



LA UNIVERSIDAD DE LAS COMUNICACIONES

**Universidad de Artes, Ciencias y Comunicación
Facultad de Administración
Carrera de Ingeniería Comercial**

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN, TECNOLOGÍA Y COMUNICACIONES COMO SOCIO
ESTRATÉGICO DEL NEGOCIO MINERO**

**Proyecto de Título para optar al Grado Académico de Licenciado en
Ciencias en la Administración de Empresas y al Título Profesional de
Ingeniero Comercial**

Profesor Guía: Marjorie Daphne Caldera Calvert

**Estudiantes:
Jocelyn Olaya Yáñez Araya
Hugo Alfonso Inostroza Bustos**

Incluye Versión Digital, CD-ROM

Santiago de Chile, agosto de 2018

Resumen

El objetivo de esta tesis es responder a la pregunta ¿cómo satisfacer de la mejor manera las necesidades de tecnología, información y comunicaciones de una minera con los servicios ofrecidos por el área de Tecnología de Información y Comunicaciones, con el fin de entregar soluciones que agreguen mayor valor a la minera, ajustándose a su realidad y objetivos estratégicos, y que al mismo tiempo estas soluciones contribuyan a que TIC se convierta en un socio estratégico para la minera?

Para responder a esta pregunta, se realizó un análisis detallado y objetivo de las funciones críticas del negocio, las aplicaciones y tecnologías críticas, y las necesidades de los usuarios, utilizando la metodología de evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio.

Los resultados de este estudio revelaron una serie de áreas en las que TIC debe focalizarse para agregar un mayor valor, contribuir a mejorar la eficiencia de los procesos y las personas, solucionar los problemas y brechas TIC más importantes, y convertirse en un socio estratégico del negocio.

La metodología usada en esta tesis puede ser utilizada como una guía por otros profesionales TIC para descubrir las necesidades y expectativas reales de sus negocios como un medio para posicionar TIC como un verdadero socio estratégico.

Palabras claves: Tecnología; Información; Comunicaciones; Minera; Servicios; Agregar Valor; Objetivos Estratégicos; Socio Estratégico; Funciones Críticas; Negocio; Shadow IT; Aplicaciones y Tecnologías Críticas; Necesidades; Usuarios; Metodología; Evaluación; Impacto; Interrupciones; Guía; Profesionales; Descubrir; Foco; Expectativas; Posicionar.

Dedicatorias

“Dedico esta tesis y la culminación exitosa de mis estudios a mis hijas Pía y Sophie, y mi esposo Miller por su paciencia, comprensión y extraordinario apoyo durante todos estos años de educación universitaria. Igualmente, dedico este triunfo a mis padres Valentín y Deysi, y les agradezco el haberme dado todo lo que soy”.

Jocelyn Olaya Yáñez Araya

“Dedico esta tesis a mi compañera y esposa Elisa, que me ha apoyado y creído en mí desde que unimos nuestras vidas”.

Hugo Alfonso Inostroza Bustos

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por estar presente en mi vida guiando y bendiciendo cada paso que doy, los cuales siempre me conducen a tierra firme, segura y fértil. También agradezco a todas y cada una de las personas que colaboraron en mi proceso de educación.

Agradezco a Hugo por su alto desempeño en cada una de las actividades que se le encomendaron. Finalmente, agradezco a Marjorie Daphne Caldera Calvert por su valiosa guía, y por estar siempre presente cuando su retroalimentación fue requerida.

Jocelyn Olaya Yáñez Araya

Mis agradecimientos están dirigidos en primer lugar a Jocelyn porque pudimos hacer un equipo de trabajo de alto rendimiento. También agradezco aquellas personas que de forma desinteresada y anónima nos han ayudado en la realización de este trabajo. Por último, agradecer a mi familia por su paciencia y comprensión en este proceso, que Dios los bendiga a todos.

Hugo Alfonso Inostroza Bustos

Tabla de Contenido

Resumen.....	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Tabla de Contenido.....	v
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tablas.....	ix
Resumen Ejecutivo	x
Glosario de Términos.....	xiii
1 Introducción	1
1.1 Visión General.....	1
1.2 Planteamiento del Problema	4
1.3 Objetivos Generales y Específicos.....	5
1.4 Organización de la Tesis	6
2 Perspectivas Teóricas	8
2.1 Marco Teórico	8
2.2 Marco Referencial	12
2.3 Marco Conceptual	16
2.4 Tipo de Estudio	17
3 Entorno operacional de TIC en la minera	18
3.1 Modelo de servicio de TIC.....	18
3.2 Los clientes de TIC.....	22
3.3 Diferentes alternativas de proveedores de servicios TIC	25
3.3.1 Usuarios.....	26
3.3.2 Proveedores externos.....	26
3.3.3 Grupos de soporte al negocio.....	26
3.3.4 Grupos de soporte TIC	27
3.4 Atributos de las diferentes alternativas de proveedores de servicios TIC	27
3.5 Diferenciadores claves de TIC	31
3.5.1 Curvas de valor operacional y estratégica.....	31

4	Metodología: Evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio ...	34
4.1	Objetivos	34
4.2	Talleres y participantes.....	35
4.3	Metodología.....	36
4.3.1	Visión General	36
4.3.2	Evaluación de las funciones críticas del negocio.....	37
4.3.3	Evaluación de impacto de aplicaciones y tecnología	39
4.3.4	Evaluación de las aplicaciones por parte del usuario	41
4.3.5	Evaluación de necesidades TIC y expectativas del usuario	43
4.4	Resumen de la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio..	45
5	Resultados y Conclusiones	46
5.1	Funciones críticas del negocio (FCN).....	46
5.2	Aplicaciones y tecnologías críticas (ATC)	48
5.3	Evaluación de las aplicaciones de usuario	55
5.4	Necesidades TIC de los usuarios	58
6	Recomendaciones	61
6.1	Establecer un comité directivo de TIC en la minera	62
6.2	Recomendaciones de la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio	63
6.2.1	Radios.....	63
6.2.2	Red inalámbrica del rajo	64
6.2.3	Sistema de archivos compartidos	64
6.2.4	JD Edwards	65
6.2.5	PI System	65
6.2.6	Sistema de PLC eléctricos y de procesos.....	65
6.2.7	Sistema de control de asistencia	66
6.3	Colaborar con las diferentes alternativas de proveedores de servicios TIC ...	66
6.4	Gestión del cambio organizacional (Change Management)	67
6.5	Reflexionar antes de seleccionar e implementar nuevas tecnologías	68
6.6	Aprovechar "Shadow IT" como fuente de innovación.....	70
6.7	Actualizar la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio	71

7	Limitaciones	71
8	Plan de difusión	72
	Anexos	73
	Anexo A	74
	Anexo B	75
	Anexo C	79
	Anexo D	80
	Referencias	83
	Bibliografía	85
	Fuentes	87

Lista de Figuras

Figura 1 Prioridades y Demandas de los clientes TIC..... 24

Figura 2 Diferencias de prioridades y demandas de los proveedores de servicios TIC 29

Figura 3 Mandato de TIC 30

Figura 4 Curva de valor estratégico de TIC..... 32

Figura 5 Curva de valor operacional de TIC..... 32

Lista de Tablas

Tabla 1 Ruta de madurez de compromiso empresarial de TIC	11
Tabla 2 Percepciones antagónicas entre TIC y sus clientes internos de la minera.....	14
Tabla 3 Tasa de éxito de proyectos TIC cuyo único responsable es TIC	22
Tabla 4 Tasa de éxito de proyectos TIC cuya responsabilidad es compartida.....	22
Tabla 5 Número de usuarios TIC por departamento	22
Tabla 6 Ventajas y desventajas de los múltiples proveedores de servicios TIC	27
Tabla 7 Atributos para evaluar las funciones del negocio	38
Tabla 8 Atributos para evaluar las aplicaciones y tecnologías del negocio.....	42
Tabla 9 Ranking general de las funciones críticas del negocio (FCN)	47
Tabla 10 Ranking general de las aplicaciones y tecnologías críticas (ATC)	49
Tabla 11 Evaluación de las necesidades TIC de los usuarios	59

Resumen Ejecutivo

Las áreas de Tecnología de Información y Comunicaciones (TIC) en la industria minera deben convertirse en socios estratégicos del negocio al ofrecer soluciones que agreguen valor al desempeño y sustentabilidad de la empresa. Las empresas que usan apropiadamente el valor que trae consigo TIC tienen una alta probabilidad de alcanzar mejores resultados financieros y ser sustentables en el tiempo ante los diferentes desafíos de un mercado cada vez más competitivo.

Sin embargo, la realidad que afrontan las TIC en la industria minera está enmarcada dentro de un conjunto de percepciones mixtas que van en detrimento del valor real que TIC aporta al desempeño y sustentabilidad de las operaciones mineras en Chile. Por un lado, aunque los usuarios entienden la importancia de utilizar los servicios TIC, éstos consideran que TIC implementa soluciones sin comprender completamente las necesidades de los usuarios o clientes internos. Por otro lado, TIC considera que las acciones de los usuarios fallan al no alinearse con el enfoque estratégico de TIC, y al no realizar el uso correcto de los recursos de tecnología. Esta situación ha creado un complejo ambiente TIC muy difícil de mantener y con altos riesgos para el desempeño y sustentabilidad de las mineras en Chile.

El objetivo de esta tesis es responder a la pregunta ¿cómo satisfacer de la mejor manera las necesidades de tecnología, información y comunicaciones de una minera con los servicios ofrecidos por TIC, con el fin de entregar soluciones que agreguen mayor valor a la minera, ajustándose a su realidad y objetivos estratégicos, y que al mismo tiempo estas soluciones contribuyan a que TIC se convierta en un socio estratégico para la minera?

Con el fin responder la pregunta de esta tesis se realizó una evaluación del impacto de las interrupciones de tecnología en el negocio con el fin de entender y establecer una evaluación objetiva el entorno de TIC, y las expectativas de los usuarios.

La evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio se centró en evaluar las funciones críticas del negocio y su impacto en la continuidad operacional de la minera, los costos, y el volumen de producción. Con ese fin, se identificaron las aplicaciones y tecnologías críticas y cómo ellas afectan las funciones críticas del negocio. Adicionalmente, se evaluó la capacidad de que las aplicaciones y tecnologías críticas vuelvan, en corto tiempo, a su estado de funcionamiento normal después de una catástrofe. Finalmente, la evaluación se focalizó en comprender las necesidades TIC de los usuarios de la minera.

El principal objetivo de esta evaluación fue comprender las prioridades y desafíos tecnológicos de la minera, así como alinear el entorno y el catálogo de servicios de TIC con las prioridades de la compañía, identificar potenciales áreas de mejora, e incrementar las eficiencias donde sea posible en el corto y mediano plazo. Con base en el estudio, se produjeron recomendaciones para que TIC focalice sus esfuerzos en aquellas áreas de la minera con las mejores oportunidades para agregar valor a la operación y contribuir a mejorar la eficiencia de los procesos y las personas.

La metodología utilizada para este estudio se basa en una adaptación de la metodología OCTAVE Allegro desarrollada por académicos de la Universidad Carnegie Mellon y adaptada para evaluar la resistencia, flexibilidad y elasticidad del entorno TIC

en la minera. En esta tesis la metodología OCTAVE Allegro fue personalizada para facilitar el análisis propuesto en esta tesis. A esta versión personalizada de la metodología la denominamos “Evaluación del Impacto de Interrupciones en el Negocio” minero, para poner énfasis en las consecuencias que una interrupción de la tecnología tendría en la minera.

Glosario de Términos

ERP	Enterprise Resources Planning - Corresponde a los sistemas empresariales de administración y planeación de recursos.
ETC	Forma de medir la cantidad de empleados a tiempo completo que se necesitan para llevar a cabo el trabajo realizado en una empresa.
HMI	Human Machine Interface - Es la interface (aplicable a sistemas de automatización de procesos) que usan los operadores y los supervisores de la planta para controlar los procesos producción.
PLC	Programmable Logic Controllers - Son dispositivos electrónicos (controladores lógicos programables) o computadoras digitales de tipo industrial que permiten la automatización, especialmente de procesos de planta, debido a que controlan tiempos de ejecución y regulan secuencias de acciones.
Resistencia, flexibilidad y elasticidad	En esta tesis "resistencia, flexibilidad y elasticidad" se refiere a la resiliencia que deben tener todos los sistemas que se usan en las empresas. La resiliencia es la habilidad que tiene un sistema de regresar a su estado de funcionamiento normal o equilibrio después de haber sufrido cualquier interrupción, desastre, o transformación.
ROI	Return on investment - Tasa interna de retorno de un proyecto de inversión

RPO	Recovery Point Objective - Se refiere al volumen de datos en riesgo de pérdida que la compañía considera tolerable. ¿Las transacciones de cuánto tiempo estamos dispuestos a perder, o a tener que reintroducir al sistema?
RTO	Recovery Time Objective - Expresa el tiempo durante el cual una organización pueda tolerar la falta de funcionamiento de sus aplicaciones y la caída de nivel de servicio asociada, sin afectar a la continuidad del negocio.
Shadow IT	Se refiere a los dispositivos, software, hardware y servicios que están en uso en la empresa por fuera del control de TIC y no cuentan con una aprobación explícita de TIC. Es decir, un área del negocio desobedece las directrices de TIC y contrata sus propios proveedores de servicios de información y tecnología sin involucrar a TIC, y enmascara estos servicios dentro de la empresa de manera que pasan inadvertidos para la organización TIC.
Soluciones ad-hoc	Solución específicamente elaborada para un problema o fin preciso y, por tanto, no generalizable ni utilizable para otros propósitos.
TCO	Total Cost of Ownership - que en español significa Costo Total de Propiedad. Esta es una medida diseñada para evaluar el total de costos directos e indirectos en que se incurre al adquirir, implementar, sostener, actualizar y desechar un sistema de información.

TIC Departamento de Tecnología de Información y Comunicaciones
encargado de administrar todos los sistemas de información
(dispositivos, software, hardware y servicios de tecnología) de la
compañía.

1 Introducción

1.1 Visión General

Chile país minero y protagonista en este mundo globalizado está llamado a utilizar la innovación como vehículo para desarrollar ventajas competitivas para mantener una posición de liderazgo en el mercado de los minerales. En el mercado de los minerales el mejoramiento de los costos y el uso de las tecnologías para incrementar la productividad es muy importante y obligatorio. De lo anterior se desprende que las áreas de Tecnología de Información y Comunicaciones (TIC) tienen el potencial de ser más que un gasto general necesario para las operaciones mineras o un costo inevitable para hacer negocios.

Las empresas mineras deberían usar la tecnología y la información para disminuir sus costos de operación, alcanzar mercados que antes era imposible llegar a ellos, mejorar los niveles de seguridad en los que trabajan sus empleados, disminuir el impacto negativo que sus procesos industriales tienen sobre el medio ambiente, mejorar el nivel de vida de sus empleados, incrementar los volúmenes de producción, y mejorar la eficiencia de las personas, entre otros.

Las empresas que usan apropiadamente el valor que traen consigo la tecnología y la información tienen una alta probabilidad de alcanzar mejores resultados financieros y ser sustentables en el tiempo ante los diferentes desafíos que plantea un mercado cada vez más competitivo y exigente. Los datos tienen el poder de convertirse en información, y ésta a su vez se transforma en conocimiento.

El conocimiento y el dominio de los procesos del entorno minero junto con la tecnología sirven para evolucionar hacia la automatización de procesos de negocio y la robotización de funciones cuya ejecución sea repetitiva y no requiera la habilidad de raciocinio propia de los seres humanos. En especial en procesos y funciones que representan un alto riesgo para la salud y la seguridad de los operarios.

La investigación del Massachusetts Institute of Technology Sloan School of Management ha demostrado un vínculo directo entre TIC y el valor de mercado (capitalización bursátil) de las empresas (públicas) que tranzan en las bolsas de valores del mundo (Brynjolfsson, McAfee, Sorell, y Zhu, 2008). La participación total de mercado, durante un período de 10 años, aumentó de manera más significativa en las industrias donde los activos TIC constituyeron un mayor porcentaje (aproximadamente del 4 al 45 por ciento) de los activos fijos totales de la organización. Estas organizaciones aprovecharon TIC para el despliegue ágil de procesos de negocio integrados e innovadores.

En cuanto a las compañías mineras, TIC representó menos del 1.5% de los activos en promedio, y la minería ocupó el lugar 45 entre las 61 industrias estudiadas, por lo que hay un espacio significativo para el crecimiento competitivo en el sector minero. Las compañías que usen a TIC para mantener y fortalecer sus ventajas competitivas estarán a la delantera y tendrán mayores oportunidades de mostrar mejores resultados para sus dueños, socios y/o accionistas.

Adicionalmente, las empresas mineras que aprovechen las capacidades y valor agregado de TIC en sus procesos productivos para mejorar el desempeño de sus

equipos de movimiento de material y chancado podrán ganar eficiencias significativas las cuales se traducen en una disminución en el costo por tonelada movida. De acuerdo con un estudio de McKinsey & Compañía (Durrant-Whyte, Geraghty, Pujol, y Sellschop 2015) la productividad de las empresas mineras ha declinado un 3,5% anualmente durante la última década, lo cual es una tendencia evidente en todas las compañías mineras.

El estudio en mención revela que existe un gran potencial sin explotar para la mejora de la productividad en la industria minera a través del uso de las TIC. Una forma de entender el orden de magnitud de la mejora en productividad es comparar la minería con otras industrias, como petróleo y gas, acero y refinación de petróleo las cuales tienen un nivel de inversión en TIC muy superior al de la industria minera. El estudio de McKensey & Compañía muestra que los equipos de minería tienen un rendimiento promedio de efectividad del 27% en minería subterránea y 39% en minería a rajo abierto, en comparación con 88% para petróleo y gas en sentido ascendente, 90% para el acero y 92% para la refinación de petróleo.

En particular, en la operación minera¹ que analizamos en este proyecto de grado, existen percepciones mixtas sobre el valor entregado por TIC. Aunque la minera entiende la importancia de los esfuerzos de TIC para apoyar sus necesidades básicas de información, tecnología y comunicaciones, existe la percepción de que los esfuerzos de TIC, a veces, complican las soluciones implementadas sin escuchar apropiadamente las necesidades del "cliente". En este contexto, las áreas de la

¹ Empresa minera chilena, cuyo nombre se omite a petición del mandante con el objetivo de proteger su privacidad ya que este documento contiene información confidencial.

compañía prefieren buscar, a través de proveedores externos, soluciones alternativas a las propuestas por el área TIC, desechando potencialmente el valor de la sinergia con ella, y creando amenazas en general. Por otro lado, TIC considera que las acciones de la minera no se alinean con el enfoque estratégico de tecnología y que de esta forma la minera hace un mal uso de los recursos. Esto ha creado un complejo entorno TIC-empresa que, como se describirá en la siguiente sección, es difícil de sostener.

1.2 Planteamiento del Problema

El tema que proponemos es responder a la pregunta ¿Cómo satisfacer las necesidades de tecnología de una empresa minera con los servicios proporcionados por el área de Tecnología de Información y Comunicaciones (TIC) para que el esfuerzo, el costo, y la calidad de las soluciones propuestas sean los más adecuados para la empresa?

