, ejecutores o líderes expresan las aspiraciones de la organización.

4. **Catalogo de Servicios.**

Derivado del trabajo de entrevistas (usuarios finales y técnicos especialistas), revisión de información interna y de contratos se trabajará en el catálogo de servicios según lo descrito en "Defining IT Success Through The Service Catalog", basado en metodología ITIL (Information Technology Infrastructure Library):

- (a) Levantamiento de SLA de servicios TICAR existentes
- (b) Análisis de contratos del caso base: duración, alcances, SLA, administración centralizada o local, etc.
- (c) Recomendaciones de mejora/integración o generación de nuevos contratos, identificando costos asociados (para el caso de nuevos o cambio de alcance de contratos)
- (d) Modelo de negocios de caso mejorado para los contratos de mantenimiento, indicando si existen beneficios económicos.

Capítulo 2

Estado del Arte

2.1. Estado del Arte

El estado del arte se analizan avances en otros sectores industriales para realizar una reflexión sobre como éstos han generado un cambio de paradigma en uso de TIC (Tecnologías de la Información), esto en comparación el uso tradicional en el sector minero.

Distintas industrias, dado las facilidades que brindan las tecnologías de la información y comunicaciones, han implementado procesos que las utilizan en distintas forma para remotizar sus operaciones o tareas, a continuación se lista una distribución de las industrias (según clasificación del Servicio de Impuestos Internos) que remotizan procesos:

- **Suministro de Electricidad, Gas y Agua:**
Centros de control y distribución de energía eléctrica en el mundo hacen uso de de salas de control remoto. Por ejemplo en Santiago de Chile se encuentran el Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central (CDEC-SIC) y el Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado del Norte Grande (CDEC-SING), ambos centros han dispuesto que sus coordinados se conecten a sus centros ubicados en Santiago, utilizando redes de comunicaciones que disponen las compañías de telecomunicaciones a nivel nacional.
- **Comercio al Por Mayor y Menor:**
En el mundo el comercio se ha transformado en electrónico, donde todo está disponible en línea. Este caso se menciona dado el uso que se realiza de las TIC y como la logística a nivel mundial ha ayudado a fomentar este tipo de comercio, como por ejemplo: Amazon, Ebay, Allibaba.
- **Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones**

En relación al transporte la existencia de Centros de Control de Tráfico (TCC por sus siglas en inglés Traffic Control Center) donde se monitorea el estado de carreteras o vías férreas existentes en todo el mundo, integrado en la mayoría de los casos con servicios de seguridad pública y emergencias.

- Adm. Pública y Defensa; Planes de Seg. Social, Afiliación Obligatoria
En relación a Defensa, Seguridad Pública y Emergencias, en Carabineros de Chile se cuenta con Centros de Comunicaciones (CENCO) centralizados desde donde coordinan sus operativos y se reciben las emergencias.
La Oficina Nacional de Emergencia - ONEMI, posee un Centro Nacional de Alerta Temprana encargada del monitoreo constante, en tiempo real, en el territorio nacional.
- Servicios Sociales y de Salud
La tecnología hoy a permitido en el ámbito de la Salud la Operación a larga distancia, donde cirujanos toman el control remoto de un robot quirúrgico, esto ha permitido acceder a expertos de otros lugares del mundo, obviando que hoy todavía existen algunas barreras éticas y regulatorias en los países.
- Explotación de Minas y Canteras
Por último, donde hoy se concentra el mayor uso de tecnologías para la operación remota es en la explotación de minas

La experiencia internacional se centra principalmente en operaciones mineras localizadas en Australia:

- Centro de Operaciones de Rio Tinto en Perth para operación remota Pilbara, grupo de 15 minas de hierro.
- Centro Integrado de Operaciones Remota (Integrated Remote Operations Centre - IROC) de BHP, ubicado en Brisbane para la operación de minas de carbón.

Experiencia nacional liderada principalmente por Codelco:

- Telecomando de Martillos de mina Esmeralda en División El Teniente
- Operación semi-autónoma de LHD de mina Pipa Norte en División El Teniente
- Centro de Operaciones de División El Teniente
- Centro Integrado de Operaciones de División Andina

En Anexo:B se explican los diferentes conceptos, para tener un uso común de éstos.

2.1.1. Experiencia Internacional en Minería, Rio Tinto.

Como parte de su concepto “Mine of The Future TM”, Rio Tinto en un anuncio de prensa del año 2010 [3] anuncia su Centro de Operaciones. Este centro, cuenta con un alto grado de uso tecnología y se ubica en Perth en el oeste de Australia a 1.500 km de distancia de las operaciones de Pilbara. Pilbara [7], es una red integrada de operaciones de 15 minas de hierro, cuatro terminales portuarias independientes, una red ferroviaria de 1.500 km y sus correspondientes infraestructuras, en dichas operaciones, la minera ha introducido tecnologías de última generación para ofrecer una mayor eficiencia, menores costos de producción y mejorar la salud, seguridad y medio ambiente.

2.1.2. Experiencia Nacional en Minería, Codelco.

Como se mencionó en 2.1, Codelco ha tenido a la fecha ya varios acercamientos hacia la remotización de sus operaciones, monitoreo a distancia y salas de control alejadas de los procesos productivos, en este contexto se nombrarán las principales iniciativas, excluyendo aquellas salas de control ubicadas en faenas:

- Sala CIO de División Andina, ubicado en la ciudad de los Andes.
- Centro de Operaciones Mina (COM), ubicado en Saladillo para operar la mina Subterránea de División Andina.
- Sala de Telecomandos al interior de la Mina El Teniente.
- Sala de Control de LHD Semiautomáticas a 13 km de distancia (en superficie) de la Mina Subterránea de El Teniente.
- Despacho de Trenes Teniente 8, en la Mina El Teniente.
- Centro Integrado de Operaciones ubicado en Rancagua de División El Teniente.
- Sala CIO de División Ministro Hales, ubicada en el barrio cívico de la División.
- COR de División Ministro Hales, ubicado en Santiago.

Capítulo 3

Análisis del Modelo de Negocios de Codelco

En relación a la remotización de procesos se realizará el análisis del modelo de negocios según la metodología descrita por Enrique Jofré Rojas en [6].

- **Proceso Declarativo**

Se revisará la Misión, Visión y Objetivos Estratégicos de la compañía, como estas declaraciones fomentan o imponen el uso de la tecnología y la innovación.

En comparación con la estrategia adoptada por Rio Tinto, esta compañía define y patenta el concepto de Mina del Futuro ("Mine of The Future TM"), definiendo cuatro pilares tecnológicos en relación con los Centros de Operación Remoto y los Sistemas Autónomos que soportan: transporte de camiones en mina, perforación y trenes para largas distancias, la descripción de cada uno estos términos está disponible en la publicación en línea "Mine of the Future" [8]. En la Memoria Anual de Rio Tinto del año 2010 [9] (pág. 19), se listan 5 impulsores estratégicos los que apoyan la definición de su estrategia para alcanzar su visión de empresa:

- Excelencia financiera y operativa
- Licencia para operar
- Crecimiento
- Globalizar el negocio
- **Tecnología e innovación**

En [9] pág. 20, se detalla lo referente a Tecnología e Innovación, a continuación la traducción del texto:

"Las tecnologías innovadoras conducirán a mejoras dramáticas en nuestro negocio operativo y en la forma en que desarrollamos nuevas minas. Estas tecnologías también nos pueden poner delante de la competencia. Un ejemplo de esto es el programa de Mine of the Future de Rio Tinto, que creemos proporcionará una mayor eficiencia en términos de producción y cos-

tos, así como un ambiente de trabajo más seguro con menor impacto en el medio ambiente. Mine of the Future implica alianzas de colaboración con universidades líderes y productores de equipos para expandir el potencial de automatización y operaciones remotas."

3.1. Revisión del Proceso Declarativo de Codelco

Codelco agrupa a todas sus Divisiones en una única empresa y define su Misión y Objetivos Estratégicos para toda la compañía.

Por otra parte, la Gerencia de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Robótica (GTICAR) depende de la Vicepresidencia de Finanzas, si bien, la GTICAR presta un importante rol de continuidad operacional e innovación tecnológica es la Gerencia de Innovación la llamada a cumplir esta última función rol junto con la filial Codelco Tech [10], siendo en la mayoría de los casos la GTICAR quién entregué la continuidad operacional a aquellas soluciones que puedan ser atendidas dentro de su catálogo de servicios.

3.1.1. Misión

La misión de Codelco declarada el año 2016 es "Desplegar en forma responsable y con excelencia toda nuestra capacidad de negocios mineros, relacionados en Chile y el mundo, con el propósito de maximizar en el largo plazo el valor económico y el aporte de Codelco al Estado. Codelco realiza esta misión, enfatizando una organización de alto desempeño, la participación, la innovación, la sustentabilidad y el permanente desarrollo de las personas."

Es posible identificar que como impulsor estratégico se encuentra la innovación quedando implícito el uso de tecnología, en su proceso declarativo Codelco no es tan enfático como Rio Tinto, en relación al uso de tecnologías en sus procesos, si no que su espectro de innovación es más amplio.

3.1.2. Objetivos Estratégicos

Desde el punto de vista estratégico, no existe una visión ni definición común Corporativa de: cuales son los procesos a remotizar y cómo evaluar los resultados del proceso de remotización, aunque todos los avances han aportado a ir alcanzando una visión unificada, además de la experiencia que se ha alcanzado al interior de la organización con la realización de las distintas iniciativas. Hoy, empujado por el programa de remotización de plantas concentradoras, se está creando una visión unificada que está permitiendo estandarizar este tipo de soluciones.

Los pilares estratégicos de Codelco declarados en la Memoria Anual del año 2016 son:

- Ser una de las **empresas mineras más competitivas**.
- Buscar la transparencia, la probidad y las buenas prácticas.
- **Innovar en el negocio**.
- Aspirar a una minería respetuosa con el entorno y con sentido de comunidad.
- Incorporar talentos, visiones y habilidades femeninas al rubro minero.

Al revisar los objetivos estratégicos de Codelco, la presencia de la tecnología y la innovación, se explicitan al indicar ser una empresa minera más competitiva e innovar en el negocio minero. Lo anterior se interpreta como la introducción de tecnología e innovación en los procesos que se desarrollan actualmente para mejorarlos, cambiarlos y/o optimizarlos o incluso la inclusión de nuevos procesos dependientes de tecnología e innovación.

A diferencia de Rio Tinto, Codelco no declara explícitamente la inclusión de las TI para alcanzar su objetivo de innovación, pero a lo largo de la Memoria Anual 2016, se realiza un resumen de todas las iniciativas que se han conseguido a la fecha, como lo son: la operación remota y tele-operación de maquinarias.

3.2. Caso de análisis: Base Modelo de Negocios

El Modelo de Negocios, según lo descrito por Enrique Jofré en [6], tiene que ver con: "la forma de organizar la empresa para satisfacer adecuadamente la promesa efectuada a los clientes en el diseño de la estrategia".

Según el Plan Maestro de Sustentabilidad de Codelco [10], éste tiene seis ejes:

1. **Seguridad y Salud Ocupacional**
Contar con una cultura profunda en términos seguridad y salud ocupacional,
2. **Medio Ambiente**
Elevar los estándares para el cuidado del medio ambiente,
3. **Comunidades y Territorio**
Potenciar las relaciones confiables, transparentes y de largo plazo con las comunidades en los territorios en que operamos, con una meta de cero incidentes comunitarios a 2020;
4. **Negocio y Gobierno Corporativo**
Fortalecer el gobierno corporativo y maximizar el valor de los recursos mineros, asegurando los costos C1 promedio en el segundo cuartil a 2020,
5. **Personas**
Gestionar una organización con personas capaces de adaptarse a los desafíos de la industria y comprometidas con la sustentabilidad del negocio; y

6. Innovación Estratégica

Fomentar la innovación estratégica para crear valor económico, medioambiental y social a partir del conocimiento.

