

02

A P L I K

SISTEMA DE MONITOREO DE RIEGO EN PILAS DE LIXIVIACIÓN

LEACHING PAD IRRIGATION MONITORING SYSTEM

El Sistema de Monitoreo de Riego en Pilas de Lixiviación desarrollado por Aplik permite determinar en tiempo real y de forma automática la calidad y distribución del riego, aumentando la eficiencia de extracción de cobre y reduciendo accidentes por inspección.

Leaching Pad Irrigation Monitoring System developed by Aplik allows determining in real time and automatically, the quality and distribution of the irrigation, increasing efficiency in copper extraction and reducing accidents due to inspections.





APLIK
Investigación y Tecnología Aplicada

CONTACTO / CONTACT:

Reiner Breuer
Gerente Comercial

www.aplik.cl
+56 32 2660420
Avenida Libertad 1348, oficina 1002
Viña del Mar - Chile

RESEÑA DE LA EMPRESA

Aplik es una empresa especializada en el desarrollo e implementación de productos y servicios relacionados con tecnologías de visión artificial, control automático, robótica, data mining y modelamiento. Fue formada el año 2001 por Reiner Breuer, Víctor Lonza, Daniel Serpell y Guillermo Vidal. Desde sus inicios ha estado conformada por especialistas en electrónica, informática, mecánica y metalurgia. Esto les ha permitido identificar oportunidades y proponer innovaciones para la industria minera en los principales procesos de la cadena de valor, desde la tronadura hasta la entrega del producto al cliente final, lo que se ha concretado en múltiples soluciones de monitoreo, medición, control y predicción de fallas.

Uno de sus primeros desarrollos fue una aplicación de visión artificial para la inspección de cátodos de cobre, con el apoyo de BHP, la que se implementó en las tres operaciones de la compañía: Cerro Colorado, Spence y Escondida. Entre sus soluciones más conocidas están el Sistema predictivo para identificar fallas en correas transportadoras de mineral, el Sistema de medición de calidad de cátodo de cobre y el Sistema de Monitoreo y Medición de Riego en Pilas de Lixiviación. Este último fue reconocido por BHP en 2013 con el Premio HSEC en la categoría seguridad, por su contribución a reducir la exposición a riesgos de los operarios ante fallas de terreno y contacto con sustancias peligrosas. El certamen destaca anualmente a las mejores inicia-



COMPANY OVERVIEW

Aplik is a company specialized in the development and implementation of products and services related to computer vision, automatic control, robotics, data mining, and modeling. It was created in 2001 by Reiner Breuer, Víctor Lonza, Daniel Serpell, and Guillermo Vidal, and since its beginning, it has been comprised of specialists in electronics, IT, mechanics, and metallurgy. This has allowed them to identify opportunities and propose innovations for the mining industry in the primary value chain processes, from blasting to delivery of the product to the end customer, which has been solidified in multiple solutions regarding monitoring, measuring, control, and predicting malfunctions.

One of its first developments was a computer vision application for inspecting copper cathodes, with the support of BHP, which was implemented in the company's three operations: Cerro Colorado, Spence, and Escondida. Some of its most well-known solutions include the Predictive System for Identifying Malfunctions in Mineral Conveyor Belts, the System for Measuring the Quality of Copper Cathodes, and the Leaching Pad Irrigation Monitoring System. This last solution was recognized by BHP in 2013 with the HSEC Award in the safety category for its contribution to reducing the exposure of operators to risks involving on-site malfunctions and contact with hazardous materials. The contest grants annual awards to the best initiatives implemented in the company's



tivas implementadas en las operaciones de la compañía a nivel global en salud, seguridad, medio ambiente y comunidades.

Desde 2011 han participado en el Programa de Proveedores de Clase Mundial impulsado por BHP a través de múltiples desafíos como el monitoreo de riego de pilas, el monitoreo estructural de pica-roca en Minera Spence, el aumento de vida útil de cable de palas eléctricas y alineación automática de correas de alimentación en Minera Escondida.

Ser parte de este programa les ha permitido contar con apoyo para la investigación y protección intelectual, además de acelerar el proceso de desarrollo de las soluciones y lograr mayor visibilidad al interior de estas operaciones.

En el 2016, con el fin de dar un nuevo impulso comercial y de negocio, Aplik realizó una reestructuración en la cual Daniel Serpell asumió como gerente técnico y Reiner Breuer como gerente comercial. Ambos tomaron las responsabilidades de la Gerencia General de la empresa. Separar las áreas técnicas y comerciales les ha servido para mantener el foco en sus departamentos y construir nuevas alianzas con empresas como TTM, líder nacional en suministro y mantenimiento de correas transportadoras, con presencia en prácticamente todas las faenas mineras nacionales; Geotechnos, especialista en soluciones de geotecnia para la minería; Verne, proveedores de equipos, insumos y servicios



para la industria minera, y recientemente con Bridon Bekaert The Ropes Group, líder mundial en la fabricación de alambres y cables de acero.

Adicionalmente, consolidaron su participación en el mercado minero con servicios en Minera Gabriela Mistral, Minera Spence y Minera Escondida, además de otros clientes que han adquirido tecnologías de Aplik como Minera Cerro Colorado, Minera El Teniente y Xstrata Technology, hoy Glencore Technology.

operations at the global level in health, safety, environment, and communities.

Since 2011, they have participated in the World Class Suppliers Program promoted by BHP involving multiple challenges such as monitoring heap irrigation, structural monitoring of rock-breakers at Minera Spence, the increase of the useful life of power shovel cables and the automatic alignment of conveyor belts at Minera Escondida.

Being part of this program has allowed them to rely on support for research and intellectual protection, as well as accelerate the development process of the solutions and achieve greater visibility within these operations.

With the aim giving the business a new boost, in 2016, Aplik underwent a re-structuring in which Daniel Serpell took on the role of technical manager and Reiner Breuer as business manager. Both also took on the responsibilities of the company's General Management. Separating the commercial and technical areas has allowed them to keep the focus on their departments and build new partnerships with companies such as TTM, a domestic leader in supply and maintenance of conveyor belts with a presence in practically all national mining activity; Geotechnos, specialist in geotechnical solutions for mining; Verne, suppliers of equipment, supplies, and services for the mining industry, and recently with Bridon Bekaert The Ropes Group, global leader in the manufacturing of steel wiring and cables.

In addition, they solidified their participation in the mining market with services at Minera Gabriela Mistral, Minera Spence, and Minera Escondida, as well as other clients that have purchased Aplik technologies, such as Minera Cerro Colorado, Minera El Teniente and Xstrata Technology, now Glencore Technology.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

PROBLEMA

Una pila de lixiviación es donde ocurre el proceso hidrometalúrgico que permite obtener el cobre de los minerales oxidados que lo contienen, aplicando una disolución de ácido sulfúrico y agua. Este proceso se basa en que el cobre contenido en las especies mineralógicas es sensible al ataque de soluciones ácidas, lo que posibilita su decantación y posterior recuperación.

