



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

PROPUESTA TECNOLÓGICA DE CAPACITACIÓN PARA COMPAÑÍAS MINERAS

RICARDO ARNOLDO PEZO RAMÍREZ

PROFESORES GUIA: MAURICIO VARAS, PHD.
MERCEDES HAGA, PHD.

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

SANTIAGO – CHILE
2020



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

PROPUESTA TECNOLÓGICA DE CAPACITACIÓN PARA COMPAÑIAS MINERAS

POR: RICARDO ARNOLDO PEZO RAMÍREZ

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

**PROFESORES GUIA: MAURICIO VARAS, PHD.
MERCEDES HAGA, PHD.**

PROFESOR INTEGRANTE 1: CRISTIÁN MEJÍAS, MBA.

PROFESOR INTEGRANTE 2: JORGE CONTRERAS, MIIS.

Para completar las exigencias del Grado de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas.

Diciembre, 2020
Santiago, Chile

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio de la presente, declaro que el trabajo titulado: **PROPUESTA TECNOLÓGICA DE CAPACITACIÓN PARA COMPAÑÍAS MINERAS**, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi autoría (o co-autoría) y no ha sido publicado previamente, ni está siendo considerado para publicación bajo otra filiación. En igual sentido, declaro que el trabajo de tesis y su contenido, son originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Afirmo, asimismo, que los materiales presentados no se encuentran protegidos por derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier litigio o reclamo relacionado con la violación de derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Finalmente, me comprometo a no someter este trabajo (o parte de este), a consideración en ninguna revista o congreso para publicación sin contar con la aprobación y haber pasado el debido proceso de revisión en Universidad del Desarrollo. En caso de que un artículo sea aprobado para su publicación, autorizo a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus revistas, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.



Ricardo Arnoldo Pezo Ramírez

Firma

A mi novia Elizabeth por el amor que nos une. En memoria de nuestro cachorro "Vito" quien nos colmó de alegría y cariño.

A mis padres Ricardo, Marta, hermano Felipe y sobrina Javiera, por el incondicional apoyo brindado en todos mis desafíos.

AGRADECIMIENTOS

En la culminación de este importante proyecto, agradezco a los profesores de la Universidad del Desarrollo quienes me han orientado en este trabajo.

También agradecer a mi familia, mis padres Ricardo y Marta, pilares fundamentales en mi vida y que siempre me han acompañado en los desafíos personales y laborales. A mi Hermano Felipe, por su permanente apoyo y preocupación.

A mi novia Elizabeth, por su infinita paciencia, inigualable apoyo y comprensión.

A mi amigo David Jorquera, con quien hemos transitado por múltiples proyectos y emprendimientos.

PROPUESTA TECNOLÓGICA DE CAPACITACIÓN PARA COMPAÑIAS MINERAS

Ricardo Arnoldo Pezo Ramírez

Bajo la supervisión del Profesor Héctor Valdes Gonzalez, PhD en la Universidad del
Desarrollo de Chile

Resumen

Este trabajo propone una solución tecnológica que evite los procesos manuales en la digitación de registros de capacitación en un grupo de empresas mineras, cuyo objetivo sea obtener, mantener y entregar reportes en línea de los cursos de capacitación de sus trabajadores, evitando tiempos excesivos de trabajo, tardanza en los tiempos de respuestas y falta de indicadores de capacitación. Para lograrlo se utiliza una aproximación del tipo mixta, realizando análisis cuantitativos; técnicas de programación, marcos de trabajo y estudios de campo. Y análisis cualitativo; entrevistas que permitan abarcar de manera completa el amplio espectro de factores involucrados. Los datos muestran que el tiempo destinado al registro de la información se reduce en un 75%, los antecedentes formativos de los trabajadores son descargados en terreno, la mejor calidad de los registros ha reducido en un 93% las no conformidades de las auditorías internas. En conclusión, la herramienta en su desarrollo y uso genera resultados positivos, incentiva y facilita la capacitación de instructores internos, sin embargo, requiere ser parte de una estrategia transformacional dentro de las empresas, además de un alto grado de compromiso por parte de las jefaturas.

Palabras claves: Solución tecnológica; Capacitación; Herramienta digital; Gestión Formativa; Innovación.

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	8
1.2	BREVE DISCUSIÓN DE LA LITERATURA	13
1.3	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO.....	17
1.4	OBJETIVO GENERAL	19
1.4.1	<i>Objetivos específicos</i>	19
1.5	PROPUESTA METODOLÓGICA.....	20
1.6	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	22
2	PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA Y METODOLOGÍA.....	23
2.1	PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO	23
2.2	CAPACITACIÓN EN CHILE: LEY 19.518, ESTATUTO DE CAPACITACIÓN Y EMPLEO	26
2.3	CUADRO DE MANDO INTEGRAL.....	26
2.4	EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN: MODELO DE DONALD KIRKPATRICK Y JACK PHILLIPS.....	27
2.5	GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN: TIPOS DE INNOVACIÓN.....	28
2.5.1	<i>Innovación en los procesos:</i>	30
2.6	GESTIÓN DE PROYECTO: METODOLOGÍA ÁGIL SCRUM (PLANIFICACIÓN, SUPERVISIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS).....	30
2.7	TECNOLOGÍA DE PROGRAMACIÓN: MARCO DE TRABAJO IONIC	30
2.8	TECNOLOGÍA DE PROGRAMACIÓN: MARCO DE TRABAJO ANGULAR	31
2.9	CONCLUSIÓN Y ANÁLISIS DEL CAPÍTULO	31
3	RESULTADOS.....	32
3.1	SITUACIÓN ACTUAL:	32
3.2	PROBLEMÁTICA:	34
3.3	ARQUITECTURA DE LOS DATOS DE CAPACITACIÓN:	35
3.4	ESTUDIO DE CAMPO: TIEMPOS ESTÁNDAR EN EL PROCESO DE CAPACITACIÓN:.....	37
3.5	ESTUDIO DE CAMPO: DATOS DE CAPACITACIÓN AÑO 2019.....	39
3.6	CAPTURA DE REQUERIMIENTOS DE APLICATIVO DE ASISTENCIA AUTOMÁTICA:.....	40
3.7	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN DE CAPTURA, REGISTRO Y REPORTES DE CURSOS DE CAPACITACIÓN:	41
3.8	INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA MÓVIL DE ASISTENCIA	43
3.9	CAPTURA DE REQUERIMIENTOS DE PLATAFORMA DE INDICADORES EN LÍNEA:	44
3.10	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN DE INDICADORES EN LÍNEA:	45
3.11	INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA	46
3.12	PRUEBAS DEL PRODUCTO FINAL.....	49
4	CONCLUSIONES GENERALES	51
4.1	CONTINUIDAD DEL TRABAJO PROPUESTO.....	53
5	REFERENCIAS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIEMPOS ESTÁNDAR EN PLANTA N°1.....	38
TABLA 2: TIEMPOS ESTÁNDAR EN PLANTA N°2.....	38
TABLA 3: ESTADÍSTICAS DE CAPACITACIÓN EN PLANTAS MINERAS DEL ESTUDIO	39
TABLA 4: TABLA COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS MÓVILES.....	41
TABLA 5: TABLA COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS DE TABLERO DE DATOS	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: CICLO LABORAL DE CAPITAL HUMANO	33
ILUSTRACIÓN 2: CADENA DE VALOR DEL PROCESO DE CAPACITACIÓN	34
ILUSTRACIÓN 3: DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DEL PROCESO DE CAPACITACIÓN	35
ILUSTRACIÓN 4: LEVANTAMIENTO DE PROCESO DE CURSOS CON INSTRUCTORES INTERNOS.....	36
ILUSTRACIÓN 5: MAQUETA DE REPORTE DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	41
ILUSTRACIÓN 6: CÓDIGO OCR EN CÉDULAS DE IDENTIDAD	43
ILUSTRACIÓN 7: INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA MÓVIL DE ASISTENCIA	43
ILUSTRACIÓN 8: VISTA DE ACCESO A LA PLATAFORMA DE MANDO INTEGRAL	46
ILUSTRACIÓN 9: VISTA PRINCIPAL DE PLATAFORMA DE MANDO INTEGRAL	47
ILUSTRACIÓN 10: VISTA DE INDICADOR DE PARTICIPACIONES DE PLATAFORMA DE MANDO INTEGRAL	48
ILUSTRACIÓN 11: VISTA DE INDICADOR DE CURSOS DE CAPACITACIÓN.....	48

1 Introducción

En la actualidad toda organización independiente cual sea su tamaño, para crecer y aumentar su rentabilidad, requiere preparar, desarrollar y potenciar a su capital humano, ya que con los conocimientos necesarios ejecutarán sus labores y actividades de forma idónea, mejorando los resultados, disminuyendo las pérdidas y costos en los procesos. A su vez, permite fidelizar y generar confianza con los trabajadores, mejorar la estabilidad de la organización y con ello disminuir la rotación de personal. La capacitación es un eje fundamental que se debe gestionar para que las empresas sean más productivas y competitivas.

La capacitación que se realice debe estar orientada a los objetivos de la empresa, de cada puesto y de las mismas personas, pues con ella mejorarán conocimientos, habilidades y actitudes que les servirán tanto de manera laboral como personal. Sin duda durante los últimos 5 años, el uso de nuevas tecnologías ya sea por cambios en los procesos, operaciones o puestos de trabajo ha permitido abordar nuevas formas de aprendizajes y la formación continua a los trabajadores.

