



04

INDIMIN

SMART MINING COACH

SMART MINING COACH

Smart Mining Coach busca aumentar la capacidad productiva de los operadores de equipos de carga y transporte, con tecnologías que capturan, analizan y entregan información relevante a trabajadores y jefes de turno sobre el manejo de los equipos móviles.

Smart Mining Coach searches to increase productive capacity of the operators of loading and transportation equipment using technologies that capture, analyze and deliver relevant information to workers and shift supervisors regarding handling of mobile equipment.





INDIMIN
Innovación Digital para la Minería

CONTACTO / CONTACT:

Álvaro Díaz
Gerente General

www.indimin.com
+56 9 82891676

La Concepción 191, Piso 6
Providencia, Santiago - Chile

RESEÑA DE LA EMPRESA

El año 2016, Loreto Acevedo, Álvaro Díaz y Álvaro Roselló crearon INDIMIN a partir de la combinación de tres elementos centrales de la historia de sus fundadores: primero, experiencia en la industria minera; segundo, el diseño, implementación y desarrollo de soluciones tecnológicas; y tercero, la realización conjunta de una tesis para un magíster de innovación. La conjugación de estos antecedentes, en el contexto de la crisis global de productividad de la industria minera, dio origen a esta empresa dedicada a conectar trabajadores con herramientas de inteligencia artificial para aumentar la productividad en los procesos de carguío y transporte minero.

Antes de que se gestara esta *start-up*, sus fundadores iniciaron un proyecto de investigación para la tesis de su magíster que

incluyó entrevistas con varias compañías mineras nacionales e internacionales. A partir de esto identificaron una positiva recepción y mayor interés por parte de CAP Minería. Este proceso motivó y facilitó la profundización en los problemas y oportunidades de productividad laboral existentes en la industria minera. Además, pudieron aprender sobre tecnologías digitales, como data science e inteligencia artificial, para dar respuesta a las necesidades identificadas con información del proceso productivo y de sus participantes.

A través de su investigación lograron identificar el siguiente problema de productividad: no se aprovechaban por completo las capacidades operativas de los equipos mineros. Esto catalizó el surgimiento de INDIMIN como compañía el mismo año



COMPANY REVIEW

Loreto Acevedo, Álvaro Díaz and Álvaro Roselló founded INDIMIN in 2016 combining three key elements of the history of its founders: first, experience in the mining industry; second, the design, implementation and development of technological solutions; and third, the three of them attended a joined master's thesis on Innovation. The mixture of this background information, in the context of a global crisis in the mining industry's productivity, gave place to this company dedicated in connecting employees with AI tools to rise productivity in loading and mining transportation processes.

Before this *start-up* was born, its founders started an investigation project for their master's thesis,

which included interviewing several national and international mining companies. From this they identified a positive reception and growing interest from CAP Minería. This process motivated and facilitated looking into labor productivity problems and opportunities present in the mining industry. Additionally, they were able to learn about digital technologies, such a data science and AI, to meet the needs identified with information from the productive process and its participants.

With their investigation they were able to identify the following productivity problem: The operative capacities of the mining teams were not fully exploited. This prompted the creation of INDIMIN as a

INDIMIN tiene como objetivo poner la tecnología a disposición de las personas y empoderarlas para mejorar su productividad de manera sostenible.

2016, a través de un primer piloto diseñado en conjunto con CAP Minería para la faena Los Colorados. El objetivo fue desarrollar una herramienta que activara el potencial productivo de los operadores de equipos móviles mineros dentro del proceso de extracción y así aumentar la productividad de la operación.

INDIMIN tiene como objetivo poner la tecnología a disposición de las personas y empoderarlas para mejorar su productividad de manera sostenible. Sin embargo, llevar este propósito a la industria minera ha sido un desafío importante y no exento de dificultades, tales como: darse a conocer en distintas empresas mineras, pilotear sus soluciones en operaciones, acceder e integrar múltiples fuentes de datos, entre otras. En este proceso de desarrollo y puesta en marcha se han incorporado siete personas a INDIMIN, cuyo foco principal está en el desarrollo de software y en la implementación y validación de sus soluciones con los clientes por medio de una plataforma inteligente de productividad.

Actualmente, Mina Los Colorados de CAP Minería validó el piloto realizado, por lo que se inició la implementación del software con el fin de brindarles un servicio de medición de desempeño y orientación que permita manejar adecuadamente los equipos móviles mineros a través de su solución llamada Smart Mining Coach.



Fotografía INDIMIN

company that same year (2016), through their first pilot designed along with CAP Minería for the job site “Los Colorados.” The objective was to develop a tool which could activate the productive potential of the mining mobile equipment operators within the extraction process and thus rise the operation’s productivity.

INDIMIN’s objective is to provide technology to people and empower them to improve their productivity in a sustainable manner. However, carrying this purpose to the mining industry has been a huge challenge and has had some difficulties, such as: to become known in several mining companies, managing their solutions in operations, accessing

and incorporating numerous data bases, among others. Seven people have been incorporated to INDIMIN in this process of development and launching. INDIMIN’s missions is to dedicate itself to software development and the implementation and validation of its solutions with clients through a productivity platform.

Currently, CAP Minería’s mine Los Colorados validated the executed pilot, for that matter the software implementation started, to give them a performance and orientation measurement allowing adequately drive the mobile mining equipment through their solution called Smart Mining Coach.



DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

PROBLEMA

De acuerdo a lo señalado por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) el año 2014, la productividad laboral en minería cayó un 20% respecto al año 2000, tanto en Chile como a nivel mundial. Esto constituye una preocupación relevante para las empresas mineras que, con el fin de revertir esta situación, iniciaron la búsqueda de soluciones con foco en los procesos, nuevas tecnologías y las personas.

La experiencia previa en la industria, así como en el diseño e implementación de soluciones tecnológicas, permitió que los fundadores de INDIMIN descubrieran durante el desarrollo de su tesis de magíster que una forma efectiva e innovadora de aumentar la productividad

era utilizar la data disponible de la operación minera. Con esta data sería posible conectar y analizar información en tiempo real de las personas y de los equipos involucrados en el proceso productivo, con el fin de obtener datos relevantes dirigidos a potenciar el desempeño de estos recursos.

Las compañías mineras están conscientes que cada vez es más complejo y costoso cumplir sus planes de producción. Por un lado, el gerente de mina de una operación cuenta con información de los camiones que pueden estar sobre o sub cargados y, por otro lado, el gerente de mantenimiento tiene los datos sobre el cumplimiento de las pautas de manten-



DESCRIPTION AND CHARACTERISTICS OF THE INNOVATION

PROBLEM

Labour productivity in the mining industry dropped 20% in comparison with 2000, in Chile and internationally, as stated by the Chilean Copper Commission (Cochilco) in 2014. This is an important concern for the mining industries that, with the purpose of solving this situation, started to search for a solution for the processes, new technologies, and people.

