

Ruth Escobar Juárez

Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., Jacinto Ibáñez 315, Arequipa, Perú (rescobar@fmi.com)

---

## RESUMEN

Así como los seres vivos necesitan del oxígeno para vivir, las empresas mineras precisan de un modelo de innovación exitoso para ser competitivas hoy y en el futuro, esta es la síntesis del trabajo de investigación aplicada que la autora ha desarrollado durante 12 años de dedicada y satisfactoria labor, probando y perfeccionando un modelo de innovación minera denominado Innova, que se basa en la búsqueda de la adición de valor sostenible a una organización, desde la mejora continua de los procesos mineros a la creación de nuevas herramientas y métodos a partir del intraemprendimiento nacido del intelecto e ingenio de sus propios trabajadores a todo nivel; pasando por el compartir de aprendizajes corporativos para enriquecer las capacidades al interior de la organización, expandiéndose e integrándose al ecosistema innovador local, regional e internacional a través de dinámicas colaborativas de Innovación Abierta, que a través del desarrollo de experimentos dan solución a desafíos de corto y mediano plazo con el concurso de capacidades más allá de las fronteras de la organización. Este modelo de innovación exitosa se complementa con radares de innovación, alertas a las oportunidades de los avances en la minería del futuro que impacten en los procesos de hoy, y brinden información para innovar modelos de negocios. El modelo descrito es aplicable a todo tipo de empresa, minera o no, y ha sido demostrado en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. -propietaria de Innova- donde ha probado ser efectivo, al contar con resultados contundentes en la adición de valor a procesos estratégicos y funcionales.

## 1. Introducción

El presente trabajo técnico tiene por objetivo proveer las bases para el diseño e implementación de un modelo de innovación efectivo y aplicable a toda empresa minera.

Ello es importante debido a que no todo presidente, gerente o líder de organización minera cuenta con la orientación esquematizada y ordenada para implementar un modelo de innovación que le agregue

valor en forma medible y que ya se ha probado exitosamente.

La estructura del trabajo técnico parte de un marco teórico que muestra a la innovación como una estrategia imprescindible en una organización y se presentan los 5 tipos de innovación en minería acorde al modelo de innovación Innova, destacando que la innovación para ser sólida debe realizarse en múltiples escenarios, incluyendo espacios de intraemprendimiento e innovación abierta.

Luego se presentan las 4 fases del modelo: Intraemprendimiento, innovación colaborativa, innovación abierta y radar inteligente; se detalla su funcionamiento y se proporcionan *tips* para lograr mejores resultados. Para explicar la mecánica de la innovación abierta se parte de la caracterización del ecosistema de innovación minero, para luego exponer las principales oportunidades existentes de compartir temas de innovación y para realizar experimentos de innovación abierta que éste ofrece.

Seguidamente, se sugiere “sensorizar” el modelo de innovación y se proponen indicadores, que permitan contar con un *dashboard* de innovación, con el objeto de hacer seguimiento a los avances de la minera en el proceso de innovación.

Finalmente, completada la descripción de las fases que componen el modelo de innovación Innova, se dedica un tema a la forma de aplicación y los resultados obtenidos en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. durante 12 años de aprendizaje.

## 2. La innovación, estrategia imprescindible en una empresa minera

### 2.1. Qué es innovación

Innovación es todo cambio en el *statu quo* de la empresa minera; consiste en no hacer las cosas como siempre se realizaron, sino que se trata de la actitud constante de atención a los detalles y a las oportunidades de mejora. No por el hecho de que se está “bien” o en un estado “normal”, implica que así hay que seguir indefinidamente, es precisamente la actitud alerta, el pensamiento creativo y la confianza en las capacidades propias y en las del equipo, las que

permiten atreverse a pensar, probar y ejecutar cambios pequeños, medianos o muy grandes en las actividades cotidianas, en los procesos establecidos o en el modelo de negocio; proponiendo y alcanzando nuevos retos, que llevan a un desempeño más seguro, ecoeficiente, con nueva tecnología, con mayores aprendizajes, escuchando a todos, creando los espacios para probar, fallar y tener éxito. Este proceso de innovación como parte de la estrategia de la organización, sistematizado en un modelo simple y eficiente, se constituye en verdadero oxígeno; como el que en el cuerpo humano tiene una función primordial para la vida celular, ya que los nutrientes de los alimentos no pueden proporcionar “combustible” hasta que se combinan con él, las células del cuerpo, y sin esta energía generada gracias al oxígeno, las células se detendrían y morirían. Así en una empresa minera, que aplica un modelo de innovación adecuado, las nuevas ideas, que evolucionan a soluciones creativas, revitalizan y hacen sostenibles sus procesos, generan nueva energía, consistente en beneficios tangibles relativos a sus objetivos estratégicos y aprendizajes que aportan valor a la organización (ilustración 1). “Innovar es, como actividad humana, poner en marcha la creatividad. La innovación se refleja en las nuevas combinaciones de factores productivos que se plasman en un nuevo bien o calidad de bien, un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado, la conquista de una nueva fuente de materias primas y la puesta en marcha de nuevos tipos de organización” (Gámez).

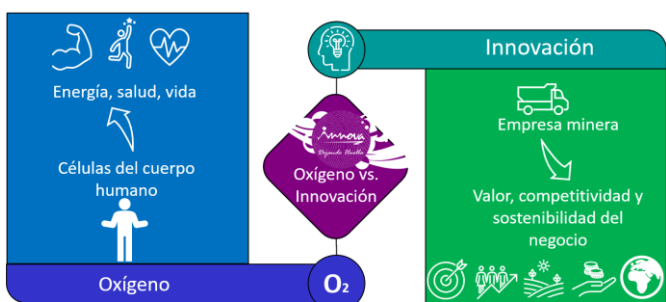


Ilustración 1. Innovación, el oxígeno de la empresa minera

Por: Ruth Escobar, 2022

## 2.2. Tipos de innovación en minería

El modelo de innovación Innova propone 5 tipos de innovación (ilustración 2), que son:

- . Incorporación de algo nuevo
- . Adecuar del sector minero
- . Adecuar de otro sector
- . Modelo de utilidad
- . Patente de invención

Estos tipos de innovación están relacionados con el nivel de creatividad que es aportado por el trabajador de la minera, para su diseño y desarrollo y se detallan a continuación:

### 2.2.1. Incorporación de algo nuevo

El primer tipo de innovación en minería es la Incorporación de algo nuevo o compra de un producto o servicio, que genera cambio en los pasos del proceso de la minera, o de la forma en que este se realiza, a partir de comprar a un proveedor, desarrollador o un tercero alguna solución que es nueva para la minera, y que lleva a cambiar un componente, un equipo, una herramienta u otro elemento que se adquiere en el mercado nacional o internacional; logrando que el proceso mejorado se automatice, sea más seguro, cueste menos, ahorre tiempo o genere algún otro beneficio relacionado con los objetivos estratégicos del negocio. Por ejemplo, comprar *timers* e instalarlos en un laboratorio químico para estandarizar el tiempo de encendido de los agitadores magnéticos, evitando se queden funcionando por horas, aporta a reducir el consumo de energía y extender la vida útil de los agitadores. Los *timers* no fueron creados por los trabajadores de la minera, ni la forma de uso de estos; sin embargo, su compra e instalación, modifica la forma de trabajo de un proceso del laboratorio y aporta valor.



Ilustración 2. Niveles de innovación en minería

Por: Ruth Escobar, 2022

### 2.2.2. Adecuar del sector minero

El segundo tipo de innovación en minería es la adecuación de una tecnología o modelo existente, que se ejecute en otra área de la minera o en otro *site* de la corporación. Esta forma de innovación parte analizando la posibilidad de adecuación de una tecnología, modelo o proceso que existe en una determinada área, sea mejorando lo que ya existe o incorporando conceptos inspirados en otra área de la compañía u otra empresa minera, realizando los cambios necesarios para su incorporación. Así, por ejemplo, una adecuación de un proceso ya existente

fue el accionamiento manual de los semáforos en las chancadoras que pasan de rojo a amarillo posteriormente al uso del *rockbreaker*. Esta actividad específica ha existido desde hace muchos años, para señalar el permiso de paso de un camión a la chancadora; sin embargo, entre los trabajadores surgió la idea de automatizarlo, para ahorrar tiempo al operador, incluyendo un botón de cambio de luz de semáforo en la pantalla del mismo trabajador, aportando en la reducción del tiempo e incrementando el tonelaje procesado en las chancadoras. De esta forma se realizó una adecuación de un proceso minero ya existente, generando valor para la compañía. También hubiera sido factible que ya se contara con esta automatización del semáforo en otro *site* y se trajera la idea a un *site* donde aún no se empleaba, con los consiguientes beneficios.

### 2.2.3. Adecuar de otro sector

El tercer tipo de innovación en minería es la Adecuación de una tecnología o modelo existente inspirándose en otro sector distinto a la minería. Por ejemplo: el caso del riego de frentes de carguío de difícil acceso que se humectaban con cisterna, y pasaron a regarse con un cañón dispersor de agua que existe en la agricultura, al cual se hicieron adecuaciones a fin de generar la dispersión de agua a 360°, logrando reducir la exposición a equipo en movimiento al no usar las cisternas y ahorro de agua al realizar una distribución más eficiente de la misma. Aquí se adecuó en minería una solución generada para el mundo agrícola.

### 2.2.4. Modelo de utilidad

El cuarto tipo de innovación en minería es el Modelo de utilidad para su uso en la minera, se trata de una creación original, no es una solución que se compra, ni que se adapta inspirándose en otras existente en minería u otros sectores; sino que es una invención producto del ingenio de los propios trabajadores, que genera valor para el negocio; pudiendo existir en el mercado otras opciones con mayor ventaja técnica, por lo que no es aplicable para una patente de invención. Por ejemplo: el caso del *Spider* carrito medidor de espesores, diseñado por trabajadores de mantenimiento soporte mina, que en su propio taller lo crearon y armaron con los materiales que tenían a mano e incorpora un transductor, es guiado por un control remoto y un trinquete y sube por las paredes de los tanques de agua, ácido o diésel con el objetivo de medir el espesor de sus paredes. En el mercado existen otros carritos con similar función y con alguna ventaja técnica sobre el *Spider*, sin embargo, no son iguales a este, que con costo mínimo de

implementación facilita las inspecciones en los tanques y elimina el riesgo de caída a distinto nivel asociado al ascenso y descenso por la pared del tanque.

### 2.2.5. Patente de invención

El quinto nivel de la innovación en minería es la Patente de invención. Postulan a una patente de invención, las innovaciones diseñadas por trabajadores de la minera, que son únicas debido a que no existen en el mercado otras opciones que las superen en ventaja técnica ni son desarrollos obvios en su campo de aplicación. Por ejemplo: los pozos verticales de grava de gran diámetro, novedoso diseño que permite la recuperación anticipada de soluciones ácidas que se manejan en una pila de lixiviación, que sin esta invención debían atravesar verticalmente (percolar) toda la pila, pudiendo verse interrumpido este proceso o incluso parcialmente bloquearse, por múltiples factores; situaciones que se evitan con la implementación de la batería de pozos verticales de gran diámetro. Además, esta invención aporta a la estabilidad de los *pads* de lixiviación, minimizando la posibilidad de licuefacción de suelos al favorecer el control de las soluciones que contienen los *pads*.