Dichos pilares tienen directa relación con los stakeholders a quienes está dirigida la promesa de valor

1. Trabajadores (personas)
2. Comunidades y Proveedores
3. Directorio (todos los chilenos)

En relación al Negocio y Gobierno Corporativo, para la División Ministro Hales, las promesas de valor asociadas a costos tienen relación con productividad de las personas y rendimientos de equipos, según los siguientes conceptos:

- Uso intensivo de tecnologías de control automático, automatización y operación remota.
- Gestión en red en relación a la conectividad, que implicará una nueva forma de operar.
- Gestión operacional altamente productiva, con un mínimo de personas en faena.
- Operación centralizada, integrada y automatizada.
- Personal comprometido, motivado, con destrezas de colaboración e integración y con la adecuada formación y calificación.
- Roles y responsabilidades claramente definidos para asegurar el uso de las mejores prácticas operacionales
- Uso de las mejores metodologías para gestionar las operacionales, en base a la aplicación de enfoque de gestión de procesos tecnológicamente probados y de última generación.
- Operación flexible centrada en la confiabilidad, con monitoreo de condiciones y análisis de tendencia en línea.

Los capítulos siguientes abordarán los puntos anteriores, entregando antecedentes de cómo se ha realizado la implementación de la operación retoma en Ministro Hales, para finalmente en el Capítulo 7, indicar el modelo de negocios desde el punto de vista de soporte tecnológico, adaptándose a la metodología Canvas [11] con dos objetivos previamente definidos:

- Necesidad de mejorar la eficiencia y la productividad de las operaciones.
- Necesidad de mejorar la continuidad operacional.

Lo anterior desde el punto de vista de la Gerencia de Tecnologías, Información, Comunicaciones y Robótica (GTICAR) de Codelco como el prestador de servicios y la División Ministro Hales (DMH) como el cliente.

La Innovación Estratégica es el principal eje de sustentabilidad que influye en esta tesis, dado que con esta nueva forma de operar se persigue crear un mayor valor:

- **Económico**, a partir del conocimiento y la innovación, uso de tecnologías y el fomento de nuevas prácticas (automatización y operación remota), motivo de análisis de la tesis, el cómo las tecnologías y los modelos de soporten apoyan esta creación de valor.
- **Social**, creando nuevos estándares de operarios, mantenedores y empresas de soporte, capaces de enfrentar nuevos de desafíos, rompiendo paradigmas de operación.

Capítulo 4

Procesos y Tecnologías

Este capítulo se indicarán los procesos productivos de la División Ministro Hales de Codelco y las tecnologías involucradas en su operación remota. Dichas tecnologías se analizarán más adelante desde el punto de vista de habilitantes para la operación remota.

División Ministro Hales es una mina rajo abierto, está ubicada a 5 kilómetros al norte de Calama a 2.600 metros de altura, es la División más joven de Codelco, comenzó sus operaciones en el año 2010 y produce calcina de cobre, concentrado de cobre y plata [12].

4.1. Procesos Mineros

La Figura: 4.1 muestra los procesos de DMH que se describirán en esta sección y son los siguientes: Mina, Planta y Refinería.

4.1.1. Mina

La mina de Ministro Hales está ubicada a 5 km al norte de Calama, 6km al sur de Chuquicamata y a 1.535 km al norte de Santiago.

El yacimiento es un pórfido cuprífero con sobre imposición de brechas hidrotermales que contienen Cu-Ag (cobre - plata) y As (arsénico) como impureza. Las brechas predominan en la parte superior del depósito, mientras que el pórfido domina en profundidad. Los recursos globales del depósito se estiman en: 1.059 Mt @ 0,95 %Cu y reservas en rajo de 289 Mton@0.96 % Cu.

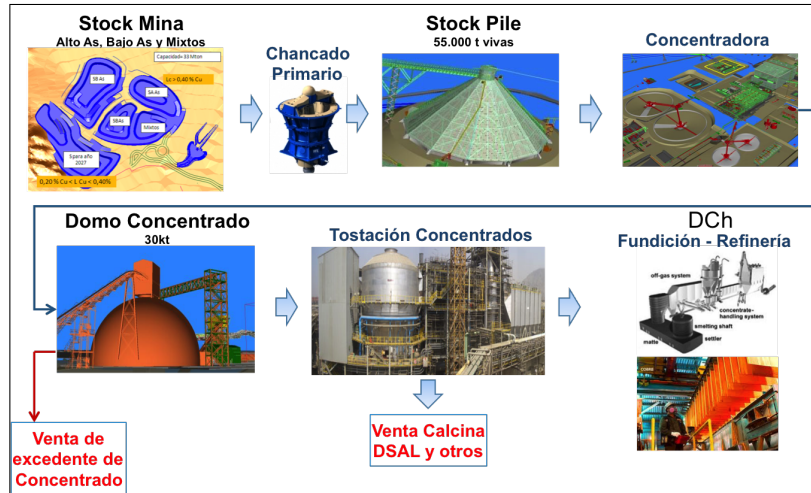


Figura 4.1: Procesos División Ministro Hales (Fuente: Presentación GTICAR).

4.1.2. Planta

La Planta de la División Ministro Hales se divide en tres áreas principales:

- **Chancador Primario**

En esta area se encuentra el chancador primario, la correa overland y el stockpile de 50.000 toneladas vivas.

- **Concentradora**

La concentradora (Figura: 4.2) cuenta con un molino SAG, dos molinos de bolas, las celdas de flotación, los espesadores de relave, los espesadores de concentrado y la planta de filtro.

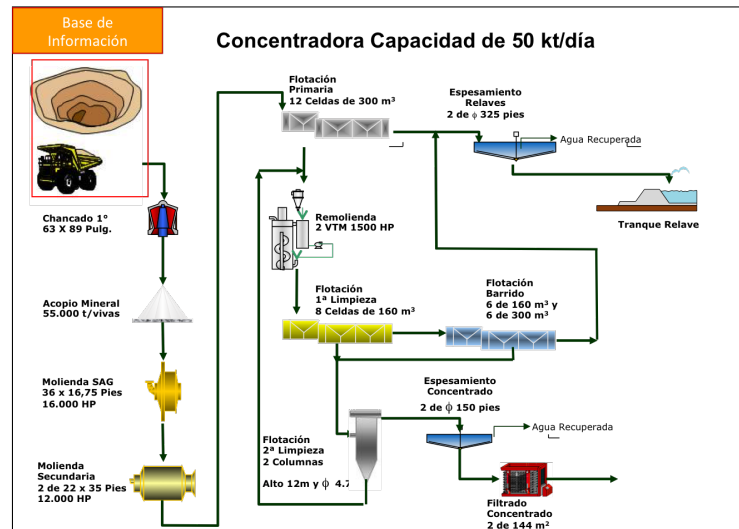


Figura 4.2: Concentradora División Ministro Hales (Fuente: Presentación GTICAR).

- **Tostación**

La otra área es el complejo de tostación (ver Figura:4.3), que lo componen el domo de concentrado (donde se almacena el producto de la concentradora), el tostador, los precipitadores electrostáticos (situados a la salida del tostador) y la planta de ácido.

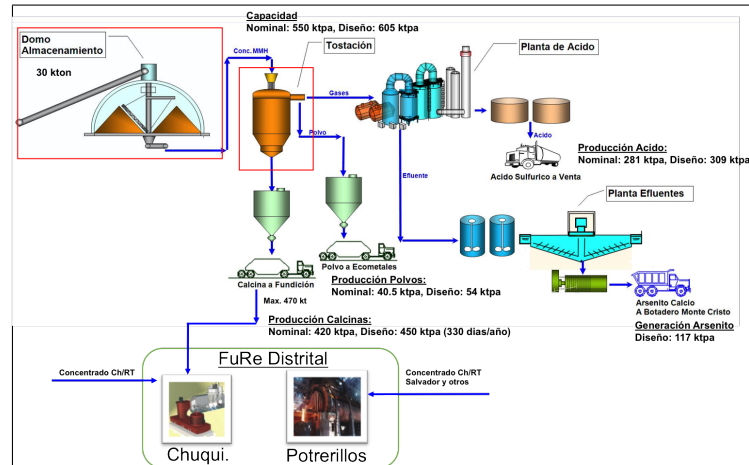


Figura 4.3: Tostación DMH y Refinería Distrital (Fuente: Presentación GTICAR).

El chancador primario es de 60" x 89", marca ThyssenKrupp, mientras que el molino SAG, de 36", es de FLSmidth, y está equipado con un motor ABB. Los harneros son marca Ludowici, las celdas de flotación primaria, de 260 m³, son Outotec, los molinos de remolienda son de Metso y las celdas de flotación de primera limpieza y de segunda limpieza son de esta misma empresa, al igual que los espesadores de concentrado. Los espesadores de relave, en tanto, son de Delkor. En el complejo de tostación la mayoría del equipamiento es de Outotec.

4.1.3. Refinería

Perteneciente a la División Chuquicamata (ver Figura:4.3), recibe los concentrados de Ministro Hales en un horno flash adecuado para el procesamiento de la calcina producida por la planta de espesadores de concentrado y la planta de filtros de Ministro Hales.

4.2. Tecnologías

4.2.1. Programa de automatización de plantas concentradoras - Kairos

A través del programa Kairos, Honeywell ha implantado diferentes tecnologías de Control Avanzado de Procesos (Advanced Process Control - APC) para la automatización de Plantas

Concentradoras, con las siguientes tecnologías:

- **Control Multivariable**, patentado por Honeywell como Robust Multivariable Predictive Control Technology (RMPCT), y
- **Control Profit**, basado en RMPCT, es un control multivariable y una aplicación de optimización para procesos industriales complejos y altamente interactivos.

Además Honeywell tiene una alianza con la empresa SKF [13]. Las unidades de monitorización IMx-T del sistema SKF Multilog envían mediciones globales directamente al sistema de control de Honeywell, y datos complejos sobre vibración a la plataforma SKF @ptitude Monitoring Suite. El software SKF @ptitude Decision Support envía informes de resolución de fallos y notificaciones de usuario por correo electrónico o SMS. SKF programó las alarmas del sistema DCS (Sistema de Control Digital) para que fueran compatibles con la configuración de la SKF @ptitude Monitoring Suite, permitiendo así que todo el personal de mantenimiento y operaciones reciba la información diagnóstica.

En el COR se dispone de:

- Monitoreo de Condiciones (SKF)
- Despacho Mina.
- Video en tiempo real (4.2.2).
- Control de procesos
- Telefonía
- Radio Trunking

Dichas tecnologías, están presentes en la Planta Concentradora de DMH (4.1.2).

4.2.2. Circuito cerrado de televisión

El circuito cerrado de televisión CCTV (por sus siglas en inglés Closed Circuit Television) es utilizado para supervisar las áreas remotas y/o críticas de faenas y a la vez, es visualizado tanto localmente en la sala CIO de DMH como en el COR en Santiago y entrega imágenes en línea de diferentes sectores de los procesos descritos en la sección 4.1.

Se destaca que para la operación remota, el sistema CCTV es el principal consumidor de ancho de banda de la red de datos que transporta la información desde faena a Santiago.

4.2.3. Red Administrativa General (RAG) y Red Integrada de Supervisión y Control (RISC)

La RAG y la RISC son utilizadas para:

- **RAG:**
Red utilizada para el transporte de información administrativa: telefonía IP, correo electrónico, SAP, video conferencia, entre otros.
Es la red de datos interna de Codelco (al interior de las Divisiones), con backbones de alta velocidad y redundantes para prestar servicios de transporte de manera transparente tanto a servicios administrativos como de procesos, soportados principalmente por tendidos en anillos de fibra óptica y equipamiento en su mayoría marca CISCO.
- **RISC:**
Red de procesos que opera internamente en faenas, su interconexión con la red RAG requiere el cumplimiento de estrictas normativas de seguridad para impedir ataques o mal funcionamiento. Es en esta red que operan los servicios de Kairos en DMH.

4.2.4. Red de área extendida (WAN)

Infraestructura licitada y contratada a Claro Chile, esta red provee el servicio de interconexión entre divisiones y Casa Matriz de Codelco ubicada en Santiago, posee enlaces redundantes a las divisiones y trafica tanto tráfico administrativo como hacia internet cuya salida está concentrada en Santiago Casa Matriz.

Para dar los servicios de operación remota en el COR en Santiago, se está agregando redundancia a la red WAN para aumentar la disponibilidad a través de un enlace de datos con Entel, ver Anexo:A.