Previous experience in the industry, as well as in the design and implementation of technological solutions, allowed INDIMIN's founders to discover during their master's thesis that an effective and innovative way of rising productivity was to use the available data of the mining operation. With this data it would be possible to connect and analyze information in real time of people and equipment involved in the productive process, so they would be able to acquire relevant data aimed at reinforcing these resources' performance.

Mining companies know as time goes by it is harder and more expensive to achieve their production plans. On the one hand, a mining operation manager has information on the trucks that could be overloaded or not fully loaded, and on the other hand, the maintenance manager has data on the achievement of the maintenance guidelines and the spare parts' costs. Each one has different information on the availability of the equipment, however, they do not always agree on the causes of the failures that trucks, shovels and auxiliary equipment may have, which end up affecting the production indicators of the operation. A reason explaining this is, that the information each one has is split and not necessarily shared, which makes more difficult identifying factors affecting the efficiency of the productive processes and lastly, implement effective solutions.

ción y de los costos de repuestos. Cada uno cuenta con información sobre la disponibilidad de los equipos, sin embargo, no siempre están de acuerdo respecto de las causas de las fallas de los camiones, palas y equipos auxiliares, que finalmente impactan en los indicadores de producción de la operación. Una razón para esto es que la información con la que cada uno cuenta es parcelada y no necesariamente compartida, lo cual dificulta identificar claramente los factores que inciden en la eficiencia de los procesos productivos para, finalmente, implementar soluciones efectivas.

Actualmente, la menor utilización operativa de los camiones puede ser resuelta aumentando la cantidad y capacidad de las máquinas o en el cómo se realizan los procesos propios de la operación. Esto significa una gestión basada en la optimización de la disponibilidad mecánica de los activos mineros a un costo razonable y conveniente para la compañía.

De acuerdo a lo indicado en la Hoja de Ruta del Programa Nacional de Minería Alta Ley 2015-2035, «el capital humano es un eje transversal que cruza gran parte de los desafíos actuales y futuros de la industria minera nacional». En efecto, «se constituye como un habilitador para materializar los próximos proyectos de inversión, mejorar la productividad de la industria e incorporar nuevas tecnologías a los procesos de la minería y sus proveedores. Avanzar hacia una minería innovadora depende, en gran medida, de la calidad y cantidad del capital humano disponible para ello». Considerando los resultados presentados en el Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2014-2023 (Consejo de Competencias Mineras, 2014), un 80% de los operadores no tienen cubiertas las habilidades mínimas para manejar los equipos, lo que resulta en más de mil daños al año por máquina. Esto se

traduce en más de US\$5 millones de inversiones anuales en reparaciones no planificadas. Hay una brecha relevante en las competencias que debe ser reducida y que, particularmente para la operación de camiones mineros, toma entre tres y cinco años desempeñarse óptimamente, de acuerdo a la información levantada por INDIMIN. Sin embargo, estos datos son analizados de forma grupal, por lo que los resultados de mejoras no son tan efectivos como si fueran personalizados.

En este contexto fue que los fundadores de INDIMIN abordaron problemas identificados en la Hoja de Ruta del Programa Nacional de Minería Alta Ley 2015-2035, relacionados con la gestión de activos y seguridad, así como el problema de productividad laboral en los procesos de carguío y extracción. Propusieron explorar una solución que se centrara en el trabajo de los operadores de equipos mineros y en sus jefes de turno, ya que ambos son actores clave del proceso productivo diario. Aunque actualmente se cuenta con un análisis agregado de los turnos, no se tiene el detalle de los resultados y desempeños de cada trabajador, por lo que no es posible realizar un análisis acabado de esto, ni tampoco definir acciones específicas de mejora.



Currently, one way of solving the fact that trucks are underused, is by rising the quantity and capacity of the machines or by knowing how the inherent processes of the operation are executed. This means management based on the optimization of the mechanical availability of the mining actives at a reasonable and convenient cost to the company.

According to what is stated on the Road Map of the Alta Ley National Mining Program of Transforma 2015-2035, “human capital is a transversal axis crossing a large part of the current and future challenges of the national mining industry.” indeed, “it is thought as an enabler to realize the next investment projects, improve the industry’s productivity and incorporating new technologies to mining processes and their suppliers. Going towards an innovating mining industry, largely depends on the quality and quantity of the human capital that is available for that purpose”. Taking into consideration the results of the Labor Force Study of the Great Chilean Mining Industry 2014-2023 (Council of Mining Competences, 2014), 80% of the operators do not have the minimum skills to drive the equipment, which generates over a thousand damages annually per

machine. This means more than US\$5 million in annual investments for unplanned reparations. There is an important breach in the skills that needs to be reduced and particularly, according to the information gathered by INDIMIN, it takes between three to five years to perfectly perform when driving a mining truck. However, this data is analyzed as a group, this means that the results on improvements would be more effective if they were personal.

It was in that context that INDIMIN’s founders addressed the problems identified in the Road Map of the Alta Ley National Mining Program of Transforma 2015-2035, related to actives and safety management, as well as the labor productivity problem in the loading and extraction processes. They proposed exploring a solution which its focus would be on the work of the mining equipment operators and their shift managers, since they are both key participants in the daily productive process. Although nowadays we have an extra analysis of the shifts, we don’t have the details of the results and performance of each employee, so it is not possible to carry out a deep analysis of this, nor defining specific actions for improvement.



Uno de los principales descubrimientos de la investigación realizada por INDIMIN es que los jefes de turno son un eslabón clave en la cadena productiva. Al estar en primera línea frente a la operación, son capaces de vincularse directamente tanto con los operadores como con la gerencia, siendo un punto de enlace entre el plan de producción y el liderazgo, cuidado y bienestar de los trabajadores a su cargo. Además, sostienen la mayor cantidad de vínculos e interacciones con otros *stakeholders* del sistema e inciden directamente en los costos de explotación (camiones) y en los activos clave de producción (palas). En este sentido, el jefe de turno debiera ser el responsable de primera línea de la producción, pero no cuenta con las herramientas ni competencias para desarrollar esta tarea.