Desde un punto de vista tradicional iniciado en los sectores de manufactura y servicios, la conceptualización estricta de innovación enfatiza la inclusión como innovación, sólo de aquellas soluciones que tienen un mayor potencial de rentabilidad para el negocio medido en el aporte EBITDA (indicador financiero acrónimo de *Earnings Before Interest Taxes Depreciation and Amortization*) del proyecto de innovación sobre el EBITDA total de la compañía; también incluye soluciones que generan impactos relevantes en la imagen de la empresa, y en los últimos años se han adicionado los impactos sociales; sin embargo como se desprende de la presentación de los 5 niveles de innovación en minería que contempla el modelo de innovación Innova, las soluciones propuestas por los trabajadores de una minera con una creatividad baja, media o alta tienen impactos importantes en la organización y el reconocerlos genera un círculo virtuoso donde la persona que labora en cualquier proceso dentro de la minera, confía en que puede expresar sus ideas, muchas de las cuales podrán ser implementadas y generarán valor no solamente económico o de prestigio para la organización, sino que aportarán en una o más categorías estratégicas de innovación establecidas.

## 2.3. Importancia de la innovación

La minería, hidrocarburos y electricidad son sectores clave en el desarrollo del Perú, Jacob los denomina "las locomotoras que jalan desarrollo y permiten integrar

actividades. Por cada puesto fijo de trabajo en estos sectores se generan 8 nuevos puestos de trabajo en el resto de la economía, en actividades distintas. Empieza a trabajar la creatividad de los trabajadores peruanos, para ofrecer nuevos productos y servicios”.

La innovación es una necesidad en el mundo de hoy, “los modelos de negocios sostenibles y digitalizados se están convirtiendo rápidamente en la nueva norma en el sector minero. Las industrias que no aprenden constantemente ni se adaptan serán dejadas atrás y perderán importantes oportunidades comerciales. Con el tiempo, esto se traduce en ganancias perdidas y amenazas para la supervivencia de la empresa” (Sirinanda)

El intelecto, las capacidades creativas y el entusiasmo innovador de los colaboradores de una organización, alineados con los objetivos y resultados clave esperados en una empresa minera, dan lugar al Intraemprendimiento, que tiene dentro de sus beneficios el aportar a un clima laboral positivo donde el trabajador se siente escuchado al ser tomada en cuenta su propuesta de solución. En Intraemprendimiento se vive un espíritu de trabajo en equipo y de solidaridad, donde incluso personas de distintas áreas y niveles funcionales unidas, prueban e iteran hasta tener resultados satisfactorios; donde se premia y reconoce públicamente a los inventores de las soluciones creativas, se respeta la autoría, se comparte el orgullo de los resultados alcanzados y se alienta a continuar; se incorporan al proceso las innovaciones haciéndolas parte del nuevo y mejorado estándar y se anima desde la alta dirección a seguir pensando, creando e innovando en torno a los temas estratégicos para el negocio.

Paralelamente a un esquema de Intraemprendimiento, se reconoce que todas las capacidades necesarias para garantizar la operación, la mantenibilidad y la sostenibilidad del negocio minero no están 100% dentro de la organización y que algunas soluciones requieren un grado de especialización que es atributo de los proveedores mineros, los centros de investigación, las universidades e institutos técnicos y otros agentes del ecosistema innovador minero regional, nacional e internacional. Cada vez es mayor la participación de las empresas mineras en acciones concretas de cooperación denominadas innovación abierta, las que consisten en dinámicas de co-creación compartidas con externos a las fronteras de la organización, para el diseño e implementación conjunta de soluciones *ad-hoc* que aportan beneficios tangibles a los procesos presentes y abren oportunidades para renovados procesos futuros.

“La cooperación constituye un factor clave para poder explotar las sinergias entre los distintos agentes que

integran un sistema de innovación. Además, la cooperación puede favorecer de forma considerable la difusión de la tecnología y de las innovaciones. La existencia de acuerdos de cooperación para realizar proyectos de innovación se justifica en la actualidad debido a la creciente complejidad de los desarrollos tecnológicos y la rapidez de los cambios en el entorno tecnológico, económico y social, que incrementan los costes y riesgos asociados a los proyectos de innovación, aumentando los incentivos de las empresas para compartir los costes y los riesgos. De hecho, los nuevos retos científicos son cada vez más complejos e intensivos en capital, ya que requieren del dominio de capacidades en distintas áreas tecnológicas, y al mismo tiempo el ciclo de vida de los productos y de las tecnologías se hace cada vez más corto” (Gómez, Calvo)

Se trata de mantener un adecuado equilibrio en el sostenimiento de la competitividad actual, a la vez que trabajar desde ya en los pasos necesarios para arribar preparados a la minería del futuro; potenciando al máximo el talento innovador de los propios colaboradores y a la vez siendo dinámicos actores del ecosistema innovador circundante.

“El futuro es ahora, el futuro no es acerca de lo que tienes que hacer en el futuro, y el motivo de porque puede resultar muy difícil es que en el hoy se tiene 2 trabajos: uno es en la Caja 1, siendo muy competitivos en lo que hacemos hoy, y el otro está en las cajas 2 y 3 inventando el futuro, sin embargo, para ambos se necesitan personas distintas, distintas capacidades, distintas estructuras, distintos procesos, este es el desafío estratégico central. Los proyectos en la Caja 1 están enfocados en la competitividad presente y son la respuesta a las señales claras del mercado y cambios lineales en la industria, debido a ello esta respuesta consistirá en mejoras incrementales del actual modelo de negocios, que se conocen como Modelamiento *Six Sigma*, Mejora Continua de Procesos o Excelencia Operacional, todas estas son ideas poderosas, pero son ideas de Caja 1. Mientras que los proyectos de competitividad futura, que son proyectos de la Caja 2 y Caja 3 son siempre en respuesta a señales débiles y cambios no lineales en la industria, debido a ello la respuesta de la organización será innovación disruptiva, innovación exponencial y modelos de negocios no lineales” (Govindarajan)

### **3. Alcance del modelo de innovación exitosa en minería**

Un modelo de innovación exitoso no limita su alcance al interior de la empresa minera, sino que debe

promover y asegurar el adecuado funcionamiento del Intraemprendimiento, la Colaboración corporativa, la Innovación abierta y el Radar inteligente. (ilustración 3)



Ilustración 3. Modelo de innovación minera: Innova

Por: Ruth Escobar, 2022

Este modelo exitoso desarrollado por la autora, se denomina Innova, ha sido probado y perfeccionado durante 12 años de satisfactorio trabajo de investigación aplicada y se basa en la búsqueda de la adición de valor sostenible a una organización, a través de la mejora continua de los procesos mineros a la creación de nuevas herramientas y métodos, a partir del Intraemprendimiento nacido del intelecto e ingenio de sus propios trabajadores a todo nivel, pasando por el compartir de aprendizajes corporativos para enriquecer las capacidades al interior de la organización, expandiéndose e integrándose al ecosistema innovador local, regional e internacional a través de dinámicas colaborativas de innovación abierta para dar solución a desafíos de corto, mediano y largo plazo, que requieren capacidades más allá de las fronteras de la organización; complementándose con radares de innovación alertas a las oportunidades de los avances en la minería del futuro.