4.2.5. Otros servicios

En el COR se extienden todos los servicios GTICA existentes en las Divisiones, como los siguientes:

- **Red Codelco:**
Extensión de la RAG en oficinas de Honeywell con puntos de red y acceso WiFi en las instalaciones del COR. Por dicha red se utilizan aplicaciones propias de producción como por ejemplo PI System y otras como el ERP SAP.
- **Radio Trunking:**
La red de radiocomunicaciones trunking, es una red de radio trunking digital P25 pro-

pia de Codelco marca Motorola que entrega el servicio de radios para todas las Divisiones del Distrito Norte. Es una red tipo celular con una infraestructura central la cual permite el roaming entre Divisiones y hacia las consolas de despacho de radio ubicadas en Santiago.

- **Telefonía:**

Los operadores del COR dispone de extensiones de Telefonía con anexos de la numeración interna de Codelco.

- **Video Conferencias:**

Se habilitaron salas de video conferencia en oficinas de Honeywell que se conectan al servicio de Codelco.

4.2.6. Resumen Procesos y Tecnologías

Desde el punto de vista de esta tesis, las tecnologías habilitantes se relacionan con los procesos para brindar la percepción de una operación local, y es así como los usuarios finales (operadores) juzgan la calidad de servicio percibido sin distinguir que se encuentran a más de 1500 km de distancia, es en este sentido donde la definición de los servicios asociados a las tecnologías toman preponderancia, es decir, cómo los "servicios tecnológicos" están enfocados hacia el negocio principal y no en la tecnología como un ente aislado del negocio.

Por ejemplo la sensación de cercanía que entregan las comunicaciones de radio, debe entenderse en el sentido del negocio:

- ¿qué áreas las utilizan el servicio?
- ¿qué sucede si el servicio es interrumpido? y ¿cómo afecta una interrupción con los resultados del negocio principal?
- ¿cuales son los parámetros de medición de calidad de servicio?, ¿son necesarios o suficientes para atender los requerimientos del negocio principal?

Es así como la definición de servicio se torna relevante al tener una relación estrecha con el proceso principal (negocio). Lo anterior con la deberá realizarse para cada servicio con la finalidad de obtener un Catálogo de Servicios como se indica en [14].

Capítulo 5

Soporte de Tecnologías

En relación al negocio y al soporte tecnológico, se establecerán características de este soporte con respecto a la prestación de servicios a la operación remota y su grado de criticidad.

Se debe dejar claridad que el cliente o usuario del Centro de Operación remoto es la División Ministro Hales y se analizarán las tecnologías que administra la GTICAR de Codelco para que la operación remota sea posible, clasificando de acuerdo a su criticidad cuales de éstas pueden detener o disminuir el grado de servicio de la operación remota, indicando cuales son las consideraciones que se deben tener presente en los diseños prematuros de este tipo de soluciones y en los contratos de servicios.

5.1. Determinación de tecnologías habilitantes

En este contexto, los sistema tecnológicos que prestan servicios a la operación remota se clasificaran por sistema según la Tabla:5.1.

5.1.1. Sistemas de Seguridad Crítica, ver tabla:5.1

5.1.1.1. Sistemas de control y monitoreo

Los sistemas del sistema de automatización de planta concentradoras, ejecutados por Kairos, Codelco y con el monitoreo de condiciones de SKF.

Honeywell cuenta con un Centro de Soporte Corporativo (CSC) para el programa Kairos ubicado en Santiago, con soporte 24/7 de especialistas en procesos relacionados con los servicios

de terreno que se prestan en DMH. En dicho centro, se despliega información relacionada con los equipos y ayudan a evitar fallas imprevistas y detenciones operativas.

Tabla 5.1: Tipos de sistemas críticos [1].

Tipo de Criticidad	Implicancia de la falla
Seguridad Crítica	Pueden ocasionar pérdidas de vidas, lesiones corporales graves o daños al medio ambiente natural.
Misión Crítica	Puede conducir a una incapacidad para completar el sistema general o los objetivos del proyecto; Por ejemplo, pérdida de infraestructura o datos críticos.
Negocio Crítico	Puede conducir a importantes costos económicos tangibles o intangibles; Por ejemplo, pérdida de negocio o daño a la reputación.
Seguridad de datos Crítica	Puede conducir a la pérdida de datos sensibles por robo o pérdida accidental.

La empresa sueca SKF está encargada del mantenimiento predictivo, con monitorización del estado mecánico especializado para ser integrado a las áreas de operaciones y mantenimiento de la plataforma de Kairos, lo anterior a ayudado a programar las paradas sin riesgo de pérdidas de producción y detección prematura de fallas potenciales. El plan de monitorización tiene en cuenta toda la información mecánica, eléctrica y de procesos. La tecnología IMx de monitorización en red de SKF envía mediciones directamente al sistema de control de Honeywell, al que puede acceder personal tanto de operaciones como de mantenimiento.

Al operar en conjunto (sistemas de control de Honeywell y monitoreo de SKF), son considerados como **Seguridad Crítica** ya que una falla podrían ocasionar además de daños al negocio, a las personas y al medio ambiente. Ahora, con las consideraciones técnicas, lazos de control y ajuste de los sistemas de control con sistemas especializados, el operar remotamente agrega consideraciones adicionales como:

- Salas de control duplicadas en terreno, para evitar pérdidas del control automático durante fallas en los enlaces de comunicación.
- Atención de fallas en terreno, con el personal mínimo necesario, con soporte especializado desde el CSC de Honeywell.

Fallas en los sistemas de control y monitoreo pueden detener la operación local y remota y son el sistema fundamental para para los servicios en el COR en Santiago.

Las redes de los sistemas de control, denominadas RISC, tienen soporte local en DMH a través de la empresa Coasin.

5.1.1.2. Sistema de radiocomunicaciones

El sistema de radios en faena es un sistema considerado indispensable para la logística minera y coordinaciones operativas; además, es fundamental para la seguridad de las personas, incluido el equipo radial dentro de los elementos de protección personal e indicado su uso obligatorio en los Estándares de Control de Fatalidades de Codelco para sus faenas mineras.

El sistema de radios, es el único sistema que ante una indisponibilidad del servicio puede detener por completo los procesos Mina y Planta.

Existen sistemas anexos que pueden ser utilizados ante una falla local, como telefonía celular, pero en la mayoría de los casos y ubicaciones, la señal celular no está presente en cobertura en un 100% en los rajos mineros, impidiendo una comunicación expedita en terreno, existiendo casos donde además, se requiere bloquear por seguridad el uso de teléfonos celulares cabinas de equipos pesados (CAEX y Palas) impidiendo en casos de emergencia su uso.

Adicionalmente, dada la cercanía de las faenas de Codelco en las cercanías de Calama, el sistema de radio es similar a una red de telefonía similar en donde la caída o indisponibilidad de servicio en una división contigua, afectará el servicio en la División donde se está operando. En la Figura:5.1, se indica en rojo la ubicación de los sitios de repetición que entregan cobertura de radio trunking digital en las divisiones, en verde la ubicación de consolas de despacho y en amarillo la conexión a la red RAG.

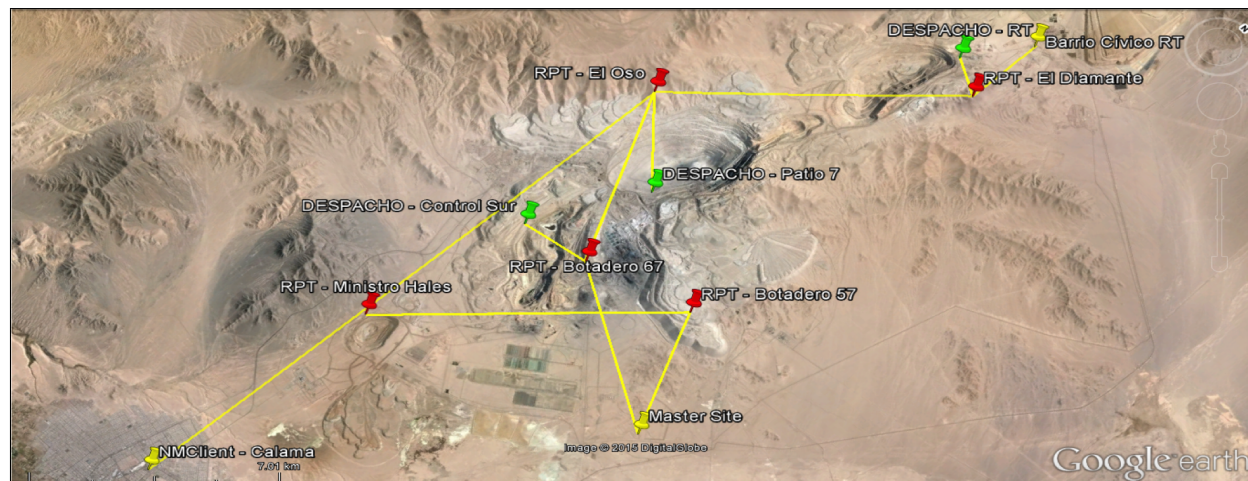


Figura 5.1: Red de radio trunking Distrito Norte (Fuente: Presentación Interna).

El servicio de radio trunking remoto, consiste en consolas de despacho o computadores con software especializado que permiten la conexión a uno o varios grupos de comunicación remotos o de terreno, dichos computadores o consolas, deben conectarse lógicamente a Master Site ubicado en faena como lo indica la Figura:5.1.

El soporte para este sistema es en faena, no existiendo un soporte para las consolas operando de forma remota. Dicho soporte está organizado de la siguiente forma:

- Soporte local con personal propio y de terreno empresa ACT, encargada de la programación e instalación de radios en terreno y de la operación del sistema.
- Soporte de Mantenimiento Programado y de Emergencias, a cargo de la empresa Interexport.

5.1.2. Sistemas de Negocio Crítico, ver tabla:5.1

5.1.2.1. Redes

Las redes que se evalúan en este apartado, son las de área extendida o WAM (Wide Area Network), que transportan los datos desde el COR hasta faena.

En el caso de existir sólo organización remota para la operación del COR, pasaría a ser vital su operación continua. En la actualidad desconexiones podrían afectar la operación pero no detendrían procesos dado que existe duplicidad de infraestructura operando en forma local en la sala CIO de DMH y salas de control para los procesos de Honeywell.

La red extendida WAN de Codelco opera a través de un contrato licitado a la empresa Claro Chile como se observa en el Anexo:A. Además, para dar redundancia a la red WAN de Claro, se está implementando una segunda ruta con un proveedor independiente (Entel), para aumentar la disponibilidad de los servicios.

Estos servicios son monitoreados de forma permanente a través de un contrato de especialistas y soporte de Redes e Infraestructura con la empresa Coasin en Santiago, quienes además, generan los tickets de atención y seguimiento ante fallas de la plataforma.

5.1.3. Organización del soporte

Los servicios descritos anteriormente pueden resumirse como sigue:

- Contrato Marco Kairos para el programa de Automatización de Plantas Concentradoras, que considera soporte en el CSC 24x7 y monitoreo de variables a través de SKF. Administrado por Ingenieros Especialistas de la Gerencia TICAR de Codelco, con presencia en Santiago del Administrador de Contrato e ingenieros especialistas en terreno.
- Contrato de apoyo de radiocomunicaciones de la empresa ACT en terreno, en particular en DMH no cuentan con soporte 24x7 y contrato de Mantenimiento programado y atención de emergencias con la empresa Interexport, ambos contratos administra-

dos de forma local por administradores de contrato Codelco, no cuenta con soporte en Santiago.

- Contrato con la empresa Claro para el servicio de la red WAN de Codelco para todas sus Divisiones y contrato con Entel para enlace redundante en Kairos, ambos contratos administrados por Codelco. Además cuentan con monitoreo permanente de Contrato Centrales (especialistas) de la empresa Coasin.
- Los servicios administrativos de redes, soporte computacional, telefonía, impresión y video conferencia; son atendidos por contratos de terreno en su mayoría por la empresa Coasin a través del Contrato de Terreno y por la empresa NEC para la coordinación y agendamiento de las video conferencias, ambos contratos operan en horario de oficina 5x2.