La operación y mantenimiento adecuado de una pila de lixiviación son procesos complejos que involucran una serie de variables operacionales a ser controladas: inventario de soluciones, distribución uniforme del riego en la superficie de la pila, variaciones del nivel freático, entre otras. En el proceso de riego, estos factores cambian en el tiempo de acuerdo a requerimientos metalúrgicos del mineral tratado, deterioro del mineral y generación de apozamientos y canalizaciones, variaciones de presión y daños en el sistema de riego que se traducen en generación de áreas sin regar. De esta forma, para que las compañías mineras aumenten la eficiencia metalúrgica de las pilas de lixiviación, se requiere monitorear y manejar estas variables operativas de forma oportuna, de modo de maximizar la extracción de cobre.

Una pila de lixiviación puede tener un área de entre 60 y 130 hectáreas, esto equivale a un terreno de 300 metros de ancho por 2000 a 4300 metros de largo. Más simplemente, una pila puede contener entre 70 y 160 canchas de fútbol juntas. A esto se debe agregar la altura correspondiente al material, que es de aproximadamente 8 metros. Por lo tanto, controlar, entender y medir lo que ocurre en estas grandes extensiones de mineral se trans-



DESCRIPTION AND CHARACTERISTICS OF THE INNOVATION

PROBLEM

A leaching heap is where the hydro-metallurgical process occurs that allows copper to be obtained from the oxide minerals that contain it, by applying a solution of sulfuric acid and water. Since copper contained in the mineralogical species is susceptible to an attack from acidic solutions, which makes its settling and subsequent recovery possible, this process is possible.

Proper operation and maintenance of a leaching heap are complex processes that involve a number of operational variables that need to be controlled: inventory of solutions, even distribution of irrigation on the surface of the heap, variations of the water table, among other things. Within the irrigation process, these factors change over time according to the metallurgical requirements of the treated mineral, deterioration of the mineral and

generation of ponds and channels, pressure variations, and damages to the irrigation system which translates into the presence of areas that have not been irrigated. Therefore, for mining companies to increase the metallurgical efficiency of the leaching heaps, it is necessary to monitor and manage these operational variables in a timely manner to maximize copper extraction.

A leaching heap can have an area between 60 and 130 hectares, which is the equivalent of a plot measuring 300 meters in width by 2000 to 4300 meters in length. Put in simpler terms, a heap may contain between 70 and 160 soccer fields all together. The height of the material must also be considered, which is approximately 8 meters. Therefore, controlling, understanding, and measuring what happens in these expansive spaces of mineral becomes



forma en una tarea costosa, peligrosa y difícil de realizar para una o varias personas.

Por los distintos tipos de problemas que pueden ocurrir en una pila de lixiviación, la forma usual para monitorearla es con operadores que inspeccionan en terreno su funcionamiento y reparan las fallas del sistema. Esta inspección consiste en caminar sobre y alrededor de las pilas para identificar áreas con exceso o deficiencia de riego, como también problemas en el sistema de regadío, lo que dificulta determinar en corto tiempo problemas y acciones correctivas. Adicionalmente, se dedican muchas horas de trabajo de los operadores para realizar esta inspección versus el tiempo destinado a la

reparación del sistema lo que, sumado al alto riesgo de accidentes, hace que este proceso sea crítico.

Otro problema en las pilas de lixiviación es que el exceso de riego en áreas específicas puede producir derrumbes dentro de la pila, lo que representa un foco de riesgo tanto para las personas como para los activos de la empresa. Si un operador pasa por una de estas zonas, donde puede producirse un derrumbe, está expuesto a un riesgo que podría llegar a ser fatal. Por esta razón, se hace necesario contar con un mecanismo que abarque la pila en toda su extensión y visualice lo que está ocurriendo en el proceso de riego y la estabilidad del terreno, de



Fotografía Antofagasta Minerals

manera de hacer que la operación sea más eficiente y segura.

Particularmente para el caso de Minera Spence, con quien Aplik comenzó trabajando desde su creación en el 2005, se observaron necesidades y problemas en la operación. Esta interacción directa en faena les permitió identificar el desafío de monitoreo de las pilas y realizar un primer piloto que midiera su nivel de riego. Los resultados obtenidos en Spence mostraron que tenían interesantes oportunidades de mejora en el riego y se confirmó la necesidad de contar con una solución para estos problemas.

an expensive, dangerous, and difficult task for one or several people to carry out.

Due to different types of problems that can occur in a leaching heap, the typical manner for monitoring it is with operators who conduct an on-site inspection of operations and repair system failures. This inspection involves walking on and around the heaps to identify the areas with an excess of or lack of irrigation, as well as problems with the irrigation system, which complicates determining problems and corrective actions over the short term. Furthermore, operators devote many hours of work to conducting this inspection in comparison to the time designated to system repair, which, when added to the high risk of accidents, makes this process critical.

Another problem in the leaching heaps is that excessive irrigation in specific areas can cause collapses within the heap, which poses a risky situation for people and for company assets. If an operator passes by one of these zones where a collapse could occur, he/she becomes exposed to a risk that could end up being fatal. This makes it essential to have a mechanism that encompasses the entire heap and visualizes what is happening in the irrigation process and with the stability of the land, for the operation to be safer and more efficient.

Specifically, in the case of Minera Spence, with whom Aplik has been working since its creation in 2005, needs and problems were observed in the operation. This direct interaction on-site allowed them to identify the challenge of heap leach monitoring and to carry out a first pilot test that would measure the irrigation level. The results obtained at Spence demonstrated that they had interesting opportunities for improvement in irrigation, and the need for a solution to these problems was confirmed.



SOLUCIÓN

Considerando lo crítico que resulta el control operacional de una pila de lixiviación, tanto para la productividad de la operación como para la seguridad de sus operarios, el área de lixiviación de Minera Spence planteó el requerimiento de mejorar el proceso de riego y disminuir la exposición a situaciones de riesgo durante su monitoreo. Es así como Aplik, el año 2010, inició el desarrollo del Sistema de Monitoreo y Medición del Riego en Pilas de Lixiviación, el cual desde el año 2013 se encuentra completamente operativo.

Los requerimientos técnicos planteados por BHP fueron disponer de un sistema de

inspección automático, remoto y no invasivo. La solución desarrollada por Aplik permite monitorear la superficie de la pila de lixiviación y determinar, en tiempo real y automáticamente, la calidad y distribución del regado, detectar apozamientos y zonas secas, canalizaciones, zonas de baja presión en el riego, filtraciones, roturas de tuberías, aspersores caídos o fallas en el sistema de goteros. De esta forma, contribuye a reducir la variabilidad en la calidad de riego del proceso de lixiviación, ya que entrega información cuantitativa del estado de la pila para tomar en el menor tiempo posible decisiones operativas

que maximicen los resultados de extracción de cobre durante este proceso.