A continuación, se desarrolla el modelo, desagregando cada una de sus 4 fases, incluyendo, metodologías, herramientas y/o *tips* producto de la experiencia sobre lo que no funciona y lo que sí es muy efectivo, presentado en forma didáctica y de fácil comprensión en una secuencia lógica útil para toda empresa minera.

### 3.1. Intraemprendimiento

El Intraemprendimiento en minería consiste en el proceso que motiva, sistematiza y da sostenibilidad a las soluciones innovadoras que surgen del propio trabajador de una empresa minera, quien independientemente de su rol en la compañía, en su día a día identifica oportunidades o problemas, y busca solucionarlos en base a su experiencia del proceso, sus

habilidades y competencias personales y se siente empoderado para proponer sus soluciones, coordina la implementación. Es el propio trabajador quien realiza pruebas y trabaja en equipo con otros compañeros para perfeccionar la solución y medir sus resultados. Para que las ideas con mayor potencial de éxito completen la fase de Intraemprendimiento, se despliegan 8 pasos (ilustración 4).

Estos pasos se denominan:

- . Propósito
- . Alineamiento
- . Liderazgo y compromiso
- . Estructura y roles
- . Comunicación y talleres de creatividad
- . Gestión de nuevas ideas
- . Medición de valor de implementaciones y
- . Reconocimiento



Ilustración 4. Intraemprendimiento en minería

Por: Ruth Escobar, 2022. Basado en Escobar (2018)

#### 3.1.1. Propósito

En el primer paso del Intraemprendimiento, denominado Propósito se busca aclarar el interés estratégico de la minera hacia la innovación, con esta finalidad y en base a la misión y visión de esta se formulan las categorías estratégicas de innovación, que son los grandes temas en los que la empresa está interesada en innovar, así por ejemplo son categorías estratégicas de innovación:

- . Producción Segura: innovaciones que protegen la salud e integridad del trabajador.
- . Desarrollo Sustentable: innovaciones que aportan a los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODSs), la Gestión Ambiental y aportan al desarrollo de los pobladores de las áreas de influencia directa (AID)
- . Gestión de Costos: innovaciones que generan ahorros sobre presupuestos aprobados
- . Excelencia Operacional: innovaciones que incrementan las toneladas minadas/ movidas, toneladas chancadas, toneladas procesadas, incrementos de recuperación, incrementos de producción final, etc.

. Eficiencia del Trabajo: innovaciones que reducen horas hombre en ruta crítica de procesos operativos, de mantenimiento o administrativos y

. Transformación Digital: innovaciones que incorporan tecnología con resultados medibles.

### 3.1.2. Alineamiento

El segundo paso del Intraemprendimiento denominado Alineamiento, se centra en la identificación de los valores de la minera y/o de la corporación a la que pertenece esta, así como en lo que se va a tomar en cuenta para medir el valor de cada una de las innovaciones, para revisarlo con los líderes, recibir sus sugerencias y tener un consenso para la implementación de la forma de medir el valor de las ideas incluyendo la estrategia y valores del negocio, de tal forma que los esfuerzos de innovación que realicen los trabajadores estén sincronizados con la cultura de la minera.

### 3.1.3. Liderazgo y compromiso

El tercer paso del Intraemprendimiento es Liderazgo y compromiso, consiste en que los líderes incluyan dentro de las comunicaciones a sus equipos la difusión de las categorías de innovación estratégica de la minera y motiven la participación de sus colaboradores. Igualmente demostrarán su compromiso designando delegados Innova, que serán trabajadores destacados, con buena comunicación, trato adecuado, proactividad y respeto a los valores corporativos; los líderes deberán asignar un porcentaje del tiempo de los delegados Innova para tareas relacionadas a la innovación.

### 3.1.4. Estructura y roles

El cuarto paso del Intraemprendimiento denominado Estructura y roles, incluye la aclaración de funciones para los distintos grupos de posiciones de la empresa en relación con la innovación. Será responsabilidad del presidente de la minera, proponer cuando sea necesario actualizaciones a las categorías estratégicas de innovación, brindar los recursos para el funcionamiento del modelo y liderar las acciones de reconocimiento relacionadas a las innovaciones más sobresalientes. Los gerentes serán estarán a cargo de mantener activo el proceso de innovación en sus áreas. Los superintendentes y supervisores darán apoyo a los delegados Innova -líderes de innovación en sus áreas- para compilar, evaluar e implementar las ideas generadas por los trabajadores. La alta dirección designará una persona responsable de gestionar el modelo, que integrará los esfuerzos de todos y será

líder global del proceso de innovación dentro de la minera.

### 3.1.5. Comunicación y talleres de creatividad

El quinto paso del Intraemprendimiento es Comunicación y talleres de creatividad y está referido a la difusión, en los medios de comunicación físicos y virtuales de la minera, de los planes, implementaciones en curso y resultados del proceso de innovación a fin de compartir la forma de participación y logros alcanzados motivando a nuevos trabajadores de la organización a registrar sus ideas innovadoras. Los delegados Innova apoyarán a los miembros de su equipo para registrar las nuevas ideas y/o les enseñarán los otros canales disponibles para inscribirlas en Innova.