5.2. Identificación de estándares en la industria

La GTICAR desde hace años viene impulsando en el interior de Codelco la iniciativa llamada "Codelco Digital" [15]. En el marco de esta iniciativa, la GTICAR ha estandarizado sus proyectos e iniciativas que se han llevado a cabo en los proyectos estructurales de Codelco, éstos estándares escritos en conjunto entre la Vicepresidencia de Proyectos (VP) y la GTICAR están basados en estándares de la industria y recogen la experiencia interna en temas particulares, entre los principales se deben incluir los indicados en la Tabla:5.2.

Dichos estándares si bien algunos fueron escogidos hace más de 10 años, hoy la mayoría son tendencias tecnológicas en según los estudios entregados por el reporte de Gartner.

Tabla 5.2: Estándares.

Nº	Servicio	Estándar
1	Datacenters Corporativos	Tier III en División Chuquicamata y El Teniente - ANSI/TIA-942.
2	Virtualización de Servidores	VMware, siguiendo el líder del primer cuadrante de Gartner ¹ .
3	Redes	Redes IP cableadas e inalámbricas Cisco ² .
4	Radio comunicaciones	Estándar P25, plataforma Motorola ³ .
5	Telefonía IP	Telefonía IP del fabricante Avaya ⁴ .
6	Sistemas de Gestión Operacional	RtPM de Osisoft (PI System).
7	ERP (Enterprise Resource Planning)	SAP ⁵ .
8	Seguridad	Normas ISO 27000, plataforma Fortinet ⁶ .
9	Video Conferencia	Polycom ⁷ .

5.3. Identificación de mejores prácticas de mantenimiento y diseño de soluciones tecnológicas

Codelco está implementando la metodología Lean en todas sus faenas, internamente denominado C+. Las principales brechas se detectan en los sistemas de telecomunicaciones en relación a disponer de un diseño centrado en la confiabilidad, minimizando intervenciones por mantenimiento o cortes de servicio que disminuyan el tiempo de operación del centro remoto, en este contexto se tiene que los principales afectan que afectan la operación continua de la operación remota son:

- Red: disponer de enlaces redundantes y proveedores con servicios centrados en un tipo de negocio distinto al de conectividad tradicional de oficinas y sucursales de compañías. A nivel nacional, las compañías de telecomunicaciones tienen conectividad a nivel nacional, el gobierno a través de SUBTEL está desarrollando un concurso para proveer fibra óptica al norte de Chile, similar a lo ya realizado en la zona austral del país ⁸.
- Sistema de Radio:
 - Diseño de redundancia de red de transporte local (microondas) en terreno debe ser mejorado.
 - Disponer de redundancia a nivel de red en Santiago, desde el punto de vista local, como el transporte entre Santiago y DMH.
 - Soporte: no existe soporte en Santiago ni personal en terreno que pueda atender los equipos, solamente soporte en Santiago.
 - Contrato de Mantenimiento existente centrado en la falla, y e debe realizar un trabajo profundo en mejorar el sistema en su totalidad y concentrarse en la confiabilidad operacional y cómo una falla afecta a a los procesos.

Existe abundante literatura en relación a “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, referencias para procesos mineros puede ser encontrada en [16].

¹<https://www.gartner.com/doc/reprints?ct=160707&id=1-3B9FAM0&st=sb>

²<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-3GIVZUK&ct=160831>

³http://www.project25.org/images/stories/ptig/Benefits_of_P25_Final_April_2016_REV_02_160407.pdf

⁴http://www.unify.com/~media/internet-2012/documents/report/magic_quadrant_for_corporate_261396.pdf

⁵<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-3902G8K&ct=160617&st=sb>

⁶<http://innetworktech.com/wp-content/uploads/2015/04/Magic-Quadrant-for-Enterprise-Network-Firewalls.pdf>

⁷<https://www.gartner.com/doc/reprints?ct=160715&id=1-3BQW8ZJ&st=sb>

⁸<http://foa.subtel.cl>

5.4. Requerimientos no posibles de alcanzar con tecnología habilitante

De acuerdo al tipo de aplicación que se está realizando en Kairos, no se identifican requerimientos no posibles de alcanzar con la tecnología disponible, solamente aquellos puntos a mejorar tratados en el punto anterior.

Se debe indicar, que existen otro tipo de aplicaciones donde las tecnologías habilitantes podrían ser una limitante no posible de salvar, como lo son todos aquellos que requieran teleoperación de equipos, donde los retardos y ancho de banda disponible condicionan poder implementar estas aplicaciones de forma segura para las personas.

Capítulo 6

Organización para la Operación y Soporte Remota

Se debe diferenciar entre la organización para la Operación y para el Soporte de la operación remota.

La organización para la operación remota depende directamente de DMH y es personal Coldelco, desde la primera etapa del piloto conceptual (noviembre del 2015 a marzo del 2016) hasta la etapa de evaluación (abril 2016 a la fecha) ha tenido a cargo operarios (despachadores) de los siguientes procesos:

- Mina
- Chancado
- Molienda
- Flotación
- Espesamiento
- Tostación
- Planta de ácido

Todos los operadores, dependen de un jefe de turno quién a su vez depende del encargado de la Operación Remota con un cargo de Superintendente dependiendo directamente del Gerente de la División. En la primera etapa se comenzó con cuatro operarios, llegando a operar durante la etapa de evaluación con un total de siete (ver Organigrama Figura:6.1).

La organización para el soporte de la operación remota, son en su totalidad contratos con empresas contratistas administrados por personal perteneciente a la GTICAR, dependientes de la Direcciones de Automatización y Proyectos, Dirección de Aplicaciones y Operaciones, Dirección TICA Norte Distrital, Dirección SAP y Dirección de Seguridad (ver Organigrama Figura:6.3).

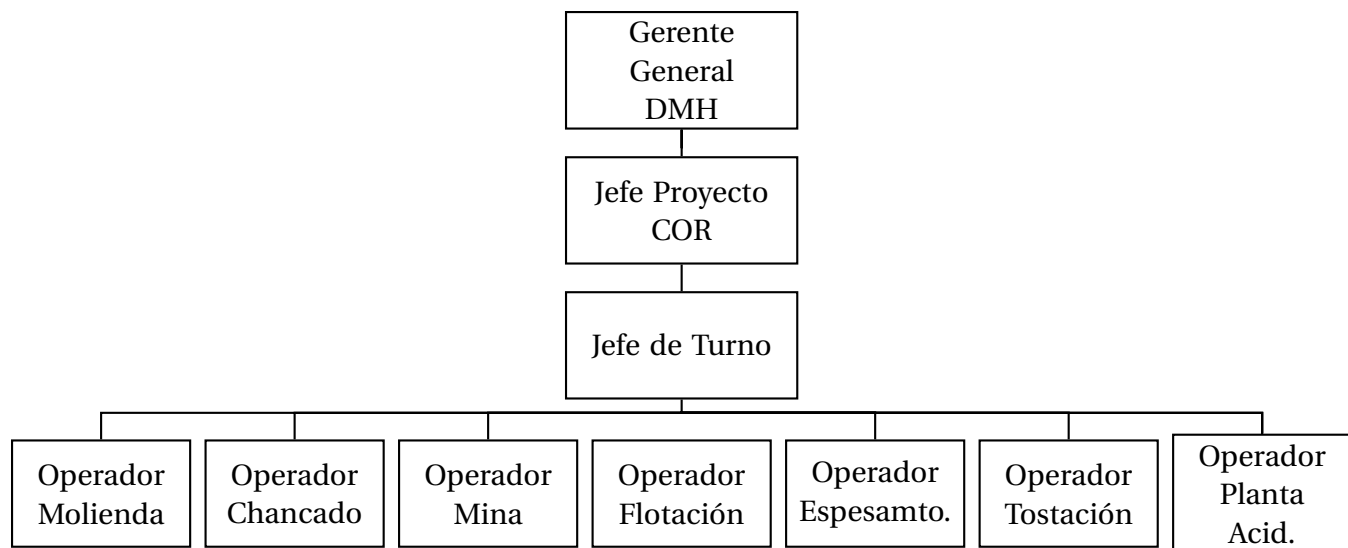


Figura 6.1: Organización para la Operación COR DMH.

6.1. Dependencia de la Organización Divisional

6.1.1. Organización para la Operación

Desde el punto de vista estratégico y operacional, los operarios se han enfrentado a varios cambios con respecto a la forma natural de operar en faena como por ejemplo:

- Trasladarse desde Calama a Santiago,
- Perder contacto físico con su dependencia administrativa en la División,
- Realizar tareas cooperativas con operarios de otras áreas.
- Dependencia funcional de una organización para el piloto distinta a su dependencia administrativa de faena, dirigidos por un Superintendente Jefe a cargo del COR quién a su vez depende del gerente general de la División Ministro Hales. Es decir, mantienen una dependencia administrativa de sus respectivas áreas en DMH pero funcional de la organización presente en el COR, ver Figuras:6.1 y 6.2.

Todos estos cambios están en evaluación por la organización a cargo del piloto y no dependen del objetivo central de este trabajo.

6.1.2. Organización para el Soporte

La organización para el soporte depende directamente de la GTICAR, la cual es una gerencia corporativa, de dicha Gerencia dependen los contratos que dan el soporte a la operación

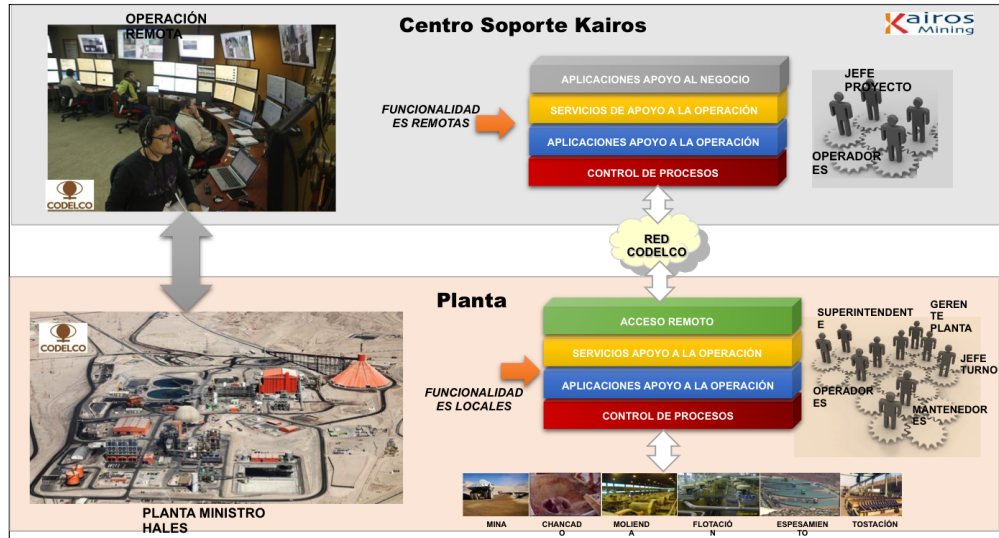


Figura 6.2: Organización Operación Remota

remota según lo revisado en 5.1.3, ver organigrama para el soporte Figura:6.3 y Tabla:6.1.

6.2. Competencia de las personas y recursos humanos

Desde el punto de vista de evaluación del desempeño, son evaluados por el jefe del COR, es decir, sostienen una dependencia funcional del COR pero administrativa de la División. Con lo anterior, mantienen los beneficios económicos de sus contratos individuales de trabajo firmados en faena junto con los beneficios de los contratos colectivos a los cuales están adheridos.

Con respecto a las competencias del personal relacionado con la operación, los operadores son trabajadores Rol B, con formación técnica universitaria y experiencia en terreno.

6.2.1. Levantamiento de Necesidades y Niveles de Servicio

De acuerdo al levantamiento de necesidades realizado durante el piloto y en la etapa de evaluación, las necesidades son cubiertas con los servicios prestados, pero su satisfacción y relación con el éxito de la operación remota dependerán principalmente de la indisponibilidad de los servicios listados en la Tabla:6.1, para los cuales se indicará su nivel de servicio establecido o SLA (Service Level Agreement).