En Chile esta ya es una realidad y las diversas industrias enfocan sus esfuerzos en gestionar a su capital humano de la mejor forma posible. En particular la industria de la minería y de acuerdo con datos recabados el año 2019 a través de un estudio realizado por el Consejo de Competencias Minero, la industria minera gasta en capacitación de sus trabajadores un total anual de MM\$31.000, con un número de 74 mil personas únicas que fueron capacitadas en actividades formativas, 2,5 millones de horas de capacitación, 180.000 asistencias y con una inversión promedio de \$172.993 por persona al año. (Consejo de Competencias Mineras, 2019)

En su mayoría los cursos de capacitación son realizados por instructores internos, es decir, trabajadores con vasta experiencia laboral, con calificación de “Senior”, cuya

permanencia en las compañías supera los 8 años. Estos cursos se realizan con frecuencia en las instalaciones de la planta productiva, ya sea mina, concentradora, fundiciones, etc. abordando principalmente temáticas de minería, metalurgia, seguridad y salud ocupacional. El importante el proceso de capacitación en la cadena de valor, ya que según estudios las personas con potencial de retiro pasarán de 1% en 2014 a 2,5% en 2023, llevándose con ellos el conocimiento adquirido en su vida laboral, gestionar el conocimiento a través de intensos planes formativos, principalmente donde los trabajadores senior traspassen el conocimiento a la nueva fuerza laboral de las compañías es clave y con ello la implementación de soluciones tecnológicas que faciliten la ejecución de los planes formativos, manteniendo control y trazabilidad sobre éstos a su vez, se transforman en conductores para mejorar procesos, optimizar recursos y detectar errores que se causan en procesos manuales.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, las brechas de capital humano en la industria de la minería se verán enfrentadas durante la próxima década a los requerimientos asociados con la incorporación de nuevas maquinarias y requerirá, además, contar con trabajadores con una formación más amplia basada en los polifuncional de sus nuevos perfiles. Este escenario supone dos problemáticas, primero el que reentrenamiento de los trabajadores traerá consigo más actividades de capacitación y con ello es relevante el manejo de la información y la generación de indicadores de capacitación. Y segundo, en las actividades de capacitación se privilegiará el uso de nuevas modalidades como e-learning, on the job training, ambientes virtualizados y que éstos se ejecuten como parte de la jornada normal de trabajo. Los dos puntos anteriores confluyen en que un buen sistema de control del proceso formativo, tanto para actividades realizadas internamente por la empresa o bien con la contratación de un tercero debería mejorar la retención de los trabajadores en formación, y optimizar costos y tiempos estimados en el proceso de reclutamiento y selección.

Este trabajo propone una solución tecnológica de alto impacto en la gestión de la capacitación en las compañías mineras, facilitando la capacitación, bajo un enfoque de digitalización, sistematización e información en línea, siendo un importante conductor en la aceleración de los planes de capacitación.

1.1 La importancia de la tecnología en la gestión de personas

Hoy las herramientas de tecnología de la información (TI) están cumpliendo un rol fundamental en las empresas, penetrando en todos los ámbitos organizacionales a nivel mundial, la creación de sistemas ha permitido aumentar la productividad, optimizar el manejo de datos, generar respuestas en el menor tiempo posible, mejorando los procesos y detectando errores que se causan en los procesos manuales. Un elemento igual de importante en este contexto tecnológico es la innovación, que se define como una serie de intervenciones, decisiones y procesos, con cierto grado de intencionalidad y sistematización, que tratan de modificar actitudes, ideas, culturas, contenidos, modelos y prácticas pedagógicas. (Carbonell Sebarroja, 2001)

Las herramientas tecnológicas cobran mayor relevancia cuando facilitan la ejecución de procesos que impactan con fuerza en la cadena de valor y/o solucionan problemáticas que afectan a las actividades críticas de una empresa, en este aspecto, las áreas de gestión de personas utilizan mayormente plataformas operativas, principalmente utilizadas como repositorio de datos de remuneraciones, antecedentes personales, etc. Lo que genera brechas de información en otros procesos, por ejemplo, la gestión de la sucesión y la capacitación de trabajadores en plantas industriales, donde es imprescindible al menos registrar los cursos obligatorios, que se convierte en el insumo principal para la alta cantidad de auditorías internas y externas que exigen mantener las capacitaciones en regla, los registros actualizados y al menos un conjunto de reportes que reflejen la trazabilidad de cada acción formativa.

En este contexto, el desarrollo de una solución tecnológica que agilice la captura de asistencia, el control de cursos de capacitación manteniendo los registros en línea, proporcione información de la trazabilidad, asegure la ejecución de los cursos

obligatorios, facilite el control del onboarding de los nuevos trabajadores, permitirá intensificar la capacitación en las empresas, evitando errores y tardanzas que se generan con los procesos manuales. Además, la plataforma tecnológica permitirá facilitar la gestión de la sucesión laboral, involucrando a los trabajadores más experimentados, que se convierten en los principales conductores del conocimiento hacia los trabajadores con menos experiencia.

1.2 Breve discusión de la literatura

La atención sobre las tecnologías de la información (TI) y la capacitación de los trabajadores como factor crítico ha tenido un crecimiento significativo en el país como en el resto del mundo. Esta discusión bibliográfica propone trazar un estado del asunto a través de líneas y problemas emergentes que recorren distintos enfoques de la tecnología y la educación continua en las empresas, cómo modelos teóricos, educación intensiva en tecnologías de la información, la importancia de los trabajadores experimentados en las empresas, etc.

Capacitación de la fuerza laboral:

En el texto de “Capacitación en trabajadores maduros: algunas consideraciones desde Chile” (Didier & Cristian, 2013), se aborda desde la preocupación y problemas del desarrollo laboral de los trabajadores maduros, plantea que el envejecimiento de la fuerza laboral se evidencia en tres perspectivas: la visión desde la gestión de personas enfocado en los problemas de motivación, compromiso y capacitación; así también la cultura asociada a la discriminación en las publicaciones de reclutamiento y selección de personas, y las barreras de empleabilidad presentes en este grupo; y por último, la preocupación por el retiro anticipado en las fuerzas laborales en países de occidente. Esta mirada se centra en las dificultades laborales al que se expone el grupo de trabajadores con mayor envejecimiento, y no hace énfasis en las oportunidades que se generan en la empresa a causa del alto conocimiento de este grupo, en virtud de que permitan un mejor desempeño de los trabajadores de menor rango etario, propiciando la sucesión y continuidad operacional en la empresa.

Desde un punto de vista más pragmático, en el texto “Impacto de la Capacitación en el desempeño de Directivos de la Administración Pública” (Morell Lopez & Estévez González, 2018), señala que una de las principales conclusiones de esta nueva era es el mayor énfasis que se da a aquellos factores que diferencian a las empresas. La

capacitación, definitivamente, se ha vinculado con mayor tenacidad a la estrategia. Antes, la capacitación se limitaba a adecuar conocimientos, habilidades y destrezas. Hoy capacitar es el diferencial competitivo de mayor peso para una organización, orientado más al accionar, a cambiar, actitudes, a crear capacidad, vista como la combinación de los conocimientos, actitudes y prácticas en la organización.

Para el texto “Detección de Necesidades de Capacitación: Actividad para Desarrollar el Capital Humano” la utilización de tecnologías en la capacitación de los trabajadores debe ser una constante que debe aplicarse de forma continua en las organizaciones y que debe considerarse en la planeación anual del área de gestión de personas. No obstante, existe una ausencia de métodos suficientemente explicados en la literatura para aplicar adecuadamente la tecnología en las organizaciones. (Cruz Pérez & Surdez Pérez, 2018)

En la sociedad contemporánea el desempeño profesional se ha convertido en una realidad social muy importante, influido por factores como los adelantos científico-técnico, la producción y generalización de los conocimientos, las diferencias entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo y la globalización, entre otros, que exigen la preparación de los recursos humanos para el logro del objetivo que le confiere la sociedad (Pérez Triguero & hernández Machín, 2016)

Abordar el desempeño profesional desde la capacitación en el contexto actual del progreso científico-técnico y tecnológico, en todas las ramas de la economía y la sociedad, implica tener en cuenta la necesidad de elevar la apropiación de conocimientos, el desarrollo de habilidades y valores que le permitan al individuo desenvolverse con éxito en la profesión y alcanzar los objetivos que le confiere la sociedad.

Según el texto “Evaluaciones de Impacto de los Programas de Capacitación Laboral: la experiencia internacional y de Chile”, en Chile existen escasas evaluaciones de impacto en materia de capacitación laboral. Existen variadas evaluaciones no científicas, las que, como se señaló más arriba, no son útiles para informar decisiones de política pública pues se basan en información de carácter administrativo, y no disponen de un contrafactual para determinar el impacto del programa sobre resultados en el mercado laboral. (Muñoz, 2007)

De acuerdo con el texto “ La evidencia del impacto de los programas de capacitación en el desempeño en el mercado laboral”, la existencia de distintas modalidades de capacitación (dentro de la empresa, en el aula, con proveedores públicos, con proveedores privados) hace necesario recalcar la importancia de identificar el tipo de capacitación y el impacto que se busca alcanzar con ella, existe bastante heterogeneidad en los resultados de impacto de los programas de capacitación, así también una directa relación con el nivel de apropiabilidad del capital humano transmitido en cada actividad de capacitación. (Urzúa & Puentes, 2010)

Innovación y Tecnología:

En el texto “Aprendiendo matemática con tecnología portátil 1 a 1: resultado de una experiencia de innovación en Chile” (Lagos Céspedes, Miranda Vera, Matus Zuñiga, & Villarreal Farah, 2011), señala que también en nuestro país podemos encontrar notables esfuerzos en incorporar la tecnología portátil en el aprendizaje de ciencias exactas para estudiantes de enseñanza básica, complementando con un programa de capacitación docente en herramientas digitales, evidenciando avances significativos en las mediciones pre y post intervención. Aun cuando exista evidencia empírica de aprendizaje y un cierre de brechas en conocimientos, éste se limita sólo a un grupo específico en un momento determinado y no es extrapolable al mismo grupo en un contexto laboral, una de las razones más importantes es la celeridad con que las empresas requieren capacitar a sus trabajadores.

En este contexto de cambios, donde se tendrán avances impensados con tecnologías cada vez más innovadoras, con foco en las tecnologías de información y la “fábrica inteligente” o “Internet industrial”, nos precipitamos a una nueva era conocida en el ámbito empresarial como la Revolución Industrial 4.0. (Del Val Román, 2016). También es común referirse a este concepto con términos como “Fábrica Inteligente” o “Internet Industrial”. En otras palabras, es la aplicación a la industria del modelo de “Internet de las Cosas” concepto de uso a nivel global.

Un punto importante de aclarar en este acelerado escenario digital, es que la tecnología no es la responsable de la innovación en las empresas, es el capital humano el que impulsa creativamente ideas y propicia escenarios de eficiencia, generando mayor competitividad de la empresa. Por lo tanto, la capacitación y formación permanente de los trabajadores es un valor importante en desarrollar las capacidades que propicien una cultura innovadora y el talento de la fuerza laboral. (Canizales Muñoz, 2020)

Innovación en el sector minero:

El sector ha comenzado diversos trabajos de innovación que van acorde a los enormes desafíos que enfrentará en las próximas décadas, principalmente la adopción de tecnologías inteligentes permitirá mejorar su productividad a través de una mejor planificación y coordinación de sus actividades. Esta nueva era de minería inteligente constituye una oportunidad para potenciar el desarrollo de proveedores nacionales especializados.