Igualmente es vital en esta fase el contar con una aplicación o plataforma de fácil acceso y uso, que funcione automáticamente 24x7 facilitando el registro de ideas en los tiempos libres de los trabajadores, incluso desde la comodidad de sus hogares o en el momento que deseen hacerlo; el difundir cómo acceder a los medios de registro de ideas es muy importante en esta fase.

En adición a la invitación a participar, otra forma de propiciar la generación y registro de nuevas ideas son los talleres de creatividad, que consisten en dinámicas internas donde a través de la aplicación de herramientas para despertar la creatividad como por ejemplo SCAMPER (Eberle) (ilustración 5), Supuestos vs. Opuestos para pensamiento fuera de la caja (ilustración 6) o cualquier otra herramienta de ideación, se impulsa la creación y propuesta de nuevas soluciones ante determinados retos.



Ilustración 5. Herramientas SCAMPER en minería

Por: Ruth Escobar, 2022. Basado en Eberle.

Los talleres de creatividad pueden efectuarse en forma presencial en las instalaciones de salas de conferencia o incluso comedores de la empresa minera si es factible reunirse en persona acorde a los protocolos vigentes, o también puede ser virtual a



través de plataformas como *Mural*, *Padlet* u otras; la ventaja de estos ejercicios es que logran, en espacios de dos a tres horas, aclarar los desafíos específicos del área en torno a las categorías estratégicas de innovación y en base a esos desafíos, propiciar la generación de nuevas ideas para su solución.

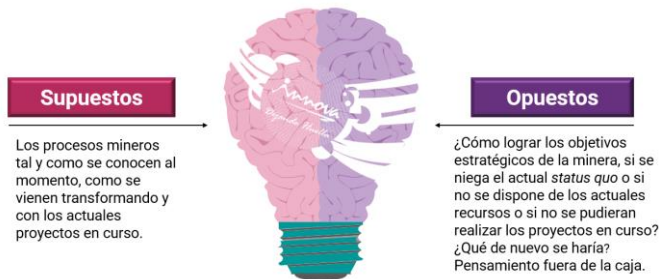


Ilustración 6. Supuestos vs. opuestos

Por: Ruth Escobar, 2022

### 3.1.6. Gestión de nuevas ideas

El paso 6 de Intraemprendimiento se denominada Gestión de nuevas ideas y parte de la evaluación de las soluciones propuestas por los trabajadores, que se reciben en un área sea a través de inscripción directa, a través de los delegados Innova, en la aplicación o plataforma digital disponible para ese fin o a través de los talleres de creatividad. Para ello puede utilizarse una sencilla matriz de potencial vs. factibilidad (ilustración 7), comprensible por todos, con la que los delegados Innova, seniors y superintendentes de forma rápida pueden seleccionar las nuevas ideas de los trabajadores que tienen alto potencial y se consideran con mayor facilidad de implementación, para asignarles recursos y hacer seguimiento a su implementación.



Ilustración 7. Primer filtro de nuevas ideas

Por: Ruth Escobar, 2022

Para las ideas que se consideran con alto potencial para resolver desafíos del área y que podrían implementarse con facilidad, se define el equipo de trabajo, se acuerda seguimiento a su diseño, pruebas, implementación piloto y si esta última es exitosa se coordina su escalamiento industrial, considerando en ese momento que la idea se encuentra implementada a cabalidad.

### 3.1.7. Medición de valor de las implementaciones

El sétimo paso de Intraemprendimiento es Medición de valor de las implementaciones, dado que una vez que la nueva idea, se afinó y probó un piloto de producto mínimo viable o MVP (*Minimum Viable Product*), e implementó logrando resultados consistentes y medibles, es momento de que con participación del delegado Innova de la gerencia correspondiente, superintendente y gerente se mida su valor tomando en cuenta lo acordado al respecto en el segundo paso del Intraemprendimiento: Alineamiento (3.1.2.).

En el modelo Innova la forma de estimar el valor de una invención implementada se resume en una fórmula de pocos componentes para facilitar su recordación y hacer práctica su aplicación (ilustración 8). Por ejemplo:

$$\text{Valor de la idea} = \text{Creatividad} * 0.4 + \text{Aporte a objetivos} * 0.4 + \text{Comportamientos corporativos} * 0.2$$

Estos criterios y la asignación de pesos para obtener la ponderación dentro de la fórmula pueden ser revisados acorde a lo que la minera desee priorizar.

En cuanto a la medición del componente Creatividad, dentro de la fórmula de Valor de la idea, en el modelo Innova se utilizan los mencionados en el 2.2. Tipos de innovación en minería: Incorporación de algo nuevo, Adecuar del sector minero, Adecuar de otro sector, Modelo de utilidad y Patente de invención, asignando un mayor puntaje a mayor nivel de creatividad.

El segundo componente de la fórmula Valor de la Idea, relativo al Aporte a objetivos se mide con relación a los beneficios medibles generados por las nuevas ideas implementadas y relacionados a las categorías estratégicas de innovación antes mencionadas (3.1.1.), por ejemplo: Producción Segura, Desarrollo Sustentable, Gestión de Costos, Excelencia Operacional, Eficiencia del Trabajo y Transformación Digital, estableciendo los rangos de puntuación más bajos para un menor aporte y la calificación más alta para invenciones con mayores impactos.



Ilustración 8. Valor de idea implementada en minería

Por: Ruth Escobar, 2022

Los Comportamientos corporativos se incluyen como tercer componente de la fórmula del Valor de la Idea, identificando si se cumplen o no y cuántos de ellos se refuerzan con la implementación de la idea.

### 3.1.8. Reconocimiento

El último paso de la fase Intraemprendimiento del modelo de innovación Innova, se denomina Reconocimiento y está centrado en las personas quienes son las que tienen la capacidad de pensar, soñar y crear, es por ello importante destacar a los miembros del equipo que en adición a sus labores regulares no son indiferentes, sino que se dan el tiempo para proponer cambios que mejoren el *statu quo* aportando a las categorías estratégicas de innovación de la minera.

Las formas de premiación que acuerde el liderazgo de la empresa minera pueden ser muy variadas (ilustración 9), lo importante es que se den en forma transparente y consistente.