La Comisión del Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales —Chile Valora— define dentro de las competencias de perfil de cargo de un jefe de turno tareas como gestión de desempeño de trabajadores a su cargo, seguridad, y cumplimiento del plan de producción. Sin embargo, según las mediciones realizadas por INDIMIN, no se alcanza el nivel esperado de cumplimiento de estas labores, lo que se debe, en gran medida, a que los jefes de turno tienen una visión acotada de lo que ocurre en los equipos y particularmente con cada uno de sus operadores a cargo. La mayoría de los sistemas de información con los que se cuenta se centran en el estado y rendimiento de la máquina, sin necesariamente conectarlo con los operadores, sus habilidades, desempeño y otras variables del entorno productivo.



Fotografía Codelco Chile

Capturar, integrar y gestionar lo que ocurre durante el turno requiere de herramientas tecnológicas que integren y analicen estas fuentes para, finalmente, diseñar soluciones centradas en las personas.

INDIMIN ha corroborado que este problema no solamente ocurre en Chile, sino que en otros países mineros como Australia y Canadá. La participación en iniciativas nacionales e internacionales les ha servido para conectarse con potenciales clientes y proveedores, además de incorporar mentores y asesores extranjeros en la estrategia y promoción de la empresa.

One of the biggest discoveries found in INDIMIN's investigation was that the shift managers were a key factor in the productive chain. Because they are at the front line of the operation, they can interact with the operators as well as with management. They are a connection point between the production plan and leadership, care and well-being of the employees they are responsible for. Moreover, they have the largest amount of links and interactions with other *stakeholders* of the system and have a direct impact on the exploitation costs (trucks) and on the key actives of production (shovels). In that sense, the shift manager should be the one responsible for the first line of production, but she/he does not have the tools nor competence to carry out this task.

The National System Commission of Labor Competence Certification —Chile Valora— defines among the competences a shift manager should have in his/her position profile tasks such as managing the performance of the employees he/she is responsible for and fulfilling the production plan. Nevertheless, according with measurements done by INDIMIN, the expected level of achievement of these tasks is not reached, which is largely because the shift managers have a narrow view of what is happening in the teams and particularly with each operator they are responsible for. Most of the information systems they have are focused on the state and performance of the machine, without necessarily connecting it with the operators, their skills, performance and other variables for the productive environment.

Capturing, incorporating and managing what happens on the shift requires technological tools that incorporate and analyze these sources to then design solutions focused on people.

INDIMIN verified that this problem not only happens in Chile, but in other mining countries like Australia and Canada. Participation in national and international initiatives has been helpful for them to connect with potential clients and suppliers, additionally to incorporating foreign tutors and advisers in the company's strategy and promotion.

SOLUCIÓN

Con el fin de resolver los problemas de productividad asociados al comportamiento operacional de los trabajadores, INDIMIN desarrolló una solución que busca amplificar la capacidad productiva de los operadores de equipos de carga y transporte, con tecnologías digitales que capturan, analizan y entregan información relevante a los trabajadores y sus jefes de turno. Para esto diseñaron y construyeron Smart Mining Coach, un entrenador personal digital pensado para orientar y mejorar el manejo de los equipos móviles mineros de manera de contribuir al aumento productivo en las operaciones. Lo anterior consiste en entregar herramientas digitales a las personas para que puedan entender sus brechas productivas, visualizar su desempeño de manera permanente e identificar aspectos a mejorar. Además, incorpora y comparte información complementaria del operador con su jefe de turno como su cumpleaños, vacaciones, hijos, entre otras; lo que ayuda a acercar de un modo más humano a los jefes de turno con sus trabajadores, junto con adoptar un rol completo de acompañamiento, empoderamiento y gestión de sus equipos de trabajo.

En la actualidad, la recopilación de información y desempeño de los trabajadores, tanto en las áreas de operaciones de la mina como en las de planificación, se realiza a través de herramientas como Microsoft Excel, sin embargo, la posibilidad de análisis de muchas variables resulta compleja y limitada a través de herramientas de este tipo. Es aquí donde Smart Mining Coach ofrece una alternativa que entrega información relevante desde múltiples fuentes para mejorar la productividad en la mina. Esta solución integra la lógica de negocios, programación y algoritmos de procesamiento inteligente de datos para desplegarlos



Fotografía INDIMIN / Aplicación Smart Mining Coach

SOLUTION

With the purpose of solving productivity problems associated with the employee's operational behavior, INDIMIN developed a solution seeking to broaden the productive capacity of the loading and transportation equipment operators, with digital technologies that capture, analyze and deliver relevant information to the employees and their shift managers. For this purpose, they designed and built Smart Mining Coach, a digital personal trainer to guide and improve the operation of the mobile mining equipment to contribute to the productive rise of the operations. The former consists on delivering digital tools to people, for them to understand their productive breaches better, visualize their performance permanently and identifying aspects to improve. Furthermore, it incorporates and shares additional information of the operator with his/her shift manager such as his/her birthday, holidays,

children, among other; which helps to bring closer in a more humane way the shift managers and their employees, along with assuming a complete role of companionship, empowering and management of their work teams.

Currently, gathering information and performance of the employees, in areas such as mining operation as well as planning, is done through tools such as Microsoft Excel, yet, the possibility of analysis of many variables proves to be complex and limited using these types of tools. Therefore, Smart Mining Coach offers an alternative delivering relevant information from several sources to improve the productivity in the mine. This solution incorporates the logic of business, programming, and smart processing algorithms of data to deploy them in a simple and comprehensive way. The system that INDIMIN developed gathers information from equipment sensors,

de manera simple y comprensiva. El sistema desarrollado por INDIMIN toma información desde sensores de equipos, softwares de gestión de la producción, condiciones del sitio, perfil de Recursos Humanos, entre otros, y los combina con motores de inteligencia artificial y analítica avanzada. A partir de modelos matemáticos, se recoge el conocimiento experto de las mejores prácticas de la operación en la mina. La solución se compone de distintos módulos que se pueden adquirir bajo la modalidad de software como servicio (SaaS) y se basa en el número de trabajadores que se quiera analizar:

Coach Turno: Confecciona un perfil digital de cada operador, permitiéndole a los jefes de turno entregar retroalimentación y detectar oportunidades de mejora de manera única y personalizada para cada uno de sus operadores a cargo, con el fin de acelerar los procesos de aprendizaje y perfeccionamiento. Por ejemplo, mejorar el tiempo y posicionamiento del camión para que sea cargado por la pala o aumentar la eficiencia con que los operadores de carguío realizan sus baldadas.

Coach Mina: Con motores propios de analítica avanzada, el jefe de turno, superintendente o gerente de mina, puede aprender y conocer de manera más precisa a las personas, procesos y activos involucrados en un sitio minero.