En este contexto tecnológico de la minería es preciso señalar que no sólo se debe trabajar en optimizar el desempeño de los procesos del negocio, en específico, extracción y procesamiento de minerales, también se deben considerar los procesos y actividades de la gestión de personas, sobre todo por las proyecciones de contratación de personal nuevo en las compañías. (Barrientos, 2018)

1.3 Contribución del trabajo

El proceso de capacitación de los trabajadores en sus distintas fases requiere de mucha información para el levantamiento, planificación, ejecución y evaluación de las actividades formativas, y bajo los lineamientos estratégicos de las compañías. La información de costos, horas, vencimiento de acreditaciones, re-instrucciones, asistencias, participaciones, etc. Resulta ser un proceso complejo si no es llevado en forma ordenada y que debe ser acompañada de un software de apoyo que integre las fases del proceso formativo. Los altos volúmenes de información que se generan en la industria minera, dado el alto número de actividades formativas, hace imprescindible el uso de sistemas de información que contengan en forma ordenada toda la información para su posterior análisis.

Según el levantamiento realizado en este estudio, la mayoría de las compañías mineras cuentan con pautas, procedimientos, planes, catálogos e instructivos apoyados por softwares como SAP, Success Factors, etc. Sin embargo, la información es ingresada con mucho retraso en los sistemas, con una alta intervención manual de los datos, pérdida de las asistencias y documentos físicos en las plantas, errores en la digitación por falta de legibilidad de los documentos, en consecuencia, los datos no son confiables en tiempo y calidad. Además, esta información no permite una adecuada toma de decisiones, dado que la baja calidad de los datos no facilita el desarrollo de indicadores claves, como la transferencia de lo aprendido al puesto de trabajo, impacto de la formación en los indicadores del negocio, horas promedio por trabajador, eficiencia en los costos de capacitación, cierre brechas del aprendizaje, etc.

En resumen, los datos no están claramente registrados y tabulados o definitivamente no existe en los sistemas de información. Lo anterior, genera una significativa

dificultad para la etapa de análisis de los rendimientos, confiabilidad y direccionamiento de la formación de los trabajadores mineros.

Los análisis de Kirkpatrick, Phillips, Mouret (Satisfacción del cliente final), Pareto, no pueden ser realizados correctamente por las deficiencias de la información. El problema está tanto en la ingeniería de los softwares, que no incluyen tablas y relaciones con la cadena de negocio, así también, en la falta por parte de la compañía en el escaso nivel de uso y registro en los sistemas de información, lo cual debe ser modificada.

Dado lo expuesto, un sistema de información integral del proceso de la capacitación permitirá tener información y hacer trazable la acción formativa, en cuanto a horas de formación, programación de turnos, cursos categorizados, notas, asistencias, etc. De forma clara, exacta y oportuna, permitiendo realizar los análisis según modelos de autores como Kirkpatrick, Phillips y otros, cuyos resultados permitan realizar planes formativos que impacten en las operaciones de la empresa, previniendo falta de personal acreditado, detenciones de planta, costos de fallas, no conformidades en auditorias, multas de las autoridades competentes, etc.

1.4 Objetivo general

Proponer una plataforma digital en línea, que disminuya los tiempos de recopilación de información, preparación y emisión de informes de gestión y que mantenga información oportuna para la toma de decisiones de los especialistas de formación.

1.4.1 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este trabajo son los siguientes:

- Controlar detalladamente los Programas Formativos focalizados en los trabajadores, realizando reportes de avance en cursos, asistencias, horas, etc.
- Establecer estándares de cantidad y calidad, en cuanto, al número de trabajadores capacitados respecto a dotación total, número de horas de capacitación respecto a total de horas trabajadas durante un periodo, tiempos óptimos para acreditar a los trabajadores en la operación de equipos.
- Proponer una base de datos que mantenga los registros de capacitación en el tiempo adecuado (just time), identificando los cursos de capacitación realizados por los trabajadores en las plantas industriales, vencimiento de las acreditaciones, caducidad de los cursos de seguridad y salud ocupacional, etc.
- Evaluar las actividades de capacitación de acuerdo con el modelo de Donald Kirkpatrick y disponibilizar sus resultados en la plataforma digital para la toma de decisiones.

1.5 Propuesta metodológica

El estudio de este trabajo es realizado mediante una metodología cuantitativa, ya que considera un problema de optimización de tiempos. A través del uso de información de casos reales, se rescata y analizan datos que ayudan al desarrollo de una propuesta tecnológica, lo cual será aplicado al especialista de formación del área de capital humano, desarrollo organizacional, formación y aprendizaje o su equivalente en dos empresas de la gran minería del cobre en Chile.

Se realiza como primera etapa un levantamiento desde las particularidades de la capacitación en plantas industriales específicamente en los sistemas de información y softwares utilizados en dos plantas industriales, realizando entrevistas con sus respectivos cuestionarios a los Especialistas de Formación, cuya finalidad es aproximarse de forma detallada a los alcances y uso de los sistemas de información de la capacitación. Se estudia la normativa de capacitación que rige a los trabajadores de plantas y faenas, en cuanto a los decretos supremos que obligan a las empresas a mantener a los trabajadores con capacitaciones vigentes y registradas en sistemas trazables y auditables.

Como segunda etapa se evalúa el diseño del proceso formativo identificando actividades que no agregan valor y qué son fuentes de costos, errores de digitación de datos y atrasos.

Como tercera etapa y considerando que el estudio se basa en metodologías de tecnología e innovación de procesos, se busca alinear la infraestructura y las tecnologías de información disponibles para apoyar el proceso de formación, incorporando indicadores apropiados para evaluar el desempeño del proceso en el tiempo.

Como cuarta etapa se evalúan las acciones formativas ejecutadas a través del modelo de Donald Kirkpatrick quién plantea la evaluación en cuatro niveles dentro del cuadro formativo: reacción del participante, aprendizaje o conocimiento, cambio del comportamiento y resultados del negocio. En la medida que el nivel de evaluación aumenta, se incrementan los esfuerzos y complejidad en obtener los resultados. En el nivel reacción se pretende medir la satisfacción de los alumnos con respecto a la formación que acaban de recibir, en el nivel de conocimiento, se pretende medir los conocimientos adquiridos por los alumnos en el transcurso del curso, en el nivel de comportamiento se mide la aplicación de lo aprendido en sus puestos de trabajo, por último, el nivel de resultados intenta calcular si los objetivos planteados en la acción formativa se utilizan en la empresa de forma efectiva y eficiente. Al modelo planteado, se ha sumado un quinto nivel, acuñado por Jack Phillips, cuyo objetivo es medir el retorno de la inversión posterior a la acción formativa, comparando los beneficios del programa respecto a los costos. En esta línea, y con un enfoque cualitativo, E. Mouret plantea medir el grado de satisfacción del cliente final, considerando expectativas, motivaciones o necesidades de la empresa.

1.6 Organización y presentación de este trabajo

Este trabajo de grado posee cuatro capítulos y se organiza de la siguiente manera:

Capítulo 1: Presenta e marco conceptual del proyecto, contextualizándolo, proponiendo objetivos y discutiendo desde la literatura la pertinencia del foco de la investigación, su contribución, y presentando a su vez un marco metodológico para su desarrollo e implementación.

Capítulo 2: Problemática y metodología utilizada

Capítulo 3: Se muestran análisis y resultados de la propuesta del trabajo.

Capítulo 4: Finalmente las conclusiones generales derivadas de este trabajo, y una dirección para la investigación futura, la cual considera aquellas preguntas no contestadas durante el desarrollo de este trabajo, se presentan en este capítulo.

Referencias generales

2 Presentación del problema y metodología

2.1 Presentación de la problemática del proyecto

Como se mencionó anteriormente, los desafíos que suponen el uso de las nuevas tecnologías en la industria de la minería y su impacto en el proceso formativo de sus trabajadores requieren que las empresas automaticen los registros de capacitación y cuenten con una reportabilidad en línea para la evaluación de indicadores de gestión. Actualmente se requiere de una gran cantidad de recursos en la captura de asistencia, frecuentes errores en el ingreso de la información, pérdida de evidencia de las acciones formativas, falta de integración con otras fuentes de datos para desarrollar indicadores y reportes, cada paso con un alto componente manual, lo que supone en una alta inversión en recursos humanos, materiales y técnicos. Se busca, por tanto, reducir el tiempo, errores y costos asociados al control, registro de asistencia, y reportabilidad del proceso formativo.

Para iniciar la creación de la plataforma digital se utilizará la metodología ágil, debido a que los tiempos para trabajar con los involucrados en los procesos son acotados y se necesita constantemente validar los datos, además se ajusta a las necesidades de la empresa y permite adaptar la forma y condiciones de trabajo del proyecto. En todas las etapas se contemplan reuniones periódicas con los especialistas de formación de las empresas seleccionadas para de esta forma ellos puedan sumar su experiencia para optimizar las características del producto final y acotar nuevas ideas de visualización de la información.

A su vez, se utiliza una aproximación del tipo mixta, realizando análisis cuantitativos; técnicas de programación, marcos de trabajo y estudios de campo. Y análisis cualitativo; entrevistas que permitan abarcar de manera completa el amplio espectro de factores involucrados.

Para el desarrollo de la plataforma digital se consideran las siguientes etapas:

- Captura de requerimientos y definición de marco de trabajo: Es fundamental conocer a la empresa y el área a cargo del proceso formativo de los trabajadores. Con esto se logra una visión completa de lo que se tiene, de lo que se necesita prontamente y de lo que se quiere alcanzar a futuro en temas de reportabilidad. Se establecen reuniones con los especialistas de formación, instructores internos y externos asociados al plan formativo de la empresa.
- Diseño de la solución a través de la captura de datos y generación de interfaz: Una vez que se tiene claro los indicadores a mostrar es necesario definir la fuente de datos de la cual se extraerá todo lo necesario para generar el reporte. Se utilizará para ello desarrollo de aplicación móvil con tecnología de lectura de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR). La interfaz debe contener los indicadores ordenados y mostrados de forma clara. Todo esto siendo acompañado por los respectivos filtros acordados según el proceso.
- Construcción del prototipo según herramienta seleccionada: El reporte se realiza en base a los estándares definidos por la empresa, cuidando su manual de marca. Para los KPI se decidió implementar colores tipo semáforo, para generar un impacto visual al momento de analizar la información.
- Pruebas del producto final: Validación en conjunto con el especialista de formación del prototipo desarrollado. Estas pruebas requieren del ingreso de la información al prototipo, revisión de congruencia de datos al extraer la data generada por el prototipo, revisión de indicadores en base a data emitida. A su vez, se valida la creación de usuario y su mantención.