Las áreas de Tecnología de Información y Comunicaciones (TIC) tienen el potencial de ser más que un gasto general necesario para las operaciones mineras o un costo inevitable para hacer negocios. Las empresas mineras deberían usar la tecnología y la información para disminuir sus costos de operación, alcanzar mercados que antes era imposible llegar a ellos, mejorar los niveles de seguridad en los que trabajan sus empleados, disminuir el impacto negativo que sus procesos industriales tienen sobre el medio ambiente, y mejorar el nivel de vida de sus empleados, entre otros. Las empresas que usan apropiadamente el valor que traen consigo la tecnología y la información tienen una alta probabilidad de alcanzar mejores resultados financieros y ser sustentables en el tiempo ante los diferentes desafíos que plantea un mercado cada vez más competitivo y exigente.

La investigación del Massachusetts Institute of Technology Sloan School of Management ha demostrado un vínculo directo entre TIC y el valor de mercado (capitalización bursátil) de las empresas (públicas) que tranzan en las bolsas de valores del mundo (Brynjolfsson, McAfee, Sorell, y Zhu, 2008). La participación total de mercado, durante un período de 10 años, aumentó de manera más significativa en las industrias donde los activos TIC constituyeron un mayor porcentaje (aproximadamente del 4 al 45 por ciento) de los activos fijos totales de la organización.

Estas organizaciones aprovecharon TIC para el despliegue ágil de procesos de negocio integrados e innovadores. En cuanto a las compañías mineras, TIC representó menos del 1.5% de los activos en promedio, y la minería ocupó el lugar 45 entre las 61 industrias estudiadas, por lo que hay un espacio significativo para el crecimiento competitivo en el sector minero. Las compañías que usen a TIC para mantener y fortalecer sus ventajas competitivas estarán a la delantera y tendrán mayores oportunidades de mostrar mejores resultados para sus dueños, socios y/o accionistas.

1.3 Objetivos Generales y Específicos

El objetivo general de este trabajo es: Reconocer cómo se puede satisfacer mejor las necesidades de tecnología y comunicaciones de una empresa minera de tal forma que los esfuerzos, los costos y la calidad de la solución propuesta sean las que mejor se ajustan a la realidad y objetivos estratégicos de la compañía. Entre los objetivos específicos tenemos:

- Hacer recomendaciones para mejorar la dinámica que se da entre TIC y las diferentes áreas del negocio minero en el corto y mediano plazo

- Demostrar como descubrir las necesidades y expectativas reales de las empresas mineras de una manera más estratégica y participativa donde se fomente el fortalecimiento de la posición estratégica de TIC
- Recomendar las áreas de focalización de TIC en las empresas mineras
- Hacer que los hallazgos de esta tesis puedan ser usados como una guía por otros profesionales TIC para descubrir las necesidades y expectativas reales de sus negocios como un medio para posicionar sus departamentos TIC como un verdadero socio estratégico

1.4 Organización de la Tesis

Esta tesis consta de siete capítulos para el desarrollo de la pregunta de investigación de esta tesis. En la introducción (primer capítulo) ponemos en contexto la situación actual de la TIC en la industria minera.

El Segundo capítulo plantea el tema que proponemos responder en esta tesis desde la perspectiva teórica, referencial, conceptual y metodología de estudio. Por último, en esta sección definimos los objetivos que persigue este estudio.

El tercer capítulo, proporciona una descripción general del entorno en el cual los servicios de tecnología de información y comunicaciones son ofrecidos y entregados a los diferentes clientes internos. Este capítulo también presenta en forma detallada las complejidades que TIC y los usuarios enfrentan al interior de la empresa minera.

El cuarto capítulo es la aplicación de la metodología de Evaluación del Impacto de las Interrupciones en el Negocio. En este capítulo se puede entender cómo se

realizaron los talleres de descubrimiento de las funciones, aplicaciones y necesidades críticas de la minera.

El quinto capítulo se concentra en explicar en forma detallada las áreas donde TIC se debe focalizar para agregar valor. En este capítulo se encuentran los resultados y conclusiones del análisis de funciones y tecnologías críticas, así como la evaluación que los usuarios hicieron de cada una de las tecnologías que apoyan las funciones que ellos realizan a diario. Este capítulo también contiene un análisis de las necesidades más críticas de los usuarios.

En el sexto capítulo describe recomendaciones prácticas para remover o mitigar el impacto de las percepciones antagónicas entre TIC y los usuarios, e incrementar el retorno de las inversiones en información y tecnología.

El séptimo capítulo explica las limitaciones de este estudio.

El octavo capítulo detalla el plan de difusión para dar a conocer esta tesis a los profesionales de TIC.

Al final de esta tesis están los anexos donde se puede observar el correo de invitación que el gerente general de la minera envió a los empleados que participaron en los talleres. Igualmente, en esta sección aparece la lista detallada de las funciones, y las aplicaciones y tecnologías críticas del negocio. Finalmente, está la lista entera de las necesidades de los usuarios junto con las funciones y tecnologías que se verán afectadas al solucionarlas.

2 Perspectivas Teóricas

2.1 Marco Teórico

La importancia de comprender las necesidades y prioridades del negocio por parte de los departamentos TIC como medio para ofrecer valor, y la importancia de que TIC se convierta en un socio estratégico han sido el foco de estudios recientes:

Ferber, Gurgul y van Overdam (2013) discuten cómo los departamentos de TIC y sus directores pueden posicionarse como contribuidores de valor dentro de la estrategia de la empresa. Como sugieren los autores, el primer paso para convertirse en socios estratégicos es la importancia de alinear los esfuerzos de TIC con los objetivos estratégicos y la estrategia del negocio:

La estrategia y planificación de TIC siempre debe estar alineada con los requisitos y objetivos del negocio, para proporcionar el valor esperado por la empresa. La administración de TIC debe garantizar que su organización contribuya a la planificación estratégica del negocio, e identifique las capacidades disponibles para respaldar los objetivos empresariales y otras oportunidades. La piedra angular es un sólido conocimiento y comprensión del negocio por parte de los CIO² y los empleados de TIC. (Ferber, Gurgul, y van Overdam, 2013, p.3)

² CIO es la abreviatura de Chief Information Officer, cuya posición en español es conocida como Director de Sistemas de Información.

Es decir, desde el punto de vista de estos autores, un departamento de TIC exitoso puede responder a las preferencias y necesidades estratégicas de la empresa en el lenguaje de la empresa, algo que requiere una comprensión profunda del negocio.

En el documento “Cómo transformar TIC en un socio estratégico”, Hewlett Packard (HP) hace referencia a un estudio que realizaron donde el 99% de los vicepresidentes ejecutivos encuestados dijeron que TIC era esencial para la competitividad empresarial, pero solo el 31% de los directores de TIC (CIO) creían que estaban lo suficientemente alineados con los objetivos del negocio y la estrategia. Como describen los autores, esta desconexión de las percepciones se debe al hecho de que, tradicionalmente, las TIC han actuado como un departamento en silos con inquietudes que no son necesariamente las preocupaciones del negocio al que sirve. Esta situación crea una brecha entre TIC y el negocio que debe cerrarse para permitir la alineación que se requiere para que TIC ayude al negocio a ejecutar sus iniciativas estratégicas.

Mientras discutía las prioridades del "CIO del futuro", Marco Orellana CIO de Codelco (2013) también señaló que TIC debe apoyar la estrategia del negocio, personalizando soluciones a las necesidades del negocio de manera oportuna y consciente de los presupuestos.

El desafío del CIO es habilitar las estrategias del presidente de la compañía (CEO), convirtiéndose en el área de innovación de la empresa y apoyando las estrategias de negocio con soluciones

ad-hoc, y al mismo tiempo cumpliendo los plazos de tiempo y ajustándose a las restricciones presupuestarias de la empresa. Un CIO experto personaliza las soluciones, alineándolas correctamente con las estrategias empresariales, en el momento correcto y con presupuestos competitivos. (Orellana, 2013)

En una encuesta realizada por los consultores de McKinsey, Arandjelovic, Bulin y Khan (2015), se encontró un vínculo entre la participación de TIC con el negocio y la eficacia percibida de TIC: "En las empresas con los CIOs más involucrados, es mucho más probable que sus ejecutivos digan que TIC facilita las actividades del negocio, incluyendo la entrada a nuevos mercados, y la creación de nuevos productos". Desafortunadamente, como señalan los autores en este estudio, TIC a menudo no desempeña un papel de socio de negocios influyente en muchas organizaciones. En este caso, más de la mitad de todos los encuestados dicen que sus CIOs están en los equipos más sénior de sus organizaciones, y solo un tercio de los encuestados dicen que sus CIOs están extremadamente involucrados en formular y dar forma a la estrategia y la agenda estratégica del negocio. Como resultado de estos hallazgos, Arandjelovic, Bulin y Khan (2015) recomiendan a los equipos y departamentos TIC que mejoren su entendimiento del negocio y cultiven líderes de TIC que entiendan el negocio y que tengan conocimientos técnicos.

Cooke, Guha y Filsoof (2013) argumentan que "en muchas empresas está surgiendo un modelo de sociedad TIC-empresa muy diferente" (p.4) donde cada unidad de negocio toma sus propias decisiones sobre las tecnologías que necesita para introducir exitosamente en el mercado sus productos y servicios. En este contexto,

debe florecer un modelo de asociación, similar al presentado en esta tesis, entre TIC y la empresa, en el que TIC pase de ser un proveedor de servicios transaccionales a un socio estratégico. En la Tabla 1, Cooke, Guha y Filsoof ilustran el camino hacia este modelo de asociación TIC-empresa en su ruta de madurez de compromiso empresarial.

Tabla 1 Ruta de madurez de compromiso empresarial de TIC

Características Claves	Proveedor de Servicios	Habilitador del Negocio	Socio Estratégico	Modelo de Asociación TIC-Empresa
Misión	Prestar servicios TIC como centro de costos	Presta servicios TIC como un proveedor de servicios	Colaborador en la ejecución de las estrategias del negocio	Roles híbridos de negocios y tecnología, innovación tecnológica, valor agregado
Relación entre TIC y el negocio	Transaccional	Combinación de transaccional y consultoría	Consultor	Propiedad y responsabilidad compartida
Alineamiento con el negocio	Alineación funcional o técnica de TIC	Combinación de procesos TIC, y alineación de procesos con las unidades de negocio	TIC alineado con las unidades de negocio y con los procesos de negocios	Matriz TIC-negocio en torno a capacidades o procesos estratégicos diferenciados
Prioridades en administración de recursos	Experiencia técnica Experiencia en procesos de soporte	Experto en procesos	Expertos en soluciones y en el manejo de relaciones	Dominio de las actividades claves del negocio y expertos en información
Presupuestos y fondos	Presupuesto fijo de TIC anual	Presupuesto fijo de TIC anual, y cargo de costos a las áreas funcionales del negocio	Financiamiento fijo y basado en el mercado	Fondos y presupuestos flexibles y basados en el mercado

Fuente: Elaboración propia

Además, el estudio de Pohle y Chapman (2006) identificó la integración de las necesidades empresariales y las ofertas de tecnología como un componente integral de la innovación, sin embargo, como señalaron los autores de este estudio, la mayoría de los presidentes de las compañías encuestadas identificaron una importante "brecha de integración" en sus organizaciones, y reconocieron que, aunque querían mejorar, "no sabían cómo hacerlo" o consideraban que esta tarea era "demasiado complicada".

En resumen, aunque la importancia de alinear el equipo central de TIC con las necesidades y expectativas del negocio es bien conocida y documentada como una forma de generar valor comercial y una fuente de innovación, hay pocos estudios que analizan cómo alcanzar y mantener dicha alineación. Esta tesis se centrará en abordar esta brecha.

2.2 Marco Referencial

El terreno entre TIC y su cliente interno es complejo. Con muchas áreas funcionales en la minera iniciando, diseñando, implementando y operando sus propios sistemas de tecnología y comunicaciones por fuera de la intervención y conocimiento de TIC, la situación de TIC se ha vuelto compleja y difícil de manejar desde una perspectiva empresarial. Esto se ha traducido en un entorno TIC en el que es difícil contribuir a los objetivos estratégicos del negocio. Adicionalmente, los costos de mantener este entorno de información y tecnología, y sus riesgos inherentes para el negocio aumentan considerablemente.

Esta complejidad progresiva ocurre cuando los usuarios, para satisfacer sus necesidades de información y tecnología, las cuales son válidas, crean sus propias soluciones exclusivas; a menudo realizadas de forma aislada y, a veces, sin saber que otros sistemas, soluciones y datos están disponibles para abordar sus necesidades o problemas. Aunque estas soluciones "caseras" abordan y cumplen los requisitos inmediatos y específicos, estos enfoques de soluciones privadas o "*Shadow IT*"³ pueden entorpecer, a largo plazo, una participación amplia en la solución de problemas que beneficien toda la minera. La situación anterior trae como resultado una intrincada red de aplicaciones de software, proveedores y soluciones, cada una de las cuales requiere contrato de uso de licencia y administración de actualizaciones, lo que aumenta los costos totales de propiedad de cada una de las soluciones.

La falta de claridad sobre las reglas que guían los compromisos y obligaciones entre los usuarios, áreas funcionales (clientes internos) de la minera y TIC ha llevado a que se perpetúen los fracasos en la entrega de servicios de TIC y que se deterioren aún más la colaboración entre TIC, y los usuarios y áreas funcionales de la minera. Como resultado de esta situación, se han formado percepciones antagónicas que han deteriorado la relación de trabajo entre TIC y sus clientes internos TIC como se ilustra en la Tabla 2

³ Shadow IT se refiere a los dispositivos, software, hardware y servicios que están en uso en la empresa por fuera del control de TIC y no cuentan con una aprobación explícita de TIC. Es decir, un área del negocio desobedece las directrices de TIC y contrata sus propios proveedores de servicios de información y tecnología sin involucrar a TIC, y enmascara estos servicios dentro de la empresa de manera que pasan inadvertidos para la organización TIC.

Tabla 2 Percepciones antagónicas entre TIC y sus clientes internos de la minera

Percepciones de TIC sobre sus clientes internos	Percepciones de los clientes internos sobre TIC
<ul style="list-style-type: none"> – Ellos no quieren alinearse con TIC – Ellos quieren tener su propia independencia – Ellos desarrollan sus propias soluciones – Ellos dirigen sus propios proyectos – Ellos no trabajan con nosotros 	<ul style="list-style-type: none"> – Ellos quieren adueñarse de todo – Ellos son lentos para responder – Ellos están demasiado ocupados con las últimas herramientas y dispositivos – Ellos hacen que todo sea demasiado complicado – Ellos siempre quieren un rol para participar, pero luego desaparecen cuando las cosas se ponen demasiado difíciles – De todos modos, ellos no lo podrán hacer – Realmente, ellos no nos están escuchando – Ellos son un desastre para ejecutar proyectos – Ellos no saben sobre minería

Fuente: Elaboración propia

Estas percepciones antagónicas, sumadas a un ambiente de trabajo entre TIC y la minera cada vez más complejo, puede tener efectos secundarios tangibles tales como:

- La falta de integración de todas las partes para que actúen como una sólida compañía

- El rendimiento operacional podría verse negativamente afectado por una falla en la operación del software o hardware de una aplicación crítica
- Realizar decisiones basadas en datos incompletos o incorrectos
- Eficiencias potenciales se pueden ver obstaculizadas por la utilización, creación, modificación, almacenamiento y/o distribución de datos de mala calidad
- Un alto riesgo de exposición a riesgos de seguridad cibernética
- Desde el punto de vista de la empresa como un todo, contar con sistemas y tecnologías que son altamente costosos, y difíciles de mantener y administrar
- Algunos de los servicios de TIC, que podrían ser beneficiosos para la minera, no están siendo aprovechados. Como consecuencia, la minera no está obteniendo el beneficio-valor de su inversión en TIC

El objetivo clave de negocio que esta tesis abordará es ¿cuál es la mejor manera de satisfacer las necesidades de información, tecnología y comunicaciones de una empresa minera con los servicios proporcionados por el área TIC para optimizar los esfuerzos, los costos y la calidad de las soluciones propuestas, las cuales deben estar ajustada a la realidad y los objetivos estratégicos de la compañía? Para responder a esta pregunta, se presentará un enfoque novedoso para comprender y priorizar las necesidades de la compañía minera. Este enfoque puede ser utilizado por otros profesionales de TIC para descubrir, entender y racionalizar las necesidades y expectativas reales de sus negocios para promover soluciones más efectivas y eficientes.

2.3 Marco Conceptual

Con el propósito de entender mejor las necesidades de los clientes internos se hará una adaptación de la metodología OCTAVE Allegro que se centra en los activos de información tales como aplicaciones, bases de datos, dispositivos de seguridad, hardware, y en si todo elemento que sea un activo tangible e intangible de información. Con base en experiencia y entrevistas con los usuarios internos de cada área funcional de la empresa se identifican y se evalúan los activos de información. Esta metodología permite una amplia evaluación del entorno del riesgo operativo sin la necesidad de un amplio conocimiento de los riesgos informáticos de cada área y requiere menos tiempo de implementación. OCTAVE Allegro consta de ocho etapas organizadas en cuatro fases:

- Desarrollar criterios de medición de riesgo consistentes con los objetivos estratégicos de la organización, los objetivos y los factores críticos de éxito
- Crear un perfil de activos de información crítico, para cada área funcional, que establezca límites claros para el activo e identifique sus requisitos de criticidad
- Identificar las amenazas a cada activo de información en el contexto del área funcional que atiende y su criticidad en el evento que el activo no esté disponible
- Identificar y analizar los riesgos de los activos de información y comenzar a desarrollar enfoques de mitigación

Los autores de la metodología OCTAVE Allegro la definen de la siguiente manera:

El enfoque de OCTAVE Allegro está diseñado para permitir una evaluación amplia del entorno de riesgo operacional de una organización con el objetivo de producir resultados más sólidos sin la necesidad de un conocimiento extenso de evaluación de riesgos, centrándose principalmente en los activos de información en el contexto de cómo se utilizan, en la que se almacenan, transportan y procesan, y la forma en que están expuestos a amenazas, vulnerabilidades y perturbaciones como consecuencia de ello. (Caralli, Stevens, Young, Wilson, 2007)

2.4 Tipo de Estudio

Esta tesis usa el estudio cualitativo como metodología de investigación, que es aquella que se realiza en un entorno natural y busca interpretar la realidad según el significado que a la situación le den los sujetos o individuos que intervienen en el estudio. Con la afirmación anterior, fundamentamos nuestra investigación, que consiste en la elaboración de talleres para que los participantes den sus opiniones, que tienen un carácter cualitativo, para evaluar el impacto que las interrupciones tienen en cada una de las funciones de cada departamento de la faena minera, objeto de este estudio.

El método de investigación cualitativa es la recogida de información basada en la observación de comportamientos naturales, discursos, respuestas abiertas para la posterior interpretación de significados. Para lograr lo anterior se realizarán talleres con

el fin de realizar un examen detallado y objetivo de las funciones críticas del negocio minero, aplicaciones y tecnologías críticas, y las necesidades de los usuarios utilizando la metodología de “Evaluación del Impacto de las Interrupciones en el Negocio”.

La evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio se llevará a cabo usando la metodología OCTAVE Allegro (que fue personalizada para facilitar el análisis propuesto en esta tesis) que se centra en los activos de información tales como aplicaciones, bases de datos, dispositivos de seguridad, hardware, y en si todo elemento que sea un activo tangible e intangible de información.

3 Entorno operacional de TIC en la minera

Esta sección proporciona una descripción general del entorno en el cual los servicios de tecnología de información y comunicaciones son ofrecidos y entregados a los diferentes clientes internos. Esta descripción general es útil para comprender el entorno en el que TIC opera (servicios y clientes internos) así como para explicar las complejidades que TIC enfrenta.