La innovación de Aplik cuenta con equipamiento de hardware, adquirido internacionalmente e integrado por Aplik, y software, desarrollado por ellos mismos, el cual permite utilizar un sistema de visión artificial y uno de análisis y procesamiento de imágenes de la pila, para así determinar qué ocurre con ella en toda su extensión. El sistema de visión artificial está compuesto por un conjunto de cámaras (termográficas-infrarrojas y de luz visible) instaladas sobre una torre telescópica de aproximadamente 60 metros de altura,

SOLUTION

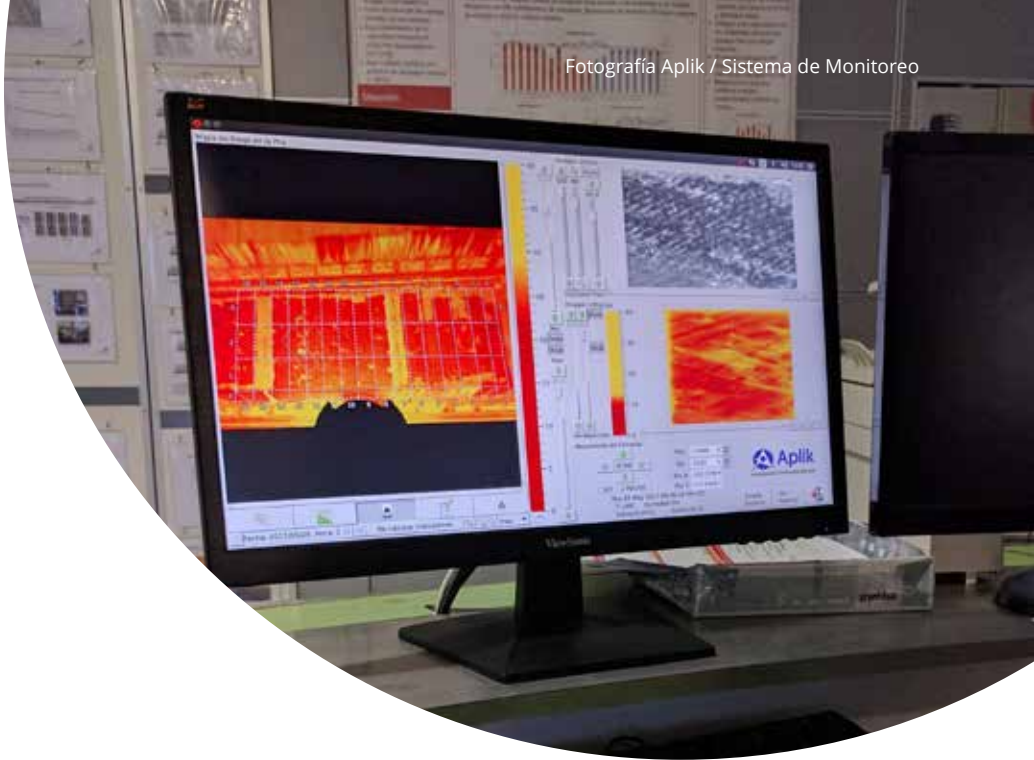
Considering how essential operational control is of the leaching heap, both for the productivity of the operation and the safety of its operators, the leaching area at Minera Spence suggested the need to improve the irrigation process and reduce exposure to risky situations during monitoring. Therefore, in 2010, Aplik began development of the Leaching Pad Irrigation Monitoring System, which has been completely operational since 2013.

The technical requirements suggested by BHP were to have an automatic, remote, non-invasive inspection system. The solution developed by Aplik allows for monitoring the surface of the leaching heap and determining the quality and distribution of irrigation automatically and in real time, thereby detecting ponds and dry zones, channels, zones with low-pressure irrigation, leaks, pipe breaks, fallen sprinklers, or failures in the irrigation system. As such, it contributes to the reduction of variability in the quality of irrigation in the leaching process, as it provides quantitative information on the condition of the heap to make operational decisions in the shortest possible time frame that maximize the results of copper extraction during this process.

Aplik's innovation involves hardware equipment that was purchased internationally and integrated by Aplik, as well as own developed software. This software allows a computer vision system to be used, as well as an analysis and processing system of images from the heap to determine what is happening throughout the heap. The computer vision system is comprised of a set of cameras (thermographic infrared and visible light) installed on a telescopic tower measuring approximately 60 meters in height, which covers a leaching heap of approximately 300,000 meters². A far-reaching thermographic camera can observe and cover the entire surface of the heap every 15

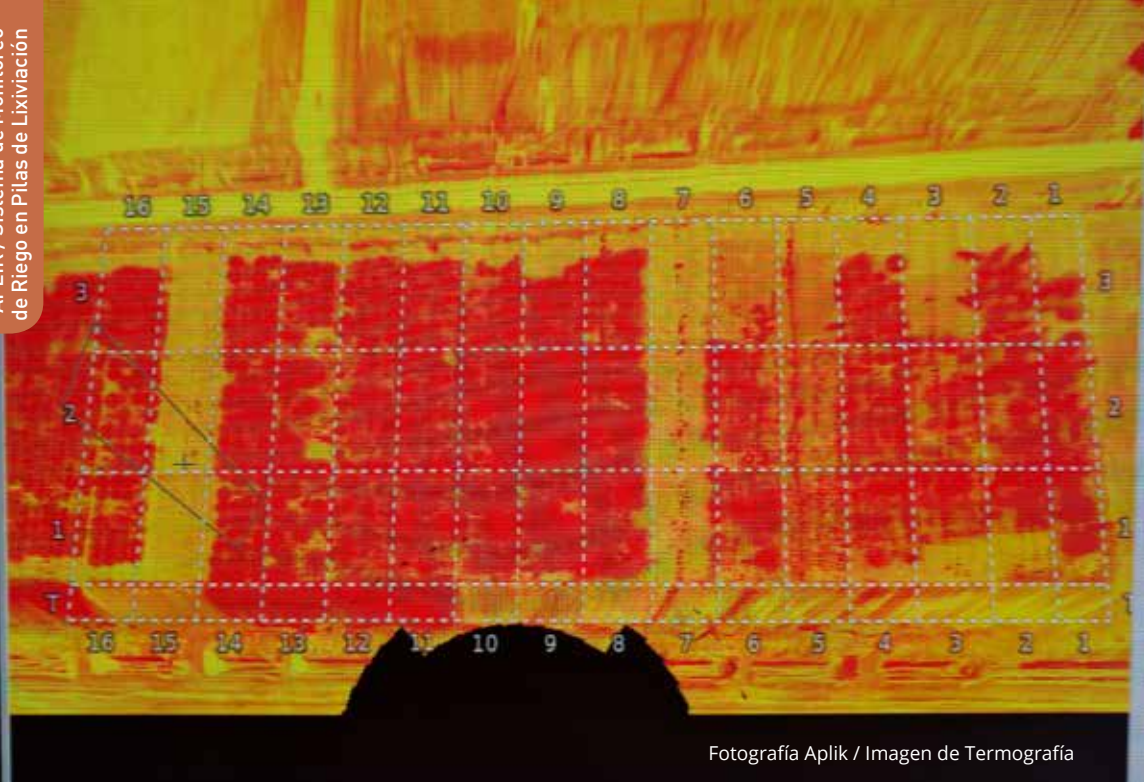
Se puede medir las 24 horas del día lo que ocurre con el riego y forma de la pila de lixiviación, permitiendo conocer cuán eficiente es el riego para extraer el cobre.