Ilustración 9. Reconocimiento interno a la innovación en minería

Por: Ruth Escobar, 2022

En Innova se premia anualmente tanto a los trabajadores que registraron más ideas (aunque muchas de ellas no se implementaron, se destaca el entusiasmo), como a los colaboradores que las completaron exitosamente. También se reconoce a los delegados Innova por ser los “motores” del modelo,

ellos apoyan y acompañan a los miembros de sus equipos en el proceso de innovación.

Una vez al año se hace un corte en el proceso, a este momento se le conoce como Fin de temporada Innova y con participación de especialistas de la propia minera, se determina el *top 10* compuesto por las mejores ideas implementadas en cada categoría estratégica de innovación.

Posteriormente, con apoyo de pequeños equipos de gerentes se evalúan estas 10 mejores ideas de toda la minera en cada categoría; cuando es factible hacerlo presencialmente se realiza el “Innova *tour*” en el que los gerentes evaluadores visitan en campo a los creadores de las ideas seleccionadas para hablar con ellos y conocer sus innovaciones; mientras que en un formato remoto se recurre a *pitches* virtuales, videos demostrativos de las invenciones y reuniones virtuales con cámaras y micros activos para conocer a los creadores, sus innovaciones y resultados.

Los equipos de evaluadores que se recomienda estén compuestos por tres gerentes por cada categoría estratégica de innovación utilizan la fórmula para determinación del valor de la idea implementada mencionado en el 3.1.7., definiendo así el 1°, 2° y 3° puesto en cada categoría.

Posteriormente el presidente y los miembros de la alta dirección de la minera eligen dentro de los primeros puestos de todas las categorías estratégicas de innovación, a la idea que aporta el mayor valor a la organización en forma integral y la designan como la “Mejor de las mejores ideas Innova” de ese año.

Las primeras posiciones se anuncian en una ceremonia especialmente organizada para esta finalidad en la que se otorgan trofeos y premios personales a los ganadores, generando emoción y gran satisfacción en los participantes.

Puede establecerse otros premios o distinciones si así lo define la alta dirección.

Cerrada esta fase, se reinicia nuevamente una nueva temporada de Innova, incorporando los aprendizajes de las anteriores, empezando si es necesario desde la revisión de las categorías estratégicas de innovación para el nuevo año, de esta forma se garantiza que el Intraemprendimiento responda siempre a las prioridades corporativas y de la minera.

## 3.2. Colaboración corporativa

La segunda fase del modelo de innovación Innova es la Colaboración corporativa (ilustración 3) y consiste en el intercambio sistemático de información de innovación aplicada y sus resultados, entre los *sítes* que componen la corporación a la que pertenece la minera.



Las formas de colaboración corporativa relacionadas a la innovación son muchas, en la ilustración 10 a continuación se muestran algunos ejemplos.

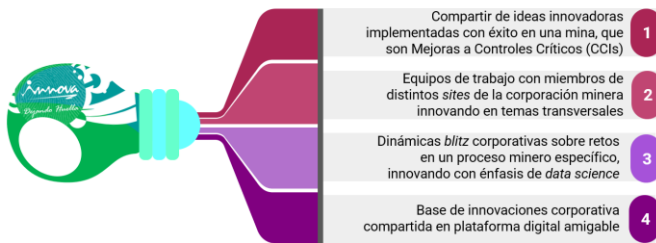


Ilustración 10. Colaboración corporativa para innovar

Por: Ruth Escobar, 2022

### 3.2.1 Innovaciones en Controles Críticos de Salud y Seguridad

Dada la importancia que tiene la salud e integridad de los trabajadores, toda innovación que se realiza en un *site* ha sido implementada con éxito y aporta efectivamente al programa de prevención de fatalidades de la minera, se transforma en una mejora de control crítico o CCI (*Critical Control Improvement*). Esta innovación debe ser documentada con la información necesaria para replicar la solución creada y compartirla en los niveles correspondientes tanto dentro de las distintas áreas de la minera como a los responsables de Salud y Seguridad de los otros *sites* de la corporación. Así el beneficio de la prevención a través de la implementación de una solución creativa puede extenderse y aportar a proteger más vidas. Para facilitar la consulta e intercambio de información además se puede contar con una plataforma amigable que facilite las búsquedas por tipo de riesgo que se previene, proceso aplicable, *site* u otro criterio que se considere relevante.

### 3.2.2 Innovaciones en temas transversales

Aunque los *sites* de una misma corporación no tienen procesos idénticos ni tecnología totalmente igual entre sí, es factible identificar muchas similitudes y desafíos que les son comunes y que se pueden abordar de forma transversal como, por ejemplo: el monitoreo de alarmas en el proceso en las plantas concentradoras de minerales, que permitan detectar la necesidad de acciones preventivas o cambios en la operación, antes que se dañen los equipos y se generen paradas intempestivas de planta con la consiguiente pérdida de producción. Entonces las innovaciones que se implementen en un *site* modificando lógicas de control, incorporando sensores donde antes no los había u otra mejora que se vea por conveniente, pueden ser analizadas por un equipo de expertos compuesto por

integrantes de varios *sites*, para desarrollar las mejores soluciones, definir y probar sus variantes de implementación en cada operación en particular. Las coordinaciones y planificación que pueden llegar a ser extensas se realizan de forma remota con frecuencia acordada y a través de algún medio virtual, sólo si se da el caso se evalúa la necesidad de viajar a alguno de los *sites* para las fases de pruebas e implementación. Lo valioso de este tipo de innovación en temas transversales corporativos es la integración, la sinergia de talentos y de experiencias ganadas por especialistas de diversa procedencia que logran soluciones de alto nivel y que eventualmente pueden seguir trabajando conjuntamente en otros retos que surjan en sus procesos, generando la disponibilidad de asesoría de expertos, que conocen y trabajan abiertamente en los mismos temas.