Un 99,5% de SLA, significa un tiempo total de indisponibilidad anual de 43,8 horas, esto es por cualquier evento no planificado. Desde el punto de vista de la operación remota son

valores muy elevados, en especial para los servicios que indisponen todos los servicios de la operación remota como la WAN y aquellos que por coordinaciones y seguridad no permiten continuar operando como es el servicio de Radiocomunicaciones, los cuales según requerimiento del usuario deben ser cercanos al 100 %, solamente soportando indisponibilidades por mantenimientos planificados.

Observaciones para al modelo de operación y soporte que está siendo utilizado y que disponibiliza la GTICAR son principalmente dos:

- Servicios que no atienden DMH y Santiago simultáneamente, o servicios que no existían y ahora deben ser levantados y operar con aquellos existentes.
- Soporte de servicios operacionales concebidos no para una operación remota, es decir, clientes como una operación remota reclamarán ser atendidos con SLA mayores a definidos en los contratos de servicios que posee la GTICAR.

Lo anterior, no solamente considera realizar cambios en el Catálogo de Servicios que la GTICAR compromete con los usuarios, si no también de los contratos de soporte asociados, personal en terreno y cobros internos por la prestación de dichos servicios. Se identifican los siguientes contratos críticos que afectan la continuidad del servicio de operación remota que necesitan ser revisados:

- Contrato Claro WAN, mejorar disponibilidad del servicio entre Kairos en Santiago y DMH, disponer de reportes de incidentes en tiempos definidos, agregar calidad de servicio para el transporte de información, aumentar el SLA para la atención de fallas.
- Mesa de Ayuda TICA, la mesa de ayuda actual funciona en base a servicios básicos o de bajo nivel de especialización atendidos por el personal de turno del servicio, problemas mayores de conectividad o indisponibilidad del servicio requerirán coordinaciones de un mayor nivel de especialización o conocimiento.
- Servicio de Radios, no existe relación entre el soporte local de los computadores que soportan la comunicación de radios o consolas de despacho con la operación del sistema de radios en el distrito norte que atiende a DMH, en la actualidad la detección de fallas o no se realiza o es muy costosa en recursos detectarla, el contrato de soporte en terreno norte de la empresa ACT encargada de las radios no tiene dentro de su alcance atender la operación remota, tampoco posee personal en Santiago para atender fallas o realizar coordinaciones en terreno.

Tabla 6.1: Niveles de Servicio, Fuente: Catálogo de Servicios GTICAR.

Responsable	Descripción del Servicio	SLA Establecido
Dirección de Aplicaciones y Operaciones	Correo Electrónico	99,5 %
	Internet	99,5 %
	WAN (Claro)*	99,5 %
	Sharepoint	99,5 %
	Mesa de Ayuda	99,5 %
	Video Conferencia	99,5 %
Dirección de Seguridad	Seguridad	99,5 %
Dirección TICA Distrital	Radios Distrito Norte*	99,5 %
Dirección SAP	SAP R3	99,5 %
Dirección de Automatización y Proyectos	PI System	99,5 %

Recomendaciones durante la ejecución del piloto han surgido con respecto a la conectividad en relación a brindar redundancia al la WAN corporativa servicio de Claro Chile, es por ello que durante la fase de evaluación del piloto ha solicitado agregar un enlace con una empresa distinta para agregar redundancia y mejorar el SLA.

Para dimensionar los costos de los contratos, se indicarán aquellos responsabilidad de la Dirección de Aplicaciones y Operaciones que involucran el 73% del monto presupuestado para dicha Dirección para el año 2017 (monto total del presupuesto MUS\$ 6,7):

Tabla 6.2: Niveles de Servicio, Fuente: Catálogo de Servicios GTICAR.

Contrato N°	Descripción	%
4600011565	Servicios CO Centrales	29 %
4600011564	Servicio Terreno Sur	21 %
4600005229	Servicio de Impresión	13 %
4600010347	Red Wan Corporativa	10 %

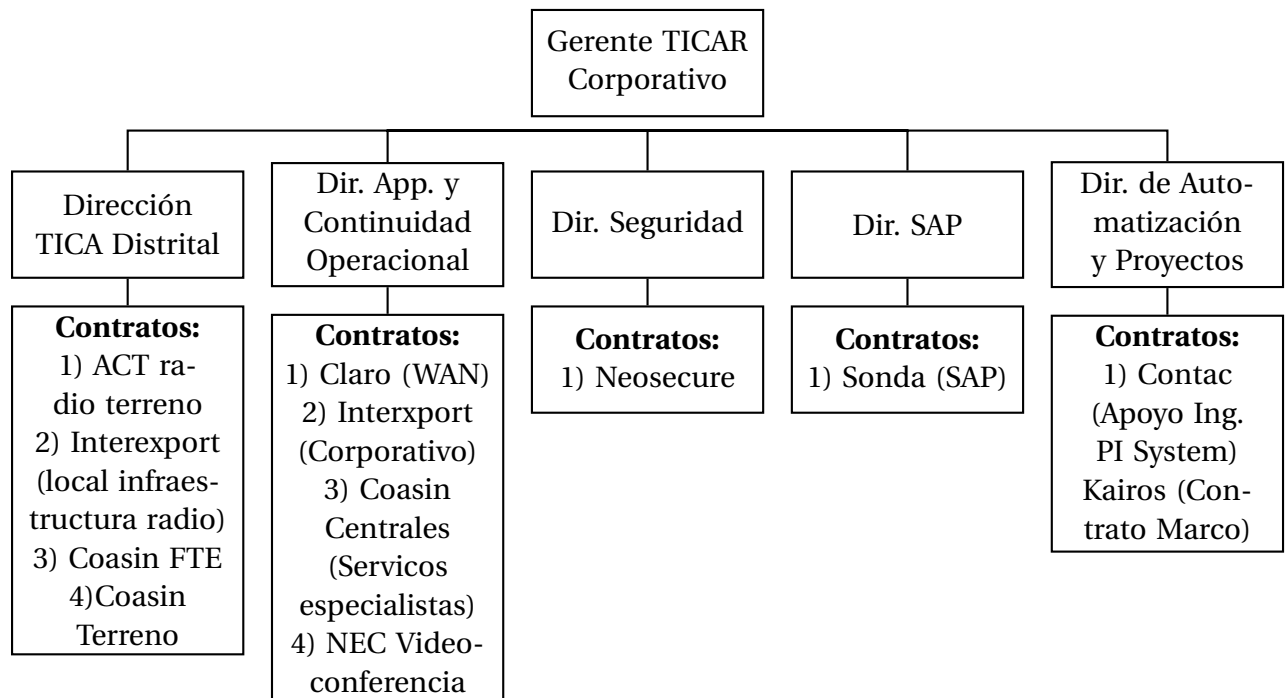


Figura 6.3: Organización para el Soporte GTICAR.

Capítulo 7

Modelo de Negocios

Para caracterizar el modelo de negocios según lo descrito en [6], éste se realizará desde el punto de vista de la GTICAR y cómo ésta se articulará para administrar contratos de servicios para brindar el soporte a una operación remota.

Se utilizará CANVAS [11], según la estructura de nueve bloques y considerando como se mencionó al final de la Sección 3.2 que el cliente es División Ministro Hales, el servicio es proveer los sistemas tecnológicos y el soporte para la operación remota y el prestador del servicio es la GTICAR de Codelco:

- Segmentos de Mercado
- Propuesta de Valor
- Canales de Distribución
- Relación con el Cliente
- Fuente de Ingresos
- Actividades Claves
- Recursos Claves
- Alianzas o compañeros claves
- Estructura de Costos

El negocio será entregar los servicios de Operación Remota a los procesos disponibles de remotizar en las Divisiones de Codelco, en el caso específico de este estudio, aquellos servicios que presta Kairos Mining a través del programa de Automatización de Plantas Concentradoras de Codelco para la División Ministro Hales.

7.1. Proceso Declarativo

En el proceso declarativo, siguiendo la Misión de Codelco, se debiese declarar el rol que cumple la GTICAR en la ejecución de los distintos proyectos de automatización, telecomunicaciones y robótica y diferenciar claramente las funciones con respecto a la Gerencia de Innovación.

Además, un aspecto que debe ser revisado es la dependencia administrativa de la GTICAR de la Vicepresidencia de Administración y Finanzas, debido a que la GTICAR es en este aspecto una gerencia desarrolladora de proyectos más que un mantenedor y operador de una plataforma de servicios TI.

Con respecto a los pilares estratégicos, debiese identificarse el a la GTICAR como

- Ser una de las gerencias TI más competitivas, en relación a sus pares y al mercado.
- Buscar la transparencia, la probidad y las buenas prácticas.
- Innovar en el negocio, en aquellos aspectos de su competencia.
- Ser atractiva para los nuevos talentos.

Por último las promesas de valor para quienes intervendrán (stakeholders) en esta empresa son:

- Clientes internos, Promesa: Satisfacción, quienes evalúan a través de encuestas internas según los SLA definidos en el Catálogo de Servicios
- Proveedores, Promesa: Cumplimiento de pagos, excelencia en la contratación y administración de servicios TI.
- Trabajadores, Promesa: Ambiente laboral, ser una Gerencia de Tecnología atractiva para sus trabajadores.

7.2. Análisis Modelo de Negocios Canvas

7.2.1. Segmentos de Mercado

El cliente son todas las áreas productivas en el interior de de Codelco con la necesidad de remotizar procesos, clientes que ya sea por estrategia o necesidad requieran este servicio.

7.2.2. Propuesta de Valor

La propuesta de valor debe estar enfocada en:

- Estandarizar en Codelco procesos y tecnologías para la operación remota.
- Optimizar la utilización de activos a través de automatización.
- Disponer de un servicio que facilite el cambio de prácticas y evite la obsolescencia de los sistemas de automatización y mantener beneficios de automatización en el tiempo.

7.2.3. Canales de Distribución

Además de el servicio que presta el Programa de Automatización de Plantas Concentradoras de Codelco realizado por Kairos Mining, se deberán categorizar los servicios básicos de operación remota (conectividad) a través de las Direcciones GTICAR de cada División, identificando cuando la necesidad de conectividad es en el interior de la División División o es entre regiones dentro del país (caso Ministro Hales).

Además, se suman todos los servicios anexos listados en la Tabla:6.1.

7.2.4. Relación con el Cliente

La relación por los clientes internos es realizada a través de la GTICAR, Directores TICA y de la Dirección de Proyectos y Automatización.

7.2.5. Fuentes de Ingreso

El programa Kairos tiene presupuesto asignado a través de la GTICAR y es cargado a los clientes (División DMH) en sus Centros de Costos Primarios.

El resto de los servicios básicos es cobrado a los usuarios en sus centros de costos secundarios, no implican definición de SLA específicos ni dedicación especial para los proyectos de este tipo.

7.2.6. Recursos Clave

Los recursos claves en la prestación del servicio que ofrece se clasifican en:

- Recursos Humanos: Kairos cuenta con personal especializado en terreno y desde su Centro de Soporte Corporativo (CSC) para el monitoreo y soporte especializado.

- Centro de Soporte Corporativo (CSC), ubicado en el Santiago, dicho centro está diseñado para poder soportar la lógica de control desde Santiago, pensado para brindar el soporte y monitoreo de especialistas.
- Financiero: el programa Kairos cuenta con el soporte financiero de la empresa Honeywell y Codelco.

7.2.7. Actividades Clave

Soporte apoyado por la Presidencia Ejecutiva de la Empresa.

7.2.8. Sociedades Clave

La sociedad clave es la asociación entre Codelco (40%) y Honeywell (60%), y el soporte interno para fomentar el programa de modernización de plantas concentradoras en Codelco.

Además de existir sociedades claves con proveedores estratégicos, como lo son todos aquellos que entreguen los servicios de conectividad con los centros remotos.

7.2.9. Estructura de Costos

La estructura de costos se basa en un contrato anual entre Codelco GTICA y Kairos Mining, el administrador del contrato por parte de Codelco, distribuye los costos hacia los clientes a través de generación de Ordenes de Servicios (ODS), la cual incluye los servicios de ingeniería, intervenciones en terreno y soporte desde el CSC.