la cual cubre una pila de lixiviación de aproximadamente 300.000 m². Una cámara termográfica de largo alcance puede observar y cubrir toda la superficie de la pila cada 15 minutos y genera un mapa con el estado del riego y las fallas. Una segunda cámara de luz visible permite al operador inspeccionar la pila de forma manual, lo que complementa el escaneo automático. Los datos obtenidos automáticamente por el sistema y los comentarios de los operadores se registran en un sistema en línea para acceder a toda la historia de la pila desde su formación, acopio, hasta su cierre. Este registro histórico determina tendencias de calidad de riego e identifica derrumbes, lo que impacta en disminuir las pérdidas de solución y accidentes laborales. Con esta instrumentación es posible medir ininterrumpidamente las 24 horas del día lo que ocurre con el riego y forma de la pila de lixiviación, junto con estimar la humedad del terreno a través del cambio de sus características cromáticas y de temperatura. De esta manera es posible saber cuán eficiente es el riego para extraer el cobre de la pila.



minutes, and it generates a map with the status of irrigation and failures. A second, visible-light camera enables the operator to inspect the heap manually, which complements the automatic scanning. The data obtained automatically by the system and the comments of the operators are recorded in an online system to be able to access the entire history of the heap since its formation, stockpiling, and up until its closing. This historic record determines trends in the quality of the irrigation and identifies collapses, which has an effect by reducing the loss of solution and work-related accidents. Using these instruments, it is possible to measure what is occurring with irrigation and the form of the leaching heap, without interruptions for 24 hours a day, as well as estimate the humidity of the land through changes in its chromatic and temperature-related characteristics. This way, it is possible to know how efficient irrigation is for extracting copper from the heap.

The analysis and processing system interprets the images, and then through mathematical algorithms it deter-



Fotografía Aplik / Imagen de Termografía

El sistema de análisis y procesamiento interpreta las imágenes y, mediante algoritmos matemáticos, determina la calidad y distribución del riego a través de la evolución temporal de las características cromáticas y de temperatura de las superficies regadas en la pila de lixiviación. Además, entrega un mapa que indica la calidad y distribución del riego para que los operadores tomen acciones correctivas en forma oportuna. También se generan reportes por áreas específicas de la pila con gráficos que indican su estado actual y la evolución de los indicadores clave, como los porcentajes de área regada, zonas sin regar y homogeneidad del riego.

Con estos datos procesados, se aplican

algoritmos de análisis y minería de datos para obtener información útil acerca del proceso de riego. Mediante el uso de este insumo se obtiene la experiencia y conocimiento necesario para disminuir la incertidumbre e incluso realizar predicciones sobre el proceso y, de esta manera, traspasar los datos al cliente en la forma que estime conveniente para la toma de decisiones. Además, el sistema se puede configurar para establecer alarmas automáticas que notifiquen condiciones críticas como, por ejemplo, la aparición de cortes de mangueras en los módulos de lixiviación y cantidad excesiva o insuficiente de solución de regado en la superficie.

Aplik diseñó y construyó esta solución con-

siderando las condiciones y entorno de una faena minera, por lo que el equipamiento cumple con los requerimientos para ser catalogado como *Heavy Duty*. Esto quiere decir que opera sin problemas bajo condiciones extremas de exposición a polvo, sol, lluvia, vientos y ambiente ácido (pilas). Adicionalmente, es resistente a las condiciones geográficas y operacionales de la minería, con temperaturas extremas y disponibilidad las 24 horas del día, los 365 días del año. Estas características reducen costos y tareas de mantenimiento del sistema lo que, para el caso de Minera Spence, se tradujo en un plan de revisión y limpieza cada 35 meses.

Además de estas capacidades de resistencia y operación, Aplik desarrolló sus sistemas

mines the quality and distribution of irrigation through the temporal evolution of the chromatic and temperature-related characteristics on the irrigated surfaces in the leaching heap. It also provides a map indicating the quality and distribution of irrigation so that operators can take corrective actions in a timely manner. Reports are also generated for specific areas of the heap with graphics indicating its current status, and the evolution of the key indicators, such as percentages of the area irrigated, zones without irrigation, and homogeneity of irrigation.

With this processed data, analysis and mining data algorithms are applied to obtain useful information on the irrigation process. Using this input, necessary experience and information is obtained to reduce uncertainty and even carry out predictions regarding the process, and, as such, hand over the data to the client in the manner they deem best to be able to make decisions. Furthermore, the system can be configured to set automatic alarms that notify of critical conditions, such as the presence of hose shut-offs in the leaching modules, and an excessive or insufficient amount of irrigation solution on the surface.

Aplik designed and built this solution in consideration of the conditions and surrounding areas of a mine site, and, therefore, the equipment meets the requirements to be categorized as Heavy Duty. This means it operates without any problems in extreme conditions involving exposure to dust, sun, rain, wind, and an acidic environment (heaps). What is more, it can withstand the geographic and operational conditions of mining with extreme temperatures and availability 24 hours a day, 365 days a year. These characteristics reduce costs and maintenance tasks to the system, which, for Minera Spence, translated into a review and cleaning plan every 35 months.

Along with the resistance and operational capacities, Aplik developed its visualization and analysis of software systems with features for communicating with other complementary systems, such as Osisoft PI System for plant management and control, which

Aplik desarrolló sus sistemas de software de visualización y análisis con las funcionalidades para comunicarse con otros sistemas complementarios.

de software de visualización y análisis con las funcionalidades para comunicarse con otros sistemas complementarios como, por ejemplo, Osisoft PI System para la gestión y control de plantas, lo que hace posible integrar la información en las distintas etapas del proceso de lixiviación, extracción por solvente y electroobtención. Esto facilita la integración e interoperabilidad de la faena minera y permite tomar decisiones que busquen el óptimo global de toda la cadena de valor productiva.