- Capacitación de uso para usuarios finales, acompañado con manual de uso y detalle de funcionalidades.

La información que alimentará la plataforma digital se gestionará de la siguiente forma:

- Levantamiento de planes formativos de los trabajadores e identificación de actividades específicas de capacitación para su agrupación por tipo de cargo, categorización por área de interés y posterior visualización en plataforma digital. Se busca con esto controlar detalladamente los Programas Formativos focalizados en los trabajadores, realizando reportes de avance en cursos, asistencias, horas, etc.
- Definición de estándares de cantidad y calidad, en cuanto a los indicadores necesarios a reportar en la plataforma digital. Se propone indicadores como el número de trabajadores capacitados respecto a dotación total, número de horas de capacitación respecto a total de horas trabajadas durante un periodo, tiempos óptimos para acreditar a los trabajadores en la operación de equipos.
- Creación de base de datos que mantenga los registros de capacitación en el tiempo adecuado (just time), identificando los cursos de capacitación realizados por los trabajadores, vencimiento de las acreditaciones, caducidad de los cursos de seguridad y salud ocupacional, etc. Generando un registro histórico comparativo.
- Se crean instrumentos de evaluación para las actividades de capacitación de acuerdo con el modelo de Donald Kirkpatrick y se disponibilizan sus resultados en la plataforma digital para la toma de decisiones.

2.2 Capacitación en Chile: Ley 19.518, Estatuto de Capacitación y Empleo

En el año 1976 promulga el decreto de Ley 1.446 cuyo fin fue implementar una serie de políticas públicas que buscaban instalar a la capacitación como eje importante para el desarrollo e impulso de competencias laborales en los trabajadores con el fin de generar empleabilidad y acceso al trabajo. En el año 1997 este decreto se convierte en la Ley 19.518 también conocida como Franquicia Tributaria, que es un incentivo tributario que permite a las empresas clasificadas como de Primera Categoría de la Ley sobre Impuesto a la Renta, descontar del pago de impuestos, los gastos relacionados con capacitación y/o evaluación y certificación de competencias laborales, en un monto de hasta el 1% de la planilla anual de remuneraciones imponibles. La empresa puede administrar directamente la franquicia tributaria o hacerlo a través de un Organismo Técnico Intermedio para Capacitación (OTIC) que actúa como ente intermediario ante SENCE. La capacitación la puede realizar directamente la empresa, o bien contratando los servicios de un Organismo Técnico de Capacitación (OTEC) acreditado en SENCE. En ambos casos el SENCE debe aprobar previamente el curso a impartir (Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE), 2020)

2.3 Cuadro de mando integral

El cuadro de mando integral se utiliza en las organizaciones como una forma de mejorar la gestión a través de la evaluación de indicadores financieros, proporcionando a los directivos información necesaria para convertir la estrategia en objetivos relacionados entre sí, medidos a través de indicadores y ligados a unos planes de acción que permiten alinear el comportamiento de los miembros de la organización con la estrategia de la empresa.

El Balanced Scorecard nace como una alternativa integradora y balanceada a los cuadros de mando tradicionalmente utilizados hasta antes de su aparición, los cuales tenían una visión muy financiera tanto de los objetivos estratégicos, como de las estrategias de las empresas. Fue diseñado por Kaplan y Norton, es una herramienta que refleja un equilibrio entre los objetivos a corto y largo plazo, entre las medidas no financieras y las financieras, entre los indicadores históricos y los previsionales, analizando los indicadores de cuatro grandes áreas: financiera, clientes, procesos internos del negocio y crecimiento y aprendizaje de la organización, de esta forma hacer más balanceados los indicadores evaluados.

Permite complementar las mediciones complementa las mediciones financieras tradicionales con criterios que además permiten cuantificar el desempeño desde tres nuevas perspectivas: la de los clientes, los procesos internos de negocios y el aprendizaje y crecimiento. (Kaplan & Norton, 2007)

2.4 Evaluación de la capacitación: Modelo de Donald Kirkpatrick y Jack Phillips

A finales de la década de los cincuenta el Dr. Donald Kirkpatrick desarrollo un modelo de evaluación de la capacitación que permite medir el impacto de las acciones formativas, para ello, identifico cuatro niveles de evaluación que deben ser aplicados según los objetivos y fines específicos de un programa de capacitación (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006). Los niveles son los siguientes:

- Nivel 1: Medir y conocer la reacción de los participantes (trabajadores asistentes) ante el curso de capacitación. Los instrumentos de medición más utilizados en este nivel son las encuestas en papel y en línea.

- Nivel 2: Mide el aprendizaje, conocimiento adquirido de los participantes en el curso de capacitación, lo habitual es que se realice una prueba inicial (diagnóstico) y una prueba al final del curso.
- Nivel 3: Se aplica para medir el cambio de comportamiento que ha tenido el trabajador en su puesto de trabajo, es decir, si ha transferido los conocimientos y habilidades impartidos en el curso de capacitación, normalmente el evaluador en este nivel es la jefatura del asistente.
- Nivel 4: Dada la aplicación de los tres niveles anteriores, este nivel mide el impacto cuantitativo del curso de capacitación en los indicadores y criterios de desempeño de la empresa.

En los años que siguen a la creación del “modelo Kirkpatrick”, se ha adaptado y complementado con otros elementos evaluativos, en ese aspecto, el Dr. Jack Phillips complemento la evaluación con un quinto nivel de medición, que se denominó “nivel 5”, que mide la rentabilidad económica de la implementación del programa de capacitación, considerando parámetros de costos e impacto financiero, es decir, el retorno sobre la inversión ROI (Return on investment).

2.5 Gestión de la innovación: Tipos de innovación

La innovación es un proceso sistemático que requiere disciplina y aplicación de técnicas propias para una ejecución exitosa, con respecto a la innovación (Keeley, Pikkell, Quinn, & Walters, 2013), estas se clasifican en tres categorías: configuración, oferta y experiencia.

- Innovación de configuración: relacionada con el sistema de negocio de las empresas.
- Innovación de oferta: se relaciona con los servicios y productos de las empresas.

- Innovación de experiencia: se asocia a los recursos y sistemas de cara a los clientes y consumidores de la empresa.

Dentro de la categoría de innovación en la configuración se establecen distintos tipos de innovación, donde existen las de modelos de negocios, operación en redes, estructura y procesos. Se definen de la siguiente manera:

- Innovación en los modelos de negocios: el objetivo es transformar la oferta de servicios en ganancias, dentro de esta clasificación se encuentran las estrategias de diferenciación de precios, formas de incentivo para impulsar las ventas, generar ingresos por activos que no generaban todo su potencial de ingreso.
- Innovación en la operación de redes: esta clasificación enmarca todas aquellas acciones que buscan capitalizar procesos, tecnologías, ofertas, canales y marcas de otras empresas con las que mantienen o no una relación comercial.
- Innovación en estructura: se relaciona con la organización o reorganización de los recursos de la empresa, incluyendo el capital humano, las acciones de evaluación del desempeño, gestión del talento, capacitación y perfiles de entrada. Son acciones de innovación difíciles de imitar por las empresas competidoras.
- Innovación en los procesos: referente a las actividades más frecuentes dentro de la empresa, da un enfoque alternativo a los negocios y procesos tradicionales. Este tipo de innovación genera sólidas ventajas competitivas a las empresas.

2.5.1 Innovación en los procesos:

El rediseño de los procesos es muchas veces la forma más próxima para mejorar el desempeño, generalmente eliminando actividades que no agregan valor y que son costosas, manuales con muchos errores. La innovación operacional se enfoca en alcanzar altos desempeños a través de modos de operación ya existentes, creando maneras nuevas, por ejemplo, en la toma de pedidos, desarrollo de productos, entrega de servicios a los clientes o cualquier actividad de la empresa.

2.6 Gestión de proyecto: Metodología ágil Scrum (Planificación, supervisión y gestión de proyectos)

Es una metodología de trabajo creado a principios de los años noventa, que permite adaptar la forma de trabajar a las condiciones del proyecto, se caracteriza por tener inmediatez y flexibilidad en la respuesta para adaptar el proyecto y su desarrollo a las circunstancias específicas del entorno. Todo en Scrum tiene una duración determinada (time-boxed). Promoviendo la autonomía de los equipos para gestionar el trabajo, definiendo y mejorando continuamente sus procesos y prácticas de desarrollo.

Los proyectos se desarrollan con un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo. Tres pilares soportan toda la implementación del control de procesos empírico: transparencia, inspección y adaptación.

2.7 Tecnología de programación: Marco de trabajo Ionic

Es un marco de trabajo creado en el año 2013, se caracteriza por ser libre, sin costo y permite desarrollar de manera sencilla aplicaciones híbridas de tipo

multiplataformas, utilizando lenguaje de programación Hyper Text Markup Language (HTML5) y otros complementos. Este marco está basado en la tecnología Angular.

2.8 Tecnología de programación: Marco de trabajo Angular

Es un marco de trabajo de código abierto creado por Google, con el objetivo de desarrollar aplicaciones web dinámicas y modernas. Se caracteriza por eliminar códigos innecesarios y garantizar aplicaciones más livianas y rápidas, creando aplicaciones móviles interactivas y dinámicas. Estas aplicaciones incluyen plantillas, enlaces con datos, modularización, gestión de API REST full, inyección de dependencias, permitiendo crear aplicaciones para cualquier objetivo de implementación.

Respecto a su arquitectura, es posible dividir el trabajo entre los diferentes roles del equipo, al tiempo que se garantiza un código organizado. Los desarrolladores pueden mejorar la productividad gracias a la construcción de módulos adecuada, maximizando la velocidad posible en una plataforma web, controlar la escalabilidad y satisfacer los requerimientos de datos a través de la construcción de modelos específicos para la aplicación.