3.1 Modelo de servicio de TIC

TIC brinda servicios al negocio siguiendo un modelo orientado al cliente, el cual está basado en un catálogo de servicios. Este catálogo está compuesto por los siguientes elementos:

1. Mantenimiento de aplicaciones: brinda soporte a las aplicaciones de software de la minera, administrando incidentes y solicitudes de acceso a aplicaciones, relación con proveedores, mejoras continuas y código fuente.

2. Estándares de tecnología y servicios de diseño: Proporciona servicios y/o soluciones de diseño y planificación de alto nivel para garantizar que los estándares y diseños tecnológicos de la minera estén siempre alineados con los objetivos de negocio, y dentro de los límites de costo y tiempo.
3. Ciber Seguridad: Protege los activos tecnológicos y operativos de los riesgos de seguridad cibernética internos y externos
4. Servicios de infraestructura: Proporciona una infraestructura rentable que cumple con el objetivo para el cual fue construida, teniendo en cuenta el hardware, software, recursos de red y servicios necesarios para la operación y administración de un entorno tecnológico empresarial.
5. Mesa de Ayuda: Brinda asistencia 24/7 a los clientes internos para todas las consultas relacionadas con TIC, como resolución de incidentes, solicitudes de hardware y software, gestión de activos de TIC y control de cambios de TIC.
6. Gestión de proyectos, compras y servicios de análisis de datos: Brinda gobernabilidad para la ejecución de proyectos, análisis y reporte de datos para ayudar con la entrega de nuevas soluciones y la mejora de las ya existentes, desde el inicio hasta la puesta en servicio del proyecto. También se encarga de las compras de activos tecnológicos.
7. Tecnología operacional: Incluye la implementación de sistemas de información especializados en tiempo real y tecnologías que respaldan

directamente las operaciones industriales de la minera, incluidas operaciones mina, operaciones planta, procesamiento, ingeniería mina, mantenimiento de mina y planta, redes industriales y el análisis de información proveniente de la operación en tiempo real.

Con base en su objetivo, dicho catálogo de servicios puede ser dividido en dos grupos de la siguiente manera:

- Mantener las operaciones críticas del negocio siempre funcionando: El objetivo es proporcionar un funcionamiento sostenible y sin problemas para todas las aplicaciones, herramientas, datos, tecnologías y todos los activos TIC que soportan procesos críticos en la minera. Sin estos activos tecnológicos la operación se detendría en un período corto de tiempo. Este grupo de servicios evita que la empresa retroceda y configura el entorno requerido para que la minera opere normalmente. Estos servicios incluyen infraestructura, aplicaciones, mesa de ayuda y seguridad cibernética.
- Habilitar capacidades de rápido y flexible crecimiento tecnológico: Estos servicios le permiten a la minera crecer y aumentar la eficiencia de los procesos de negocio actuales y futuros. Sin estos servicios, no sería posible implementar nuevas tecnologías, acceder a soluciones más potentes y actualizadas, o permitir la expansión y el crecimiento de los activos y servicios TIC. Estos servicios son estándares de tecnología y servicios de diseño; gestión de proyectos, compras y servicios de análisis de datos; y tecnología operacional.

Los usuarios de la minera mencionan que mantener las operaciones críticas del negocio siempre funcionando tiene que ser la expectativa de mayor prioridad para TIC. Sin embargo, el desafío es que, en las raras ocasiones en que un activo de TIC falla, esto provoca grandes reveses para los usuarios. Por esta razón, el habilitar capacidades de rápido y flexible crecimiento tecnológico es igualmente importante para mantener los activos TIC de la minera siempre funcionando con el nivel de servicio requerido por cada unidad funcional del negocio.

Como se muestra en la Tabla 3, TIC ha tenido éxito en la implementación de soluciones innovadoras integradas que afectan directamente la función de TIC en la minera. Todos estos proyectos, cuyo responsable es TIC, se han implementado exitosamente (alcance, tiempo y presupuesto). Sin embargo, donde TIC se ha quedado corto y no ha sido exitoso es en la implementación de soluciones que impactan dos o más departamentos, donde las responsabilidades no son claras (Tabla 4). Como resultado, TIC no está en una posición óptima para convertirse en una ventaja competitiva para el negocio de la minera.

Los fracasos de TIC en la implementación de soluciones cuya responsabilidad es compartida han tenido como resultado que despliegues y actualizaciones posteriores se detengan, y a un colapso en la relación entre TIC y la minera. Esto, a su vez, ha creado situaciones donde algunos departamentos de la minera introducen nuevas soluciones de tecnología sin previamente involucrar a TIC. En este escenario TIC tiene que sostener activos tecnológicos que han sido introducidos sin ninguna planeación adecuada, lo cual ha generado un ambiente extremadamente complejo que impide la excelencia operativa y la mejora continua.

Tabla 3 Tasa de éxito de proyectos TIC cuyo único responsable es TIC

	Alcance	Tiempo	Presupuesto
Sistema de voz sobre IP - VoIP	Exitoso	Exitoso	Exitoso
Sistema de red inalámbrica	Exitoso	Exitoso	Exitoso
Actualización de la red central	Exitoso	Exitoso	Exitoso
Actualización red perimetral	Exitoso	Exitoso	Exitoso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Tasa de éxito de proyectos TIC cuya responsabilidad es compartida

	Alcance	Tiempo	Presupuesto
Administración de desempeño	No Logrado	No Logrado	No Logrado
Monitoreo de equipos móviles	No Logrado	No Logrado	No Logrado
Sistema de recursos humanos	No Logrado	No Logrado	No Logrado
Seguimiento de minerales	Exitoso	No Logrado	No Logrado

Fuente: Elaboración propia

3.2 Los clientes de TIC

TIC presta servicios a un extenso grupo de clientes internos en la minera. A nivel general, TIC tiene 1.433 clientes internos que puede ser clasificados en usuarios finales (1.420), gerentes (6) y ejecutivos (7). La Tabla 5 muestra el número de usuarios TIC.

Tabla 5 Número de usuarios TIC por departamento

Departamento	Número de usuarios
Operación Mina	413
Ingeniería Mina	25
Mantenimiento Mina	286
Operación Planta	199
Mantenimiento Planta Eléctrica	2
Servicios Planta Eléctrica	46
Proyectos Operacionales	11
Operaciones Planta	31
Mantenimiento Planta	252
Relaves	26
Ingeniería	11
Confiabilidad	15
Mejoramiento Continuo	4

Departamento	Número de usuarios
Medio Ambiente y Comunidades	9
Planeación Estratégica	9
Ejecutivos	7
Contabilidad	12
Sistema de Información	4
Gestión de Materiales	36
Recursos Humanos	9
Exploración	5
Legal	2
Marketing	2
Soporte Tecnología Operacional	9
Seguridad	8
Total	1433

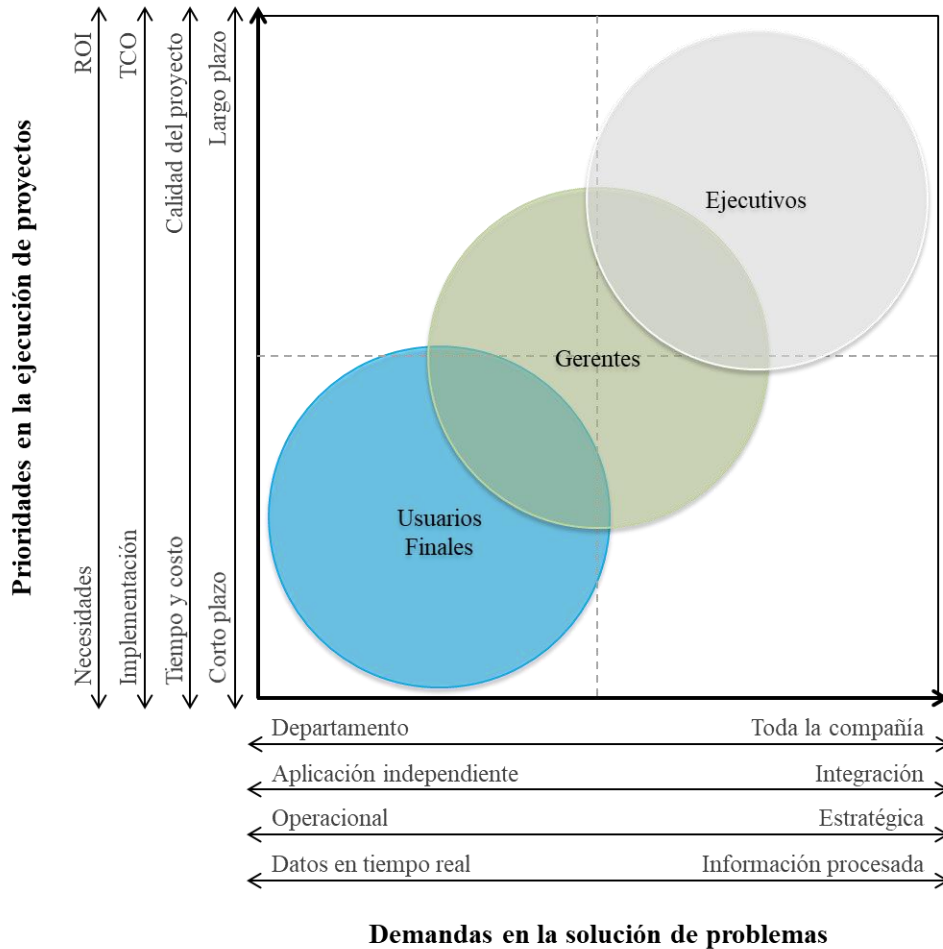
Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos grupos de clientes tienen sus prioridades y demandas únicas cuando se trata de la implementación y el mantenimiento de soluciones y servicios de tecnología de la información. La Figura 1 ilustra estas diferencias al comparar los grupos de clientes contra sus demandas de solución de problemas (eje horizontal) y sus prioridades de ejecución de proyecto (eje vertical). Como se puede los ejecutivos de la compañía se enfocan en los atributos de alto nivel que impactan todo el negocio:

- Requisitos que impactan toda la compañía
- Integración con todos los sistemas que actualmente están en operación
- Posicionamiento estratégico
- Información procesada y analizada – analítica de datos
- Horizonte de planificación del negocio minero a largo plazo
- La alta calidad del proyecto se prioriza sobre el tiempo y el costo

- El TCO⁴ es clave en la aprobación del proyecto de tecnología
- El ROI⁵ es clave al momento de aprobar un proyecto de tecnología

Figura 1 Prioridades y Demandas de los clientes TIC



Fuente: Elaboración propia

⁴ TCO es la abreviatura de Total Cost of Ownership que en español significa Costo Total de Propiedad. Esta es una medida diseñada para evaluar el total de costos directos e indirectos en que se incurre al adquirir, implementar, sostener, actualizar y desechar un sistema de información.

⁵ ROI es la tasa interna de retorno de un proyecto de inversión.

En la figura anterior también se puede observar que en el otro extremo del espectro están los usuarios finales los cuales se enfocan en atributos que tienen impacto a nivel departamental:

- Requisitos alineados con las necesidades del departamento al que pertenece el usuario final
- Funcionalidad de aplicación independiente
- Enfoque operacional orientado a las funciones propias del departamento o del usuario
- Recopilación y consumo de datos en tiempo real
- Horizonte operacional de corto plazo
- El tiempo y costo del proyecto tienen mayor relevancia sobre la calidad del proyecto
- Foco en la implementación y no sobre el TCO
- Satisfacción de las necesidades inmediatas

En este contexto, el reto para TIC es lograr un equilibrio óptimo entre estas diversas demandas del negocio y las prioridades operativas cuando se implementan y mantienen soluciones y servicios de tecnología de la información.

3.3 Diferentes alternativas de proveedores de servicios TIC

Cuando se trata de opciones de proveedores de servicios para cumplir con los requisitos de tecnología de la información, los usuarios de la minera tienen una multitud de opciones prácticas y de facto. Esta multitud de proveedores de servicios actúan como "competidores" de TIC en la prestación de servicios para cumplir con los

requisitos de los usuarios de la minera. A continuación, aparece la lista de proveedores alternativos de servicios de tecnología de la información (“competidores” de TIC).

3.3.1 Usuarios

Los usuarios poseen recursos en sus departamentos con capacidades de tecnología de información. De allí que cuando se enfrentan a una necesidad, los usuarios entusiastas podrían realizar la implementación de soluciones de tecnología directamente, o llamar a los miembros del equipo local con conocimiento en tecnología de la información para obtener ayuda.

3.3.2 Proveedores externos

Numerosos proveedores externos ofrecen sus servicios de tecnología de información a los usuarios de la minera. Estos proveedores tienen la capacidad de contactar directamente a los usuarios y, al hacerlo, no involucran a TIC. En algunos casos, estos proveedores son exitosos al influenciar al usuario para que realice una implementación de una solución independiente y autónoma, la cual en la mayoría de los casos no está alineada con los estándares de TIC ni con la estrategia de la compañía.

3.3.3 Grupos de soporte al negocio

Estos grupos son similares al grupo de "Usuarios" descrito anteriormente en el sentido de que forman parte de la compañía o un equipo operativo, sin embargo, estos grupos poseen conocimientos específicos sobre tecnología minera. Estos grupos usan sus conocimientos en el apoyo de soluciones especializadas de tecnología de la información o directamente involucran a los proveedores con el mismo objetivo sin

involucrar a TIC. Estos grupos están compuestos por exploración, mejoramiento continuo, medio ambiente y comunidades, sustentabilidad, y excelencia operacional.

3.3.4 Grupos de soporte TIC

Este es el grupo de profesionales de TIC al que los usuarios recurren para obtener asesoramiento y asistencia en materia de tecnología de la información. Este grupo está conformado por personal de TIC, grupo de soporte técnico de la planta y el grupo de soporte técnico de ingeniería mina.

3.4 Atributos de las diferentes alternativas de proveedores de servicios TIC

Cada una de las alternativas de proveedores de servicios TIC tienen sus ventajas y desventajas en lo que ofrecen a los usuarios (Tabla 6) con el fin de satisfacer necesidades TIC orientadas a solucionar problemas operacionales y de negocio.

Tabla 6 Ventajas y desventajas de los múltiples proveedores de servicios TIC

Proveedor Alternativo de servicios TIC	Ventajas	Desventajas
Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> – Comprenden las preocupaciones, las urgencias y los procesos de negocio – Son ágiles al momento de actuar 	<ul style="list-style-type: none"> – No entienden la propuesta de valor de TIC ni el costo incremental de mantener soluciones – TCO – Los costos de implementar soluciones no son transparentes ni claros
Proveedores externos	<ul style="list-style-type: none"> – Habilidades especializadas en requerimientos específicos 	<ul style="list-style-type: none"> – Orientados a compromisos que generan ingresos en el corto plazo – Heredan las desventajas de usuarios como proveedores

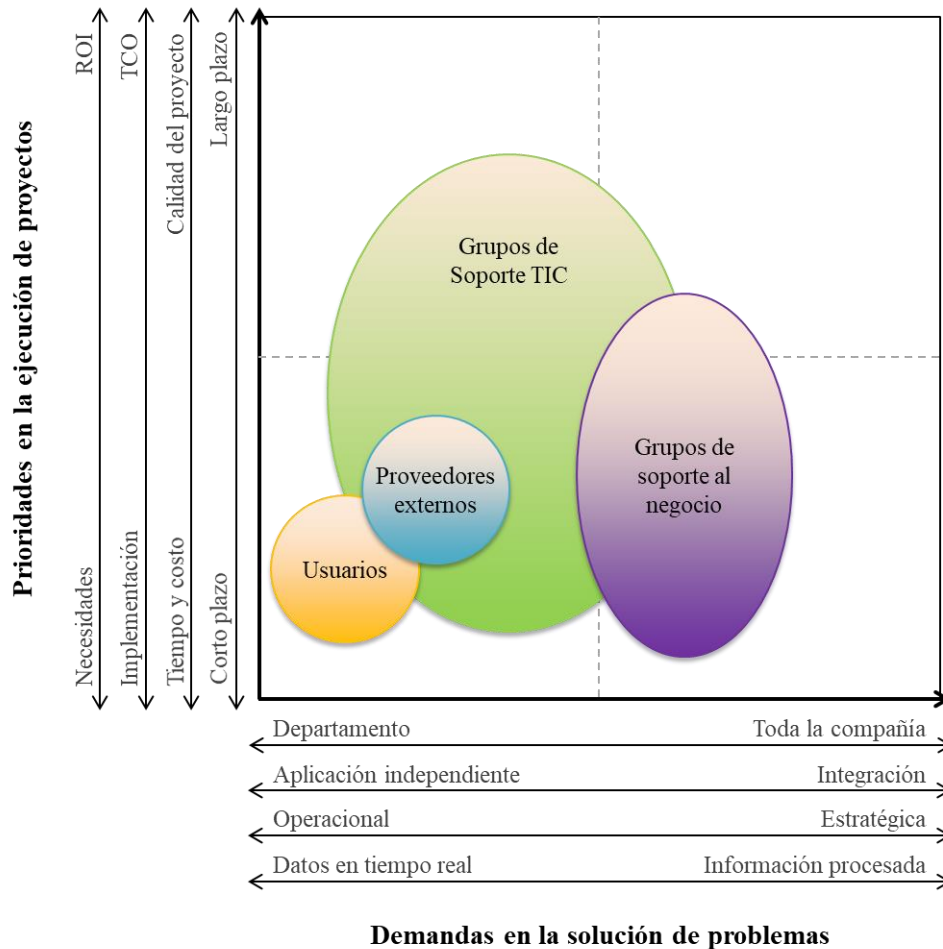
Proveedor Alternativo de servicios TIC	Ventajas	Desventajas
Grupos de soporte al negocio	– Habilidades muy especializadas y gran experiencia en funciones operacionales del negocio minero	– Inexpertos en implementaciones e integración de tecnología
Grupos de soporte TIC	– Extenso conocimiento operacional de las aplicaciones de usuario – Experiencia en plataformas de tecnología usadas para soportar diferentes funciones del negocio	– Poco conocimiento de las funciones y procesos de negocio – Poseen un enfoque transaccional de servicios

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos proveedores posee diferencias al comparar sus demandas en la solución de problemas y sus prioridades en la ejecución de proyectos. La Figura 2 muestra que los usuarios como proveedores alternativos de servicios de TIC tienen un mayor enfoque hacia:

- Los requisitos del departamento o unidad funcional a la que pertenecen
- La formulación y desarrollo de requerimientos para aplicación independientes
- Las consideraciones operacionales
- La recopilación, análisis y consumo de datos en tiempo real
- Un horizonte operacional de corto plazo
- Los tiempos de implementación del proyecto y los costos inmediatos
- El cumplimiento de los requerimientos operativos

Figura 2 Diferencias de prioridades y demandas de los proveedores de servicios TIC



Fuente: Elaboración propia

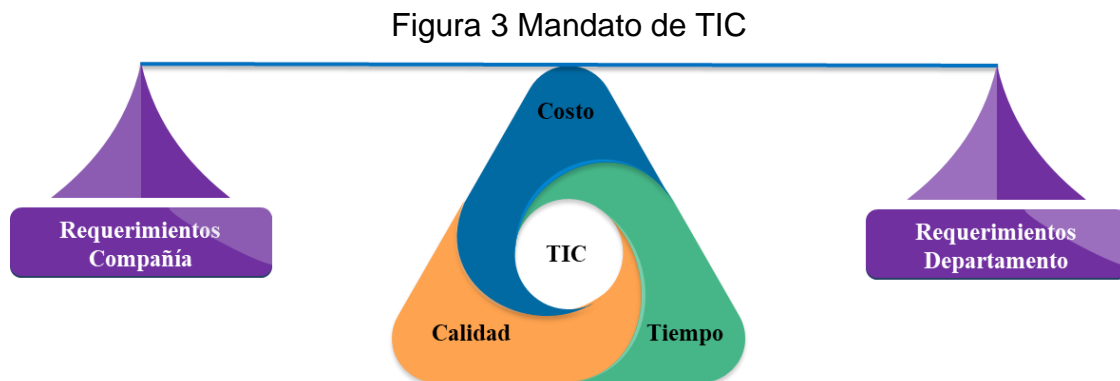
Adicionalmente los grupos de soporte TIC como proveedores de servicios están más interesados en:

- Un horizonte operacional de mediano a largo plazo
- Equilibrar la calidad del proyecto con el tiempo y el costo de implementación
- El costo total de la propiedad – TCO
- Retorno de las inversiones

- Fomentar la integración de aplicaciones

Contrario a las diferentes alternativas de proveedores de servicios, el objetivo de TIC debe ser equilibrar las prioridades y demandas de las dimensiones operacionales y administrativas. Es decir, que para brindar una solución tecnológica más sólida y estable en el largo plazo, TIC debe tener un enfoque orientado a la alta calidad, integración y TCO. Una solución que esté integrada de manera adecuada con el entorno tecnológico actual, y que aprovecha la experiencia ganada en otras implementaciones tecnológicas, tendrá una vida útil más larga y tendrá una mayor probabilidad de mejorar la satisfacción de los clientes internos, lo cual beneficia el funcionamiento continuo de la minera.