En resumen, Aplik ha identificado las siguientes ventajas de su Sistema de Monitoreo:

- 1 Aumentar la calidad de riego de las pilas de lixiviación y, con ello, incrementar la eficiencia metalúrgica.
- 2 Entregar información cuantitativa para la toma de decisiones oportunas.
- 3 Ofrecer inspecciones remotas no invasivas.
- 4 Reducir riesgos para los operadores de las pilas.
- 5 Disminuir la pérdida de solución líquida para lixiviar.
- 6 Reducir los riesgos de derrumbes en las pilas.
- 7 Mantener un historial de la pila para establecer tendencias de riego y posibles puntos de derrumbe.



makes it possible to integrate the information in different stages of the leaching process, extraction with solvent, and electrowinning. This facilitates the integration and interoperability of the mining project and allows decisions to be made that aim for overall optimization throughout the productive value chain.

In short, Aplik has identified the following advantages of their Monitoring System:

1. Increase the quality of irrigation of the leaching heaps, thereby increasing metallurgical efficiency.
2. Provide quantitative information to make timely decisions.
3. Offer remote, non-invasive inspections.
4. Reduce risks to the operators of the heaps.
5. Decrease the loss of liquid solution for leaching.
6. Lower the risk of collapses in the heaps.
7. Maintain a record of the heap to determine irrigation trends and possible collapse points.



PROCESO DE INNOVACIÓN - FACILITADORES Y BARRERAS

Aplik ha enfocado sus desarrollos de soluciones tecnológicas en facilitar la entrega de información relevante a través del monitoreo, medición, control de procesos y predicción de fallas en las distintas etapas de la cadena de valor de la industria minera. Sus clientes pueden entender lo que ocurre y así tomar decisiones operacionales en el momento y con los antecedentes adecuados.

En términos generales, su proceso de innovación formalmente declarado comienza junto con el cliente en el levantamiento de problemas y posibilidades de mejora. Basado en esto, Aplik investiga qué existe en el mercado para resolver esas necesidades y

qué patentes hay disponibles al respecto. Posteriormente elabora una propuesta con una solución a sus clientes, la cual, una vez aprobada, lleva al diseño conceptual de la solución. Luego sigue el desarrollo de la ingeniería básica y de detalles para pasar a la construcción de un piloto, el cual considera la instalación y posterior mantenimiento, implementación y acompañamiento por parte de Aplik en la operación. De esta forma, aseguran que la solución genere el valor esperado. Después del piloto, Aplik realiza el empaquetamiento tecnológico de la solución y define cómo comercializarla e implementarla de manera sistemática. Junto con esto, establece



INNOVATION PROCESS – FACILITATION AND BARRIERS

Aplik has focused its developments of technological solutions on facilitating the provision of relevant information via monitoring, measurement, control of processes, and prediction of failures in the different stages of the value chain of the mining industry. Their clients can understand what is going on and thus make immediate operational decisions while in possession of adequate information.

In general terms, their formally declared innovation process begins together with the client when suggesting problems and possible improvements. Based on this, Aplik researches what is out there in the market for addressing these needs, and what patents are available in respect thereof. After this, they create a proposal with a solution for their clients, which, once approved, leads to the conceptual design of the solution. Next, the development of basic engineering occurs, and of details for proceeding to the construction of a pilot test, which considers the installation and subsequent maintenance, implementation and support in the operation from Aplik. As such, they guarantee the solution will generate the expected value.

After the pilot, Aplik develops the technological package for the solution and defines how to systematically market and implement it. Along with this, it defines the essential elements for making it more appealing to new clients, such as specific system features according to the requirements of the mining company. The innovation process concludes with the intellectual and industrial protection of the generated knowledge, in the event this can be protected. This is how the technology of Leaching Pad Irrigation Monitoring System was patented by Aplik in Chile, Australia, Peru, and the United States.

In addition, the company is constantly developing technological research activities to perfect their solutions. In the case of heap leach

cuáles son los elementos necesarios para facilitar su llegada a nuevos clientes como, por ejemplo, funcionalidades específicas del sistema de acuerdo a los requerimientos de la empresa minera. El proceso de innovación concluye con la protección intelectual e industrial del conocimiento generado, en caso que este se pueda proteger. Es así como la tecnología del Sistema de Monitoreo de Pilas de Lixiviación fue patentada por Aplik en Chile, Australia, Perú y Estados Unidos.

Adicionalmente, la empresa desarrolla de manera permanente actividades de investigación tecnológica para perfeccionar sus soluciones.

En el caso del monitoreo de las pilas de lixiviación, la investigación respecto de las tecnologías de cámaras ópticas y termográficas, así como de sistemas de visión artificial, contribuyó directamente a la calidad y aplicación de su solución.

Con el objetivo de comprender en detalle los problemas de monitoreo en las pilas de lixiviación, cómo se realizaban en terreno las tareas asociadas a este proceso y cuál era la visión y sugerencias de los trabajadores en Minera Spence, Aplik se instaló en esta operación durante un año. Esto fue posible gracias a la buena experiencia que había tenido anteriormente en Spence. De esta forma, pudieron aprender en detalle sobre el proceso de gestión de una pila de lixiviación, el comportamiento, la instalación, el mantenimiento y cómo se concluye el ciclo. Al contar con la participación del cliente se generó un mayor grado de involucramiento entre las personas que conformaban los equipos de trabajo. Esto les permitió conocer la experiencia y obtener conocimientos del proceso de lixiviación de Minera Spence. A partir de este trabajo conjunto, generaron los espacios de confianza para que Aplik pudiera aportar con sus conocimientos en robótica, cámaras y software de visión artificial, entre otros.

Ser un proveedor local es una oportunidad que Aplik ha buscado capitalizar. Esto incluye desde detectar y dar solución temprana a la falla de equipos, hasta mantener presencia permanente en las faenas mineras y con sus clientes. De este modo pueden ofrecer un servicio de mayor valor agregado y más competitivo que un proveedor internacional.