Se genera constantemente información sobre la productividad que facilita la toma de decisiones de quienes están a cargo de la producción y la posibilidad de concretar periódicamente metas de excelencia operacional. Por ejemplo, el sistema permite identificar pérdidas operacionales en forma dinámica como baja de productividad según la zona de la mina o por alza de costos debida a ineficiencias en el transporte.

Las tecnologías utilizadas por las compañías mineras abordan con frecuencia el uso óptimo de los activos y un mayor rendimiento de los equipos de carga y transporte. INDIMIN cubre estos dos ámbitos e incorpora a ellos sistemas de inteligencia artificial, al centrar la entrega de su propuesta y potencial de mejora en las personas que participan en el proceso de carguío y transporte, es decir, los operadores, jefes de turno y gerente de mina. De esta forma se logra una combinación hombre-máquina en que las tecnologías sirven de asistentes, ayudan a optimizar el uso de los recursos y mejoran los niveles de productividad.

Actualmente, Smart Mining Coach es una solución comercial que está en proceso de expansión y crecimiento. Por sus características propias de SaaS, se incorporarán nuevas funcionalidades y características que irán desarrollándose dentro de su servicio.

SMART COACH ¿CÓMO FUNCIONA?



production management software, the site's conditions, Human Resources profile, among others, and combines them with advanced Artificial Intelligence and analytical engines. Expert knowledge is gathered from mathematical models regarding best practices of the operation inside the mine. The solution is made up of different modules that can be acquired under a software method like service (SaaS) and it is based on the number of employees to be analyzed:

Shift-Coach: Makes a digital profile of each operator, allowing the shift managers to deliver feedback and find improvement opportunities in a unique and personalized way for each of the operators in charge, so they can accelerate the learning and improvement processes. For example, improving the time and placement of the truck so it can be loaded by the shovel or increasing the efficiency with which the loading operators carry out their loading.

Mine Coach: The shift manager, the superintendent or the mine manager can learn and know in a more precise manner the people, processes and actives involved in a mining site, with their own engines of advanced analytics. There is a constant generation of information regarding the produc-

tivity which makes easier the policy-making of those in charge of production and the possibility of reaching periodically goals of operational excellence. For example, the system allows to identify operational losses in a dynamic form such as dropping the productivity levels depending on the zone of the mine or because of an increase on the costs due to inefficiencies on transportation.

The mining companies use technologies which frequently address the optimal use of the actives and a higher performance of the loading and transportation equipment. INDIMIN covers these two areas and includes to them AI systems, by focusing the delivery of its proposal and improvement potential on the people that participate in the loading and transportation process, i.e., the operators, shift managers and the mine managers. Thus, a human-machine combination is achieved in which the technologies serve as assistants, help to optimize the use of resources and improve the levels of productivity.

Currently, Smart Mining Coach is a commercial solution that is expanding and growing. New features and characteristics are included because of its own SaaS characteristics that will be developed within their service.

PROCESO DE INNOVACIÓN - FACILITADORES Y BARRERAS

INDIMIN utiliza un método iterativo de innovación, el cual se aplicó para construir Smart Mining Coach, fruto de un trabajo conjunto con CAP Minería. Se compone de las siguientes etapas:

- 1 Inmersión y descubrimiento.** Con el fin de obtener información relevante respecto de las necesidades de sus clientes, se utilizan métodos de indagación empática para percibir el desafío inicial de distintas maneras, con el fin de identificar y desafiar ideas preconcebidas, supuestos y puntos de vista. Al ver distintas alternativas y aproximaciones es posible disminuir los errores generados por sesgos. Adicionalmente, se realiza una evaluación de la información digital disponible en terreno, la que se cruza con los principales descubrimientos de esta fase de inmersión. Con esto, es posible levantar espacios de oportunidad de alto valor y únicos para cada faena.
- 2 Definición de la problemática y propuesta de valor.** Producto de los antecedentes levantados, se declara el foco de la problemática de forma específica y se plantea una propuesta de valor. Adicionalmente, se realizan iteraciones constantes para asegurar el cumplimiento de los objetivos definidos como propuesta de valor de la herramienta. En el caso de Smart Mining Coach, dado que el foco era mejorar la productividad a través de las personas, se ideó una solución con la intención de empoderar ciertos roles claves, como los jefes de turno, para así aumentar el potencial productivo de los operadores a su cargo. En el proceso participaron antropólogos y diseñadores para sumar puntos de vista y diferenciación.



INNOVATION PROCESS - FACILITATORS AND BARRIERS

INDIMIN uses an iterative method of innovation, which was applied to construct its solution Smart Mining Coach, the result of a joined work with CAP Minería. It is made up of the following stages:

1. Immersion and discovery. To obtain relevant information on their clients' needs, empathetic inquiry methods are used to perceive the initial challenge from different ways to identify and challenge pre-conceived notions, assumptions and points of view. By observing different alternatives and approaches, it is possible to decrease the mistakes generated by biases. Moreover, an evaluation on the available digital information in the work site is done, intersecting with main discoveries in this immersion stage. With this, it is possible to create high value and unique spaces of opportunity for each work site.

2. Definition of the problem and value proposition. Due to the gathered background, the focus of the problem is declared in a specific way and a value proposition is posed. In addition to that, continued iterations are being done to ensure the compliance of the objectives defined as a value proposition of the tool. In the case of Smart Mining Coach, since the focus was to improve the productivity through people, a solution was designed with the intention of empowering certain key roles, such as shift managers, to thus rise the productive potential of the operators they are responsible for. Anthropologists and designers participated in the process to add points of view and differentiation.



Fotografía INDIMIN

3 Conceptualización de la solución.

A partir de ciclos de ideación, prototipaje y experimentación, se genera un aprendizaje rápido acerca de los atributos e impacto de la innovación. En el caso de Smart Mining Coach con la Mina Los Colorados iteraron y validaron el concepto de solución y el valor generado para la compañía minera antes de desarrollar la solución definitiva. En esta etapa, se realizaron prototipos en baja y mediana resolución para asegurar que se estaban resolviendo los puntos crí-

ticos de operación de manera eficiente en términos de tiempo y costo.

4 Definición del modelo de negocios.

Se desarrolla a partir de los impactos esperados en la operación del cliente. Basándose en los objetivos e indicadores de desempeño claves para la operación minera, se define un caso de valor para el cliente. En el caso de CAP Minería, como el objetivo era aumentar la productividad de la empresa, fue relevante entender los indicadores de desempeño que se utilizaban en rela-

La definición del modelo de negocio se desarrolla a partir de los impactos esperados en la operación del cliente, basándose en los objetivos e indicadores de desempeño claves para la operación.

ción a la productividad. Posteriormente, iteraron junto con el cliente los distintos aspectos del modelo de negocio, lo que permitió a Smart Mining Coach alimentar la inteligencia detrás de su plataforma y seguir el modelo de ingresos definido por INDIMIN: software como servicio.