Por lo tanto, equilibrar el costo, tiempo y calidad de los proyectos con los objetivos estratégicos de la compañía y los objetivos del departamento que se beneficia de la ejecución del proyecto debe ser el mandato de TIC. Esto redundará en soluciones sustentables en el largo plazo y un TCO óptimo. La figura 3 ilustra el mandato de TIC.



Fuente: Elaboración propia

3.5 Diferenciadores claves de TIC

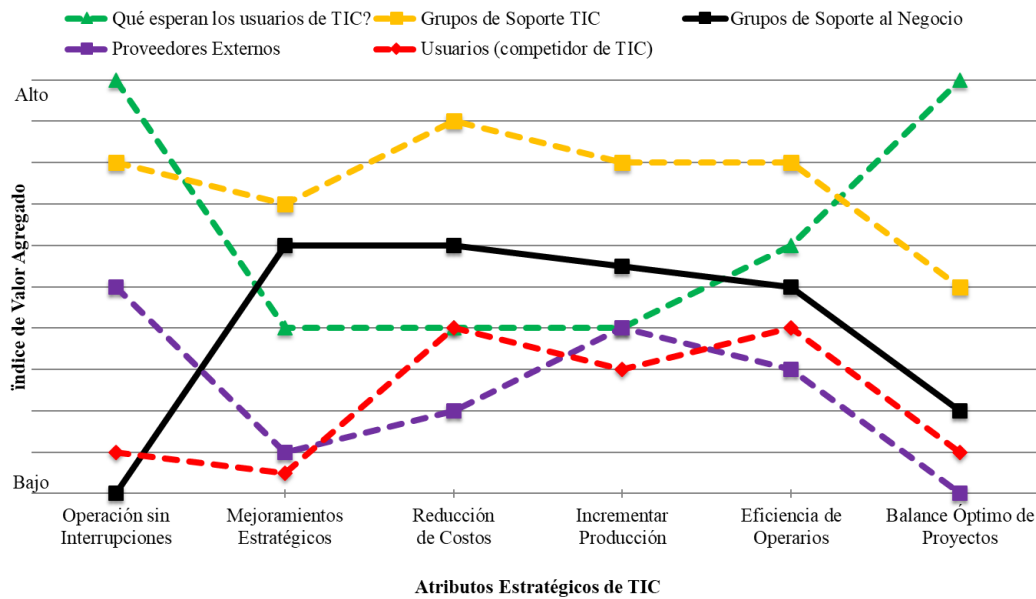
Los atributos claves diferenciadores de TIC, relacionados con la implementación y soporte de soluciones y servicios tecnológicos, incluyen implementación, mantenimiento, actualizaciones, TCO, integración de sistemas, sinergias de conocimiento y habilidades, foco en objetivos estratégicos de la compañía, y el completo control de las concesiones que se hacen para lograr un balance entre el tiempo, costo y calidad de los proyectos.

3.5.1 Curvas de valor operacional y estratégica

Las curvas de valor estratégico y operacional de TIC que se ilustran en la Figura 4 y Figura 5 representan lo que la compañía espera de TIC, y el índice de valor agregado de cada uno de los proveedores de servicios TIC en los contextos estratégicos y operacionales del negocio. Estas curvas representan el valor agregado real a la operación diaria de la minera.

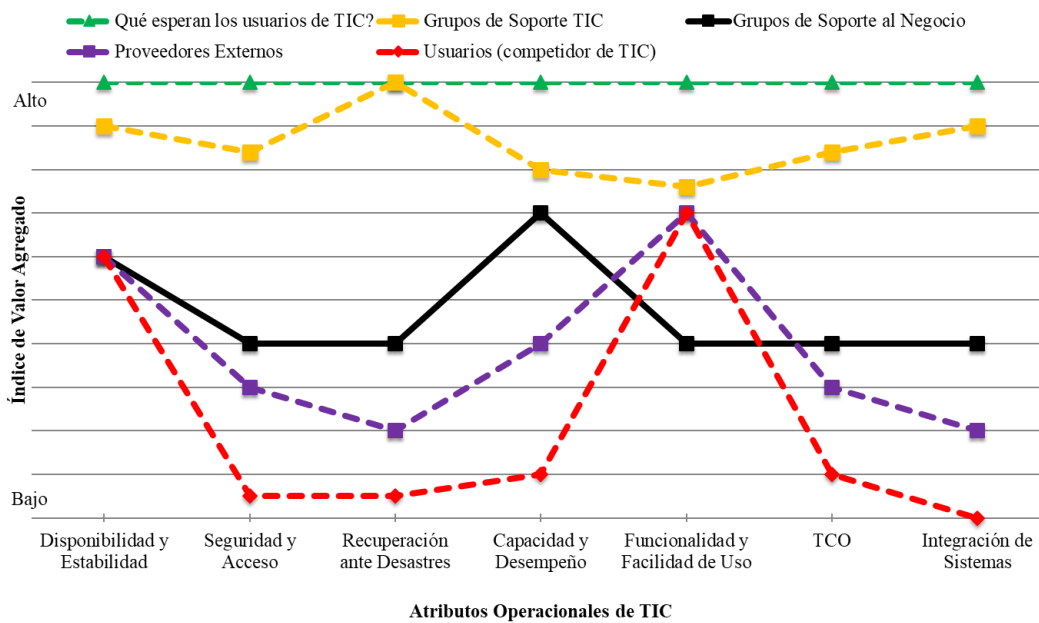
Un índice de valor agregado más alto representa un mayor grado de preferencia o enfoque en el atributo específico, así como capacidades y experiencia más altas en el cumplimiento de las necesidades específicas del atributo (operativo y estratégico). Los valores para cada uno de estos atributos se recopilaron en entrevistas con usuarios de la minera.

Figura 4 Curva de valor estratégico de TIC



Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Curva de valor operacional de TIC



Fuente: Elaboración propia

Como se ilustra la Figura 5, TIC obtuvo un puntaje favorable en el índice de valor agregado en la mayoría de los atributos operacionales de tecnología de información

operacional. La única excepción es la funcionalidad y facilidad de uso en comparación con el desempeño que esperan los usuarios de TIC. Estas son áreas en las que TIC deberá fomentar la colaboración con los usuarios para mejorar la entrega de servicios relacionados con funcionalidad y facilidad de uso. Además, TIC y los grupos de soporte al negocio deberían colaborar para ofrecer un valor agregado más elevado en las áreas de disponibilidad y estabilidad, capacidad y desempeño, y TCO. La sinergia entre los grupos de TIC, usuarios y grupos de soporte al negocio puede tener un alto impacto en el incremento de productividad y estabilidad operacional de la minera.

La funcionalidad y facilidad de uso (es decir, la capacidad de la aplicación o la tecnología para cumplir con las expectativas funcionales del usuario) debería ser una responsabilidad compartida de TIC y los usuarios.

TIC también obtuvo una calificación favorablemente en la mayoría de los atributos estratégicos. Se debe tener en cuenta la baja clasificación en el logro del balance óptimo de proyectos (calidad, costo y tiempo) de todos los proveedores de servicios TIC. Esta es una clara brecha en las fases de concepción y análisis de proyectos. Para cerrar esta brecha se requiere una mayor colaboración y comunicación entre TIC y los usuarios dueños y responsables de proyectos.

Los usuarios de la minera no esperan de TIC un alto índice de valor agregado en torno a mejoramientos estratégicos, reducción de costos, incremento de producción, y eficiencia de operarios. TIC debería trabajar con los gerentes y ejecutivos del negocio para promover sus posibles contribuciones estratégicas, y debería poner en marcha una campaña de marketing enfocada en mejorar la percepción de TIC en las áreas

anteriormente mencionadas. En la sección de recomendaciones de esta tesis se encuentra información adicional que respalda las conclusiones de este capítulo.

4 Metodología: Evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio

4.1 Objetivos

Como se indicó anteriormente, el desafío más importante es alinear el catálogo de servicios de TIC con las prioridades de la minera. El entorno actual de trabajo entre TIC y sus clientes internos ha generado un ambiente de tecnología con un alto TCO debido a los inconvenientes planteados en el capítulo anterior. TIC debe comprender con exactitud cuáles son las necesidades y expectativas de sus clientes internos en la minera, para determinar dónde formar alianzas que le permitan proporcionar soluciones que generen el máximo valor para el negocio. TIC debe fomentar alianzas con el negocio en áreas donde ambos puedan trabajar juntos en el logro de objetivos estratégicos los cuales contribuyen a que TIC se empiece a posicionar como un socio estratégico en la minera.

Con el fin entender la forma adecuada de abordar esta situación, se realizó un estudio del entorno de TIC, y de las expectativas de los clientes internos o usuarios. El propósito de este estudio fue establecer una evaluación objetiva de las funciones y aplicaciones críticas de la minera. Adicionalmente, se evaluaron las necesidades de los usuarios a través de sesiones de descubrimiento con cada una de las áreas operativas de la minera. Esta evaluación, difundida en toda la compañía como "Escuchar la voz del cliente", se centró en:

- Evaluar las Funciones Críticas del Negocio (FCN) y su impacto en la continuidad operacional de la minera, los costos, y el volumen de producción
- Identificar Aplicaciones y Tecnologías Críticas (ATC) y cómo ellas afectan las funciones críticas del negocio
- Evaluar la capacidad de que las aplicaciones y tecnologías críticas vuelvan, en corto tiempo, a su estado de funcionamiento normal después de una catástrofe con base en un conjunto de criterios
- Comprender las necesidades TIC de los usuarios de la minera

El principal objetivo de este estudio fue comprender las prioridades y desafíos tecnológicos de la minera, así como alinear el entorno y el catálogo de servicios de TIC con las prioridades de la compañía, identificar potenciales áreas de mejora, e incrementar las eficiencias donde sea posible en el corto y mediano plazo.

4.2 Talleres y participantes

Durante abril del 2018 en la minera se realizaron varios talleres o sesiones de descubrimiento para obtener información de los usuarios de 14 áreas operativas (administración, medio ambiente, salud & seguridad, comunidades, recursos humanos, mantención planta, operaciones planta, soporte técnico planta, ingeniería mina, mantención mina, operaciones mina, administración de aguas y relaves, mejoramiento continuo, y planeación estratégica). En total, 31 representantes claves de sus áreas fueron invitados a participar en los talleres. (El anexo A contiene la invitación de correo electrónico que se utilizó para invitar a los participantes).

4.3 Metodología

4.3.1 Visión General

La metodología utilizada para este estudio se basa en una adaptación de la metodología OCTAVE Allegro desarrollada por académicos de la Universidad Carnegie Mellon (Caralli, Stevens, Young, Wilson, 2007) y adaptada para evaluar la resistencia, flexibilidad y elasticidad del entorno TIC en la minera. Esta metodología la usamos como una forma de recopilar los requerimientos y la información del negocio para fines de planificación de resistencia, flexibilidad y elasticidad. En esta tesis la metodología OCTAVE Allegro fue personalizada para facilitar el análisis propuesto en esta tesis. Denominamos a esta versión personalizada evaluación del impacto de interrupciones TIC en el negocio minero, para poner énfasis en las consecuencias que una interrupción de la tecnología tendría en la minera.

La metodología de evaluación del impacto de interrupciones TIC en el negocio se basa en información de dos dimensiones primarias: (1) dimensión de funciones críticas del negocio (FCN) y (2) dimensión de aplicaciones y tecnologías críticas (ATC). Estas dos dimensiones de evaluación se correlacionaron durante este estudio a través de múltiples atributos de resistencia, flexibilidad, elasticidad e impacto en el negocio. Además de estas dos dimensiones, se agregó un análisis de las necesidades de los usuarios como un medio para obtener datos cualitativos de primera mano (opiniones) con respecto a sus requisitos TIC más urgentes, sus percepciones TIC y el valor agregado de TIC y sus competidores desde el punto de vista operacional y estratégico.

4.3.2 Evaluación de las funciones críticas del negocio

La dimensión de funciones críticas del negocio (FCN) está destinada a capturar la lista de funciones críticas en la minera. Para este análisis se creó una lista de funciones del negocio minero, la cual se usó para guiar el análisis y garantizar que se consideraran todas las funciones del negocio. En las sesiones de descubrimiento o talleres el enfoque se centró únicamente en las funciones consideradas "críticas" para la minera, según lo indicado por los usuarios que participaron en esta evaluación.

Durante el taller se solicitó a los participantes que evaluaran las funciones del negocio de acuerdo con los atributos de la Tabla 7, donde también se pueden apreciar cada una de las preguntas que se debe responder al evaluar cada atributo, y el puntaje asignado a cada posible respuesta.

Estas preguntas tenían como objetivo evaluar la criticidad y el impacto que cada una de las funciones tienen en el negocio, lo cual permitió la racionalización de los esfuerzos y recursos TIC. Comprender qué es crítico para el negocio minero fue fundamental para crear la hoja de ruta de los avances en tecnología de información y ayudó a determinar en forma específica dónde TIC agregaría más valor a la minera.

Tabla 7 Atributos para evaluar las funciones del negocio

Evaluación de las funciones del negocio			
Atributo a evaluar	Pregunta asociada al atributo	Posibles respuestas	Puntaje
Objetivo de tiempo de recuperación (RTO)	¿Cuánto tiempo puede "vivir" la empresa sin cada una de las funciones del negocio?	Menos de una hora	5
		Menos de un día	4
		Menos de una semana	3
		Menos de un mes	2
		Más de un mes	1
Objetivo de punto de recuperación (RPO)	¿Cuánto trabajo o datos puede permitirse perder o recrear cada una de las funciones del negocio?	Menos de una hora	5
		Menos de un día	4
		Menos de una semana	3
		Menos de un mes	2
		Más de un mes	1
Impacto en el negocio	¿Cuáles son los impactos en la continuidad del negocio si una función del negocio se interrumpe?	Supervivencia del negocio amenazada	5
		Pérdida importante para el negocio	4
		Impacto detectable	3
		Pérdida de bajo impacto o manejable	2
		Sin pérdida para el negocio	1
Frecuencia de interrupción	¿Con qué frecuencia cada función crítica del negocio se interrumpe?	Una vez por semana o más	5
		Una vez por mes o más	4
		Una vez al año o más	3
		Una vez por década o más	2
		Casi nunca	1
Impacto en los costos	¿Qué impacto tiene en los costos la interrupción de cada una de las funciones del negocio?	Directo	3
		Indirecto	2
		Remoto	1
Impacto en los ingresos	¿Qué impacto tiene en los ingresos la interrupción de cada una de las funciones del negocio?	Directo	3
		Indirecto	2
		Remoto	1

Fuente: Elaboración propia

A cada uno de estos atributos se le asignó un puntaje (por ejemplo, 1 a 5, o 1 a 3) dependiendo de su importancia para el negocio. El producto de los puntajes proporcionados por los participantes del taller en cada uno de los atributos de las funciones del negocio sirvió para crear un ranking de funciones críticas en el que aquellas funciones con puntajes más altos obtuvieron un puntaje más alto en la escala de criticidad. (Nota: si dos o más funciones críticas del negocio obtuvieron el mismo puntaje, la clasificación estuvo basada en el orden lógico en el que se ejecutan estas

funciones críticas desde el análisis geológico hasta el transporte del mineral a puerto. Es decir, la función que se ejecuta primero obtuvo un ranking más alto).

Como se detallará más adelante en este documento, con el fin de comprender donde debería TIC focalizarse, la información obtenida de la evaluación de funciones críticas del negocio se combinó con los resultados de la evaluación del impacto de las aplicaciones y tecnología, la evaluación de las aplicaciones de usuario, y la evaluación de necesidades del usuario.

4.3.3 Evaluación de impacto de aplicaciones y tecnología

El segundo paso en nuestro análisis fue la evaluación del impacto de aplicaciones y tecnología. El propósito de esta evaluación fue obtener una lista de las aplicaciones y tecnologías críticas (ATC) que soportan cada una de las funciones críticas del negocio identificadas anteriormente. Es decir, en lugar de evaluar los requisitos e impactos de las tecnologías y las aplicaciones directamente, una característica definitoria de esta metodología fue la evaluación de la dependencia del negocio en las aplicaciones y tecnologías críticas desde una perspectiva de funciones y procesos críticos del negocio. Esto permitió un análisis centrado en aquellas aplicaciones que más importan e impactan al negocio.

Para la evaluación del impacto de las aplicaciones y la tecnología en primer lugar, se elaboró un inventario de todas las aplicaciones y tecnologías utilizadas en la minera como base para la discusión en los talleres. En segundo lugar, se les consultó a los participantes de cada área operativa "¿Cuáles son las principales tres aplicaciones críticas para las funciones que desempeña su área?" para obtener la lista de las

aplicaciones y tecnologías críticas de la minera (es decir, aquellas aplicaciones y tecnologías que si se interrumpiesen tendrían consecuencias negativas para la continuidad de la operación del negocio). Luego, se les preguntó a los participantes del taller "¿Cómo las interrupciones en las principales aplicaciones y tecnologías afectan o impactan sus funciones críticas?" con el objetivo de obtener una medida del grado de impacto de la aplicación y la tecnología en las funciones críticas ya identificadas. Su puntaje y el grado de impacto se categorizaron de la siguiente manera:

- 1 → Insignificante: Sin impacto operacional, sin pérdidas para el negocio
- 2 → Bajo: Impactos operacionales bajos y manejables
- 3 → Mediano: Impactos operacionales detectables
- 4 → Alto: Impactos operacionales importantes, pérdidas mayores
- 5 → Significativo: Impactos operacionales significativos o más graves, el personal, el negocio o los activos están bajo amenaza de supervivencia

Además, se agregaron otras dos variables al análisis de aplicaciones y tecnologías críticas:

- Número de empleados directamente impactados o afectados por una interrupción en la aplicación o la tecnología. (Las aplicaciones con un mayor número de usuarios afectados clasificarían más alto).
- Ranking TIC: Evaluación que TIC, desde su punto de vista, hace del impacto de la aplicación en las FCN.

El ranking de ATC se desarrolló utilizando el producto de dos vectores: Los puntajes de FCN en cada uno de sus atributos y la evaluación ATC. Este producto

compuesto fue utilizado para establecer otro ordinal numérico. Este ordinal representó la priorización o clasificación del ATC para la minera. Similar a los rankings de FCN, este ranking de ATC también fue relativo. La utilización de esta priorización de ATC proporcionó una mayor comprensión de la importancia relativa y la criticidad de los ATC para el negocio, similar a la situación en la priorización de FCN.