### 3.2.2 Dinámicas *blitz* corporativas

En algunos casos es necesario y efectivo el ejercicio focalizado de 2 o 3 días con participación de gerentes, superintendentes y *data scientists* (científico de datos) para evaluar una situación muy importante y particular, por ejemplo: ¿Cómo elevar la producción de toneladas chancadas reduciendo los costos?, y se invita a 2 o 3 gerentes de otros *sites* de la corporación, expertos en este proceso. Al inicio de la reunión aún no se conoce nuevas soluciones que haya aplicado alguno para lograr el objetivo, por lo que se parte del análisis de grandes bases de datos referidas a las variables que influyen en la producción de toneladas chancadas y los costos de esta operación, buscando con apoyo de los *data scientists* del área, relaciones válidas entre variables que confirmen las causas de la actual reducción del tonelaje e incremento de costos. En un segundo día se formulan propuestas innovadoras de solución, se analiza con detalle su factibilidad; el tercer día se elabora el plan de ejecución y se coordinan los recursos necesarios para implementar las mejores soluciones. El ejercicio de innovación resulta enriquecedor para todos los participantes que habiendo estado concentrados en el *blitz* ponen toda su atención y talento para analizar la data y proponer soluciones viables.

### 3.2.4 Base de innovaciones corporativas

Se invita a las personas con rol de líder global de innovación de la minera en cada *site* para conformar un equipo de trabajo corporativo, con el objetivo de diseñar e implementar una plataforma virtual que facilite compartir en línea y de forma extendida propuestas de innovación, desde que son generadas

por los trabajadores de los distintos *sites*, para que sean visibles para los miembros de la corporación que puedan tener interés en las mismas a fin de que brinden *feedback*, realizando comentarios que pueden ser leídos por los creadores. Esta forma de innovación colaborativa es más exitosa, para equipos que aún no tienen establecida otra estructura de gestión de ideas innovadoras y podrán adecuarse rápidamente y encontrar ventajas en este esquema de compartir sus propuestas. Por otro lado, para que la base de innovaciones corporativa cumpla su propósito y funcione adecuadamente, se requiere incluir en el equipo a un desarrollador de sistemas que atienda oportunamente las inquietudes y necesidades de los líderes globales de innovación de cada *site* que integran el equipo corporativo y que en adición a los requisitos transversales a todos, tendrán requerimientos particulares acorde a cómo estén gestionando la innovación, como por ejemplo: la solución de errores en el piloto de la nueva plataforma detectado por algún usuario, la inclusión de botones para filtrar por: tema, nivel de madurez de la innovación, por *site* entre otros; la disponibilidad de tableros personalizados para visualizar sólo las ideas de interés, etc. Por otro lado, en cada *site* deberá contarse con un comité que, con frecuencia definida, revise, evalúe preliminarmente y direcciona las nuevas ideas registradas en la plataforma de innovación corporativa por los trabajadores del *site*, hacia los equipos que podrían implementarlas; generando de esta forma una respuesta positiva a los que registran sus ideas y comprueban que sí son leídas y gestionadas. La ventaja es que este tipo de repositorio corporativo permite tener conocimiento de las ideas que están siendo propuestas en otros *sites* de la corporación y podrían ser útiles para mejorar los procesos de la minera, sin embargo, también puede llegar a ser muy demandante revisar tantas propuestas procedentes de los distintos *sites* y podría resultar complejo de manejar eficientemente si no se cuenta con los recursos adecuados.

### 3.3. Innovación abierta

La tercera fase del modelo de innovación Innova es la Innovación abierta (ilustración 3) y consiste en realizar dinámicas de generación y desarrollo de soluciones basadas en la colaboración para co-creación con terceros, externos a la organización y la corporación, con la finalidad de encontrar, trabajando en conjunto las mejores respuestas a determinados desafíos en los que tiene interés la minera.

En innovación abierta se busca la adecuada asociación de la experiencia en procesos mineros que tienen los expertos que laboran en la mina, con la especialización en determinadas disciplinas que tienen los socios externos.

Estos socios, son los integrantes del ecosistema de innovación minera, que pueden contarse por miles de organizaciones de diversa índole, por lo que aquí se han abreviado en cinco grandes grupos (ilustración 11) referidos a los principales actores, y aún dentro de ellos, algunos no son contacto frecuente de algunas mineras, por lo que hay muchas oportunidades para ampliar estas conexiones y explorar nuevas oportunidades de innovación abierta.

A continuación, se detallan estos cinco grandes conglomerados de potenciales socios para dinámicas de innovación abierta.

#### 3.3.1. Proveedores mineros

El proveedor minero tiene mucha ventaja para ser elegido socio para una experiencia de innovación abierta, dada su cercanía a los procesos que se realizan en la minera, incluso algunos proveedores mineros por facilidad de su trabajo de campo, sea en operaciones o mantenimiento tienen instalaciones dentro o cercanas a la minera y conocen de primera mano las nuevas necesidades de los procesos. Por lo que son la opción natural para realizar experiencias de innovación abierta.



Ilustración 11. Principales actores en ecosistema de innovación minera Por: Ruth Escobar, 2022

Dentro de los principales proveedores mineros se encuentran los que abastecen de productos o servicios relacionados con los equipos mineros, los procesos minero-metalúrgicos, los desarrolladores de tecnología, entre otros. Para ello es necesario antes de iniciar la experiencia de innovación abierta, firmar con apoyo de los departamentos legales de ambas empresas (minera y proveedor) un acuerdo de confidencialidad que aclare los términos y condiciones de la innovación abierta. Igualmente es importante en Innova el determinar quién es el creador originario de la idea, si

un trabajador de la minera o de la empresa proveedora socia.

### 3.3.2. La academia

Las universidades, institutos técnicos y otros centros de estudios regionales y locales constituyen la academia. Ellos generalmente a través de los responsables de sus carreras profesionales o técnicas vinculadas a minería, tienen los primeros acercamientos para que la minera designe expositores entre sus profesionales a fin de que compartan con los estudiantes en foros, paneles u otras capacitaciones, las experiencias sobre los procesos y las innovaciones realizadas en los mismos, como casos de éxito.