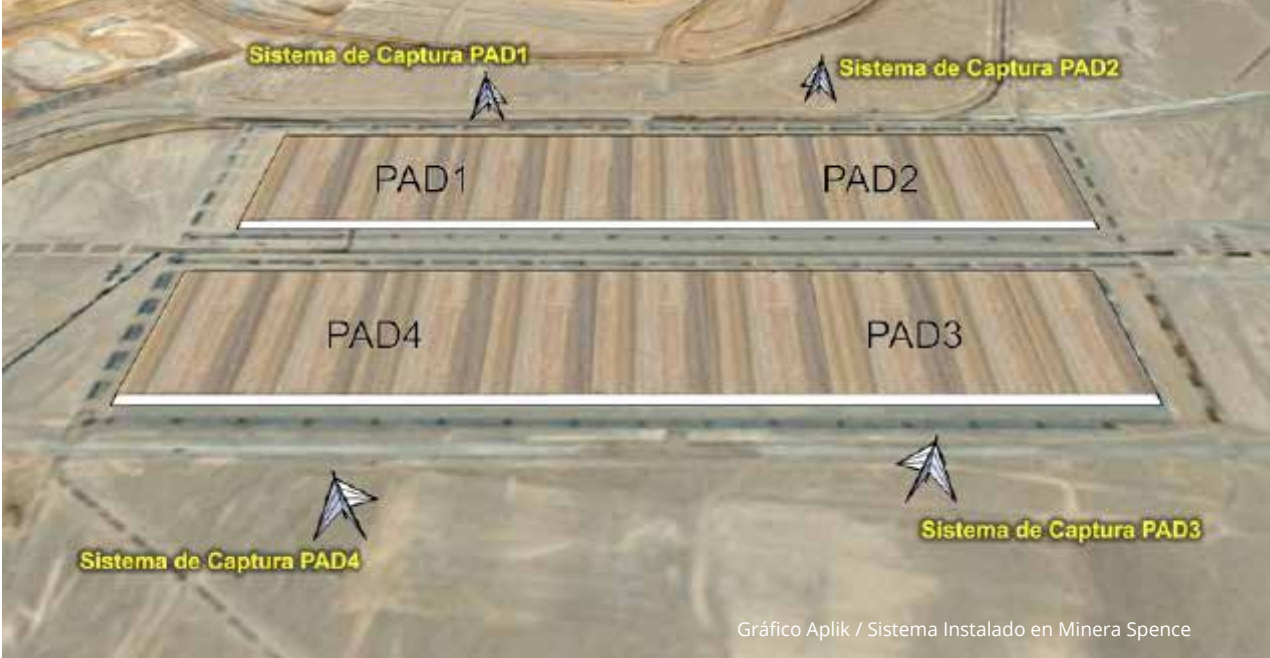


Gráfico Aplik / Sistema Instalado en Minera Spence

monitoring, the research on the technology for the optical and thermographic cameras, as well as the computer vision systems, contributed directly to the quality and application of the solution.

With the aim of fully understanding the monitoring problems in the leaching heaps, how the tasks related to this process were being carried out in the field, and the vision and suggestions of the workers at Minera Spence, Aplik took part in this operation for one year. This was possible due to the positive experience it had previously had at Spence. Thus, they were able to learn in detail about the management process of a leaching heap, the behavior, installation, maintenance, and how the cycle ends. Thanks to the client's participation, a greater degree of involvement was observed among the people who were part of the work teams. This allowed them to understand the experience and acquire knowledge on the leaching process at Minera Spence. Based on this collaborative work, an environment of trust was created so that Aplik could contribute its knowledge in robotics, cameras, and computer vision software, among other things.

Being a local supplier is an opportunity that Aplik has aimed to capitalize on. This includes everything from detecting and providing timely solutions for equipment failures, to maintaining an ongoing presence in the mining sites and with their clients. As such, they are able to offer a service with greater added value that is more competitive than an international supplier.

El desarrollo realizado no sólo era novedoso en Chile, sino que una innovación de escala internacional.

Contar con el reconocimiento internacional de BHP les permitió darse a conocer y ofrecer su solución de Monitoreo de Pilas de Lixiviación a otras operaciones de la compañía. Además, confirmó que el desarrollo realizado no sólo era novedoso en Chile, sino que una innovación de escala internacional. El premio HSEC de BHP, acompañado de iniciativas como el Programa de Proveedores de Clase Mundial han permitido que Aplik construya y ofrezca soluciones innovadoras a desafíos específicos declarados por las compañías mineras. También se han reducido las barreras de entrada a empresas proveedoras de menor tamaño, pero tecnológicamente muy competitivas.

Adicionalmente, pueden identificar ciertos factores clave que promueven el desarrollo de innovación. Uno de ellos es aquel en que los clientes tienen definida la priorización de sus desafíos. En el caso de Minera Spence, el que hayan manifestado con detalle sus problemas productivos y de seguridad permitió trabajar de manera más efectiva. Aquí se expresó claramente en qué procesos se requería alcanzar mayor productividad y

competitividad. El segundo factor es el apoyo permanente que el cliente da al proveedor para dar el salto y crear soluciones de valor para ellos y la minería. En el caso de Minera Spence, Aplik pudo medir, probar y validar su solución de monitoreo de pilas, por lo que avanzaron con mayor agilidad en estructurar una solución. El último factor se refiere al hecho de que BHP haya puesto a disposición un equipo técnico y de coordinación en Minera Spence, lo que permitió a Aplik conocer continuamente su desempeño, áreas de debilidad y definir acciones para mejorarlas.

No obstante, la empresa también se ha enfrentado a barreras. Considerando los ciclos de precio de la industria minera, Aplik decidió tener una estructura organizacional acotada y, por lo tanto, a lo largo de su historia ha tenido dificultades para ganar la confianza y respaldo corporativo de parte de las compañías mineras, ya que éstas prefieren grandes proveedores con espaldas financieras que garanticen el adecuado desarrollo del proyecto. Desde un punto de vista operacional, la compañía minera centra sus esfuerzos en el cumplimiento de sus metas de producción.



Receiving international recognition from BHP allowed them to become known and offer their Monitoring Solution for Leaching Pad Irrigation to other operations in the company. Furthermore, it confirmed the development achieved was not only novel in Chile, but also at the international level. The HSEC Award from BHP, along with initiatives such as the World Class Suppliers Program, have allowed Aplik to build and offer innovative solutions for specific challenges declared by mining companies. Entry barriers have also gone down for smaller supplier companies that are technologically competitive.

In addition, they can identify certain key factors that promote the development of innovation. One of these factors is one in which the clients have prioritized their challenges. In the case of Minera Spence, the fact that they declared their production and safety problems in detail allowed work to be done more effectively. It was clearly expressed here which processes needed to achieve greater productivity and competitiveness. The second factor is the constant support the client gives the supplier to be able to take the leap and create valuable solutions for them and the mining industry. In the case of Minera Spence, Aplik was able to measure, test, and validate its heap monitoring solution, and therefore they advanced more swiftly in structuring the solution. The last factor refers to the fact that BHP provided them with a technical and coordinating team at Minera Spence, which allowed Aplik to constantly be aware of their performance, weak areas, and to define actions to improve them.