El resto de los servicios (telefonía, radiocomunicaciones, computadores, impresión, correo, etc) son cobrados a precio unitario según la definición del Catálogo de Servicios GTICAR en los centros de costo secundario de los usuarios.

A continuación se presenta el Lienzo Canvas (Figura: 7.1), que resume los nueve puntos anteriormente descritos.

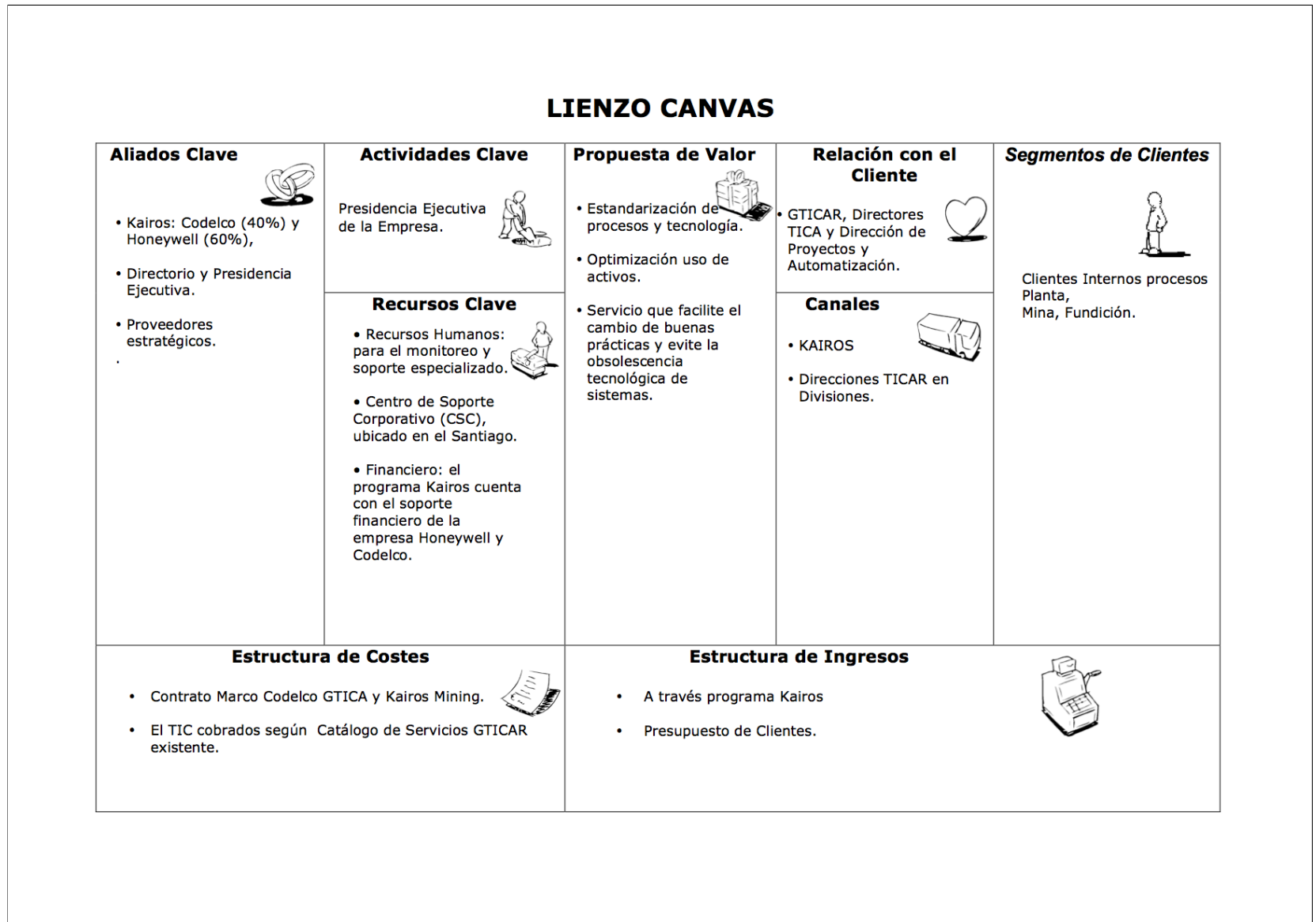


Figura 7.1: Lienzo Canvas.

7.3. Brechas de caso base para operación remota

El contrato con Kairos no incluye servicios siguientes procesos:

- Fundición,
- Refinería,
- SX-EW (Solvent extraction and electrowinning), y
- Minas.

Además, procesos que tienen relación con tecnología dependen directamente de las áreas operativas, así por ejemplo: los sistemas de monitoreo de subestaciones eléctricas en el interior de las minas rajos realizado por el personal eléctrico es implementado por el mismo personal operativo, no teniendo una estandarización entre divisiones y provocando problemas de interferencia (radio frecuencias) entre sistemas operando en las mismas frecuencias.

7.4. Modelo de Negocios Mejorado

El modelo de negocios mejorado debe adicionar:

- Servicios no incluidos como soporte directo de Kairos Mining.
- Validar como política segmentos de mercado interno (Mina: Despacho; Chancado Primario, Planta: Molienda SAG, Relaves, Limpieza)
- Revisar la estructura de costos en relación a los contratos de soporte y
- Alianzas claves para el soporte de servicios no especialistas de Kairos y su relación con los contratos de soporte existentes en la GTICA.

Dicho lo anterior, se deben intervenir según el modelo CANVAS en los siguientes bloques:

- Segmentos de Mercado
- Actividades Claves
- Recursos Claves
- Alianzas o compañeros claves
- Estructura de Costos

Lo anterior requiere un trabajo estratégico, de definición y cambio de conceptos desde las áreas operativas, sindicatos, recursos humanos y áreas tecnológicas.

7.5. Propuesta catálogo de servicios TICA

En la actualidad, en el ámbito empresarial y en especial en la industria minera, ya no existe una separación entre los procesos de negocio y los servicios y sistemas de de Tecnologías de la Información (TI) subyacentes, cada vez se exige más a las organizaciones internas de TI a que se vuelvan responsables, formalizadas y posean prácticas de procesos y controles medibles, repetibles y auditables, dado el impacto que tienen los servicios que administran sobre el negocio principal.

Según [14], el catálogo de servicios representa un registro fiable de los servicios proporcionados por TI, su valor es determinado predeterminado capacidades, medidas y medios principales de acceso y provisión de los servicios. En resumen, el Catálogo de Servicios representa el valor que TI proporciona a la habilitación de negocio:

- Lo que no está definido no puede ser controlado;
- Lo que no está controlado y estabilizado no puede medirse;
- Lo que no se mide constantemente no puede ser mejorado.

El ámbito de responsabilidad de la administración de TI ha sido resumido por el ITGI (IT Governance Institute) como Las siguientes áreas:

- **Alineación Estratégica:** con énfasis en alinear la estrategia y planificación de TI.
- **Entrega de valor:** optimización de la prestación de servicios, procesos, calidad y rapidez con gastos.
- **Gestión de riesgos:** abordar y garantizar la custodia segura de los activos de TI.
- **Gestión de recursos:** optimización de los conocimientos, entornos de TI, estructuras y responsabilidad.
- **Gestión del rendimiento:** supervisión de los servicios de TI y seguimiento de la ejecución de los proyectos

Las TI se han vuelto vital para los negocios, los procesos (de cualquier industria) literalmente no pueden funcionar sin ella. La industria minera ha aprovechado cada vez más el uso de las TI para optimizar la eficiencia de los procesos de negocio, depende de las aplicaciones empresariales y servicios de infraestructura, existiendo procesos que son por completo soportados por las TI y que hoy ya no es posible de realizar en una operación manual o bajo prácticas ya descartadas. Si un componente de TI crítico específico habilita o deshabilita un proceso de negocio y esto no es entendido por los administradores TI, entonces la función de TI no puede realmente pretender alinearse con negocio. El proceso de entender cómo se relaciona la TI con el negocio comienza con la definición y el diseño de servicios de TI centrados en los negocios, que a su vez están representados Catálogo de Servicios.

El catálogo de servicios resulta ser entonces, visto bajo la metodología ITIL y centrado en el negocio, es una herramienta que permitirá dimensionar los servicios, su interacción entre ellos

y principalmente su relevancia en el negocio principal, en este caso la remotización de procesos. Dicho lo anterior, es el catálogo de servicios y el levantamiento de éstos el tema principal a abordar, extendiendo el alcance de esta tesis, seguramente pudiendo enmarcar el trabajo futuro, dado el extenso del análisis y los recursos involucrados para su desarrollo.

Para cada uno de los servicios enumerados en la Tabla:6.1, se deberá realizar el análisis de los siguientes cinco pasos (Fuente: [14]):

1. Definir el Proceso de Negocio Principal que afecta o atiende
2. Definir los Servicios TI habilitantes
3. Mapear los Sistemas TI con los Servicios TI
4. Mapear los Componentes TI con los Sistemas TI
5. Cálculo de Costos basado en los servicios

El catálogo de servicios TICA actual (ver Tabla:7.2), no incluye una visión de orientación al negocio para aquellos servicios "críticos" ¹ que tienen relación con la operación remota.

Los servicios críticos definidos en el Catálogo de Servicios TICA 2017 listados en la Tabla:7.2) que tienen relación con la operación remota son:

- Radiocomunicaciones,
- PI System.

No se encuentran definidos en el Catálogo de Servicios Tabla:7.2), los siguientes servicios críticos para la operación remota, principalmente son aquellos servicios que proveen el transporte:

- Red WAN,
- Enlace Entel.

La Red WAN (ver monto contrato en Tabla:6.2) es un servicio que está subyacente para el resto de los servicios listados en el catálogo, es decir, no es visible para el usuario final. Por otro lado, existe un enlace de datos dedicado para la operación remota contratado con la Empresa Entel (ver Figura:A.1) que no se está en el catálogo y se atiende con los contratos existentes de monitoreo y soporte, son soportados por contratos de soporte con presencia en Santiago según se indicó en la tabla de SLA Tabla:6.1 y organigrama de la Figura:6.3.

En el Catálogo de Servicios TICA se propone agregar los siguientes servicios críticos con sus respectivos SLA, los cuales deberán ser acordados con el/los procesos del negocio principal:

¹Entiéndase como servicio crítico aquellos que de cierta manera hacen que el negocio o proceso productivo siga operando o causan su interrupción o detención ante alguna indisponibilidad.

Tabla 7.1: Servicios a agregar en Catálogo de Servicios GTICAR.

Responsable	Descripción del Servicio	SLA Establecido
Dirección de Aplicaciones y Operaciones	Enlaces de Datos	99,5 %
	Soporte Consolas de Radio en Santiago	99,5 %
Dirección TICA Distrital Norte	Soporte red RISC	99,5 %

Dichos servicios deberán ser levantados según los cinco pasos descritos anteriormente. son soportados por contratos de soporte con presencia en Santiago según se indicó en la tabla de SLA Tabla:6.1 y organigrama de la Figura:6.3.

Además, se debe analizar cómo interactúan con los servicios internos y la definición de OLAs²/UCs³).

El trabajo de levantamiento de servicios para construir el catálogo de servicios según metodología ITIL, es extensivo y daría lugar a una continuación de este trabajo de título, pensando que la orientación deberá ser en diseñar un catálogo de servicios críticos.