2.9 Conclusión y análisis del capítulo

Se selecciono la metodología descrita, dada su alta flexibilidad para el control y desarrollo de los equipos, dando celeridad en la entrega de los resultados. Además, permitió construir sobre tecnologías de programación de bajo costo, ligeras y de fácil entendimiento.

Por otra parte, se asumió el riesgo de desarrollar una solución sin un plan de acción definido que bajo un enfoque de desarrollo tradicional sería inconcebible.

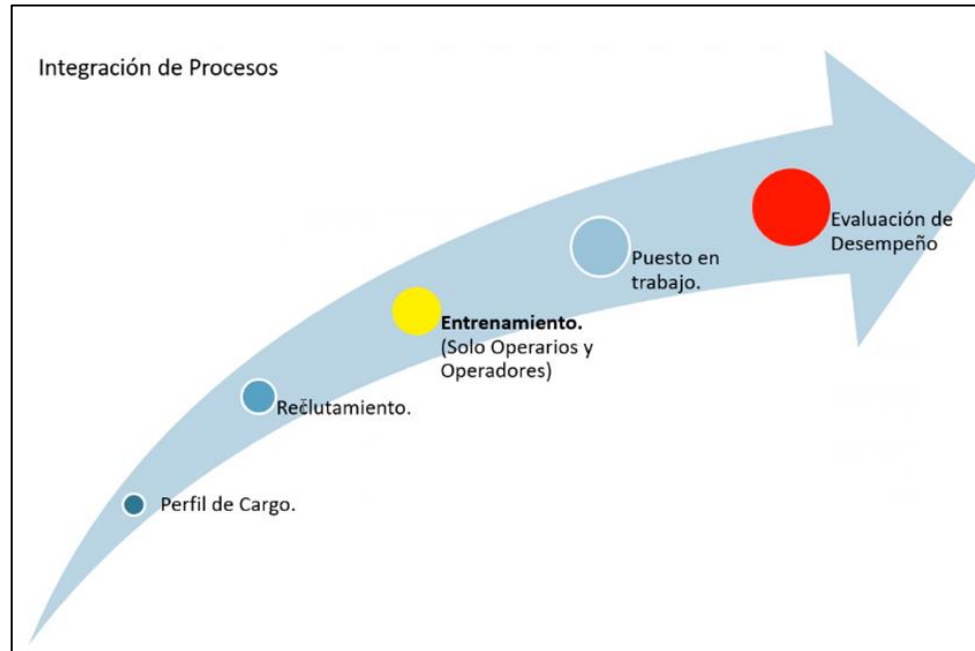
3 Resultados

3.1 Situación Actual:

Las áreas de capacitación de las compañías mineras son responsables de gestionar la formación y entrenamiento de las dotaciones de toda la organización, impulsando el desarrollo laboral. Mantienen contacto con los proveedores de capacitación, así también de los stakeholders, como los administradores de capacitación SENCE, llamados Organismo Técnicos Intermediarios de Capacitación (OTIC) y los Organismo Ejecutores de Capacitación (OTEC).

También se caracterizan por desarrollar la detección de necesidades de capacitación, plan de formación y entrenamiento, gestión de presupuesto, supervisión y control de la ejecución de los cursos, cursos con instrucción interna, desarrollo y control de mallas formativas, administración de los perfiles de competencia asociadas a los cargos, evaluación del impacto de la capacitación y soporte de la gestión documental. El proceso de capacitación de los trabajadores se integra en el ciclo laboral de las empresas de la siguiente manera:

Ilustración 1: Ciclo laboral de capital humano



Fuente: Elaboración propia

El objetivo de las áreas de capacitación es proveer y garantizar un servicio de excelencia, en cada uno de los procesos formativos que gestiona, con un foco de crecimiento constante en el desarrollo laboral e innovación que permita generar un modelo de gestión formativo con un alto valor agregado a la experiencia de los trabajadores senior (Instructores internos) y la gestión de cursos obligatorios de seguridad y salud ocupacional.

Se manejan varios procesos críticos, los que forman parte de la cadena de valor de la gestión formativa. A continuación, se presentan los procesos críticos (los 4 primeros) y los de apoyo (los últimos 2):

Ilustración 2: Cadena de valor del proceso de capacitación



Fuente: Elaboración propia

3.2 Problemática:

El personal de las áreas de capacitación invierte muchas horas hombres en el seguimiento y recolección de las listas de asistencias de los cursos de capacitación, no teniendo control sobre la ejecución de estos, digitación desfasada en los sistemas de información que atrasa el pago de bonos de los trabajadores, generando la presión de algunos sindicatos, también existe dificultad en la lectura de las listas de asistencia, en general, una gestión ineficiente de la información.

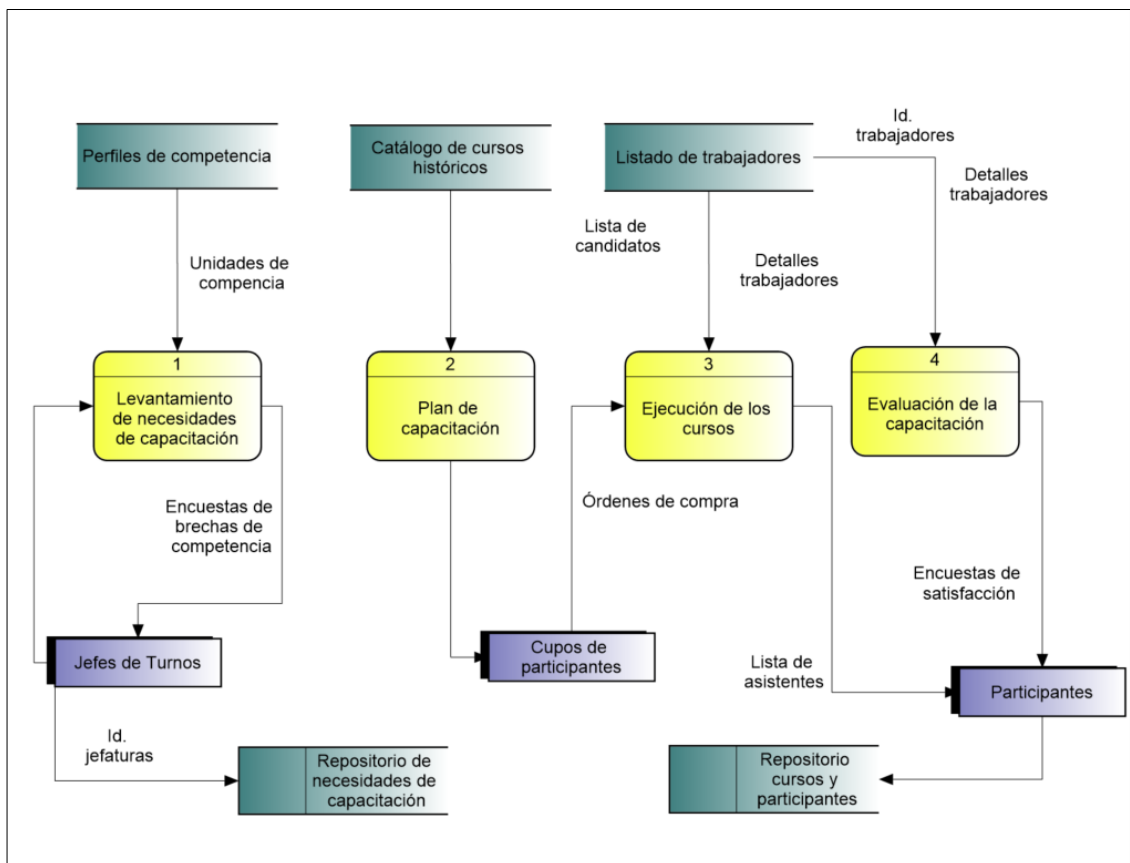
Además, la gestión de la información se realiza en planillas Excel, descargando bases de datos en distintos periodos desde sistemas transaccionales, interviniendo manualmente los datos para crear resúmenes ejecutivos y construcción de indicadores de capacitación.

En resumen, la baja calidad en tiempo y forma de los datos digitados en los sistemas, sumado a la dificultad de establecer informes de gestión oportunos y claros de los indicadores de capacitación, dificultan la toma de decisiones de los profesionales especialistas de la capacitación en las plantas mineras abordadas en este trabajo.

3.3 Arquitectura de los datos de capacitación:

El flujo de datos de la capacitación dentro de las plantas se estructura en base a los procesos críticos, almacenes de datos y entidades que son los conductores de datos. Se diagrama el esquema y dirección del flujo de datos en el siguiente cuadro:

Ilustración 3: Diagrama de flujo de datos del proceso de capacitación

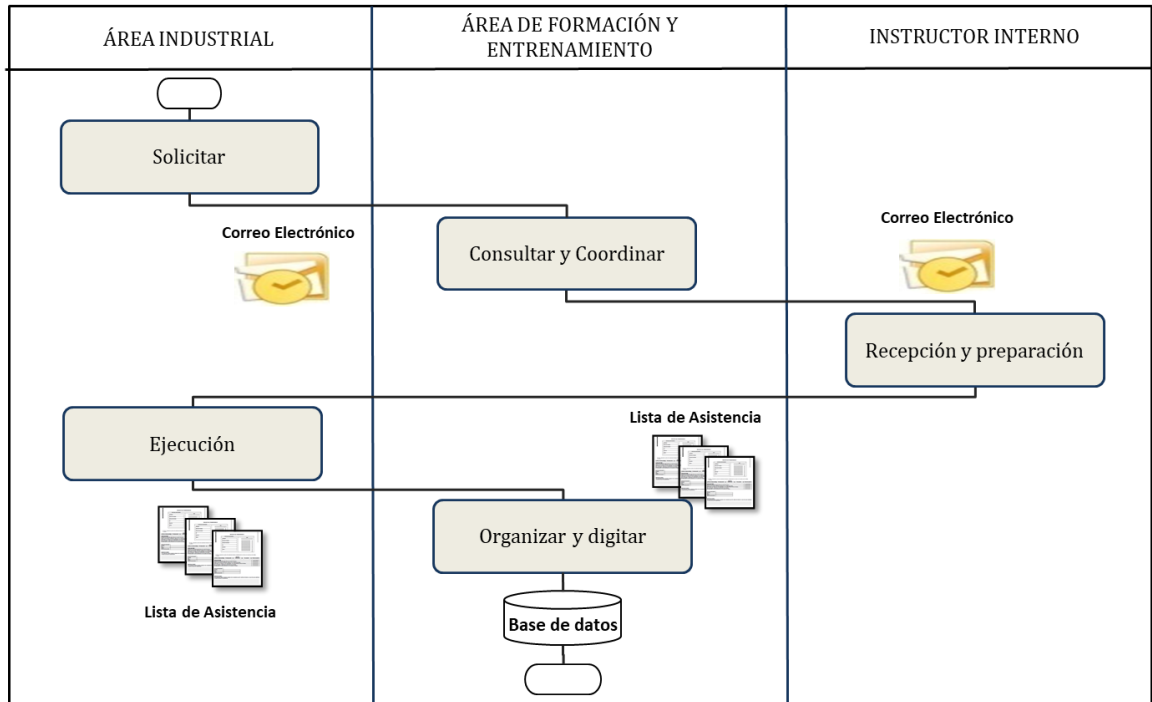


Fuente: Elaboración propia

Dado el levantamiento del proceso de capacitación, se desarrolla un diagrama intuitivo que permita comprender de mejor manera el negocio, se evidencia el alto componente manual del proceso.