3. The solution's conceptualization. From the design, prototyping and experimentation cycles a quick learning is generated on the innovation's attributes and impacts. In the case of Smart Mining Coach with the Los Colorados Mine they iterated and validated the solution concepts and the value generated for the mining company before developing the definitive solution. At this stage, prototypes in low and medium resolution were executed to ensure that the critical points of the operation were being solved in an efficient manner in terms of time and cost.

4. Business model definition. It is developed as of the expected impacts on the client's operation. Based on the objectives and the key performance indicators for the mining operation, a value case is defined for the client. In CAP Minería's case, since the objective was to rise the company's productivity, it was relevant to understand the performance indicators used in relation with productivity. Later, they iterated alongside the client the different aspects of the business model, which allowed Smart Mining Coach to feed the intelligence behind its platform and follow the income model defined by INDIMIN: software as service.

En INDIMIN el proceso de innovación se hace de manera iterativa, continua y sistemática.

En INDIMIN el proceso de innovación se hace de manera iterativa, continua y sistemática. Se considera de alta importancia fallar temprano, rápido y barato para generar la mayor cantidad de aprendizaje posible en torno a un desafío y, de esta forma, generar soluciones tecnológicas de alto impacto al servicio de las personas. Se busca visibilizar todos los recursos involucrados y sus estados para que, a partir de eso, las personas puedan gestionar y tomar decisiones informadas basadas en su experiencia y conocimiento.

La primera versión de Smart Mining Coach fue el resultado de un trabajo de codiseño con el equipo de operaciones de Mina Los Colorados de CAP Minería. Esta operación fue pionera en dar a sus operadores y jefes de turno tiempo para innovar y permiso para equivocarse. Esta iniciativa nació de una definición estratégica de CAP, en la que decidieron hacer que la innovación los llevara hacia adelante y que esta definición llegara hasta los operadores. La visión de la compañía fue

complementada con un precio del hierro que descendió antes que el cobre y motivó a dar sustentabilidad a su negocio a través de la mejora de los costos y la agregación de valor.

En INDIMIN reconocen lo importante que resulta entender los distintos modelos de innovación, junto con seleccionar el método y los recursos adecuados para la construcción de la solución, además de considerar el lugar y la situación particular en la que se puede aplicar. Sin esto, el proceso se hace más complejo de manejar y de alcanzar los objetivos. El trabajo en torno a Smart Mining Coach fue una experiencia que les permitió trabajar de manera estructurada el proceso de innovación. Es importante considerar su característica iterativa, ya que, al desarrollarlo con el cliente, pudieron hacer varios ajustes que contribuyeron a alcanzar los resultados de productividad acordados con CAP.

Smart Mining Coach ha requerido de competencias que INDIMIN debió buscar afuera. Es así como el Centro de Innovación UC Ana-



Fotografía INDIMIN / Usuario de Smart Mining Coach

The innovation process at INDIMIN is done in an iterative manner, continuously and systematically. It is of high importance to fail early on, quickly and cheap so one can generate the largest amount of possible learning regarding a challenge and, thus, creating technological solutions with high impact focused on people. The goal is to represent all the resources involved and their states, from that, people can manage and make informed decisions based on their experience and knowledge.

The first version of Smart Mining Coach was the result of a co-designed work with the operations team of Los Colorados Mine of CAP Minería. This operation was pioneer because it gave their operators and shift managers time to innovate and authorization to make mistakes. This initiative was created from CAP's strategic definition, in which they decided to make innovation push them forward and that this definition reached the operators. The company's vision was supplemented with price of iron that

declined before than price of copper and it motivated them to give sustainability to their business by improving the costs and adding value.

At INDIMIN they recognize how important it is to understand the different innovation models, alongside selecting the adequate method and resources to build the solution, besides considering the place and the specific situation in which it can be applied. Without this, the process and reaching the objectives becomes more difficult to handle. Working around Smart Mining Coach was an experience that allowed them to work in a structured manner on the innovation process. It is important to consider its iterative characteristic, because once they developed it with the client, they were able to do several adjustments that contributed to reach the productive results they had arranged with CAP.

Smart Mining Coach has required competences that INDIMIN had to search beyond their company. That was how the Anacleto Angelini UC Innovation Center

La asociatividad es altamente valorada por INDIMIN, ya que las alianzas y redes toman un rol importante en la materialización de acciones a menor costo.

cleto Angelini de la Pontificia Universidad Católica de Chile les abrió las puertas y los invitó a ser miembros del programa Sin Límites, donde han trabajado con especialistas en antropología y experiencia de usuario (UX) para revisar y reenfocar la información capturada y desplegada. De esta forma se ha fortalecido la solución de modo que los costos de aprendizaje y adopción por parte de los usuarios sean mínimos y puedan obtener beneficios de alto impacto en menor tiempo.

La asociatividad es altamente valorada por INDIMIN y se basa en la confianza. Una empresa que comienza tiene acceso muy limitado a recursos, por lo que las alianzas y redes toman un rol importante en la materialización de acciones a menor costo, además de fortalecer el impacto de la solución, al ser enfrentada de manera colaborativa. En la industria minera, esta capacidad amplía la oferta al cliente y abre más oportunidades de negocio. Es así como en el año 2017 se incorporaron a la asociación gremial Minnovex, que reúne a empresas chilenas para la innovación y la exportación de productos, insumos y servicios intensivos en conocimiento para el sector minero e industrial. Esta participación les ha generado relaciones para innovar junto a otras empresas.

Por otra parte, la adjudicación de fondos públicos concursables ha facilitado su continuidad operacional y la



of the Pontificia Universidad Católica de Chile opened their doors and invited them to be members of the program “Sin Límites”, where they have worked with experts in the areas of anthropology and user experience (UX) to review and refocus the captured and deployed information. Thus, the solution has been strengthened in a way that costs of learning and incorporation by the users can be minimum, and they can obtain high impact benefits in a shorter time.

At INDIMIN associativity is highly praised and is based on trust. A company that is just starting has limited access to resources, that is why partnerships and networks have an important role in the realization of actions at a low cost, besides strengthening the solution's impact, by being treated in a collaborative manner. In the mining industry, this capacity expands the offer to the client and opens more business opportunities. That was how in 2017 they were included in the trade association Minnovex, which brings together companies that work on product innovation and exportation, supplies and intensive services in knowledge for the mining and industrial sector. This participation has allowed them to build relations to innovate with other companies.