²**Acuerdo de Nivel Operacional (Operational Level Agreement, OLA)**– un acuerdo entre un proveedor de servicio de TI y otra parte de la misma organización; gobierna la prestación de un Servicio de Apoyo, https://wiki.es.it-processmaps.com/index.php/Glosario_ITIL

³**Contrato de Apoyo (UC)** – un contrato entre un proveedor de servicio de TI y un proveedor externo de un Servicio de Apoyo https://wiki.es.it-processmaps.com/index.php/Glosario_ITIL

Categoría	Descripción general	Clase actividad	Nombre del servicio	Unidad de medida	Tarifa de cobro 2017 (US\$/unidad)
ESTACIÓN DE TRABAJO	Servicio que provee la continuidad operacional de la plataforma computacional que poseen los diferentes tipos de clientes según el servicio demandado.	MST001	ESTACIÓN DE TRABAJO CLÁSICO	# equipos	71,52
		MST003	ESTACIÓN DE TRABAJO PREMIUM	# equipos	145,88
		MST024	ESTACIÓN DE TRABAJO EXTERNO	# equipos	68,21
SAP R3	Servicio que provee la continuidad operacional de los sistemas SAP, que apoyan el funcionamiento de los procesos de negocio mediante transacciones que permiten registrar las diferentes operaciones efectuadas.	MST005	SAP ERP	# cuentas	94,73
		MST032	BW/BO/LU	# cuentas	144,94
		MST033	SRM	# cuentas	56,84
		MST006	PAYROLL	# cuentas	6,63
IMPRESIÓN	Servicio que provee la impresión blanco/negro, color e impresión de planos a los clientes.	MST028	IMPRESIÓN BN	# hojas	0,03
		MST026	IMPRESIÓN COLOR	# hojas	0,34
		MST029	COPIA DE PLANOS	# d2	0,03
SISTEMAS EN PRODUCCIÓN TI	Servicio que provee la disponibilidad operacional y funcional de los sistemas de información utilizados por el cliente (registrados y administrados por la GTICAR en ambiente de producción).	MST007	ALTA CRITICIDAD	# sistemas	3.126,09
		MST008	MEDIANA CRITICIDAD	# sistemas	2.084,06
		MST009	MEJOR CRITICIDAD	# sistemas	1.326,22
		MST048	SHAREPOINT	# sitios (usuarios y tamaño)	tarifa
TELEFONÍA	Servicio que provee la comunicación de voz y datos dentro del área de cobertura de las empresas proveedoras y los lugares técnicamente habilitados por Codelco.	MST018	TELEFONÍA FIJA	# equipos	49,26
		MST047	CELULAR CENTRO SUR	# equipos	49,26
		MST043	CELULAR NORTE	# equipos	8,53
		MST046	TELEFONÍA SATELITAL	# equipos	7,58
RADIOCOMUNICACIONES	Servicio que provee al cliente dispositivos de comunicación para la transmisión de voz y datos para la operación de los procesos productivos y de apoyo, dentro de las diferentes áreas de las divisiones de Codelco.	MST019	RADIOCOMUNICACIONES	# radios	26,52
PROYECTOS TICAR	Servicio que provee la ejecución de los diferentes proyectos establecidos en la cartera anual TICAR en base a las diferentes tecnologías como SAP, Aplicaciones, Telecomunicaciones, Automatización y Robótica.	MST010	PROYECTOS CARTERA TICAR	% del ppto del proyecto	tarifa
		MST049	PROYECTOS FUERA DE CARTERA	% del ppto del proyecto	tarifa
SERVICIOS ESPECIALES TICAR	Servicio especiales demandados por los clientes en el ámbito TICAR, que incluye servicios SAP, de Flotas Mineras, Redes RISC, Servicio CCTV entre otros posibles	MST020	ESPECIALES A DEMANDA	según necesidad	tarifa
		MST020	SAP - GRC	us\$ mes	tarifa
		MST020	SAP - BPC Consolidación	us\$ mes	tarifa
		MST020	SAP - BPC Planificación	us\$ mes	tarifa
		MST020	SAP - MII	us\$ mes	tarifa
		MST039	FLOTAS MINERAS	mes	tarifa
		MST051	SERVICIO RISC	mes	tarifa
		MST052	SERVICIO CCTV	mes	tarifa
VIDEOCONFERENCIA	Servicio que provee videoconferencias mediante salas habilitadas con un soporte técnico remoto en cada uno de los centros de trabajo de Codelco.	MST022	VIDEOCONFERENCIA	# horas	28,42
LICENCIAMIENTO	Servicio que provee la gestión de licencias para SW fuera de la imagen base de Codelco (estación de trabajo) y los denominados Software Mineros.	MST040	GESTION DE LICENCIAMIENTO	por licencia (ver tabla)	tarifa
VPN	Servicio que provee la comunicación segura a la red interna de codelco desde internet.	MST023	VPN	# cuentas	3,79
ESPECIALISTAS TICAR	Servicio que permite proveer al cliente de horas especialistas de profesionales en el ámbito TICAR para necesidades puntuales que no corresponden a servicios contemplados en el catálogo.	MST050	ESPECIALISTAS TICAR	según necesidad	1,00
PI SYSTEM	Servicio que provee la continuidad operacional a las plataformas y aplicaciones de los sistemas de gestión de producción basados en PI System	MST031	PI SYSTEM	mes	2.368,25

Tabla 7.2: Catálogo de Servicios TICA 2017, fuente: Información Interna Codelco.

Capítulo 8

Discusión y Conclusiones

Desde el punto de vista de relevancia, el componente tecnológico pasa segundo plano si se consideran:

- Avances a la fecha en los sistemas de control y
- El despliegue de redes de computadores existentes hace años en Codelco,

Redes de alta velocidad locales en todas sus Divisiones y conectividad nacional a través de las operadoras de telecomunicaciones que prestan servicios conectando puntos distantes entre regiones en Chile. Entonces cuales son los aspectos relevantes de la remotización, no es el uso de la tecnología, sino como los procesos productivos, operacionales y administrativos sacan provecho de ésta y siendo el factor de cambio principal las personas y las organizaciones.

Dicho lo anterior, desde el punto de vista de un prestador de servicios tecnológico, las Gerencias de Tecnologías de la Información de las empresas Mineras deberán enfocarse en los procesos de negocios y adaptarse para cumplir los requerimientos de éstos, deberán reevaluarse:

- Los servicios y cómo estos impactan en el negocio en la definición de SLA.
- La interacción de los servicios de cara al cliente con los servicios internos TI para la definición de OLA/CU.

En este sentido, el levantamiento de servicios críticos para una operación remota, donde la intervención del cliente en su definición es crucial, desencadena una serie de relaciones internas que afectarán a toda la organización TI, en distintos aspectos:

- Definición de Cargos de administradores y de supervisión TI,
- Sistemas de turnos del personal administrador de contratos TI,
- Contratos de apoyo y la interacción entre ellos,

- Convenios con proveedores estratégicos para alianzas de largo plazo,
- Definición de arquitecturas de infraestructura, estándares y con proyección en el mediano y largo plazo.
- Mesa de ayuda especializada capaz de atender servicios críticos.

Con respecto a los Cotos y Catálogo de Servicios, ambos aspectos están completamente ligados y dan pie para un trabajo más extensivo o incluso un nuevo trabajo de tesis. Metodologías como ITIL, BSM (Business Service Management) y TOGAF¹ son herramientas ampliamente utilizadas en el entorno TI empresarial, que en el ambiente minero no se han adaptado para utilizarse en aquellos servicios definidos como críticos desde el punto de vista del negocio principal y hoy todavía se encuentran dichas organizaciones centradas en estaciones los servicios relacionados con estaciones de trabajo, ofimática y sus aplicaciones.

Aspectos en Codelco como dependencia administrativa de la Gerencia de Tecnologías de Información de la Vicepresidencia de Administración y Finanzas hoy han sido atendidos a nivel Ejecutivo y al igual que en el resto de la industria se está asignando a la Innovación y áreas TI un rol más protagónico en la implantación de tecnología dentro de las compañías mineras, teniendo hoy en Codelco una organización de Innovación y TI fusionadas con dependencia directa de la Presidencia Ejecutiva, con foco para la organización TI los procesos productivos.

Los resultados a la fecha, desde el punto de vista de usuario TI de la operación del COR en Santiago dan cuenta de (Fuente:[17]):

- Disponibilidad y acceso expedito de especialistas para la solución de problemas
Dado la cercanía del COR con las principales empresas de servicios y sus especialistas (atención continua en el caso de Honeywell), la resolución de problemas de terreno que antes tardaban semanas en solucionarse (motivo de acreditaciones y logística) hoy cuentan con tiempos optimizados y reducidos, siendo posible coordinar desde el COR reuniones interdisciplinarias que antes tardaban días o semanas.
- Mejor coordinación entre operadores de diferentes procesos al operar todos en un mismo centro, con objetivos claros y responsabilidades definidas.
- Unificación de criterios de operación.
- Gestión del conocimiento.
- Operación transparente y trazable.
- Mejora de la confiabilidad de la operación gracias a detección temprana de fallas por monitoreo de condiciones.
- Reducción de la variabilidad del porcentaje de sólidos (Cp) de relaves por aumento de la utilización de las aplicaciones de control

Con respecto a la estructura de negocios, en el caso particular de Ministro Hales, donde han sido atendidos los requerimientos de remotización a través de Kairos, los servicios han operado, pero continúan siendo soportados por infraestructura TI que todavía está distante de una

¹<http://www.opengroup.org/subjectareas/enterprise/togaf>

operación crítica, sin embargo con las metodologías de levantamiento de servicios descritas en esta tesis, orientadas a aquellos servicios críticos, se estima que es la forma de mantener una estructura de atención orientada al cliente, con relaciones y responsabilidades internas definidas, incluyendo mejora continua en los procesos y siempre con un objetivo principal: "orientados en el negocio principal".

Apéndice A

Anexo A: Red de Transporte mejorada COR

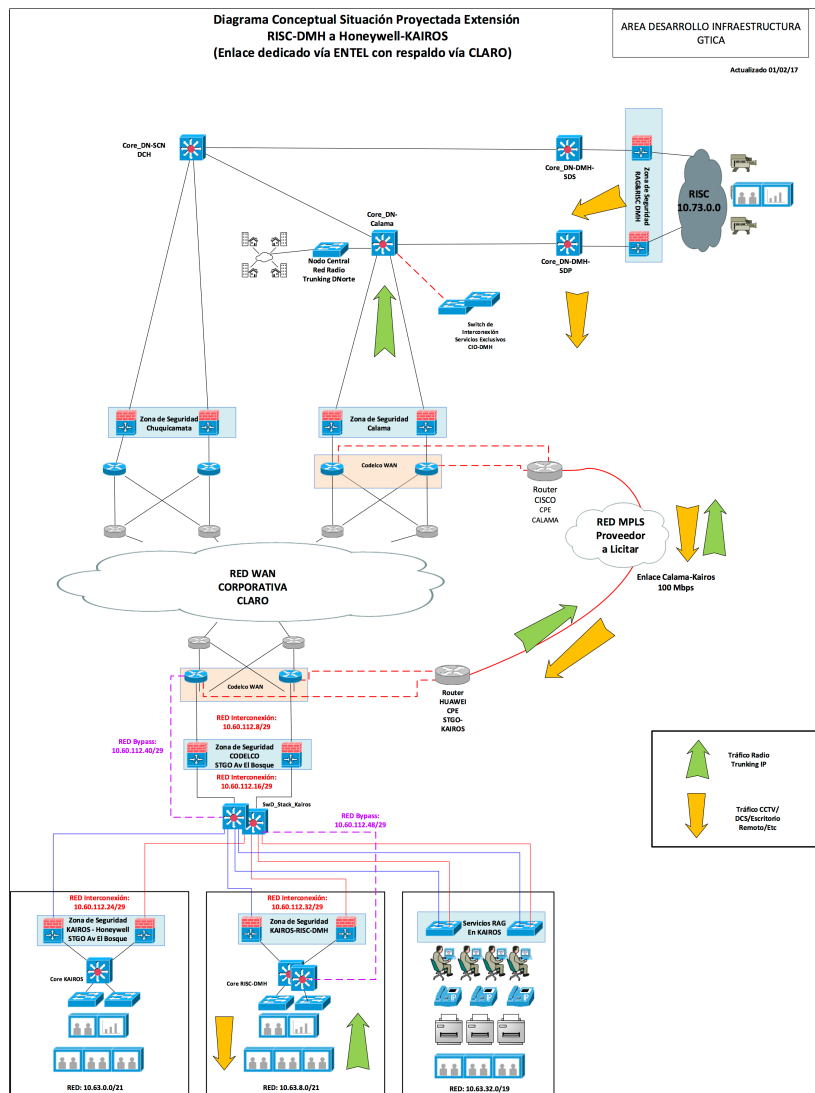


Figura A.1: Solución de Red Honeywell (Fuente: Dirección de Proyectos de Infraestructura GTI-CA).