4.3.4 Evaluación de las aplicaciones por parte del usuario

La evaluación de la aplicación por parte del usuario se utilizó como otro atributo de las aplicaciones críticas para determinar cuáles de estas aplicaciones requieren mejoras, afinamientos, o ninguna acción de parte de TIC. Para esta parte del análisis, se solicitó a los participantes en el taller su opinión sobre cada una de las aplicaciones identificadas como críticas, específicamente, en torno a los siguientes atributos relacionados con su experiencia al usar la aplicación (Tabla 8).

Nuevamente, el producto de los puntajes asignados por los usuarios en cada uno de estos atributos se utilizó para crear una clasificación de las evaluaciones de los usuarios sobre estos ATC. Las ATC que obtuvieron un valor superior a tres se consideraron "Aceptables" (es decir, satisfacían las necesidades y expectativas de los usuarios) y las que obtuvieron un valor inferior a tres fueron consideradas como "No aceptable" y requieren una inversión de recursos en mejoras por parte de TIC.

Tabla 8 Atributos para evaluar las aplicaciones y tecnologías del negocio

Evaluación de las aplicaciones			
Atributo	Característica a evaluar	Posibles respuestas	Puntaje
Funcionalidad	¿Cuánto se ajusta la aplicación a los requerimientos actuales del negocio?	Menos de lo indispensable o sin uso futuro	1
		Parcialmente o mínimas funciones futuras	2
		Completa o pocas funciones futuras	3
		Completa o parciales funciones futuras	4
		Completa o completas funciones futuras	5
Usabilidad	Facilidad de uso desde la perspectiva del usuario	Usabilidad no aceptable	1
		Usabilidad apenas aceptable	2
		Usabilidad aceptable	3
		Fácil de usar	4
		Usabilidad totalmente transparente	5
Adaptabilidad	Facilidad de adaptación a los cambios del negocio	No es flexible para los cambios operacionales	1
		Difícil de cambiar	2
		Ciclos de cambio estándar	3
		Fácil de cambiar	4
		Adaptabilidad instantánea a los cambios	5
Disponibilidad	Disponibilidad y estabilidad desde la perspectiva del usuario	Inaceptable	1
		Interrupciones no programadas y degradaciones	2
		Solamente interrupciones programadas regularmente	3
		Solamente interrupciones especiales programadas	4
		Disponibilidad total	5
Recuperabilidad	Capacidad de recuperación de tecnología, datos, y procesos después de problemas	Sin capacidad de recuperación de tecnología, datos, y proceso	1
		Capacidad de recuperación manual	2
		Capacidad de recuperación estándar	3
		Capacidad de recuperación robusta	4
		Capacidad de recuperación automática	5
Accesibilidad	Acceso desde diferentes ubicaciones y plataformas	Acceso inflexible	1
		Accesibilidad manejable	2
		Accesibilidad aceptable	3
		Accesibilidad flexible	4
		Accesibilidad a prueba de todo	5
Rendimiento	Rendimiento y capacidad	Rendimiento inaceptable y capacidad insuficiente	1
		Rendimiento y capacidad manejables	2
		Rendimiento y capacidad aceptables	3
		Rendimiento y capacidad flexibles	4
		Rendimiento y capacidad al máximo	5
Administración	Facilidad de administración de aplicaciones	Difícil de administrar	1
		Capacidad de administración mínima	2
		Capacidad de administración estándar	3
		Fácil de administrar	4
		Capacidad de administración total y transparente	5
Seguridad	Controles de seguridad, para datos y usuarios, robustos y flexibles	Sin seguridad para datos, usuario, plataforma, ubicación	1
		Administración mínima de seguridad	2
		Administración manual de la seguridad	3
		Administración de seguridad flexible	4
		Administración de seguridad total y transparente	5
Administración y operatividad	Facilidad y flexibilidad de administración y ciclos operativos	Difícil para administrar y operar	1
		Ciclos de operación y administración manuales	2
		Administración y ciclos de operación estándar	3
		Ciclos flexibles de administración y operación	4
		Ciclos de administración y operación completamente transparentes	5

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Evaluación de necesidades TIC y expectativas del usuario

Para complementar el análisis de FCN y ATC de la minera, se llevó a cabo un análisis de las necesidades TIC percibidas por los usuarios. Con este propósito, se hicieron las siguientes preguntas a los participantes en los talleres:

- ¿Cuáles son sus tres principales necesidades TIC?
- ¿Quién en el negocio debería ser el punto de contacto para continuar refinando esta necesidad?
- ¿Cuál es el marco de tiempo deseado para satisfacer la necesidad?
- ¿Cuál es el impacto de aplazar la solución a la necesidad? Su puntaje y el grado de impacto se categorizaron de la siguiente manera:
 - 1 → Pérdida para el negocio de bajo impacto o manejable
 - 2 → Impacto detectable o de impacto medio
 - 3 → Impacto importante o pérdida importante del negocio

Estas preguntas nos permitieron recopilar datos sobre:

- 1) Las necesidades TIC reales de negocio y los motivos de esas necesidades
- 2) El punto de contacto en el negocio para realizar un mayor análisis de las necesidades
- 3) El nivel de urgencia de resolver esas necesidades
- 4) El nivel de impacto de la postergación de la solución de las necesidades o el costo de aplazar la solución

El ranking de las necesidades identificadas se basó en una serie de atributos. Primero, recibieron un puntaje en los atributos "estratégicos" y "operacionales", que fue calculado utilizando un valor ponderado en cada uno de los siguientes parámetros:

- 1) La necesidad contribuye a mantener la operación continua o ininterrumpida
- 2) La necesidad contribuye a la eficiencia del personal
- 3) La necesidad contribuye a la optimización del proceso y la mejora de la calidad
- 4) La necesidad tiene un impacto en el costo directo
- 5) La necesidad tiene un impacto directo en el producto
- 6) La necesidad representa una mejora estratégica

En segundo lugar, las necesidades identificadas se correlacionaron con la información sobre los FCN y las ATC asociados con la necesidad. Para centrar el análisis en las ganancias rápidas o fácil de lograr, se asignó un nivel más alto en la clasificación de necesidades a aquellas necesidades con un número menor de FCN y ATC asociados. La suposición aquí fue que las necesidades que no tienen demasiados FCN asociados a ellas serían más fáciles de abordar porque estas necesidades afectarían a menos áreas funcionales del negocio y, por lo tanto, serían más simples desde el punto de vista del compromiso ejecutivo. Las necesidades asociadas con un menor número de ATC serían más simples de resolver.

Finalmente, como parte de nuestra sesión de validación post entrevista, revisamos la clasificación de necesidades identificadas con los participantes en los

talleres, gerentes, el equipo de planificación estratégica, el equipo de mejoramiento continuo, y el equipo de administración de la minera. El gerente general de la minera también participó y se le solicitó su opinión sobre la lista de áreas de enfoque.

Involucrar a estos grupos fue esencial para reducir el foco solo a aquellas necesidades que estaban alineadas con los objetivos estratégicos de la minera, y para obtener el apoyo ejecutivo que en el futuro requerirá TIC para realizar el análisis, planeación y preparación de la implementación de la solución a las necesidades críticas o prioritarias.

4.4 Resumen de la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio

El objetivo de la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio fue comprender las áreas donde TIC podría ser de mayor valor/beneficio para la minera. El objetivo más importante fue mejorar el nivel de servicio prestado a la minera y garantizar que la minera obtenga el mayor retorno de su inversión en TIC. Para alcanzar este objetivo, la información obtenida de cada uno de los análisis explicados anteriormente se consolidó para crear una "imagen" lógica de las necesidades e impactos reales de interrupción de TIC en la minera. La información obtenida de los diferentes análisis se correlacionó para establecer una priorización objetiva de los esfuerzos y recursos de TIC.

La asociación de las necesidades TIC de los usuarios con las FCN más críticas fue útil para comprender las áreas del negocio y las partes (personas) que en el futuro se verán más afectadas al implementar una solución a esas necesidades. Lo anterior sirve para que TIC involucre adecuadamente a todos los impactados con la solución con el fin de alcanzar los resultados esperados sin muchos tropiezos. La asociación de

las necesidades TIC de los usuarios con ATC es útil para refinar el alcance de las soluciones a las necesidades, y comprender la experiencia tecnológica necesaria para satisfacer esas necesidades.

5 Resultados y Conclusiones

5.1 Funciones críticas del negocio (FCN)

El identificar las FCN más importantes y las más críticas le permite a TIC saber cuáles son las áreas donde puede ofrecer más valor y beneficios, y por ende donde focalizarse. TIC debe focalizarse en aquellas áreas de la minera donde se encuentran las mejores oportunidades de agregar valor a la operación, las mejores oportunidades de contribuir a mejorar la eficiencia de los procesos y las personas, y donde existen los problemas y las brechas más grandes e importantes en resistencia, flexibilidad y elasticidad.

Un total de 145 FCN departamentales fueron descubiertas durante el análisis. El anexo B muestra la lista de FCN identificadas y su criticidad en la minera. En el análisis de las doce FCN más importantes (Tabla 9), se puede observar que las funciones de negocio relacionadas con las operaciones de extracción y procesamiento (mina y planta) obtuvieron el ranking más alto, mientras que las funciones de soporte administrativo obtuvieron una clasificación inferior. Estos resultados están totalmente alienados con el hecho de que las funciones de negocio de operaciones mina y planta tienen el mayor impacto en los costos e ingresos de la minera.

Tabla 9 Ranking general de las funciones críticas del negocio (FCN)

Funciones Críticas del Negocio	Ranking General
Preparación mina	1
Carguío	2
Acarreo	3
Servicios de soporte mina	4
Chancado y transporte de mineral	5
Molienda y flotación (concentradora)	6
Desagüe	7
Ingeniería de proceso (excepto relaves)	8
Planificación planta	9
Perforación	10
Tronadura	11
Control de producción mina	12

Fuente: Elaboración propia

En particular, las funciones del negocio como preparación mina, carguío, acarreo y servicios de soporte mina (clasificadas como las primeras 4) están relacionadas con operaciones mina y requieren más atención de TIC ya que las aplicaciones y tecnologías usadas en esta área de la minera tiene los niveles más altos de interrupciones. Las funciones del negocio clasificadas de 5 a 9, relacionadas con operaciones planta, también son esenciales en la producción de cobre y, aunque esta área no sufre interrupciones frecuentes, como es el caso de operaciones mina, requiere soporte de TIC para cerrar brechas relacionadas con la automatización de procesos. Las funciones del negocio clasificadas entre diez y doce también están relacionadas con operaciones mina y tienen desafíos similares a las funciones clasificadas del 1 al 4.

Es importante señalar que sin este análisis el enfoque de los esfuerzos de TIC habría seguido siendo principalmente en las áreas de operaciones planta y

mantenimiento ya que éstas son las áreas directamente relacionadas con la producción de cobre y tradicionalmente consideradas por la mayoría como las más críticas.

Este análisis ayudó a descubrir otras áreas, menos obvias para TIC, que son vistas como críticas por otros grupos funcionales de la minera y donde los esfuerzos y recursos de TIC deben enfocarse. Estas áreas incluyen funciones del negocio como ingeniería mina, mejoramiento continuo, planificación estratégica, y administración de relaves y aguas.

5.2 Aplicaciones y tecnologías críticas (ATC)

La Evaluación del impacto de aplicaciones y Tecnología nos permitió generar una clasificación objetiva de las soluciones tecnológicas críticas actualmente en uso en la minera, las cuales soportan las funciones críticas del negocio. Esta clasificación puede ser utilizada para determinar cuáles de esas soluciones tecnológicas requieren una mayor atención de TIC para remover brechas tecnológicas y obtener más valor y beneficios de ellas.

La Tabla 10 muestra las principales doce aplicaciones y tecnologías críticas (ATC) catalogadas según su impacto en los procesos y funciones del negocio minero. Como era de esperar, la infraestructura tecnológica (radios, red de datos del negocio, red inalámbrica del rajo, correo electrónico y sistema de archivos compartidos) y la aplicación de planificación de recursos empresariales JD Edwards (ERP⁶) ocuparon el lugar más alto entre los 29 ATC identificados durante la evaluación del impacto de las

⁶ ERP es la abreviatura en inglés de Enterprise Resources Planning que corresponde a los sistemas empresariales de administración y planeación de recursos.

interrupciones en el negocio. La lista completa de ATC de la minera se puede encontrar en el Anexo C.

Tabla 10 Ranking general de las aplicaciones y tecnologías críticas (ATC)

Aplicaciones y tecnologías críticas	Ranking General	Puntuación de las aplicaciones de usuario
Radios	1	2.19
Red de datos del negocio	2	4.10
Red inalámbrica del rajo	3	2.60
Correo electrónico	4	4.60
Sistema de archivos compartidos	5	2.88
JD Edwards	6	2.50
PI System	7	3.53
Sistema de PLC eléctricos y de procesos	8	2.60
Sistema de recursos humanos y nómina	9	3.03
Sistema de soporte movimiento de material	10	3.27
GeoExplorer	11	3.80
Sistema de control de asistencia	12	2.60

Fuente: Elaboración propia

Los ATC del uno al cinco y el octavo corresponden a infraestructura tecnológica y los servicios necesarios para garantizar que los usuarios puedan comunicarse, controlar y monitorear la producción de cobre, compartir información, y acceder a aplicaciones instaladas en servidores locales o en centros de datos externos.

Las radios (posición 1) son una herramienta de comunicación esencial en la mayoría de las operaciones. Es decir, los trabajadores usan las radios para comunicarse y recibir instrucciones, informar incidentes de seguridad, los controladores de la planta la usan para comunicarse con los trabajadores en la planta concentradora, el personal de piscinas de ácido para comunicar su estado, los conductores de camiones para comunicarse con los despachadores, etc. En el caso de una

interrupción de las radios, algunas de las funciones críticas de manejo de relaves y manejo de aguas residuales se verán impactadas significativamente incluyendo relaves, construcción de instalaciones de depósito de relaves principales, inspecciones remotas de los botaderos de residuos, monitoreo e instrumentación de los relaves, actividades de respuesta a emergencias, y administración de tratamiento de aguas residuales. Además, la función de chancado y transporte de mineral sufrirá un gran impacto lo cual es una pérdida mayor para el negocio. Esta interrupción tendría un impacto directo en 533 empleados. Si la interrupción es mayor a dos días, por razones de seguridad y operacionales, la minera tendría que retrasar o detener la producción de mineral.

La red de datos del negocio y la red inalámbrica del rajo abierto, respectivamente segunda y tercera en el ranking de ATC, son el requisito mínimo esencial para ejecutar todas las capacidades tecnológicas requeridas en los procesos productivos de la minera tales como el sistema de despacho de camiones, transporte de datos, correo electrónico, sistemas de monitoreo y control, y más. En el caso de una interrupción en la red inalámbrica del rajo, algunas de las más importantes funciones críticas de mantención como despacho, servicios de soporte y el monitoreo de equipos se verían significativamente afectadas. Además, los FCN de ejecución de reparaciones, y el análisis y pruebas de mantención sufrirían un gran impacto negativo. Esta interrupción tendría un impacto directo en 485 empleados. Si la interrupción es por más de dos días, por razones de seguridad y operacionales, la minera tendría que retrasar o detener la producción de mineral.

El correo electrónico, en cuarto lugar, es un vehículo esencial para la comunicación y el sistema de archivos compartidos, en quinto lugar, es otra aplicación utilizada para compartir importantes archivos con datos operacionales y de desempeño en la minera.

El sistema de PLC⁷ eléctricos y de proceso ocuparon el octavo lugar y son utilizados para el control de procesos y monitoreo de la producción de cobre. Esta tecnología merece atención ya que contribuye a aumentar la disponibilidad de la planta e incrementar el nivel de recuperación del mineral de cobre. Una interrupción en los PLC eléctricos y de procesos representaría un impacto significativo en las áreas de operaciones planta en las FCN de Chancado y transporte de mineral, molienda y flotación, desagüe, infraestructura de control de procesos, relaves, mantención planta, servicios de soporte a planta y monitoreo de equipos. Dicha interrupción también tendría un impacto sobre 24 empleados y en las FCN de gestión de desempeño de operaciones, y reportes y estadísticas de planta. Si la interrupción es mayor a siete días, la minera tendría que retrasar o detener la producción de mineral.

JD Edwards, en sexto lugar, es un sistema de planificación de recursos empresariales, se utiliza para mantención (mina y planta) y para la gestión de compras (mina y planta), gestión de cuentas por pagar, gestión de bodegas, así como para la elaboración de informes financieros. Una interrupción en JD Edwards tendría un impacto significativo, afectando los departamentos de administración (FCN de

⁷ PLC Programmable Logic Controllers - Son dispositivos electrónicos (controladores lógicos programables) o computadoras digitales de tipo industrial que permiten la automatización, especialmente de procesos de planta, debido a que controlan tiempos de ejecución y regulan secuencias de acciones.

contabilidad de costos, compras, finanzas, gestión de contratos, etc.), suministros (FCN de análisis de materiales y control de inventario), mantención planta y mina (FCN de planeación y ejecución de mantenimiento) e ingeniería (FCN de construcción). Tal interrupción tendría un impacto directo en 453 empleados.

Los sistemas de recursos humanos y nómina, y de control de asistencia (noveno y doceavo lugar respectivamente) pueden tener un impacto detectable en los FCN de nómina, contabilidad de costos y contabilidad general. El sistema de recursos humanos y nómina se usa para la gestión de los empleados y sus salarios, mientras que el sistema de control de asistencia se utiliza para rastrear el tiempo y la asistencia de los empleados a la faena minera. Las interrupciones en cualquiera de estas dos aplicaciones, por lo tanto, serían notadas por más de mil empleados y afectarían la credibilidad de TIC como proveedor de servicios.

Las siguientes tres aplicaciones juegan un papel clave en la producción de cobre y están relacionadas con las funciones críticas de mina y planta. PI System (en séptimo lugar en la Tabla 10) es una aplicación de software de base de datos utilizada para registrar información en tiempo real de tendencias e información histórica relacionada con el proceso de producción de cobre (planta). Toda información generada en cualquier parte del proceso es almacenada en tiempo real en PI System y se puede usar para controlar, monitorear y resolver problemas del proceso. PI System tiene una interfase esencial llamada HMI⁸ sin la cual la planta no podría ser operada. En el caso de una interrupción en el PI System, éste tendría un impacto significativo en la

⁸ HMI o Human Machine Interface, es la interface (aplicable a sistemas de automatización de procesos) que usan los operadores y los supervisores de la planta para controlar los procesos producción.

operación de la minera, impactaría a 24 empleados, y afectaría en suministro las FCN de compras y monitoreo de compras. Adicionalmente, afectaría en operaciones planta las FCN de molienda y flotación, desagüe, relaves, infraestructura de control de procesos, chancado y transporte de mineral, reportes y estadísticas de planta, y gestión de desempeño. Si la interrupción durara más de siete días, la minera tendría que retrasar o detener la producción de mineral.

El sistema de soporte para movimiento de material asistido por computador o CAES⁹ (décimo lugar) es la aplicación de software que utiliza la minera para saber dónde ubicar la pala para cortar y extraer el material de la manera más eficiente. Una interrupción en CAES tendría un impacto significativo en el departamento de operaciones mina en las FCN de carguío, control de producción mina, estadísticas e informes de mina, gestión de operaciones mina, y preparación de extracción. El área de ingeniería mina sufriría un impacto importante en los FCN de estándares de ingeniería, plan y programa de corto plazo, gestión de calidad, y planificación de flujo, perforación y tronadura. Tal interrupción tendría un impacto directo en 52 empleados.