On the other hand, awarding of public grant funds has facilitated its operational continuity and the validation of



validación de su solución. En el 2016 ganaron el concurso Piensa en Grande Minería de Fundación Chile, que les permitió obtener un subsidio Semilla de Asignación Flexible para el apoyo de emprendimientos de Innovación (SSAF-i). Luego de finalizar exitosamente la primera etapa, les aprobaron la segunda fase de este programa. Adicionalmente, INDIMIN ha recibido apoyo de las aceleradoras de negocio de Fundación Chile para ampliar sus redes y facilitar el acceso a fuentes de financiamiento en Chile. También se sumaron a Women on the Move, organización internacional sin fines de lucro que busca promover y compartir experiencias para el desarrollo

de las mujeres y, de esta manera, ampliar su visibilidad y redes a escala internacional. Asimismo, participaron del MIT Innovation & Entrepreneurship Bootcamp en Australia, con el objetivo de ampliar su conocimiento en el estado del arte de su oferta de soluciones tecnológicas.

Sin embargo, una de las dificultades que este emprendimiento ha tenido para escalar en su validación y comercialización en la industria minera son las distancias físicas respecto a las operaciones de cada sitio minero. Los costos de preparación, que consideran exámenes médicos, certificaciones de seguridad y equipamiento para transportarse, son muy

altos tanto en términos monetarios como en la cantidad de tiempo que demandan. Esto se torna aún más difícil cuando cada operación exige distintos permisos.

Si a esto se suma que ha sido mucho más complejo -de lo que INDIMIN esperaba- encontrar mineras con una cultura de promoción de la innovación como CAP Minería, la capacidad de validarse y crecer es aún más desafiante. También ha sido todo un reto acceder a los datos necesarios y contar con tiempo del cliente. Esto último, producto de la poca disponibilidad que puede tener la persona responsable de las operaciones de carguío y transporte en la compañía minera.

its solution. In 2016 they won the fund “Piensa en Grande Minería” of Fundación Chile, which allowed them to get a grant called Flexible Assignment Seed supporting Innovation undertakings (SSAF-i). After successfully finishing the first stage, they approved the second stage of this program. Additionally, INDIMIN has received support from the business accelerators on Fundación Chile to expand their networks and facilitate their access to founding sources in Chile. They also joined Women on the Move, an international nonprofit organization that seeks to promote and shares experiences for women’s development and, thus, expand their visibility and networks on an international level. Likewise, they participated in the MIT Innovation & Entrepreneurship Bootcamp in Australia, aiming at expanding their knowledge on the state of the art of their technological solutions offer.

However, one of the difficulties that this entrepreneurship has had in validating and merchandising themselves in the mining industry, are the physical distances in respects to the operations of each mining site. The preparation costs, which consider medical exams, security certifications and transportation equipment, are very high in monetary terms as well as the amount of time they demand. This becomes even harder when each operation demands different permits.

This reality combined with the fact that for INDIMIN it has been more complex, exceeding their initial expectations, to find mining companies with a promotion culture of Innovation like CAP Minería, the ability to validate themselves and growth is even harder. Accessing the necessary data and having the client’s time has also been a great challenge. The latter is because the person responsible for the loading and transportation operations of the mining company does not have much availability.

Una de las principales dificultades que ha enfrentado INDIMIN ha sido las cláusulas de propiedad intelectual que bloquean la posibilidad de compartir los retornos por lo generado.

Desde la perspectiva de la importancia de los datos, según INDIMIN, en algunas operaciones mineras existe aún el paradigma de que lo único relevante es la producción y, por lo tanto, la información generada por los sistemas, servicios y equipos son menos significativos. Por lo que su gestión y propiedad es delegada a los respectivos proveedores. Si bien esto ha cambiado en el tiempo, la baja utilización de los datos, que no supera el 5%, demuestra la poca atención que las compañías le prestan para entender sus procesos e identificar áreas para ser más eficientes.

INDIMIN tiene el interés de continuar con la agregación de valor y mejorar su solución. La academia es un colaborador que cuenta con el conocimiento y experiencia especializada, por lo que en INDIMIN han explorado oportunidades con algunas instituciones de investigación y desarrollo. Sin embargo, la principal dificultad que han enfrentado en este aspecto han sido las cláusulas de propiedad intelectual que bloquean la posibilidad de compartir los retornos por lo generado.



From the perspective of the importance of data, according to INDIMIN, in some mining operations the paradigm that the only relevant matter is production still exists and, therefore, information that is generated by the systems, services, and equipment are less meaningful. Consequently, its management and ownership are being delegated to the respective suppliers. Although this has changed through time, the low usage of data, which does not amount to more than 5%, proves that companies pay little attention to understanding their processes and identifying areas to be more efficient.

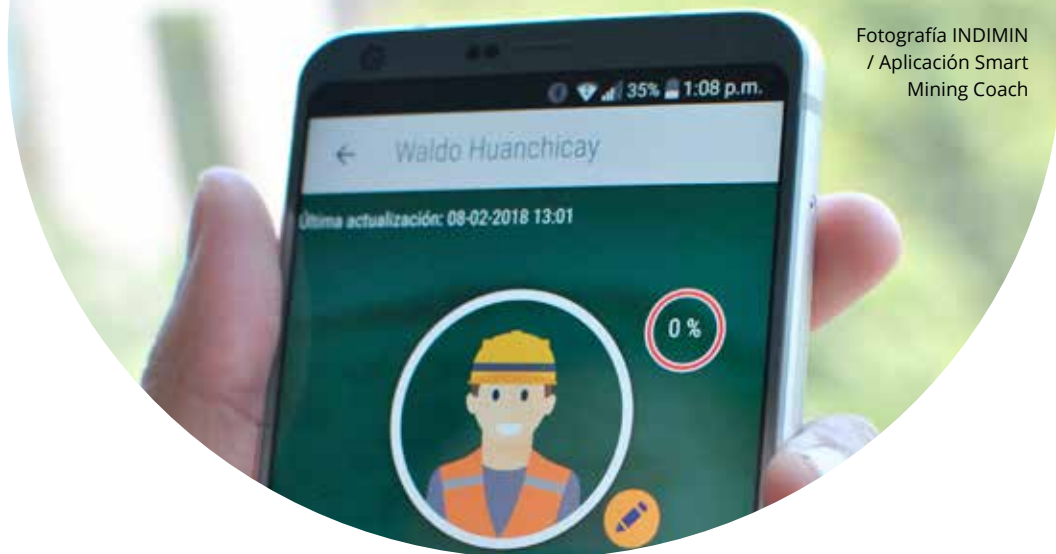
INDIMIN wishes to continue adding value and improving their solution. The academia is a contributor that has specialized knowledge and experience, that is why at INDIMIN they have explored opportunities with some research and development institutions. However, the biggest difficulty they have faced in this respect has been the intellectual property clauses that inhibit the possibility of sharing the generated income.