Nevertheless, the company has also run into obstacles. Considering the price cycles of the mining industry, Aplik decided to have a limited organizational structure. Therefore, it has had difficulty throughout its history with earning the trust and corporate endorsement of mining companies, given that these companies prefer large suppliers with financial backing that guarantees the proper development of the project. From an operational standpoint, mining companies focus their efforts on fulfilling their production goals. As such, whenever

La relación entre minera y proveedor es la que permite definir en conjunto los desafíos a trabajar, generando las sinergias necesarias para el desarrollo de soluciones innovadoras.

Por lo tanto, cuando hay una solución innovadora que requiere ser validada y no está en la línea crítica de operación, tienen una priorización muy baja, lo que impide avanzar con la innovación. Esto es lo que le ha ocurrido al Sistema de Monitoreo de Riego en Pilas de Lixiviación con otras operaciones mineras, donde se requiere mostrar que la solución es funcional para esa faena y que agrega valor antes de ser implementada.

Adicionalmente, hay compañías mineras que no cuentan con un modelo de innovación abierta como el de BHP que facilite el trabajo conjunto entre mineras y proveedores, lo que hace más costoso y difícil que empresas como Aplik puedan probar, demostrar y ofrecer soluciones que les agreguen valor. Esta relación entre minera y proveedor es la que permite definir en conjunto los desafíos a trabajar, generando las sinergias necesarias para el desarrollo de soluciones innovadoras.



Fotografía Aplik / Operador utilizando el Sistema de Monitoreo

there is an innovative solution that needs to be validated, and is not a critical line of operation, it has a very low priority, which hinders making progress with innovation. This is what has happened to the Leaching Pad Irrigation Monitoring System with other mining operations, where it is required to demonstrate that the solution is operational for the activity, and that it adds value, before being implemented.

In addition, there are mining companies that do not have an open innovation model like BHP that facilitates collaborative work between mines and suppliers, which makes it more expensive and difficult for companies such as Aplik to be able to test out, demonstrate, and offer solutions that add value. This relationship between mines and suppliers is what allows the challenges to be defined jointly that will be addressed, thereby creating the synergies needed for the development of innovative solutions.



CREACIÓN DE VALOR

Aplik es una empresa que, desde su creación en el año 2001, es consciente del problema de productividad que enfrenta la industria minera. Durante su historia ha puesto a disposición del mercado minero un conjunto de soluciones que impactan positivamente la productividad de las compañías. Ellas han estado orientadas a capturar los datos necesarios y de alto valor que ayuden a la oportuna toma de decisiones operacionales de sus clientes.

En la solución de monitoreo de pilas de lixiviación en Minera Spence se detectó que con la inspección tradicional el riego no se llevaba

a cabo según las recomendaciones de los metalurgistas a cargo del proceso. Una vez implementada la solución de monitoreo desarrollada por Aplik, y al cabo de seis meses del piloto, se logró mejorar la cobertura del riego de forma significativa. Este incremento de desempeño permitió extraer más eficientemente el cobre disponible en las pilas, lo que aumentó su capacidad productiva. Una de las razones de esta mejora se relaciona con que los operadores pudieron orientar su trabajo a corregir las áreas de falla de las pilas más que dedicar tiempo a su inspección.



VALUE CREATION

Since its inception in 2001, Aplik has been a company that is aware of the problem of productivity faced by the mining industry. Throughout its history, it has provided the mining market with several solutions that positively impact the productivity of companies. These solutions have been focused on capturing high-value, necessary data that will help their clients to make timely operational decisions.

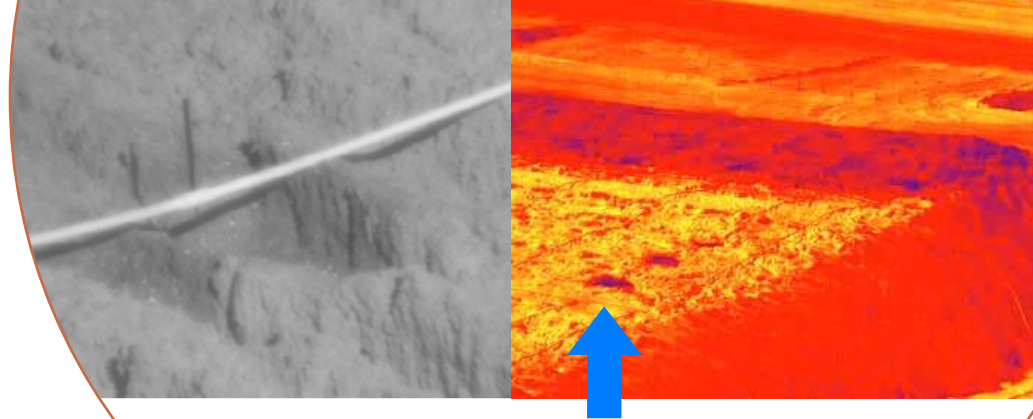
In the heap leach monitoring solution at Minera Spence, it was detected that, with the traditional inspection, irrigation was not being carried out according to the recommendations of the metallurgists in charge of the process. Once the monitoring solution developed by Aplik had been implemented, and after six months of the pilot test, significantly better coverage was achieved in irrigation. This increase in performance allowed the copper available in the heaps to be extracted more efficiently, which increased productive capacity. One of the reasons for this improvement has to do with the fact that the operators were able to gear their work towards correcting the failure areas in the heaps rather than dedicate time to inspecting them.

Its value proposition focuses on optimizing risk management based on constantly measuring its behavior and that of the leaching heap, identifying problems, and providing operational decisions. It is worth highlighting that they were able to reduce the risk of inspection-related accidents, reduce the time involved in this task, and guarantee the fulfillment of irrigation specifications by metallurgists.

Su propuesta de valor se centra en optimizar la gestión del riego en base a medir permanentemente su comportamiento y el de la pila de lixiviación, identificar problemas y facilitar decisiones operacionales. Se destaca que fueron capaces de disminuir los riesgos de accidentes por inspección, reducir el tiempo de esta tarea y garantizar el cumplimiento de especificaciones de riego por metalurgistas.