GeoExplorer (en el onceavo lugar) se usa para el monitoreo de taludes. Una interrupción en esta tecnología afectaría al departamento de ingeniería mina, específicamente el FCN de evaluación de desempeño de extracción, y representaría un impacto importante en los estándares de ingeniería, calendarios y plan de corto plazo y gestión de calidad y flujos. Tal interrupción tendría un impacto directo en 50 empleados.

⁹ CAES Computer Aided Earthmoving System.

Si la interrupción es mayor a tres días, la minera tendría que retrasar o detener la producción de mineral.

Existen otras ATC que no se incluyeron en la Tabla 10 y que también son dignas de mención. El sistema de contabilización metalúrgica (puesto diecisiete) se utiliza para tomar muestras, analizar y contabilizar el rendimiento en la extracción de cobre en todo el circuito metalúrgico de la planta. Una interrupción en este sistema tendría un gran impacto en operaciones de planta en los FCN de laboratorio y en estadísticas e informes de planta. Esta interrupción afectaría directamente a 24 empleados.

La intranet (puesto veintiuno) es la plataforma en la que se alojan los enlaces a las aplicaciones más críticas utilizadas en la minera. Esta intranet también es la base para la mayoría de los flujos de trabajo que soportan múltiples procesos, como el ciclo de planificación anual, aprobaciones de compras, etc. Una interrupción en la intranet tendría un impacto importante en los FCN de operaciones planta y en el resto de la operación minera. Tal interrupción tendría un impacto directo en 300 empleados.

El sistema de despacho (puesto veintidós) es un sistema utilizado para controlar, monitorear, asignar y despachar equipos móviles durante la producción minera en el rajo. Una interrupción en el sistema de despacho tendría un impacto importante en ingeniería mina en las FCN de planeación y programación de corto plazo, gestión de calidad, y planificación y evaluación de desempeño de mina. Igualmente, afectaría mantenimiento mina (monitoreo de condiciones mecánica y horómetros) y operaciones mina (gestión de operaciones mina, preparación de extracción, estadísticas de control y producción de minas). Tal interrupción afectaría directamente a 135 empleados.

5.3 Evaluación de las aplicaciones de usuario

La Tabla 10 también ilustra la puntuación de las aplicaciones de usuario. Estos puntajes se obtuvieron durante los talleres de evaluación del impacto de aplicaciones y tecnología, a través de atributos de evaluación de las aplicaciones por parte de los usuarios tales como funcionalidad, usabilidad, adaptabilidad, etc. Los puntajes mostrados en la Tabla 10 representan el estado actual (salud) de la aplicación, el nivel de ajuste a las necesidades del negocio, y la satisfacción de los usuarios de las aplicaciones y tecnologías críticas. Este puntaje de evaluación del usuario de ATC proporciona otro atributo de priorización para abordar las necesidades futuras en la minera. De acuerdo con la sección 4.3.4, de esta tesis, los ATC clasificados con un valor superior a tres en la evaluación de las aplicaciones de usuario se consideraron "Aceptables". Es decir, satisfacían las necesidades y expectativas de los usuarios. Por otro lado, las aplicaciones que obtuvieron un puntaje menor a tres fueron consideradas como "No aceptables" y requieren una inversión en mejoras por parte de TIC.

Las radios obtuvieron un valor bajo en el puntaje de evaluación de aplicaciones debido a varios desafíos tales como (1) capacidad de adaptarse al crecimiento y extensión de la minera, (2) responder a los nuevos requisitos de funcionalidad en el sitio, (3) recuperabilidad del sistema después de problemas de tecnología y (4) problemas con el acceso a las radios en varios lugares de la minera. Los desafíos con las radios se ven agravados por problemas de administración, disponibilidad, estabilidad de la plataforma, rendimiento y usabilidad. Los departamentos más afectados por estos desafíos son los de operaciones planta y gestión de relaves y aguas. Estos problemas se deben a la tecnología análoga que usan estas radios.

Actualmente, la red inalámbrica del rajo abierto tiene una mezcla sin control ni estandarización de frecuencias, anchos de banda y protocolos. Esta falta de estandarización presenta grandes problemas en cuanto a su facilidad de uso y la capacidad implementar más aplicaciones que son requeridas para operar el rajo de manera más eficiente y para mejorar la disponibilidad y monitoreo de los equipos móviles en el rajo. Como resultado, la minera percibe problemas en torno a la adaptabilidad, disponibilidad, cobertura de la red, estabilidad, rendimiento y la sustentabilidad de la red. El departamento de mantenimiento es el área funcional que se ve más afectada por los problemas en la red inalámbrica de rajo. La mejora de esta red permitirá a la minera migrar las radios a una tecnología digital con lo cual solucionará la mayoría de los desafíos que tiene con el actual sistema análogo de radios.

El sistema de archivos compartidos (infraestructura y servicio) tiene desafíos relacionados con la administración de espacio físico para almacenamiento de archivos, accesos, disponibilidad del servicio, rendimiento, recuperabilidad y seguridad. Estos problemas han tenido un impacto negativo en la usabilidad del servicio. Las áreas más afectadas por los problemas de esta tecnología son las de operaciones planta, mantenimiento, suministro, contabilidad y geología.

JD Edwards es un sistema que está en una situación crítica. Presenta brechas en su capacidad de cumplir con los requerimientos de procesos del negocio – precaria funcionalidad y adaptabilidad. Además, desde la perspectiva del usuario, JD Edwards no es un sistema fácil de usar. Las brechas en funcionalidad, adaptabilidad y usabilidad de JD Edwards están exacerbadas por la obsolescencia de la plataforma de JD

Edwards y la falta de soporte del proveedor en cuanto a disponibilidad, estabilidad, rendimiento, capacidad, capacidad de recuperación y administración operativa. Las áreas más impactadas por los problemas de JD Edwards son mantenimiento, ingeniería, suministro y contabilidad. Microsoft Excel se está utilizando en la minera como una alternativa para satisfacer las necesidades que JD Edwards no satisface, lo que crea problemas de duplicación y falta de consistencia de datos. Si la minera tuviese una solución para administrar todo el conocimiento actualmente contenido en archivos Microsoft Excel, se evitaría la duplicación de esfuerzos y entregaría datos más precisos a sus procesos de negocio.

El sistema de PLC eléctricos y de procesos presentan desafíos en cuanto a operabilidad, adaptabilidad, capacidad de recuperación, usabilidad, accesibilidad, seguridad y administración. Estos problemas hacen que el proceso de solución de problemas de un PLC sea un proceso tedioso, lleve mucho tiempo y sea difícil. Reemplazar un PLC puede detener la producción, lo cual no es un resultado aceptable. Los PLC son esenciales para el control y monitoreo del proceso de producción de cobre, y el monitoreo de relaves y aguas. Operaciones planta y mantenimiento son áreas que se ven muy afectadas por los problemas en el sistema de PLC.

El sistema de control de asistencia es utilizado por el área de contabilidad. Hay una serie de requerimientos del negocio pendientes de implementar que demandan atención y, si se abordan, mejorarían el puntaje de la evaluación del usuario de esta aplicación, particularmente en lo que respecta a la funcionalidad.

5.4 Necesidades TIC de los usuarios

Como se discutió anteriormente, durante las sesiones de descubrimiento en la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio, a cada departamento de la minera se le consultó por sus tres principales necesidades críticas. Estas necesidades se correlacionaron con la información recopilada sobre funciones críticas del negocio (FCN) y las aplicaciones y tecnologías críticas (ATC). La Tabla 11 presenta una muestra de 12 de 43 necesidades recolectadas (lista completa en el Anexo D). Estas necesidades se presentan con sus tres principales FCN y ATC asociados.

Las tres necesidades que obtuvieron el puntaje más alto en los valores estratégicos y de operación son: problemas del circuito de chancado Pebble, problemas crónicos con el sistema de PLC eléctricos y de procesos, y el sistema experto del circuito de molienda. Estas necesidades están relacionadas con operaciones planta y están asociadas con algunas de las FCN previamente clasificadas como las más críticas (por ejemplo, chancado y transporte de mineral, y molienda y flotación), y ATC tales como PLC eléctricos y de procesos, PI System y el sistema de contabilización metalúrgica.

Solucionar estas necesidades conllevaría a la automatización de procesos esenciales para la minera y ayudaría a aumentar la resistencia, flexibilidad y elasticidad en las siguientes FCN: planificación planta, chancado y transporte de mineral, molienda y flotación. El abordar estas necesidades ayudaría a mejorar la tecnología disponible en el rajo y la planta, con lo cual se reduciría la necesidad de contar con empleados en terreno haciendo labores de monitoreo y supervisión, y como beneficio de ello se disminuirían los riesgos de salud y seguridad asociados a la producción minera.

Tabla 11 Evaluación de las necesidades TIC de los usuarios

Ranking	Departamento	Necesidades TIC de los usuarios	Funciones críticas del negocio (FCN)			Aplicaciones y Tecnologías Críticas (ATC)			Evaluación de los usuarios			
			# FCN impactadas	3 principales necesidades críticas		# ATC impactadas	3 principales necesidades críticas		Operacional	Estratégico		
1	Operaciones planta	Problemas de circuito de chancador de Pebble	23	Chancado y transporte de mineral	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Planificación planta	6	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	PI System + HMI	Telefonía + red de transporte de datos	3	3
2	Operaciones planta	Problemas crónicos del sistema de PLC eléctricos y de procesos	9	Chancado y transporte de mineral	Molienda y flotación (concentradora)	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	3	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	PI System + HMI	Instrumentación y monitoreo de fibra óptica	2.95	2.71
3	Operaciones planta	Sistema experto del circuito de molienda	19	Molienda y flotación (concentradora)	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Planificación planta	5	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	PI System + HMI	Sistema de contabilidad metalúrgica	2.95	2.71
4	Seguridad y salud ocupacional	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
5	Geología	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
6	Ingeniería mina	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
7	Mantenimiento mina	Actualizar red inalámbrica del rajo	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
8	Mantenimiento mina	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
9	Operaciones mina	Actualizar red inalámbrica del rajo	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
10	Ingeniería mina	Integrar aplicaciones de ingeniería	11	Perforaciones	Monitoreo de equipos minas mina	Monitoreo de equipos mina	10	Sistema de despacho y gestión de flota	CAES (Sistema de movimiento de tierras asistido por computadora)	Sistema de perforación Leica	2.43	2.14
11	Mejoramiento continuo y planeación estratégica	Herramienta de reportes para inteligencia de negocios (BI)	17	Administración de desempeño de procesos de planta	Monitoreo de equipos mina	Monitoreo de equipos mina	4	Telefonía + red de transporte de datos	Intranet	SiteLine - Sistema de medio ambiente	2.43	2.14
12	Mejoramiento continuo y planeación estratégica	Bodega de datos (data warehouse)	30	Laboratorio de planta	Carguío	Acarreo	16	Sistema de despacho y gestión de flota	CAES (Sistema de movimiento de tierras asistido por computadora)	Sistema de perforación Leica	2.43	2.14

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes seis necesidades, clasificadas de cuatro a nueve, reflejan cuán importante es para la minera mejorar las brechas tecnológicas en la red inalámbrica del rajo, la cual fue clasificada como aplicación y tecnología crítica. El diferir la solución de estas necesidades tiene un impacto significativo en la operación, por lo tanto, los usuarios sugirieron que estas necesidades se solucionen lo antes posible. La implementación de dicha solución afectaría a 41 FCN relacionadas con los departamentos de seguridad y salud ocupacional, medio ambiente, comunidades, geología, ingeniería mina, mantenimiento, operaciones minas, relaves y aguas. Estas soluciones tienen un gran impacto en eficiencia de personal, optimización operativa, mejoramiento de la calidad y mantener la operación minera sin interrupciones. Debido a lo anterior, la solución a estas necesidades se cataloga como mejoras estratégicas. La mejora de la red inalámbrica de rajo permitirá a la minera obtener mayores beneficios del sistema de despacho y gestión de flota, las radios (cuando se migren a tecnología digital), comunicación de voz, GeoExplorer (monitoreo de taludes), instrumentación, monitoreo, gestión de desempeño mina, AcQuire (gestión de información geocientífica), ArcGIS (sistema de información geográfica) e integración de sensores remotos de la gestión de aguas y relaves.

Además, la mejora de la red inalámbrica del rajo permitirá la implementación del sistema de pesaje de pala (necesidad recopilada durante la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio) que es fundamental para obtener lecturas precisas del peso de cada carga. Esta solución ayudaría a administrar el factor de llenado en los camiones. Sin estas lecturas, la minera podría estar por encima o por debajo de la carga permitida en los camiones. Esta necesidad es una mejora estratégica que tiene

un alto impacto en la optimización operacional, la reducción de costos por tonelada movida de material, y el aumento del volumen de producción. Por lo tanto, diferir la solución de esta necesidad tiene un impacto negativo en el desempeño y resultados operacionales de la minera.

Las siguientes tres necesidades (clasificadas de 10 a 12) están relacionadas con el requisito de acceso a los datos almacenados en las aplicaciones de mina y planta, los cuales son esenciales para el personal responsable de planificación mina, supervisión de equipos, gestión del rendimiento del circuito de procesamiento, servicios de soporte mina y gestión de operaciones mina. Esta información se puede utilizar para mejorar la toma de decisiones, la gestión de desempeño, reducir el consumo de energía en el proceso de molienda y aumentar la recuperación de minerales en la concentradora. Aunque el impacto de aplazar la solución a estas necesidades es medio, durante las entrevistas los usuarios sugirieron que se implemente una solución lo antes posible. La implementación de dicha solución tendría un impacto directo en 58 FCN relacionados con los departamentos de ingeniería mina, administración, mejoramiento continuo, planificación estratégica, y permitiría a los usuarios acceder a datos almacenados en repositorios como el sistema de despacho, CAES, JD Edwards, contabilización metalúrgica, GeoExplorer, recursos humanos y nómina, control de asistencia, AcQuire, ArcGIS, etc.

6 Recomendaciones

Como se debe recordar, el desafío clave, que aborda esta tesis, es cómo satisfacer de la mejor manera las necesidades de información y tecnología de la minera con los servicios ofrecidos por TIC, con el fin de entregar soluciones que agreguen mayor valor

a la minera, y, al mismo tiempo, contribuyan a que TIC se convierta en un socio estratégico para la empresa. Con este objetivo en mente, esta sección describe recomendaciones prácticas para mejorar las percepciones antagónicas entre TIC y la minera, e incrementar el retorno de las inversiones en información y tecnología.

6.1 Establecer un comité directivo de TIC en la minera

Se recomienda formar un comité directivo de TIC compuesto por la gerencia de la minera, mejoramiento continuo, planificación estratégica, la dirección de TIC, y empleados claves organizados por áreas de conocimiento de la operación de la compañía (por ejemplo: control de relaves, control de procesos, manejo de aguas, perforación, tronadura, etc.). La obligación de este comité sería aprobar cualquier cambio tecnológico nuevo, y desarrollar un plan de trabajo de tecnología alineado con:

- los objetivos estratégicos de la compañía
- los objetivos y servicios de TIC
- y los planes de otras áreas estratégicas de la organización tales como excelencia operacional, recursos humanos, comunidades, medio ambiente, y así sucesivamente.

El comité directivo de TIC también establecería y aprobaría los presupuestos para cada uno de los proyectos de tecnología. Adicionalmente, este comité respaldaría a la dirección de TIC en la presentación de nuevas propuestas, estrategias y prioridades de tecnología ante los directivos de la compañía.

Desde el punto de vista de TIC y los departamentos de la minera, también se recomienda identificar los servicios TIC que deberían eliminarse, reducirse, crearse y/o

aumentarse. Adicionalmente, sería un paso clave, analizar los servicios que se deben subcontratar con el fin de establecer un modelo óptimo de oferta de servicios TIC donde se pueda garantizar la minimización del costo total de propiedad (TCO) y la maximización de la entrega de valor agregado al negocio.

6.2 Recomendaciones de la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio

A continuación, se realizan recomendaciones para aquellas ATC cuyo puntaje de evaluación de los usuarios de la aplicación fue inferior a tres y aquellas que tienen un impacto severo en la operación de la planta.

Con base en los hallazgos de la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio y el plan de trabajo de tecnología desarrollado por el comité técnico de TIC, se podrían realizar propuestas para solucionar las siguientes deficiencias tecnológicas.

6.2.1 Radios

Los problemas con el actual sistema de radio análogo hacen que sea obligatorio enfocar los esfuerzos en la construcción de una propuesta para actualizar este sistema a una tecnología digital de radios. Esta actualización tecnológica ayudaría a reducir los riesgos de seguridad en la compañía (por ejemplo, usar la radio para llamar a servicios de emergencia como 131, 132, 133), ampliar la cobertura de radio, y abordar el impacto de no tener el sistema de despacho disponible. Además, la nueva tecnología permitiría extender el sistema de radios a lugares en la minera donde no hay cobertura de radio, pero hay cobertura de red inalámbrica (Wi-fi).

6.2.2 Red inalámbrica del rajo

La minera no puede operar sin la red inalámbrica por más de dos días, por lo tanto, esta es una tecnología crítica para mantener la minera operando en forma continua. Actualmente está en proceso un proyecto para mejorar la red inalámbrica del rajo. Una vez que se complete este proyecto, el sitio tendrá una red inalámbrica estándar, que permitirá a la minera ejecutar más aplicaciones requeridas en los camiones, cargadores, palas, perforadoras y equipos geológicos. Además, la mejora de la red inalámbrica del rajo permitirá, fácilmente, recolectar datos de los sensores ubicados en diferentes sitios de la minera para monitorear los relaves, el agua y el polvo. La extensión de la cobertura de la red inalámbrica del rajo también facilitará el trabajo en áreas con reservas potenciales de cobre alrededor del rajo.

6.2.3 Sistema de archivos compartidos

El sistema de archivos compartidos es la infraestructura utilizada para compartir diferentes clases de archivos, a los que los usuarios tienen acceso para realizar su trabajo diario. Este acceso está controlado por permisos de lectura y escritura que se otorgan a cada usuario. De acuerdo con nuestro análisis, la minera no puede permitirse perder más de una hora de la información contenida en este sistema de archivos compartidos. Dado que el sistema de archivos compartidos es usado por una cantidad considerable de empleados de la minera, tiene una alta frecuencia de interrupciones y soporta múltiples funciones críticas del negocio, se hace necesario que TIC trabaje en el mejoramiento de este sistema. Los problemas tecnológicos actuales de esta plataforma exigen un mejoramiento de su desempeño, incrementar el espacio de almacenamiento de archivos, y mejorar la gestión de accesos y espacio asignado a

cada usuario para almacenar y compartir archivos. Una vez implementada la solución, el servicio de mesa de ayuda de TIC será el grupo apropiado para proveer el soporte continuo a los usuarios.

6.2.4 JD Edwards

JD Edwards es el software de planificación de recursos (ERP) utilizado en la minera para soportar los procesos de finanzas, compras y mantenimiento. Este sistema está obsoleto y actualmente no tiene soporte de parte del proveedor. Para reducir el impacto negativo de JD Edwards en la optimización operativa y la eficiencia del personal, se recomienda desarrollar una propuesta para determinar el camino más adecuado para actualizar el ERP actual, reemplazarlo por otro ERP, o separar los módulos de mantenimiento y compras.