En el levantamiento se especifican una breve ficha de proceso, sus objetivos, objetivos estratégicos, descripción, indicadores críticos e indicadores secundarios.

Ilustración 4: Levantamiento de proceso de cursos con instructores internos



Fuente: Elaboración propia

3.4 Estudio de campo: tiempos estándar en el proceso de capacitación:

Considerando la necesidad de calcular los tiempos destinados al proceso de gestión de cursos, se realiza un estudio de tiempos estándares en que incurre cada actividad, para ello, el método de enfoque de estudios de tiempos directos, que es generalmente utilizado en el establecer los tiempos en líneas de producción, resulta útil, debido a que las actividades del proceso de capacitación son repetitivas en las plantas.

A continuación, se describen las fórmulas del método de estudio de tiempo directos:

$$T_e = \frac{T_n}{1 - F}$$
$$T_n = T_p \times C$$
$$T_p = \frac{\sum \text{Tiempo por observación}}{N}$$

Donde:

T_e : *Tiempo estándar de la actividad*

F : *Fracción de tolerancia, ya sea por necesidades personales, retrasos inevitables del trabajo, fatiga del trabajador ($0 \leq F \leq 1$)*

T_n : *Tiempo normal de la actividad*

C : *Factor de calificación del trabajador, respecto a su eficiencia de tiempo en la actividad*

T_p : *Tiempo promedio de la sumatoria*

N : *Número de observaciones*

En resumen, el estudio de campo utilizando tiempos estándar en las plantas mineras, arrojó los siguientes resultados:

Tabla 1: Tiempos estándar en Planta n°1

N° de actividad	Actividad	Documento en tránsito	Tiempo (Horas laborales)
1	Solicitar curso con instructor interno	Formulario en correo electrónico	2
2	Consultar en plan de capacitación	Plan de capacitación	1
3	Coordinar programación del curso	Correo electrónico	2
4	Preparación del curso	Pautas, evaluaciones y guías	4
5	Ejecución del curso	Libros de clases y listas asistencias	8
6	Envío de documentación	Libros de clases y listas asistencias	45
7	Digitación de datos en sistema	Libros de clases y listas asistencias	6
Total tiempo			68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Tiempos estándar en Planta n°2

N° de actividad	Actividad	Documento en tránsito	Tiempo (Horas laborales)
1	Solicitar curso con instructor interno	Correo electrónico	1
2	Consultar en plan de capacitación	Plan de capacitación	1
3	Coordinar programación del curso	Correo electrónico	4
4	Preparación del curso	Pautas, evaluaciones y guías	2
5	Ejecución del curso	Libros de clases y listas asistencias	4
6	Envío de documentación	Libros de clases y listas asistencias	36
7	Digitación de datos en sistema	Libros de clases y listas asistencias	9
Total tiempo			57

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los datos de planta n°1: el proceso tiene una duración estándar de 68 horas, desde que se solicitan cursos de la planta hasta que éste se ingresa en el sistema como un curso realizado, las actividades que concentran la mayor cantidad del tiempo es el envío de las asistencias con un 66%, la ejecución del curso con un 12% y un 9% para la digitación de los datos en el sistema.

Análisis de los datos de planta n°2: el proceso tiene una duración estándar de 57 las actividades que concentran la mayor cantidad del tiempo es el envío de las asistencias con un 63% y la digitación de los datos en el sistema con un 16%.

3.5 Estudio de campo: Datos de capacitación año 2019

También se recogieron los datos de capacitación 2019, para dimensionar el volumen de operaciones en la gestión de capacitación, se resume en una tabla sus principales estadísticas: Número de cursos, porcentaje de cursos con instrucción interna, número de participantes y total de horas de capacitación.

Tabla 3: Estadísticas de capacitación en plantas mineras del estudio

Planta	N° de Cursos	Porcentaje de cursos internos (%)	N° de participantes	N° Horas de Formación
Planta 1	311	52,09%	2799	1803,8
Planta 2	256	34,77%	1536	1331,2

Fuente: Elaboración propia

3.6 Captura de requerimientos de aplicativo de asistencia automática:

La solución tecnológica debe tener definido las variables necesarias que son parte de los indicadores del proceso de capacitación, en ese aspecto, se definen los siguientes atributos que satisfacen los requerimientos de información de la planta:

Entidad n°1: Curso

- ID
- Nombre del curso
- Horas del curso
- n° de participantes
- Fecha de inicio y término
- Campos libres a elección

Entidad n°2. Participante

- Rut de participante
- Nombre de participante
- Fecha de nacimiento
- Vigencia
- Campos libres a elección

Entidad n°3 Control

- ID
- Nombre del control
- Fecha de control
- Hora de control
- N° de Asistencias
- Campos libres a elección

Entidad n°4 Asistencia

- ID
- Rut de participante
- Fecha de asistencia
- Hora de asistencia

Ilustración 5: Maqueta de reporte de la solución tecnológica

ID	NOMBRE CONTROL	FECHA CONTROL	HORAS	RUT	NOMBRE	GENERO	FECHA DE NACIMIENTO	VIGENTE	HORA ASISTENCIA	OC
1	OPERACIÓN MÁQUINA CEPILLADORA	11-06-2020	2	16202368-3	VICTOR NEIRA BARRA	Masculino	01-01-1990	Si	15:05	
2	OPERACIÓN MÁQUINA CEPILLADORA	14-06-2020	2	16202368-3	VICTOR NEIRA BARRA	Masculino	01-01-1990	Si	16:03	
3	OPERACIÓN MÁQUINA CEPILLADORA	20-06-2020	3	13399756-3	MIGUEL LIENLAF MATIAS	Masculino	01-01-1990	Si	16:09	

Fuente: Elaboración propia

3.7 Diseño de la solución de captura, registro y reportes de cursos de capacitación:

Se evalúan distintas alternativas de herramientas digitales en terreno: Lector de códigos Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), Computador portátil con huellero electrónico, aplicación móvil para celulares y tablets. Se desarrolla un cuadro comparativo de las herramientas:

Tabla 4: Tabla comparativa de herramientas móviles

Ítems/Nombre de herramienta	Pistola scanner OCR (pistola)	Notebook con lector de huella	Aplicación móvil
Propiedad	Diprotec	Action System	Desarrollo propio
Tipo de herramienta	Hardware + software de escritorio	Hardware + software de escritorio	Aplicación móvil
Licencia	SI	SI	NO
Conexión a fuentes de datos	Conexión a Sharepoint	Conexión a BBDD de personas	No necesita conexión
Fácil uso en planta industrial	NO	NO	SI
Sistema operativo	Windows	Windows	Android
Modalidad	Sólo Online	Sólo Online	Online y Offline
Necesita un software complementario	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las alternativas de solución tecnológica, el lector de códigos (pistola) y el computador con un hardware de huellero, resultan complejos en su traslado, así también poco eficientes e invasivos al momento de capturar la asistencia, además que dependen de una conexión constante a un origen de datos y su funcionalidad depende de una red de internet. Por lo tanto, considerando que se requiere una herramienta ágil, con funcionalidad online y offline, que no dependa de un origen de datos y que además capture las asistencias de los cursos emergentes o ejecutados de manera improvisada, es que la solución tecnológica será desarrollada como una aplicación móvil.

En base a la necesidad de automatizar la captura de asistencia, almacenamiento y reportes, se propone utilizar la captura de información de las cédulas de identidad a través del código OCR, donde el origen de datos sea la cédula de identidad de los asistentes, extrayendo los siguientes datos: nombre de la persona, Rut, género y vigencia de la cédula.

Guardando de forma automática la información en la base de datos local del dispositivo móvil, para luego exportar la información capturada a un archivo en formato .CSV.

3.9 Captura de requerimientos de plataforma de indicadores en línea:

Se propone el desarrollo de una plataforma que permita la interconexión de las variables críticas de la gestión de capacitación, considerando información de participantes, trabajadores capacitados, horas de capacitación, cursos y sus respectivos tipos, costos y localización.

Además, se incorporan algunos niveles de evaluación de la capacitación, en específico, la reacción de los trabajadores que asisten a los cursos y la evaluación de las jefaturas respecto así los trabajadores posteriores a los cursos de capacitación adquieren o perfeccionan las habilidades y conductas, transfiriendo lo aprendido a su puesto de trabajo.

Listado de Indicadores de Capacitación (Elaboración propia):

- Número de Participaciones (Np): Total de participantes inscritos, excluye las eliminaciones, con apertura de actividades de instrucción interna y externas.
- Número de Trabajadores Capacitados (Nt): Total de trabajadores capacitados (RUT único).
- Número de Horas (Ht): Total de horas inscritas de capacitación, con apertura de actividades de instrucción internas y externas.
- Inversión Franquicia Tributaria (If): Monto total de franquicia utilizada en inscripción de cursos.
- Inversión Costo Empresa (Ie): Monto total utilizado por la empresa para financiar el diferencial de costos y costos directos de los cursos.
- Total Inversión Cursos (Ic): $\sum(I_f; I_e)$
- Inversión promedio por participante (p): $(I_c / N^\circ \text{ participaciones})$
- Inversión promedio por trabajador capacitado (it): $(I_c / \text{Dotación})$
- Horas promedio por participante ($\bar{X}h$): (Ht / Np) , con apertura de actividades internas y externas

- Horas promedio por trabajador capacitado (\bar{X}_{ht}): (H_t /Dotación), con apertura de actividades y externas
- N° de cursos inscritos (N_c): Total de cursos inscritos por sistema OTIC, con apertura de actividades internas y externas
- Indicador de Eficiencia de Uso de Viáticos y Movilización: Monto recuperado respecto de Franquicia tributaria SENCE.