Apéndice B

Anexo B: Definiciones

B.1. Definiciones

Esta sección se dividirá en dos partes, la primera, tratará de explicar los conceptos relacionados con la “forma de operar” y en la segunda parte con como los procesos son concentrados (Centros) ya sea para: la toma de decisiones, monitoreo, operación o control.

Por forma de operar, se definirán los siguientes términos:

- Operador
- Control remoto
- Teleoperación
- Sistema automático y semiautomático
- Sistema autónomo

Para los centros remotos, se definirán los siguientes términos:

- Sala de Control
- Sala de Operación
- Centro de Operaciones
- Centro de Monitoreo
- Centro Integrado de Operaciones - CIO

B.1.1. Clasificación por forma de operar

B.1.1.1. Operador

Un operador, es la persona que supervisa la máquina operada y toma las medidas de control necesarias [18].

B.1.1.2. Control remoto:

El operador tiene contacto visual directo la mayor parte del tiempo con el objetivo controlado, los comandos son enviados eléctricamente vía cable o inalámbricamente vía radio [18].

B.1.1.3. Teleoperación:

Teleoperación significa operar un vehículo a distancia [19], en minería el término puede ser extrapolado a “operar un vehículo o máquina estacionaria a distancia”. La teleoperación de un vehículo tiene varias características que lo diferencian de una operación a control remoto y otros tipos de teleoperación (por ejemplo de maquinaria fija):

- **Primero:** la teleoperación de un vehículo demanda una navegación confiable.
- **Segundo:** la teleoperación de un vehículo requiere una generación de comandos eficientes de movimiento.
- **Tercero:** la teleoperación de un vehículo requiere sensores de localización.

B.1.1.4. Sistemas automático y semi-automático

El término automático se refiere generalmente al reemplazo total o parcial de una función llevada previamente por operadores, ya sea física o mentalmente. Lo anterior referido a la capacidad que tienen los software y hardware computacionales, según [20] realiza una clasificación en relación a cuatro etapas del proceso de toma de información y decisiones del ser humano:

1. Adquisición de información.
2. Análisis de la información.
3. Decisión y selección de la acción.
4. Implementación de la acción.

El término semi-automático, es utilizado para hacer referencia a un proceso donde parte de este se desarrolla en forma automática y otra parte en forma manual. Este es el caso de las

palas automáticas de la mina Pipa Norte de División El Teniente, donde todo el transporte es realizado de forma automática por el vehículo, siendo la carga y descarga de material realizado de forma manual teleoperada por un operador desde una sala de control remota.

B.1.1.5. Sistemas autónomo

Sistemas autónomos [21] son maquinarias y sistemas que son capaces de realizar una serie de operaciones donde la secuencia es determinada por el resultado de una operación previa o por una referencia de circunstancias externas que son monitoreadas y medidas por el mismo sistema, no teniendo intervención de operadores.

Este es el caso del sistema autónomo de camiones de extracción de División Gaby de Codelco.

B.1.1.6. Resumen por tipo de control remoto

En la Figura B.1 se muestra un resumen de los términos indicados anteriormente, por ejemplo para un Sistema Autónomo, es posible que éste sea operado desde grandes distancias (alejado de la operación del sistema autónomo), como lo indica la línea roja; la especialización del sistema de control debe ser muy elevada, como se indica en la línea verde y requiere una mínima intervención del operador como se indica en la línea azul.

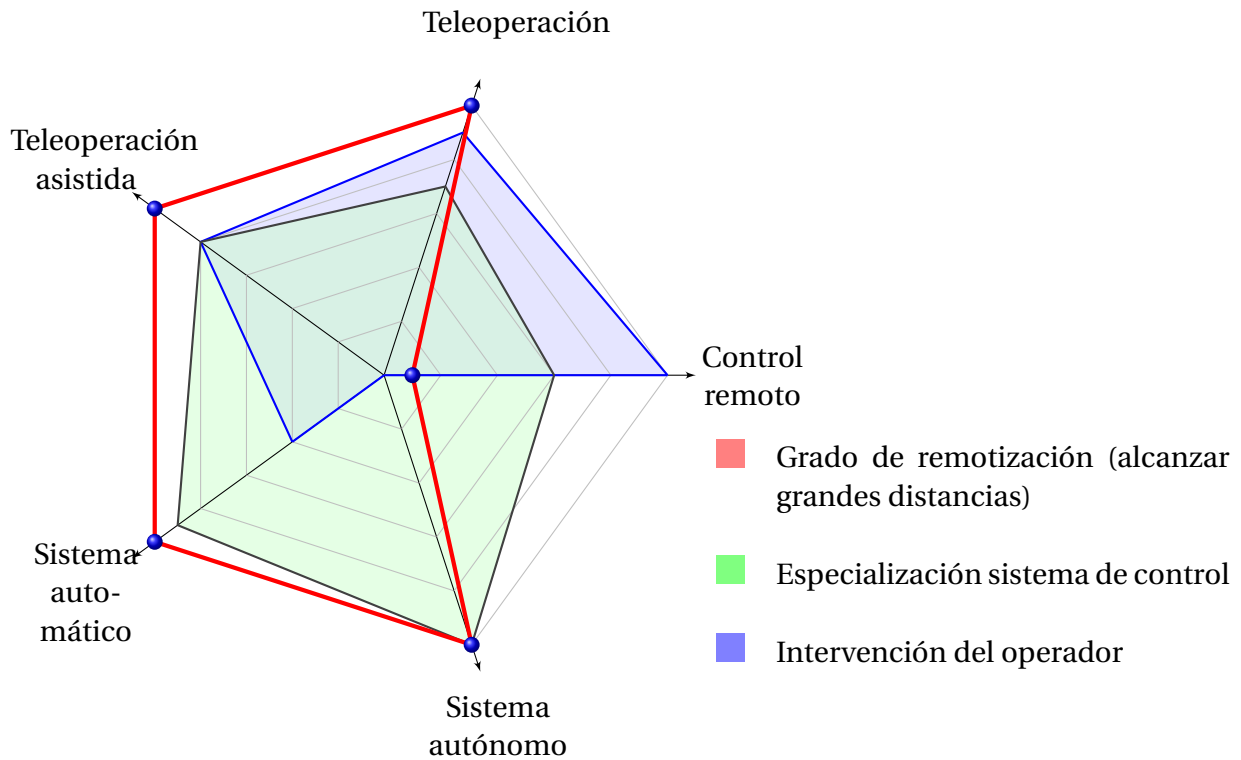


Figura B.1: Comparación de sistemas de control

B.1.2. Centros de Control, Integración y Operaciones

B.1.2.1. Sala de Control

La sala de control es donde los operadores realizan control de la planta o faena utilizando sistemas de control a diario, en un ambiente seguro, cómodo y funciona, ayudando a los operadores a ejecutar sus funciones de manera más eficiente.

La sala de control puede o no estar ubicada en faena, dependiendo de la criticidad del proceso, pudiendo también estar diseñada para operar en con redundancia geográfica.

La sala de control, concentra principalmente procesos de faena controlados automáticamente (procesos de control automático), donde el operador puede tomar el control de variables y/o dejar que el sistema siga operando de forma automática.

B.1.2.2. Sala de Operación

La sala de operación es donde los operadores realizan operación de equipos de forma remota, concentrando sistemas de tele operación, sistemas autónomos y semi-autónomos.

Ejemplos de sala de operación son las salas de Telecomandos de Martillos en el interior de la Mina El Teniente (nivel Sub 6), y la Sala de Operación de Palas Automáticas de Pipa Norte ubicada a 13 km de la mina en Colón Alto.

B.1.2.3. Centro Integrado de Operaciones

Definido en Codelco como Centro Integrado de Operaciones, se trata de una sala que concentra principalmente información para la toma de decisiones en relación a los procesos mineros, no conteniendo necesariamente procesos que necesiten operación remota o teleoperación. Su operación se basa en la recolección de información, concentrándola e interpretándola de manera de mejorar la toma de decisiones.

En este tipo de Centros, los sistemas automáticos y/o semiautónomos continúan con sus salas de datos y toma de decisión en faena.

Un ejemplo de Sala CIO es la de División Andina ubicada en la ciudad de Los Andes.

B.1.2.4. Centro de Operaciones

Un centro de operaciones, es la concentración de Sala CIO, Sala de Control y Sala de Operación en un mismo lugar, además de concentrar en el las funciones de coordinación y logística de las de mantenimiento y emergencia de las tareas remotas de terreno.

Ejemplos de salas de control y además remota, es la sala que la División Ministro Hales opera en el Bosque 500 en Santiago, denominada Centro de Operación Remoto - COR.

Bibliografía

- [1] Mike Hinchey and Lorcan Coyle Lero the Irish Software Engineering Research Centre University of Limerick. Evolving critical systems: a research agenda for computer-based systems. *IEEE International Conference and Workshops on Engineering of Computer-Based Systems*, 17th:430, 2010.
- [2] Ferran Pujol y Richard Sellschop Hugh Durrant-Whyte, Ryan Geraghty. Improve mining productivity through digital innovation with pulse mining. *http://www.mckinsley.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-digital-innovation-can-improve-mining-productivity*, Noviembre 2015.
- [3] Rio Tinto Limited. Rio tinto launches its operations centre as a key part of its vision for the 'mine of the future'. *Press releases*, page 2, 25 junio 2010.
- [4] Codelco. Proyectos en desarrollo ministro hales. *http://www.codelco.com/ministro-hales/prontus_codelco/2011-07-06/113544.html*.
- [5] Minería Chilena. Ministro hales ya piensa en su expansión. *http://www.mch.cl/reportajes/ministro-hales-y-a-piensa-en-su-expansion/*, Febrero 2016.
- [6] Enrique Jofré Rojas. Modelo de diseño y ejecución de estrategias de negocios. *Revista Ingeniería de Sistemas*, XVI(Nº 1), Junio 2002.
- [7] Rio Tinto Limited. Pilbara. *http://www.riotinto.com/australia/pilbara-4691.aspx*.
- [8] Rio Tinto Limited. Mine of the future™. *http://www.riotinto.com/australia/pilbara/mine-of-the-future-9603.aspx*.
- [9] Rio Tinto. *2010 Annual report, Striving global sector leadership*, volume <http://www.riotinto.com/annualreport2010>. Rio Tinto, 2010.
- [10] Codelco. *Memoria Anual 2016*. Codelco, <https://www.codelco.com/memoria2016/pd>

- f/memoria-anual/memoria-anual-codelco-2016.pdf, 2016.
- [11] Alexander Osterwalder and Yves Pigneur. Generación de modelos de negocios, 2016.
 - [12] Codelco. División ministro hales. *ht tp s : // www . co de lco . co m / pr on tu s _ co de lc o / si te / art ic / 20160225 / pa gs / 20160225163125 . ht ml .*
 - [13] SKF. Constantes vitales. *ht tp : // ev ol ut ion . sk f . co m / es / co ns ta n te s - vi ta l es /*, Abril 2014.
 - [14] Troy DuMoulin Rodrigo Flores and Bill Fine. *Defining IT success through the service catalog*. Pink Elephant Inc., second edition, 2008.
 - [15] Marco Orellana. Codelco digital. *ht tp : // www . ge st ion mi ne ra . co m . pe / 2014 / pd f / ti ca / M ie 17 . 15 - 18 . 000 re ll an a M ar co . p df*, 2014.
 - [16] René Gonzalez Rojas. Diseño estrategia operacion centrada en confiabilidad para minerá spence s.a. Master's thesis, Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Octubre 2006.
 - [17] DMH Jorge Tapia, Gerente Proyecto Remotizacion Operacional. Minería inteligente (ppt). *Seminario de Fundiciones 2016*, Octubre 2016.
 - [18] S. Lichiardopol. *A Survey on Teleoperation*, volume DCT 2007.155. DCT report, Diciembre 2007.
 - [19] Charles Thorpe Terrence Fong. Vehicle teleoperation interfaces. *Autonomous Robots*, 11(9–18):10, 2001.
 - [20] Fellow IEEE Raja Parasuraman, Thomas B. Sheridan and Christopher D. Wickens. A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions*, 30(3):286–297, Mayo 2000.
 - [21] Royal Academy of Engineering. Innovation in autonomous systems. *Innovation in autonomous systems*, junio 2015.