6.2.5 PI System

Accesibilidad, funcionalidad, usabilidad y adaptabilidad son los principales desafíos de PI System. Este sistema funciona muy bien en el monitoreo y control del proceso de producción de minerales, sin embargo, presenta desafíos relacionados con el acceso a sus datos. Reemplazar la totalidad de este sistema no es una acción recomendada debido al alto costo y complejidad de tal iniciativa. Sin embargo, una alternativa sería evaluar la factibilidad de colocar una capa de aplicación sobre el PI System que facilite el consumo de datos en todos los niveles de la compañía.

6.2.6 Sistema de PLC eléctricos y de procesos

El sistema de PLC eléctricos y de procesos se utilizan para el control de procesos y el monitoreo de la producción de cobre, y contribuyen a aumentar la disponibilidad de la

planta. El principal desafío con este sistema es la complejidad y el largo tiempo que toma diagnosticar problemas en los PLC, tal como lo comunicó el grupo técnico de planta durante la evaluación del impacto de interrupciones en el negocio. Este problema también fue detectado en el análisis de necesidades del usuario. Esta es la razón por la cual el sistema de PLC obtuvo un puntaje bajo en el atributo de recuperabilidad. Con el objeto de mejorar la velocidad y facilidad del proceso de recuperación del sistema de PLC eléctricos y de procesos, se recomienda evaluar la factibilidad de implementar un laboratorio de control de procesos que se utiliza para programar, probar y resolver problemas de los PLC sin la necesidad de detener la planta. Una solución a los problemas con los PLC resolvería las tres primeras necesidades de los usuarios (Tabla 11).

6.2.7 Sistema de control de asistencia

El sistema de control de asistencia se utiliza para rastrear el tiempo y la asistencia de los empleados a la faena minera, y es utilizado por los departamentos de recursos humanos y finanzas. Este sistema requiere mejoras en funcionalidad, con lo cual la minera podría obtener mejores beneficios del sistema y podría ser integrado con otros sistemas de recursos humanos y administración.

6.3 Colaborar con las diferentes alternativas de proveedores de servicios TIC

Como se describe en la sección 3.3 de esta tesis, hay múltiples alternativas de proveedores de servicios TIC. En este conjunto de alternativas los proveedores externos, los grupos de soporte al negocio y los usuarios actúan como "competidores" de TIC en la prestación de servicios que satisfacen las necesidades de información y tecnología de los empleados de la minera. Se recomienda trabajar en estrecha

colaboración con estos grupos, en lugar de "competir", para aprovechar las ventajas de costo y especialización de los proveedores. Tal colaboración también aumentaría la calidad, disponibilidad, continuidad y la probabilidad de una entrega exitosa de los servicios TIC. Para que esto ocurra, la comunicación abierta y frecuente es esencial para que cada proveedor conozca las fortalezas y capacidades que los otros proveedores aportan al proceso de prestación de servicios.

6.4 Gestión del cambio organizacional (Change Management)

Además de las recomendaciones orientadas a mejorar las aplicaciones y tecnologías críticas existentes en la minera y abordar las necesidades de los usuarios, se recomienda llevar a cabo una campaña de difusión y concientización para comunicar de manera efectiva los servicios ofrecidos por TIC. En otras palabras, TIC necesita mejorar la adopción de los servicios que ofrece, y difundir las áreas específicas donde TIC puede asociarse con las diferentes áreas funcionales de la minera para agregar valor al negocio de la minera.

Una mayor difusión, concientización y adopción de los servicios de TIC proporcionaría una mejor visibilidad de soluciones TIC, ya existentes, que hoy en día no se están aprovechando plenamente, y por lo tanto podrían ser aprovechadas por la minera para promover eficiencias, sinergias y oportunidades para mejorar el desempeño del negocio. Por otro lado, el equipo de TIC debe alinear sus capacidades, habilidades, servicios y objetivos con las necesidades, prioridades, tiempos y urgencias de la minera. En este sentido, TIC debe ser consciente de las prioridades y demandas de los usuarios finales, gerentes y ejecutivos de la minera tal como se describe en la Figura 1.

Adicionalmente, se recomienda que la gestión del cambio organizacional (change management) se lleve cabo en cada proyecto o implementación tecnológica para incrementar la aceptación y asegurar la adopción por parte de los empleados de la nueva solución. La gestión del cambio también puede aumentar la confianza y la comunicación de TIC con el resto de la organización, y por lo tanto ayudar a remover las percepciones antagónicas descritas anteriormente en esta tesis en la Tabla 2. Al final del día, la creación de valor agregado depende de la dinámica de los empleados de la minera, ya que hay poco beneficio en una tecnología que nadie usa o en un proceso que nadie sigue.

6.5 Reflexionar antes de seleccionar e implementar nuevas tecnologías

Tradicionalmente, los gaps entre los procesos y las personas se intentan solucionar con la implementación de nuevas tecnologías, algunas veces sin haber realizado un estudio adecuado de cómo esas tecnologías se ajustan a las necesidades y estrategia de la minera. En este caso, la pregunta que ha sido formulada es "¿Qué tecnología podemos traer para solucionar el problema?" Esto ha dado como resultado un complejo ambiente tecnológico de soluciones implementadas por diferentes grupos para solucionar sus necesidades inmediatas, lo cual en el largo plazo ha tenido efectos secundarios negativos para la minera. Esta situación ha creado un ambiente de tecnología complejo y muy difícil de mantener y mejorar.

Para que TIC pueda ofrecer valor agregado al negocio, según lo descrito por Ferber, Gurgul y van Overdam, (2013), la introducción de nuevas tecnologías debe ser un proceso reflexivo y lógico guiado por los resultados, las personas, la sustentabilidad del negocio en el largo plazo, y debe estar fundamentado en los procesos de negocios.

Cuando se reflexiona sobre los resultados, la pregunta que se debe responder es "¿Cuáles son los pros y contras entre solucionar una necesidad inmediata, y potencialmente sacrificar algunos beneficios futuros?" Al reflexionar sobre las personas, las preguntas deberían ser "¿Está la empresa lista para adoptar esta tecnología y aprovechar los beneficios de la inversión?" y "¿Qué impacto tiene en las personas la implementación de esta tecnología?" En otras palabras, la tecnología implementada debe ajustarse a la dinámica y el comportamiento de las personas que estarán operando y beneficiándose de esta tecnología. Al reflexionar sobre la sustentabilidad del negocio en el largo plazo las preguntas a contestar son "¿Esta tecnología está alineada con los objetivos estratégicos de la compañía a largo plazo?" y "¿Puede esta tecnología impactar negativamente la licencia de operación de la minera?" Al reflexionar sobre los procesos de negocios, las preguntas a responder deberían ser "¿Los procesos de negocio son lo suficientemente maduros para soportar esta tecnología?" "¿Existen procesos de TIC para mantenerla?", "¿Cuál es el impacto de la introducción de la nueva tecnología en el actual ambiente operacional de TIC y los procesos de negocios?"

La introducción reflexiva y lógica de nuevas tecnologías se puede llevar a cabo una vez que el problema se haya identificado claramente y que exista un sólido caso de negocio validado y aceptado por el equipo directivo de la minera.

Remover o reducir la actual complejidad del ambiente operacional de TIC es extremadamente costoso y difícil. Por lo tanto, la recomendación de "reflexionar antes de seleccionar e implementar nuevas tecnologías" tiene como objetivo reducir el riesgo de continuar aumentando complejidad al ambiente actual de TIC.

6.6 Aprovechar "Shadow IT" como fuente de innovación

Shadow IT es utilizar hardware, software y servicios que están fuera del control y conocimiento de TIC, y no cuentan con una aprobación explícita de este departamento, lo cual normalmente se transforma en problema para TIC y la minera. Sin embargo, aplicando ciertas políticas puede ser una oportunidad de innovación.

La mano de obra que está tomando cada día más fuerza en las organizaciones empresariales chilenas son los Millennials¹⁰. Esta generación de jóvenes nativos digitales tiene más probabilidades de dejar a un lado la prudencia para lograr una conveniencia digital comprometiendo de manera negativa la seguridad de la información de la empresa, impactar negativamente la integración y compatibilidad de los sistemas, y elevar los costos totales de propiedad de la tecnología. Por lo tanto, es importante que la minera tome las medidas necesarias para enfrentar este nuevo reto de manera que se mitiguen los riesgos negativos inherentes al Shadow IT, y al mismo tiempo aprovecharlo como fuente de innovación.

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores, el Shadow IT puede ofrecer maneras innovadoras de resolver algunas necesidades cotidianas de la minera, y cambiar la visión de negocio. Sin embargo, su utilización se debe realizar con cautela. Por lo tanto, para que la minera aproveche el Shadow IT como una fuente de innovación se recomienda:

¹⁰ Millennials son personas nacidas a partir de los años 80, son una generación digital, hiperconectada y con altos valores sociales y éticos, con alta fidelidad a marcas favoritas, exigentes e informados, ostentan un buen dominio del inglés, adictos a aplicaciones móviles, y tienen un alto nivel de conocimiento de tecnología.

1. Monitorear el uso que hacen los empleados de programas no autorizados, para descubrir necesidades inesperadas y oportunidades de optimización que agreguen valor a la compañía. Sin una buena relación y un buen entendimiento entre TIC y el resto de los departamentos de la organización no será posible descubrir estas oportunidades.
2. La capacitación es fundamental. Partir de la educación es importante para que los empleados entiendan los riesgos en los cuales están incurriendo al momento de usar aplicaciones o herramientas no contempladas y aprobadas por TIC. Además, el equipo de TIC debe tener los procesos lo suficientemente flexibles y abiertos para responder con rapidez al desarrollo de la tecnología y permitirles a los empleados utilizar las herramientas que les facilite su trabajo.
3. Cualquier nueva herramienta, aplicación o dispositivo que se considere importante involucrar dentro los procesos de la empresa debe ser consultado y analizado por el equipo de seguridad TIC para garantizar que no agreguen vulnerabilidades que puedan poner en riesgo la seguridad de la información corporativa.

6.7 Actualizar la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio

En el futuro, se recomienda realizar periódicamente una actualización de la evaluación del impacto de las interrupciones en el negocio con el fin de garantizar la alineación, mejoramiento y optimización continua de los requerimientos y servicios TIC.

7 Limitaciones

Existen algunas limitaciones para este estudio. En primer lugar, los resultados y recomendaciones discutidos deben ser validados por el equipo de gestión de la minera.

Su contribución es esencial para garantizar la validez de las conclusiones de esta tesis, y garantizar que algunas de las recomendaciones se pongan en práctica. Además, las recomendaciones de esta tesis solo pueden realizarse a partir de la disponibilidad del presupuesto. En segundo lugar, aunque los resultados de la evaluación presentada aquí proporcionan una valiosa guía de trabajo para que TIC enfoque sus esfuerzos, estos resultados no serán suficientes para resolver los problemas de relación entre TIC y las otras áreas funcionales de la compañía, ni para remover las percepciones antagónicas entre TIC y el resto de la minera. Como se discutió anteriormente, la gestión del cambio debe aplicarse para garantizar relaciones productivas, adopción adecuada de las iniciativas TIC, y un alto retorno de inversión en información y tecnología.

8 Plan de difusión

Difundir la metodología usada en esta tesis puede tener un gran impacto en las faenas mineras que existen a lo largo del país para que éstas puedan mejorar sus estrategias TIC y así obtener un mayor valor agregado de la inversión que realizan en tecnología de información y comunicaciones.

Con el propósito de difundir la aplicación de la metodología y sus beneficios estamos dispuestos a compartir nuestra experiencia a través de aquellos medios de comunicaciones (hablados, escritos, conferencias, videos, exposiciones, foros, etc.) que provean el espacio adecuado para comunicar este trabajo. Nos interesa llegar con este trabajo a las múltiples conferencias de minería que se realizan en el país, y a todos aquellos foros/grupos donde se reúnen los profesionales TIC.

Anexos

Anexo A**INVITACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS INTERRUPCIONES EN EL NEGOCIO**

De: Gerente General

A: Participantes en el taller

Asunto: Evaluación del Impacto de las Interrupciones en el Negocio

Cuerpo del mensaje

Hola a todos,

Durante la semana del 2 de abril el equipo de TIC se estará reuniendo con las diferentes áreas operativas de la compañía para conocer las criticidades, necesidades, y expectativas más importantes de información y tecnología de nuestra operación, y trabajará en colaboración con ustedes para adaptar su oferta de servicios a los requisitos de la operación. Para lograr este objetivo, TIC programará sesiones de 2 horas con nuestras áreas operativas listadas abajo.

Acciones requeridas:

- 1) Con su área operativa programe 2 horas entre el 2 y el 6 de abril.
- 2) Luego, un miembro de su equipo deberá enviar un correo al director de TIC, a más tardar el 24 de marzo, con el día y hora sugeridos para el taller.
- 3) TIC le enviará una invitación por correo electrónico para el taller en el día y hora sugeridos por ustedes.

Áreas operativas:

- Administración
- Medio ambiente, salud & seguridad, y comunidades
- Recursos humanos
- Mantenimiento planta
- Operaciones, y soporte técnico de planta
- Ingeniería mina
- Mantenimiento mina
- Operaciones mina
- Administración de aguas y relaves
- Mejoramiento continuo, y planeación estratégica

Si tiene alguna pregunta por favor hágamelo saber acercándose a mi oficina.

Gracias,

Gerente general
Compañía Minera

Anexo B**RANKING DE LAS FUNCIONES CRÍTICAS DEL NEGOCIO**

Funciones Críticas del Negocio	Ranking General
Preparación mina	1
Carga	2
Acarreo	3
Servicios de soporte mina	4
Chancado y bandas transportadoras	5
Molienda y flotación (concentradora)	6
Desagüe	7
Ingeniería de proceso (excepto relaves)	8
Planificación planta	9
Perforación	10
Tronadura	11
Control de producción mina	12
Despacho de mantención mina	13
Estadísticas e informes de producción mina	14
Recepción de compras	15
Despacho de mantención planta	16
Administración de bodega	17
Monitoreo de equipos mina	18
Respuesta a incidentes y emergencias	19
Administración de transporte - compras	20
Manejo de calidad y flujo mina	21
Laboratorio	22
Ejecución de mantención mina	23
Servicios generales mina	24
Monitoreo y agilización de compras	25
Actividades de respuesta a emergencias	26
Compras	27
Gestión de operaciones mina	28
Ingeniería de procesos planta	29
Administración de desempeño de procesos de planta	30
Estadísticas e informes de producción planta	31
Soporte técnico de ingeniería	32
Monitoreos de equipos de planta	33
Análisis de materiales y control de inventario	34

Funciones Críticas del Negocio	Ranking General
Planificación de procesamiento planta	35
Mantenimiento del modelo geológico y de reservas - ingeniería	36
Administración de compras	37
Administración de pagos y sueldos	38
Administración de relaves	39
Nómina de empleados	40
Recolección de datos geológicos de campo	41
Planificación de órdenes de trabajo mantención mina	42
Perforación en campañas de exploración	43
Planificación del suministro de inventario	44
Monitoreo e instrumentación de botaderos	45
Prevención de seguridad	46
Pruebas y análisis mantención mina	47
Mantenimiento de botaderos	48
Ejecución de mantención planta	49
Solución de problemas ambientales	50
Informes medioambientales	51
Configuración de suministros	52
Evaluación de desempeño mina	53
Servicios generales planta	54
Pruebas y análisis mantención planta	55
Planificación de mantenimiento preventivo mina	56
Planificación y programación de corto plazo	57
Planificación de perforación y tronadura	58
Servicios de ingeniería	59
Contratos de suministros	60
Cuentas por pagar	61
Contabilidad general	62
Planificación de mantenimiento preventivo planta	63
Contabilidad de costos	64
Gestión de historia de mantenimiento mina	65
Administración de aguas	66
Gestión de botaderos	67
Monitoreo y pruebas ambientales	68
Investigación de incidentes	69
Gestión de historia de equipos planta	70
Talleres y servicios de mantenimiento planta	71
Talleres y servicios de mantenimiento mina	72

Funciones Críticas del Negocio	Ranking General
Recolección y análisis de muestras geológicas	73
Gestión de historia de mantenimiento planta	74
Gestión de desempeño de mantenimiento planta	75
Gestión de planificación de mantención mina	76
Gestión de mantención externa - mina	77
Monitoreo y evaluación de seguridad	78
Contabilidad del inventario de productos	79
Gestión de relaciones con proveedores	80
Preparar presupuestos de operación	81
Preparar presupuestos de capital	82
Programas de beneficios de recursos humanos	83
Planificación de la gestión de mantenimiento planta	84
Planificación de órdenes de trabajo de planta	85
Mantenimiento general planta	86
Gestión de mantención externa - planta	87
Gestión de contratos de mantención planta	88
Gestión de historia de equipos mina	89
Permisos y aprobaciones ambientales	90
Programas de seguridad	91
Reciclaje y eliminación de materiales y excedentes	92
Contabilidad de ventas e ingresos	93
Gestión de registros históricos de empleados	94
Mantenimiento del modelo geológico y de reservas - geología	95
Servicios para empleados - recursos humanos	96
Gestión del desempeño de mantenimiento mina	97
Construcciones - ingeniería mina	98
Contabilidad de proyectos	99
Control de capital	100
Informes operativos - contabilidad general	101
Planificación de cumplimiento ambiental	102
Reclutamiento - recursos humanos	103
Mejora continua de infraestructura - construcciones	104
Construcción de la instalación principal de almacenamiento de relaves	105
Relaciones industriales	106
Evaluación de impacto ambiental	107
Programas de salud ocupacional	108
Plan y programación de presupuesto	109
Cuentas por cobrar	110

Funciones Críticas del Negocio	Ranking General
Gestión de depreciación de activos y agotamiento del recurso mineral	111
Planificación de recursos humanos	112
Gestión del programa de exploración - geología	113
Políticas y procedimientos de recursos humanos	114
Gestión de garantías de equipos	115
Recuperación ambiental	116
Investigación y análisis ambiental	117
Estrategia y planificación de seguridad	118
Estándares de ingeniería	119
Diseño conceptual - ingeniería mina	120
Diseño de detalle - ingeniería mina	121
Gestión de evaluación de desempeño de empleados	122
Gestión del desarrollo de mina - construcciones	123
Diseño de detalle - construcciones	124
Servicios de proyectos - construcciones	125
Planificación mina de largo plazo	126
Servicios de proyectos - ingeniería mina	127
Planificación de exploración geológica	128
Exploración geológica	129
Desarrollo organizacional - recursos humanos	130
Capacitación y desarrollo del personal - recursos humanos	131
Mantenimiento general mina	132
Inspecciones remotas de los botaderos	133
Diseño conceptual - construcciones	134
Construcción	135
Nueva área de preproducción minera - construcciones	136
Administración de compensaciones de trabajadores - recursos humanos	137
Administración contratos de mantenimiento mina	138
Gestión de garantías de equipos mina	139
Gestión y cumplimiento de regulaciones - relaves	140
Gestión de proyectos de relaves	141
Gestión del proyecto de manejo de aguas	142
Gestión de desarrollo - ingeniería mina	143
Mejora de infraestructura - ingeniería mina	144
Estándares de ingeniería - ingeniería mina	145