3.10 Diseño de la solución de indicadores en línea:

Se evalúan distintas alternativas de plataformas: Power BI, plataformas del mercado, tableau, desarrollo de un tablero de indicadores web.

Tabla comparativa, Cuadro comparativo de herramientas (capacidad y tiempo)

Tabla 5: tabla comparativa de herramientas de tablero de datos

Ítems/Nombre de herramienta	Power BI desktop	Tableau	Desarrollo web
Propiedad	Microsoft	Empresa de desarrollo francesa	Desarrollo propio
Tipo de herramienta	Software de escritorio	Software de escritorio	sistema en web
Licencia	SI	SI	NO
Conexión a fuentes de datos	SQL Server, Oracle, SAP BW, SAP HANA, Acces, archivos de textos, entre otros.	SQL Server, Oracle, SAP BW, SAP HANA, Acces, archivos de textos, entre otros.	SQL Server, Acces, archivos de textos, entre otros.
Tiempo de actualización (minutos)	40 minutos de extracción de datos	30 minutos de extracción de datos	45 segundos
Utilización de filtros	SI	SI	SI
Sistema operativo	Windows 7 o superior	Windows 7 o superior	Windows 7 o superior

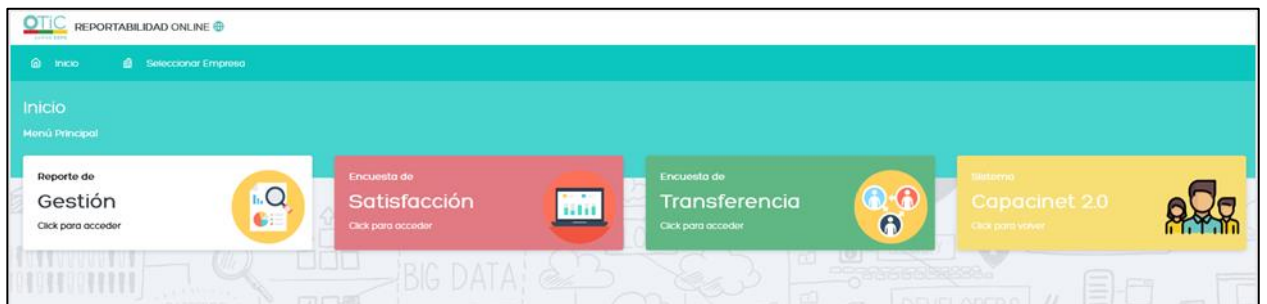
Fuente: Elaboración propia

3.11 Interfaz de la herramienta

Teniendo los datos se puede comenzar a crear gráficos, KPI (key performance indicator o conocido también como indicador clave o medidor de desempeño), tablas y distintas visualizaciones usando los datos obtenidos. Para comenzar a conocer la herramienta se crearon distintos tipos de gráficos mostrando indicadores sencillos como los son las cantidades de cursos, participantes y horas de capacitación.

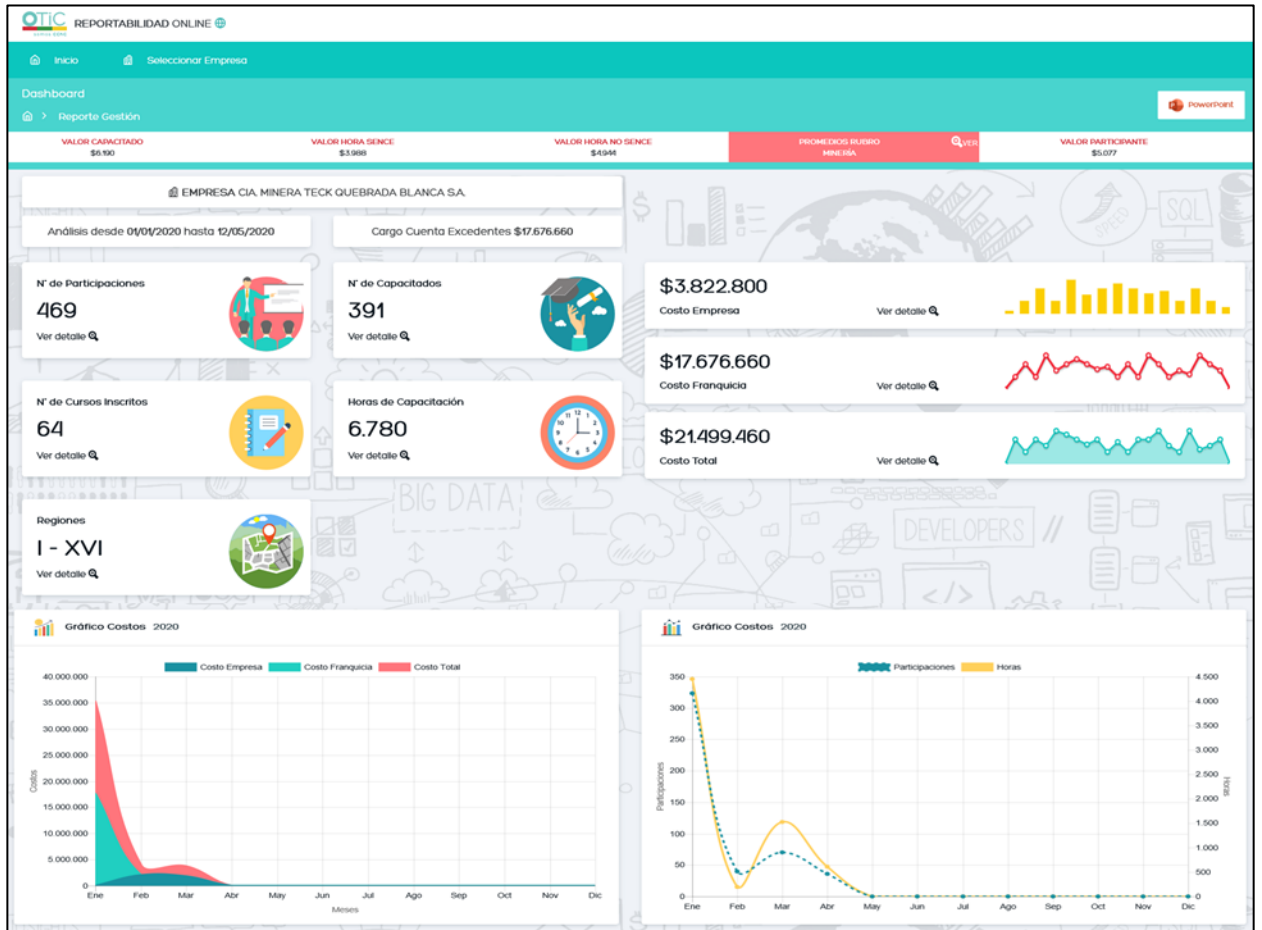
La herramienta, sus funcionalidades y capacidades de adaptación a lo que necesita la empresa para la reportabilidad y realizar los análisis respectivos al negocio son lo que se busca. Es por esto por lo que se decidió hacer un prototipo completo con todos los indicadores y segmentaciones correspondientes.

Ilustración 8: Vista de acceso a la plataforma de mando integral



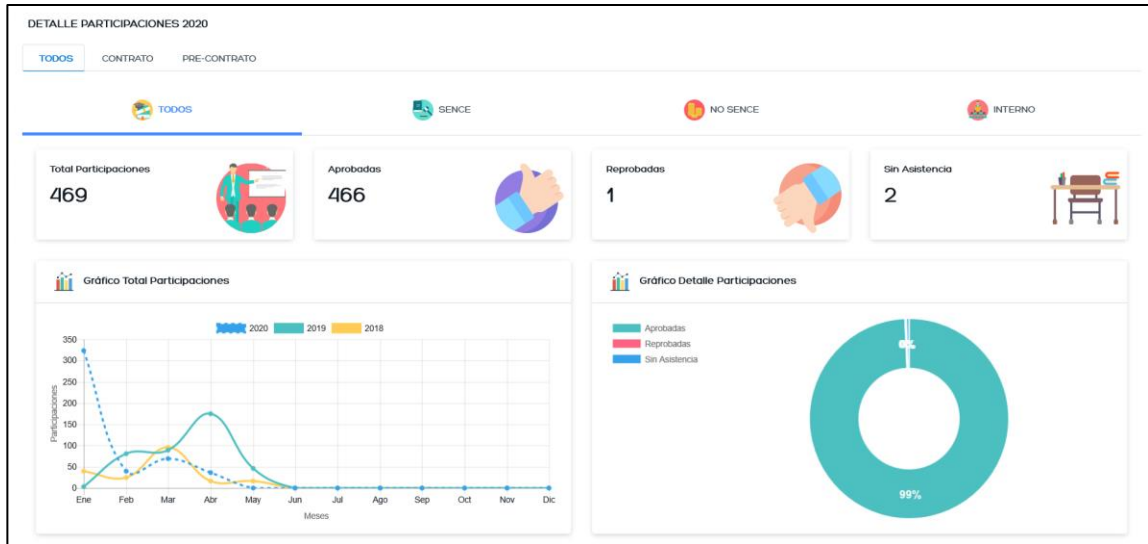
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9: Vista principal de plataforma de mando integral