CREACIÓN DE VALOR

Smart Mining Coach es una solución que busca, en una primera etapa, impactar el proceso productivo de extracción minera de las palas. En particular, las metas planteadas por INDIMIN con Mina Los Colorados fueron mejorar en al menos 3% el tonelaje por balda y disminuir 12% los tiempos de carguío, a fin de lograr un aumento promedio de 6,5% de la producción anual. Sin embargo, para presentar estas metas debieron construir con el cliente una línea base que les permitiera establecer de manera objetiva la situación previa a la implementación de la innovación. Los resultados obtenidos fueron superados en el piloto realizado con Los Colorados de CAP Minería y equivalen a una mejora de 5,1% de la eficiencia en carguío, pudiéndose generar un beneficio anual en torno a los 2 a 3 millones de toneladas movidas adicionales. De acuerdo a lo expresado por el gerente de mina, ya están pasando a la fase de plataforma operacional.

Al seguir este proceso con más detalle, se trabajó no sólo con los sensores de la pala y camiones, sino que también con variables que estaban fuera de la máquina como, por ejemplo, peso, habilidades de operadores y tipo de mineral. Con esto se pudo establecer cuál sería la adecuada combinación que maximiza el tonelaje extraído y minimiza las detenciones no programadas. Con el objetivo de mostrar un caso de negocio de impacto para el cliente, todos los indicadores de desempeño definidos deben contar con los mecanismos y servicios tecnológicos que aseguren la recepción permanente de los datos y sus variables de medición, tanto del estado y desempeño de los equipos, como de los operadores.

Junto al cumplimiento de los resultados esperados por INDIMIN para el piloto, fue muy relevante la satisfacción del gerente de mina y, sobre todo, de los jefes de turno y operadores respecto del uso de la solución.

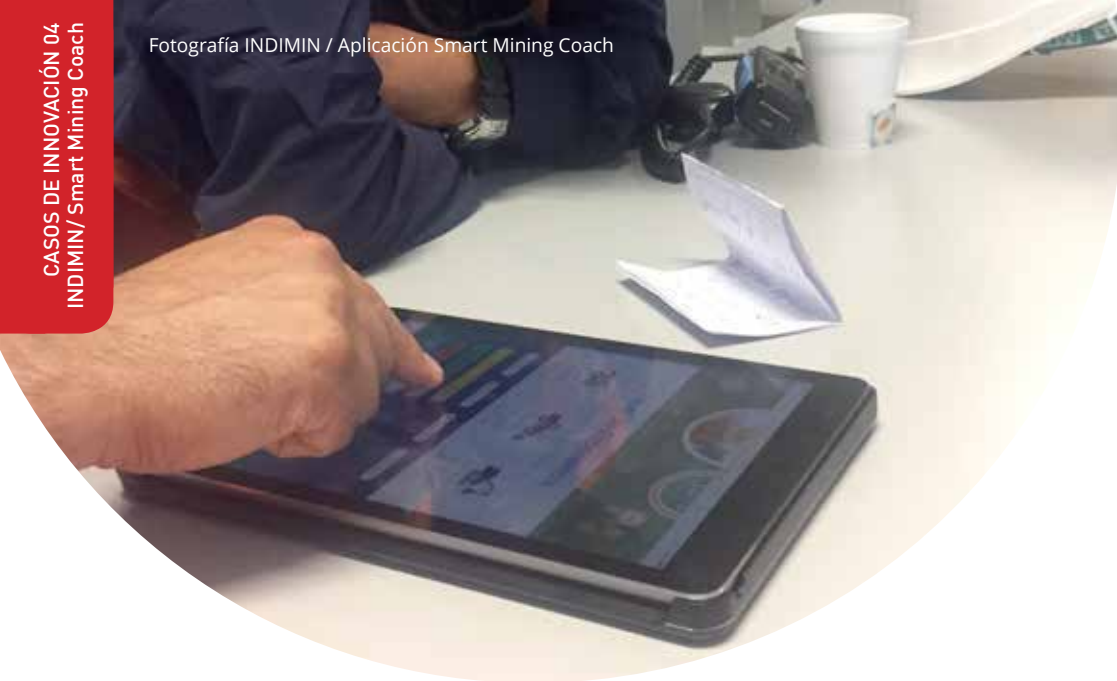


VALUE CREATION

Smart Mining Coach is a solution that seeks, in a first stage, to impact the productive process of mining extraction of shovels. Particularly, the goals set by INDIMIN with Mine Los Colorados were to improve in at least a 3% the tonnage by loading and decreased in 12% the loading times, to thus achieve an average rise of 6,5% of the annual production. Nevertheless, to set these goals they had to build a base line with the client that allowed them to establish in an objective manner the previous situation to the innovation implementation. The results acquired were exceeded in the pilot executed with Los Colorados of CAP Minería and they correspond to an improvement of 5,1% in the loading efficiency, so an annual benefit of approximately 2 to 3 million tonnes that are moved additionally, is generated. According to what the mine manager said, they are entering the operational platform stage.

By closely overseeing this process, they worked not only with the trucks and shovel sensors, but also with variables that were outside of the machine such as weight, skills of the operators and type of minerals. With this they were able to establish which would be the adequate combination that would maximize the extracted tonnage and would minimize unscheduled detentions. All the defined performance indicators must have the technological mechanisms and services that ensure the continuous reception of data and their measurement variables, of the equipment's state and performance as well as the operator, to thus show a business case that has an impact for the client.

The satisfaction of the mine manager was very relevant and, above all, of the shift managers and operators in respects to the use of the solution, alongside the fulfillment of the results expected by INDIMIN for the pilot.



La opinión recogida de parte de los operadores fue muy positiva, ya que ellos por primera vez recibieron comentarios objetivos y constructivos de manera periódica, y no solamente cuando ocurría una falla, una situación negativa o la tradicional evaluación anual. Se identificó que los trabajadores tienen interés por saber cómo hacen sus tareas, cuáles son sus fortalezas y cómo pueden mejorar.