Fuente: Elaboración propia

Anexo C**RANKING DE LAS APLICACIONES Y TECNOLOGÍAS CRÍTICAS DEL NEGOCIO**

Aplicaciones y Tecnologías Críticas	Ranking General	Puntuación de las aplicaciones de usuario
Radios	1	2.19
Red de datos del negocio	2	4.10
Red inalámbrica del rajo	3	2.60
Correo electrónico	4	4.60
Sistema de archivos compartidos	5	2.88
JD Edwards	6	2.50
PI System	7	3.53
Sistema de PLC eléctricos y de procesos	8	2.60
Sistema de recursos humanos y nómina	9	3.03
Sistema de soporte movimiento de material	10	3.27
GeoExplorer	11	3.80
Sistema de control de asistencia	12	2.60
MS Excel - hojas electrónicas	13	3.70
DIRA - inspección y recomendaciones de botaderos	14	3.70
AcQuire - base de datos de geología y reserva mineral	15	3.30
Leica sistema de navegación y perforación	16	2.88
Sistema de contabilidad metalúrgica	17	1.50
Geovia/Gemcom - planeación mina	18	2.60
AutoCAD - diseño asistido por computadora	19	3.61
ArcGIS - sistema de información geográfica	20	3.80
Intranet	21	2.81
Sistema de despacho	22	3.24
Sistema de mensajes de emergencia	23	3.60
Sistema de gestión de materiales peligrosos	24	2.80
Sistema de envío de documentos	25	1.90
Instrumentación y monitoreo de fibra óptica	26	2.30
SiteLine - sistema de medio ambiente	27	3.10
DrawDB - sistema de muestras de laboratorio	28	1.80
MS Project - manejo de proyectos	29	3.40

Fuente: Elaboración propia

Anexo D

RANKING DE LAS NECESIDADES TIC DE LOS USUARIOS

Ranking	Departamento	Necesidades TIC de los usuarios	Funciones críticas del negocio (FCN)				Aplicaciones y Tecnologías Críticas (ATC)				Evaluación de los usuarios	
			# FCN impactadas	3 principales necesidades críticas			# ATC impactadas	3 principales necesidades críticas			Operacional	Estratégico
1	Operaciones planta	Problemas de circuito de chancador de Pebble	23	Chancado y transporte de mineral	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Planificación planta	6	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	PI System + HMI	Telefonía + red de transporte de datos	3	3
2	Operaciones planta	Problemas crónicos del sistema de PLC eléctricos y de procesos	9	Chancado y transporte de mineral	Molienda y flotación (concentradora)	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	3	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	PI System + HMI	Instrumentación y monitoreo de fibra óptica	2.95	2.71
3	Operaciones planta	Sistema experto del circuito de molienda	19	Molienda y flotación (concentradora)	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Planificación planta	5	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	PI System + HMI	Sistema de contabilidad metalúrgica	2.95	2.71
4	Seguridad y salud ocupacional	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
5	Geología	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
6	Ingeniería mina	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
7	Mantenimiento mina	Actualizar red inalámbrica del rajo	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
8	Mantenimiento mina	Actualizar red inalámbrica (accesibilidad)	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
9	Operaciones mina	Actualizar red inalámbrica del rajo	41	Infraestructura de control de procesos (excepto relaves)	Laboratorio de planta	Carguío	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	2.71	2.29
10	Ingeniería mina	Integrar aplicaciones de ingeniería	11	Perforaciones	Monitoreo de equipos minas mina	Monitoreo de equipos mina	10	Sistema de despacho y gestión de flota	CAES (Sistema de movimiento de tierras asistido por computadora)	Sistema de perforación Leica	2.43	2.14
11	Mejoramiento continuo y planeación estratégica	Herramienta de reportes para inteligencia de negocios (BI)	17	Administración de desempeño de procesos de planta	Monitoreo de equipos mina	Monitoreo de equipos mina	4	Telefonía + red de transporte de datos	Intranet	SiteLine - Sistema de medio ambiente	2.43	2.14
12	Mejoramiento continuo y planeación estratégica	Bodega de datos (data warehouse)	30	Laboratorio de planta	Carguío	Acarreo	16	Sistema de despacho y gestión de flota	CAES (Sistema de movimiento de tierras asistido por computadora)	Sistema de perforación Leica	2.43	2.14
13	Administración	Nuevo sistema de reportabilidad de inteligencia de negocio (BI)	63	Carguío	Acarreo	Servicios de soporte mina	12	Sistema de despacho y gestión de flota	Intranet	JD Edwards	2.43	2.14
14	Relaves	Integración de sensores remotos	39	Actividades de respuesta a emergencias	Preparación mina	Gestión de operaciones mina	4	Telefonía + red de transporte de datos	Red inalámbrica del rajo	Instrumentación y monitoreo de fibra óptica	2.33	2

Ranking	Departamento	Necesidades TIC de los usuarios	Funciones críticas del negocio (FCN)				Aplicaciones y Tecnologías Críticas (ATC)				Evaluación de los usuarios	
			# FCN impactadas	3 principales necesidades críticas			# ATC impactadas	3 principales necesidades críticas			Operacional	Estratégico
15	Mejoramiento continuo y planeación estratégica	Integración con la base de datos de Acquire	24	Laboratorio de planta	Carguío	Acarreo	5	Leica sistema de navegación y perforación	Telefonía + red de transporte de datos	Red inalámbrica del rajo	2.24	1.76
16	Relaves	Actualización de sistemas de comunicaciones por voz	63	Chancado y transporte de mineral	Molienda y flotación (concentradora)	Desagüe	2	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles		2.19	1.48
17	Operaciones mina	Nuevo sistema de pesaje de pala	10	Carguío	Acarreo	Informes estadísticos de producción	4	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Red inalámbrica del rajo	2.05	2.62
18	Operaciones planta	Modelo de pilas desde el rajo a la planta	12	Chancado y transporte de mineral	Molienda y flotación (concentradora)	Infraestructura de procesos (excepto relaves)	8	Sistema de despacho y gestión de flota	Leica sistema de navegación y perforación	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	2.05	2.62
19	Ingeniería mina	Ambiente de prueba para el sistema de despacho	8	Perforaciones	Control de producción mina	Gestión de operaciones mina	5	Sistema de despacho y gestión de flota	Leica sistema de navegación y perforación	Telefonía + red de transporte de datos	2.05	1.48
20	Geología	Expansión del sistema de almacenamiento de datos	41	Manejo de calidad y flujo mina	Actividades de respuesta a emergencias	Recolección de datos geológicos de campo	6	Microsoft File Share	Intranet	GeoExplorer	2.05	1.67
21	Operaciones planta	Personal adicional para PI System	5	Chancado y transporte de mineral	Infraestructura de proceso (excepto relaves)	Ingeniería de Procesos	3	Sistema de PLC eléctricos y de procesos	PI System + HMI	Instrumentación y monitoreo de fibra óptica	2	1.43
22	Relaves	Red de Fibra óptica y alarmas	42	Despacho de Mantenimiento mina	Actividades de respuesta a emergencias	Gestión de operaciones mina	5	Telefonía + red de transporte de datos	Radios / Satélite / Teléfonos móviles	Instrumentación y monitoreo de fibra óptica	1.95	1.62
23	Proyectos	Integración del ERP	5	Perforación en campañas de exploración	Gestión del programa de exploración	Servicios de administración de Proyectos	5	JD Edwards	AutoCAD	DrawDB - Sistema de muestras de laboratorio	1.95	1.38
24	Proyectos	Actualización de la base de datos de planos	58	Infraestructura de procesos (excepto relaves)	Actividades de respuesta a emergencias	Servicios de soporte mina	6	Telefonía + red de transporte de datos	Red inalámbrica del rajo	AutoCAD	1.95	1.38
25	Proyectos	Archivado y manejo de versiones de planos	59	Infraestructura de procesos (excepto relaves)	Actividades de respuesta a emergencias	Servicios de soporte mina	7	Telefonía + red de transporte de datos	Intranet	Red inalámbrica del rajo	1.95	1.38
26	Seguridad y salud ocupacional	Expansión del sistema de almacenamiento de datos	70	Carguío	Acarreo	Actividades de respuesta a emergencias	6	MS File Share	Intranet	GeoExplorer	1.95	1.38
27	Mantenimiento planta	Integración de JD Edwards con Maintelligence	32	Planificación planta	Despacho de Mantenimiento mina	Administración de desempeño de procesos de planta	2	Telefonía + red de transporte de datos	JD Edwards		1.9	1.57
28	Mantenimiento mina	Soporte y estabilidad de JD Edwards	31	Gestión de operaciones mina	Monitoreo de equipos mina	Recepción de compras	3	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	JD Edwards	1.9	1.33
29	Mantenimiento planta	Entrenamiento en JD Edwards	43	Despacho de mantenimiento mina	Administración de desempeño de procesos de planta	Ejecución de mantenimiento mina	5	MS File Share	Intranet	JD Edwards	1.9	1.33
30	Administración	Entrenamiento en SharePoint y JD Edwards	57	Administración de desempeño de procesos de planta	Ejecución de mantenimiento mina	Recepción de compras	6	Sistema de despacho y gestión de flota	MS File Share	Intranet	1.9	1.33
31	Administración	Nuevo sistema de ERP	113	Chancado y transporte de mineral	Molienda y flotación (concentradora)	Desagüe	9	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	Intranet	1.9	1.33
32	Ingeniería mina	Nuevo servidor de SRSS	9	Perforaciones	Control de Producción Mina	Gestión de operaciones mina	5	Sistema de despacho y gestión de flota	Telefonía + red de transporte de datos	MS File Share	1.71	1.29
33	Ingeniería mina	Sitio de SharePoint para el grupo geotécnico	27	Perforaciones	Ingeniería de procesos	Relaves	3	Intranet	Acquire	ArcGis	1.71	1.29

Ranking	Departamento	Necesidades TIC de los usuarios	Funciones críticas del negocio (FCN)				Aplicaciones y Tecnologías Críticas (ATC)					Evaluación de los usuarios	
			# FCN impactadas	3 principales necesidades críticas			# ATC impactadas	3 principales necesidades críticas			Operacional	Estratégico	
34	Operaciones mina	Integración y provecho de aplicaciones mina	7	Carguío	Acarreo	Perforación	3	Sistema de despacho y gestión de flota	CAES (Sistema de movimiento de tierras asistido por computadora)	Leica sistema de navegación y perforación	1.67	1.48	
35	Seguridad y salud ocupacional	Informe unificado de seguridad	42	Actividades de respuesta a emergencias	Gestión de operaciones mina	Ejecución de mantenimiento mina	6	MS File Share	Intranet	SiteLine - Sistema de medio ambiente	1.67	1.24	
36	Operaciones mina	Mejoramiento del sistema de control de acceso	3	Prevención de seguridad	Programas de seguridad	Estrategia de seguridad y planificación	4	Sistema de mensajes de emergencia	Telefonía + red de transporte de datos	Red inalámbrica del rajo	1.57	1.29	
37	Administración	Nuevo sistema de códigos de barras	8	Laboratorio de planta	Recepción de compras	Administración de bodega	2	Telefonía + red de transporte de datos	JD Edwards		1.43	1.14	
38	Mantenimiento planta	Reportabilidad de indicadores de desempeño	30	Planificación planta	Despacho de mantenimiento mina	Preparación mina	4	Telefonía + red de transporte de datos	MS File Share	JD Edwards	1.43	1.14	
39	Recursos humanos	Solucionar problemas de usabilidad del sistema de recursos humanos y nómina	15	Planificación de procesamiento planta	Administración de Pagos y Sueldos	Planificación de órdenes de trabajo mantención mina	4	Telefonía + red de transporte de datos	Sistema de recursos humanos y nómina	MS Excel	1.38	1.1	
40	Geología	Derechos de administrador en las estaciones de trabajo	2	Gestión del programa de exploración	Planificación mina de largo plazo		1	Geovia/Gemcom - Planeación mina			1.19	1.05	
41	Administración	Reemplazar estaciones de trabajo	2	Reclutamiento - Recursos humanos	Planificación mina de largo plazo		3	Sistema de contabilidad metalúrgica	Sistema de recursos humanos y nómina	MS Excel	1.19	1.05	
42	Recursos humanos	Integración del sistema de recursos humanos y nómina	18	Preparación mina	Gestión de Operaciones mina	Planificación de procesamiento planta	4	JD Edwards	Sistema de recursos humanos y nómina	Sistema de control de asistencia	1.19	1.05	
43	Recursos humanos	Ampliar la utilización del sistema de recursos humanos y nómina	22	Actividades de respuesta a emergencias	Preparación mina	Gestión de operaciones mina	5	Intranet	SiteLine - Sistema de medio ambiente	Sistema de recursos humanos y nómina	1.19	1.05	

Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Arandjelovic, Bulin, & Khan. (2015). *¿Por qué los CIOs deben ser socios estratégicos del negocio?* Recuperado el 11 de marzo de 2018, de McKinsey & Company: http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/why_CIOs_should_be_business-strategy_partners
- Brynjolfsson, McAfee, Sorell, & Zhu. (2008). *Adaptaciones sin inercia: Replicación de procesos de negocio, y dinámicas de la industria.* Recuperado el 16 de abril de 2018, de Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Research: <https://pdfs.semanticscholar.org/0173/e3523e065bed47291c449789dce9e08c41af.pdf>
- Caralli, Stevens, Young, & Wilson. (2007). *Introducción a la metodología OCTAVE Allegro: Mejorando el proceso de evaluación de riesgos de seguridad de la información.* Recuperado el 29 de abril de 2018, de Software Engineering Institute: https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2007_005_001_14885.pdf
- Cooke, Guha, & Filsoof. (2013). *La muerte del TI tradicional y el surgimiento del Nuevo modelo de asociación.* Recuperado el 3 de abril de 2018, de Booz & Company: https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Strategyand_The-Death-of-Traditional-IT.pdf
- Durrant-Whyte, Geraghty, Pujol, & Sellschop. (2015). *Cómo la Innovación Digital Puede Mejorar la Productividad en Minería.* Recuperado el 19 de mayo de 2018, de McKinsey & Compañía: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-digital-innovation-can-improve-mining-productivity>
- Ferber, Gurgul, & Overdam, v. (2013). *Gestión del valor de TI: Cómo crear valor en el negocio.* *40 años de Compact*, 1-40. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de

<http://www.isaca.org/Groups/Professional-English/it-value-delivery/GroupDocuments/2013-4%20-%20IT%20Value%20Management.pdf>

Hewlett-Packard. (octubre, 2007). *¿Cómo transformar TI en un socio estratégico de negocios?* Whitepaper, Hewlett-Packard, Documento informativo de HP.

Recuperado el 5 de mayo de 2018, de

http://www.saltboxcommunications.com/wp-content/uploads/HP_Whitepaper_01_How_To_Transform_IT_Into_a_Strategic_Business_Partner.pdf

Orellana, M. (12 de diciembre de 2013). *Las 3 prioridades principales para el CIO del futuro en 2014*. (A. H. Technologies, Editor) Recuperado el 20 de abril de 2018, de CIO of the Future: <http://cioofthefuture.com/top-3-priorities-for-the-cio-of-the-future-in-2014/>

Pohle, & Chapman. (2006). Reporte global CEO de IBM 2006: La innovación en el modelo de negocio importa. *Estrategia & Liderazgo*, 11-17. Recuperado el 5 de mayo de 2018, de <https://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/pdf/ceostudy.pdf>

Bibliografía

- Canales-Mora, R. (17 mayo 2017). *Conversaciones con CEOs y CIOs sobre Transformación Digital y Metodologías Ágiles*. Agibilibooks. Recuperado el 27 de junio de 2018
- Fundación-Telefónica. (20 mayo 2014). *TICs, desarrollo y negocios inclusivos*. Lectura Plus. Recuperado el 17 de Julio de 2018
- Kim, W. C., & Mauborgne, R. (20 octubre 2017). *La estrategia del océano azul*. (E. A. Benavent, Trad.) Profit. Recuperado el 17 de mayo de 2018
- Martínez-Villaverde, L. (28 noviembre 2006). *Gestión del cambio y la innovación en la empresa*. Ideaspropias Editorial. Recuperado el 13 de julio de 2018
- Mejias-cyfuss, A. (17 enero 2018). *CIO Gestión: Información para CIOs*. Antonio Mejias - cyfuss. Recuperado el 5 de junio de 2018
- Oyarzún, L. (2016). *Proyecto de título. Taller de Titulación. Lea esto primero (Semanas 1 - 2)*. Santiago de Chile. Recuperado el marzo de 2018
- Oyarzún, L. (2017). *Muestreo como herramienta de investigación. Taller de Titulación. Lea esto primero (Semanas 9 - 11)*. Santiago de Chile. Recuperado el marzo de 2018
- Oyarzún, L. (2017). *Perspectivas teóricas y revisión bibliográfica. Taller de Titulación. Lea esto primero (Semanas 6 a 8)*. Santiago de Chile. Recuperado el marzo de 2018
- Porter, M. E. (23 noviembre 2009). *Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores (Empresa y Gestión)*. (Pirámide, Ed.) Recuperado el 29 de abril de 2018
- Rodríguez, D. (25 mayo 2018). *Automatización Controlada*. Montevideo, Uruguay: Rodriguez, Douglas Javier. Recuperado el 20 de julio de 2018

Trout, J., Rivkin, S., & Peralba, R. (29 noviembre 2010). *Reposicionamiento: La estrategia competitiva en una era de hipercompetencia, cambio y crisis.*

Pirámide. Recuperado el 8 de junio de 2018

Fuentes

Automatisme Control Electric. (2018). *HMI*. Recuperado el 2 de agosto de 2018, de Automatisme Control Electric;: <http://www.acesa.es/cs/p1/hmi>

Castro, I. (13 de octubre de 2016). *¿Qué es Shadow IT y como administrarlo?* Recuperado el 22 de mayo de 2018, de Cero Uno Software Corporativo: <http://blog.cerounosoftware.com.mx/que-es-shadow-it-y-como-administrarla>

Centro Criptológico Nacional. (2018). *RTO - Tiempo objetivo de recuperación*. (CCN-CERT, Editor) Recuperado el 27 de julio de 2018, de Defensa frente a las ciberamenazas: https://www.ccn-cert.cni.es/publico/herramientas/Pilar-5.4.5/Pilar_5.4.5/bcm_es/index.html?n=6.html

colaboradores de Wikipedia. (12 de mayo de 2017). *Equivalente a tiempo completo*. (Wikipedia, La enciclopedia libre, Editor) Recuperado el 2 de junio de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Equivalente a tiempo completo&oldid=99080684](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Equivalente_a_tiempo_completo&oldid=99080684)

colaboradores de Wikipedia. (19 de julio de 2018). *Controlador lógico programable*. (Wikipedia, La enciclopedia libre., Editor) Recuperado el 1 de agosto de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Controlador l%C3%B3gico programable&oldid=109381791](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Controlador_l%C3%B3gico_programable&oldid=109381791)

colaboradores de Wikipedia. (18 de mayo de 2018). *Plan de recuperación ante desastres*. (Wikipedia, La enciclopedia libre, Editor) Recuperado el 23 de junio de 2018, de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Plan de recuperaci%C3%B3n ante desastres&oldid=107903204](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Plan_de_recuperaci%C3%B3n_ante_desastres&oldid=107903204)

Genwords (Ed.). (2017). *ROI o Retorno de la Inversión: Qué es y cómo calcularlo*.

Recuperado el 15 de mayo de 2018, de Genwords:

<https://www.genwords.com/blog/que-es-roi>

Innovando. (24 de abril de 2015). *TCO - Coste Total de Propiedad*. Recuperado el 27

de mayo de 2018, de INNOVAN.DO: <https://innovan.do/2015/04/24/que-es-definicion-tco-coste-total-de-propiedad/>

Tecnología, R. I. (2017). Shadow IT ¿Riesgo e Innovación al mismo tiempo? *Revista*

Innovación + Tecnología(22), 42-46. Recuperado el 11 de julio de 2018, de

http://www.revistait.cl/ediciones_mobile/ed22_it.pdf