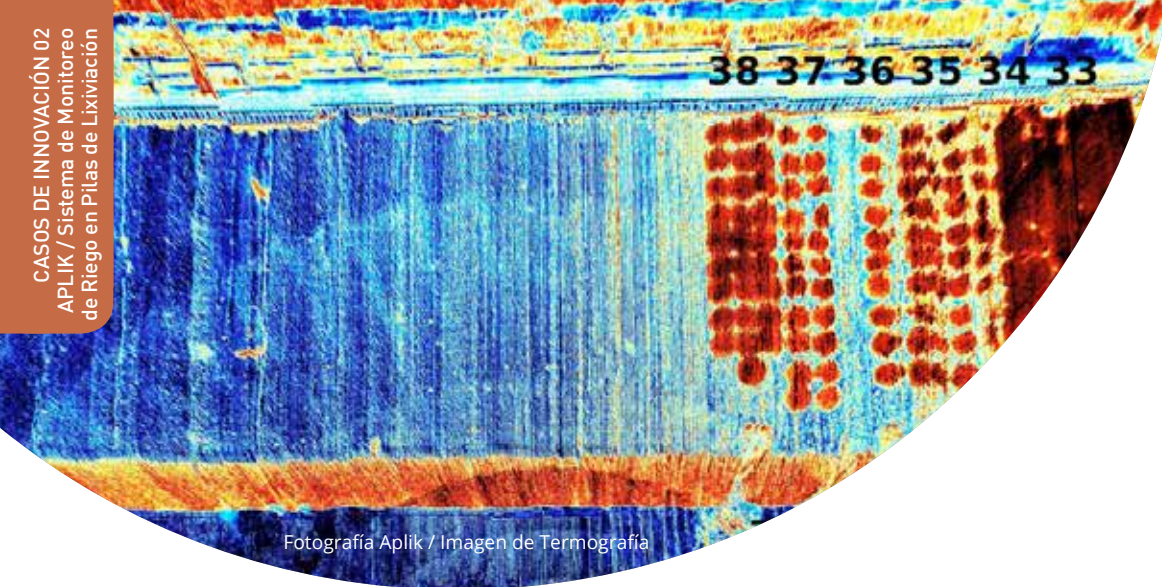
El sistema detecta las fallas operacionales de riego en las pilas en más de un 90% y la optimización del riego que se logra puede aportar incrementos de producción.

Los beneficios operacionales identificados por las compañías mineras son poder realizar mediciones las 24 horas los 7 días de la semana, tener un sistema automático de alarmas, contar con un registro histórico del comportamiento junto con imágenes de la pila de lixiviación y acceder a reportes automatizados y sus sub-secciones. Entre los resultados operativos y productivos se reconoce que el sistema detecta las fallas operacionales de riego en las pilas en más de un 90% y que la optimización del riego que se logra debido a este sistema puede aportar incrementos de producción. Asimismo, los beneficios de salud y seguridad tienen relación con disminuir el tránsito de personas sobre la pila, mejorar la seguridad de los inspectores y reducir la exposición a riesgos asociados a los trabajos sobre ella, como fallas de terreno, exposición a ácido y rayos UV, contacto con sustancias peligrosas y deslizamientos de terreno.



Fotografía Aplik / Imagen de la izquierda muestra una falla.
La imagen de la derecha muestra como esta falla se detecta con la
cámara termográfica

The operational benefits identified by the mining companies are being able to perform measurements 24 hours a day, 7 days a week, having an automatic alarm system, having a historical record of behavior along with images of the leaching heap and accessing automated reports and their sub-sections. Between the operational and productive results, it is recognized that the system detects irrigation operational failures in the heaps over 90% of the time, and the irrigation optimization achieved through this system can deliver increases in production. Likewise, health and safety benefits are linked to a reduction in people passing through the heap, improvement of the safety of inspectors and a decrease in exposure to risks associated with work done on the heaps, such as land flaws, exposure to acid and UV rays, contact with hazardous materials, and landslides.



Fotografía Aplik / Imagen de Termografía

APRENDIZAJES

A lo largo de sus años de operación, Aplik considera que la introducción de soluciones tecnológicas en la industria minera toma al menos 3 años. Sólo el proceso de comercialización demora al menos 2 años y luego se debe implementar, lo que toma al menos uno más. Esto requiere que una empresa que quiera ofrecer este tipo de producto o servicio cuente con los recursos para comercializar, implementar y operar su solución.

Considerando un ciclo de precios al alza del cobre, las compañías mineras tienen prioridades específicas que requieren de soluciones inmediatas o en tiempos mínimos. Si no se está relativamente avanzado en desarrollo, es muy complejo llegar con la solución y, de acuerdo a esta dinámica, al poco tiempo aparece una nueva necesidad más urgente que requiere de una respuesta a la brevedad, lo que hace que estos plazos se muevan rápido

y no necesariamente simultáneamente al desarrollo de sus soluciones. Contar con la visibilidad temprana de estas necesidades puede ser una ventaja competitiva para un adecuado desarrollo y crecimiento de empresas como Aplik.

Otra consideración que Aplik ha incorporado en sus soluciones es contar con la flexibilidad de atender a los diversos y particulares requerimientos de cada cliente. Por ejemplo, para el Monitoreo de las Pilas de Lixiviación, hay quienes indican que la solución implementada en una operación no puede ser aplicada en la suya, ya que sus aspersores son distintos, su pila es más baja, el mineral es más duro o más blando, o riega con otra composición de solvente. Por lo tanto, la solución tiene algunos elementos transversales y otros que son particulares para cada cliente, lo que debe contemplarse en su diseño.

LEARNINGS

Throughout its years in operation, Aplik has had the mindset that introducing technological solutions into the mining industry takes at least 3 years. The marketing process alone takes at least 2 years and then it must be implemented, which takes at least one more year. This requires any company with the desire to offer this type of product or service to have the resources to market, implement, and operate their solution.

In consideration of the upwards-trending price cycle of copper, mining companies have specific priorities that require immediate or rapid solutions. If development is not in a relatively advanced stage, it is very difficult to reach a solution, and, according to this dynamic, shortly thereafter another, more urgent need appears requiring a quick response, which causes these time frames to be quick and not necessarily in sync with the development of solutions. Having early visibility of these needs can be a competitive advantage for the proper development and growth of companies like Aplik.

Another consideration Aplik has incorporated into its solutions is having the flexibility to cater to the diverse and specific requirements of each client. For example, for the solution involving Leaching Pad Irrigation Monitoring System, there are some that indicate the solution implemented in another operation cannot be implemented in theirs because their sprinklers are different, their heap is lower, the mineral is harder or softer, or they irrigate with another solvent composition. Therefore, the solution has several cross-cutting elements, and others that are specific to each client, which must be considered in their design.

The success of the Heap Leach Monitoring Solution and other innovations developed by Aplik was solidified when the project was led by small teams affiliated with the client. In these cases, management empowered the superintendent, supervisors, or operators to decide the most appropriate path to follow based on the results that are expected and attained. This creates an environment of collaboration and trust between Aplik and the client, where results are achieved more swiftly, and it enables generation of a technological solution that adds value to the operation.

El éxito de la solución de Monitoreo de Pilas de Lixiviación y de otras innovaciones desarrolladas por Aplik se ha consolidado cuando el proyecto ha estado liderado por equipos pequeños por el lado del cliente. En estos casos, la gerencia empodera al superintendente, supervisores u operadores para decidir el camino más apropiado a seguir, basada en los resultados que se esperan y alcanzan. Esto genera un ambiente de colaboración y confianza entre Aplik y el cliente, donde se logran resultados de forma más ágil y permite generar una solución tecnológica que agrega valor a la operación.