Las diferentes fuentes de datos presentes en un sitio minero develan diversos espacios de oportunidad adyacentes a la productividad laboral, como por ejemplo la preocupación por temas de eficiencia energética. Es así como en la faena Los Colorados de CAP Minería, INDIMIN se encuentra desarrollando una nueva plataforma denominada Coach

Energy, la cual está diseñada para entregar de manera sistemática un programa de recomendaciones para la reducción del uso de combustible y energía, en torno a una gestión de mantenimiento inteligente con foco en el ahorro de costos y disminución de las emisiones de CO₂. Por ejemplo, este módulo indica la velocidad promedio de subida recomendada para que el rendimiento de consumo de combustible se reduzca en un porcentaje específico. De este modo, Smart Mining Coach se convierte en una herramienta que no sólo potencia la productividad sino que además da respuesta a la relevancia de la sostenibilidad y eficiencia energética para las operaciones mineras.

Si bien actualmente la industria objetivo de INDIMIN es la minería, también ha identificado otros sectores que necesitan aumentar la productividad a través de sus trabajadores, como son los casos de la construcción y la manufactura, donde hay una alta dependencia productiva entre un trabajador y una máquina.

INDIMIN ha explorado participar en distintas iniciativas internacionales, particularmente con Australia y Canadá, pues consideran que entrar en la casa matriz de una compañía minera como BHP, Rio Tinto o Barrick puede abrir oportunidades rápidamente a escala global.

The operators' opinion was very positive, since they for the first time received regularly objective and constructive feedback, and not only when a failure took place, a negative situation or the traditional annual evaluation. It was identified that employees have an interest on knowing how they perform their tasks, what their strengths are and how they can get better.

The different data sources available on a mining site revealed varied spaces of opportunity close to labor productivity, such as the concern regarding matters of energy efficiency. As such in the working site Los Colorados of CAP Minería, INDIMIN is developing a new platform called Coach Energy, which is designed to systematically deliver a recommendations program for the reduction of fuel and energy use, around an intelligent maintenance management which focus is on saving costs and reducing CO2 emissions. For example, this module indicated the recommended upwards average speed so that the performance of fuel consumption can be reduced in a specific percentage. Thus, Smart Mining Coach becomes a tool that not only empowers productivity, but also provides an answer to the relevance of energetic sustainability and efficiency for mining operations.

Although currently INDIMIN's target industry is mining, they have also identified other areas that need to raise their productivity through their employees, like in the case of construction and manufacturing, where they have a high productive reliance between man and machine.

INDIMIN has explored participating in multiple international initiatives, particularly with Australia and Canada, because they consider that going into a parent company of the mining area, such as BHP, Rio Tinto or Barrick can quickly open opportunities on an international level.

APRENDIZAJES

A 2 años de su creación, INDIMIN es capaz de mirar con perspectiva su trayectoria y reconocer significativos aprendizajes. A partir del diseño, desarrollo y ejecución de la solución Smart Mining Coach, sus fundadores han sacado las siguientes conclusiones:

- 1 Disciplina financiera.** Es fundamental cuidar los recursos, especialmente cuando se trata de un emprendimiento. Innovar es una carrera de largo aliento y lo mejor es contar con aquello que está más a la mano y al menor costo. Por ejemplo, si es posible, comenzar la operación de la empresa en el garaje de la casa o en la bodega, y en la medida que se tengan los recursos y las necesidades de mayor espacio, hacer el cambio.
- 2 Tener un foco claro como empresa.** Para INDIMIN es esencial que toda compañía, y en particular ellos, definan y cuenten con una propuesta de valor clara y acotada. En su caso es: «empoderar a las personas para mejorar su productividad poniendo a su disposición la mejor tecnología». Esto expresa las razones por las cuales una organización existe y la determinación de lo que quiere alcanzar. Además, es lo que convence a las personas para colaborar o trabajar en la



Fotografía INDIMIN / Aplicación Smart Mining Coach

LEARNINGS

2 years from its foundation, INDIMIN can look with perspective its trajectory and recognize significant lessons. As of the design, development, and execution of the solution Smart Mining Coach, its founders have reached the following conclusions:

1. Financial discipline. It is important to watch over the resources, especially when we are dealing with an entrepreneurship. Innovating is a long race and the best you can do is work with what is closer to you and has the lowest cost. For example, if it is possible, start the company's operation from the house's garage or the storage room, and as you

acquire resources and need a bigger space, change your center of operation.

2. As a company, have a clear focus. For INDIMIN it is essential that every company, and particularly themselves, define and have a clear and narrowed down value proposition. In its case is: "empowering people to improve their productivity putting at their disposition the best technology". This explains the reasons why an organization exists and the determination of what it wants to achieve. Moreover, it is what convinces people to collaborate or work in the organization, this has even encouraged its founders

En la medida que haya un espacio más fértil para el desarrollo de innovaciones, habrá más soluciones para crecer a ritmos más acelerados.

organización, lo que incluso ha impulsado a sus fundadores a renunciar a sus trabajos y dedicarse plenamente a INDIMIN. Es esta definición de propuesta de valor la que permite construir una solución coherente y en sintonía con la empresa.

3 Identificar socios que participen activamente en el desarrollo de la solución.

El caso de CAP Minería es un excelente ejemplo de disposición a asumir riesgos, cultura proclive a gestionar procesos de alta incertidumbre y una visión estratégica pro innovación que varias compañías mineras debieran seguir. También permitió que INDIMIN desarrollara y trabajara en una solución de alto

valor para el desafío de productividad planteado. Buscar, mostrar y argumentar a las empresas mineras la necesidad de implementar innovaciones radicales permitirá dar grandes saltos de desempeño en cortos periodos de tiempo. En la medida que haya un espacio más fértil para el desarrollo de innovaciones, habrá más soluciones como las que ofrece INDIMIN para crecer a ritmos más acelerados. Finalmente, para INDIMIN, incorporarse a un ecosistema conectado y activo de proveedores como Minnovex le ha permitido construir relaciones de confianza para estructurar soluciones más robustas e innovadoras con otras empresas que tienen recepción positiva en las compañías mineras.



to quit their jobs and fully dedicate themselves to INDIMIN. It is this value proposition definition that allows to build a coherent and attuned with the company solution.

3. Identify partners that can actively participate in the solution's development. CAP Minerías' case is an excellent example of willingness to take risks, a culture prone to managing highly uncertain processes and a pro innovation strategic vision that several mining companies should follow. It also allowed INDIMIN to develop and work a worthwhile solution for the posed productivity challenge. Seek, show and argue with mining companies the need to incorporate radical innovations will allow to give huge performance steps in short periods of time. As a more fertile workspace for the development of innovations is created, there will be more solutions similar to the ones INDIMIN offers to grow at a faster pace. Lastly, for INDIMIN, entering a connected and active ecosystem in terms of suppliers like Minnovex has allowed them to build trustworthy relations to structure bigger and more innovative solutions with other companies that have a positive reception in mining companies.