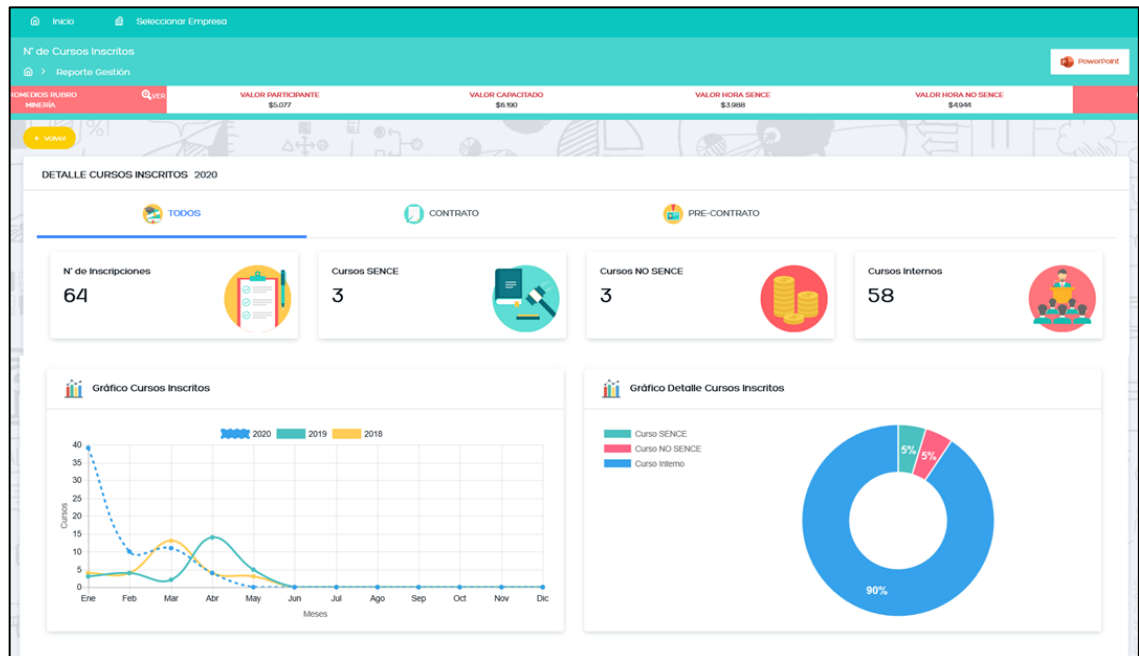
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10: Vista de indicador de participaciones de plataforma de mando integral



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: Vista de indicador de cursos de capacitación



Fuente: Elaboración propia

Dado que se trata de una solución tecnológica que será transversal para la industria, se escogen colores genéricos y neutros. En los reportes es fundamental contar con filtros y que sean de fácil uso, por esta razón se tomó la medida de implementarlos en un lugar fijo y de rápido acceso, quedando insertos en la parte superior de cada vista del reporte. Los gráficos fueron diseñados según los datos a mostrar, en conjunto con los profesionales responsable de la capacitación, se probaron distintos tipos de gráficos y se fueron dejando los más claros para representar la información.

3.12 Pruebas del producto final

Las etapas del modelo de desarrollo están inmersas en la metodología ágil que se adaptó a las necesidades de las áreas de capacitación, se ejecutaron reuniones periódicas, se levantaron sugerencias y validación de los datos. Las etapas donde se asignó mayor cantidad de tiempo son en la comprensión y levantamiento del proceso, evaluación de soluciones y validación de datos. Una restricción importante en este trabajo es la escasez de tiempo de los trabajadores, ya que están concentrados en sus labores y no tienen mucha disponibilidad para reuniones.

El trabajo fue desarrollado con la documentación de los indicadores, fórmulas y datos técnicos de extracción de los datos para un mejor entendimiento de lo que se realizó. Siendo la documentación un elemento fundamental para las futuras mantenciones o mejoras, con esto se logra eficiencia de desarrollo y continuidad del proyecto sin depender de las personas que participaron del trabajo.

Tal cómo fue mencionado anteriormente, una de las etapas con mayor consumo de horas, fue la validación de los datos, ya que es la manera de corroborar que la información extraída sea la correcta. Para ejecutar esta etapa, se utilizó un control cruzado de los datos, que permite validar la información del panel de mando integrado con el sistema transaccional de datos, para este proyecto se utilizó el

sistema transaccional del OTIC Cámara Chilena de la Construcción, por ser el intermediador de capacitación de las empresas de ambas plantas mineras.

Un complemento importante en la etapa de validación es que, al realizar el desarrollo bajo la metodología ágil, la validación de los datos es constante en las distintas etapas en donde se estén creando los indicadores, si existe algún dato erróneo, éste se analiza y se corrige de inmediato.

4 Conclusiones generales

Este trabajo propone una solución tecnológica que integra dos plataformas, una desarrollada cómo aplicativo móvil, permitiendo mayor agilidad y rapidez en la captura, registro y comunicación de los cursos de capacitación, incentivando y generando trazabilidad principalmente en las capacitaciones ejecutadas por instructores internos o trabajadores senior de las empresas, la otra plataforma satisface los requerimientos de información de la capacitación bajo un enfoque más holístico y de mirada estratégica, utilizando un panel de mando integrado, permite la visualización de los datos a nivel agregado, así también, una apertura de información más específica por cada uno de los cursos ejecutados en un periodo determinado.

La utilización de campos libres y parametrizados, permiten en la aplicación móvil ser flexible en el registro de los datos, permitiendo adaptabilidad a distintas actividades, que no sean necesariamente cursos de capacitación, más bien referentes a reuniones grupales, charlas, talleres o simplemente un control de asistencia laboral en terreno. Al respecto, la plataforma de cuadro integrado de la información, también se caracteriza por su flexibilidad y adaptabilidad, ya que se trata de una plataforma web responsiva que permite ser visualizada en distintos equipos móviles y de escritorio, con vistas alimentadas por filtros de información, cómo lo son las categorías de cursos, regiones de ejecución, rango de tiempo por mes y año, género, rango etario, etc.

En efecto, los resultados muestran desde un punto de vista cuantitativo bajo el estudio de tiempos realizado al proceso de captura, registro y reporte de los cursos, se indica que los tiempos se redujeron considerablemente, evitando la intervención manual de los datos del proceso, en la planta minera n°1, el tiempo se redujo a 9 horas, es decir, un 75%, cómo los tiempo de digitación se han reducido al mínimo, los bonos de incentivo están siendo bien calculados y ya no existe la presión de los

sindicatos. Adicionalmente, en un periodo de 6 meses, las no conformidades por auditorías internas cayeron un 93%, tomando cómo métrica el número de acciones a corregir.

En la planta n°2, aún no ha sido posible levantar la información de la implementación.

En resumen, considerando la propuesta en sus dos desarrollos y dimensiones de información:

- Propone un panel de mando integrado, incorporando los principales indicadores de capacitación, facilitando la toma de decisiones de los profesionales especialistas de capacitación.
- Propone una solución tecnológica que permite registrar y comunicar la asistencia en los cursos de capacitación, la información está disponible justo a tiempo, facilitando el control de los cursos y los trabajadores que asisten a la capacitación.

Dado lo expuesto, la solución tecnológica contribuye a la toma de decisiones, control de capacitación, planificación estratégica y el mantenimiento de información oportuna y de calidad. También este importante trabajo recoge la experiencia y visión de los profesionales especialistas de la capacitación, contribuyendo no sólo a las plantas industriales del sector minero, ya que la solución se puede extrapolar perfectamente hacia otras industrias de la matriz productiva del país, donde la capacitación cumple un rol fundamental en la productividad de las empresas y desarrollo de su capital humano.

4.1 Continuidad del trabajo propuesto

Dentro de este trabajo, quedan pendientes la exploración y desarrollo de líneas de investigación que den continuidad y mejora a la solución tecnológica propuesta, en la medida que el trabajo se fue desarrollando, surgieron inquietudes y oportunidades de desarrollo que no fueron abordadas principalmente por tiempo y presupuesto. Por lo tanto, es importante señalar elementos referenciales que den las bases para el trabajo futuro, principalmente los siguientes:

- Integración de ambas plataformas, desarrollar un web service que permita la interconexión de los datos de asistencia en el panel de mando integrado.
- Incorporación de indicadores de eficiencia, que permitan medir el uso de los recursos respecto a planes estratégicos de capacitación
- Desarrolla una solución complementaria que posibilite la medición del impacto de la capacitación, en específico y aunque con mayor complejidad, en los indicadores del negocio de las empresas.

5 Referencias

- Barrientos, V. (2018). *Mantenimiento de equipos en minas a cielo abierto*. Santiago: Ril Editores.
- Canizales Muñoz, L. D. (2020). Elementos clave de la innovación empresarial. Una revisión desde las tendencias contemporáneas. *Innova*, 51-54.
- Carbonell Sebarroja, J. (2001). *La aventura de innovar*. Madrid: Morata.
- Consejo de Competencias Mineras. (2019). *FUERZA LABORAL DE LA GRAN MINERIA CHILENA 2017-2026*. Santiago: Consejo Minero.
- Cruz Pérez, O. F., & Surdez Pérez, E. G. (2018). Detección De Necesidades De Capacitación: Actividad Para Desarrollar El Capital Humano. *Revista Global de Negocios*, 57-68.
- Del Val Román, J. L. (2016). *Industria 4.0. la transformación digital de la industria*. Bilbao: Conferencia de directores y decanos de ingeniería informática.
- Didier, N., & Cristian, P. (2013). Capacitación en trabajadores maduros: algunas consideraciones desde Chile. *Revista Latino-americana de Estudos do Trabalho*, 187-206.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2007). *El cuadro de mando integral*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Keeley, L., Pikkal, R., Quinn, B., & Walters, H. (2013). *Ten Types of Innovation: The Discipline of Building Breakthroughs*.
- Kirkpatrick, D., & Kirkpatrick, J. (2006). *Evaluating training programs: The four levels*. San Francisco, California: Berrett-koeehler Publishers.
- Lagos Céspedes, M. E., Miranda Vera, H., Matus Zuñiga, C., & Villarreal farah, G. (2011). Aprendiendo Matemática con tecnología portátil 1 a 1: resultados de una experiencia de innovación en Chile.

Cuadernos de investigación y formación de educación matemática, 181-201.

Morell Lopez, M., & Estévez González, N. (2018). Impacto de la capacitación en el desempeño de directivos de la Administración Pública. *journal Técnica Administrativa*, 74.

Muñoz, A. (2007). *Evaluaciones de Impacto de los Programas de Capacitación Laboral: la experiencia internacional y de Chile*. Santiago: Consejo asesor presidencial trabajo y equidad.

Pérez Triguero, J., & hernández Machín, O. (2016). La capacitación para el mejoramiento del desempeño profesional de los especialistas en Gestión de los Recursos Humanos de las Organizaciones Empresariales. *Mendive, Revista Pedagógica*.

Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE). (1 de Marzo de 2020). www.sence.cl. Obtenido de <https://www2.sence.gob.cl/empresas/franquicia-tributaria.html>

Urzúa, S., & Puentes, E. (2010). *La evidencia del impacto de los programas de capacitación en el desempeño en el mercado laboral*. Santiago: Banco Interamericano de Desarrollo .