Una de las formas de trabajar experiencias de innovación abierta con las universidades es a través de los vicerrectorados académicos interesados en que sus docentes y alumnos puedan experimentar en condiciones reales, en una mina, los resultados de sus investigaciones; al igual que el caso anterior se recomienda la firma de un acuerdo de confidencialidad y antes de iniciar las pruebas, tener claridad sobre los términos y condiciones. Este tipo de innovación abierta ofrece la posibilidad de que investigadores académicos que están trabajando en nuevos avances tecnológicos para la minería tengan un campo de experimentación aplicada para comprobar la veracidad de sus hipótesis de investigación, beneficiando a su vez a la minera con resultados que pueden aportar valor a sus procesos.

También son socios muy activos para ejercicios de innovación abierta los responsables e integrantes de las incubadoras de negocios que convocan a la comunidad universitaria en torno a dar respuesta a los desafíos que plantea la minera. Es importante aquí tomar en cuenta que los periodos de investigación, evaluación y pruebas de innovaciones que se estén trabajando en forma colaborativa, podrían verse interrumpidos por el cronograma lectivo de las universidades. Por ejemplo, para los ejercicios de *hackathon* (competencia corta con énfasis en uso de tecnología) es necesario primero aclarar los desafíos de la minera, antes de la inscripción para participar en un ejercicio de creación y desarrollo de un MVP funcional, que puede ser de 3 días. El programa usual para este tipo de *hackathon* es que el primer día los estudiantes y un representante de la minera, acuerdan cómo estarán conformados los equipos de trabajo de estudiante. La persona designada presentará claramente los desafíos propuestos por la minera, se enseñará a los participantes, técnicas de empatía con las necesidades del usuario, herramientas para generar nuevas ideas y construcción de MVPs. El segundo día los estudiantes proponen y desarrollan soluciones creativas en base a sus conocimientos y cuentan con un horario de

mentoría con un experto de la minera para afinar su propuesta. El tercer día está dedicado a la construcción de MVPs funcionales o mínimo maquetas de demostración de la solución que al término de la jornada son presentadas por los estudiantes en breves *pitches* para elegir la mejor solución con participación de un jurado *ad hoc*.

Concluida el *hackathon*, se entregan los premios previstos por la minera y se da las facilidades al equipo ganador para probar en instalaciones reales su propuesta y afinarla. Igualmente, antes de realizar un *hackathon* deben estar claros los potenciales acuerdos comerciales de compra de la solución desarrollada a realizarse entre la minera y la universidad, de forma que el beneficio llegue a sus creadores, en caso la solución pruebe ser efectiva.

### 3.3.3. Estado y agencias reguladoras

El Ministerio de la Producción de Perú – PRODUCE genera diálogo y trabajo colaborativo sobre la innovación en el país, identificando grandes ejes de desarrollo de innovaciones, estos se plasman en la Hoja de Ruta que con una proyección de corto y largo plazo busca propiciar la innovación de las mineras y otros agentes del ecosistema innovador para impactar positivamente en el desarrollo del país.

También PRODUCE ofrece posibilidades de innovación abierta a través de Pro Innóvate, este programa del estado tiene la finalidad de generar soluciones tecnológicas innovadoras a través de un proceso de innovación abierta que parte del diseño de desafíos construidos a partir de que la minera le abra sus puertas a los investigadores de Pro Innóvate para realizar diagnósticos que permitan identificar principales puntos de dolor para ser resueltos por empresas externas y posteriormente probadas en la minera que adecúa e implementa espacios dentro de sus instalaciones para hacer las veces de laboratorios.

Por otra parte, CONFIEP tiene un programa para compartir casos de innovaciones exitosas de la minería a fin de difundir los cambios que influyen positivamente en la seguridad, excelencia operacional o desarrollo sustentable entre otros.

Igualmente, INDECOPI a través de su programa Patenta brinda en determinados momentos del año asesoría grupal a las mineras que tienen interés en presentar solicitudes de patente para sus innovaciones. Y una vez se otorgan las patentes las innovaciones que así lo merecen, INDECOPI invita a los creadores a participar en un concurso a nivel nacional a través de una feria tecnológica abierta al público, el que toma conocimiento de las innovaciones realizadas y patentadas.

### 3.3.4. Asociaciones y comités especializados en minería

Este es el conglomerado más amplio de potenciales socios para realizar dinámicas de innovación abierta, donde se cuenta el Comité de Innovación y Tecnología de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), SAMMI el Clúster Minero Andino (antes Clúster Minero del Sur), PERUMIN Hub y otros que siguiendo la metodología del *Scouting* para innovación abierta en minería (Ilustración 12) ofrecen una plataforma de contactos a través de sus propias redes a

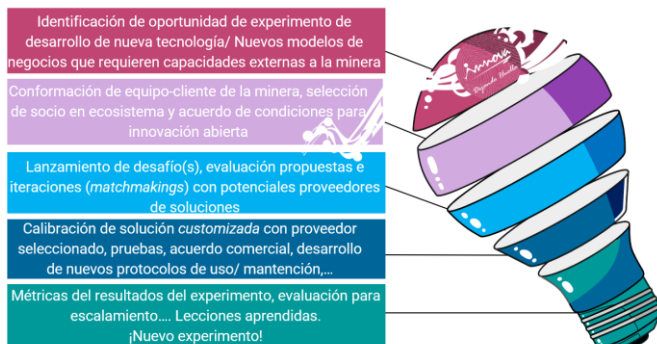


Ilustración 12. Scouting para innovación abierta en minería

Por: Ruth Escobar, 2022

fin de que las mineras participen proponiendo sus desafíos de negocio, tengan la oportunidad de exponerlos ante un amplio público de potenciales solucionadores convocados por la entidad externa organizadora y reciban propuestas de solución procedentes de diversos inventores, startups, nuevos proveedores y otros que participan virtualmente desde distintas partes del mundo.

Así una vez que la minera en un primer momento identifica la oportunidad de realizar un experimento de desarrollo de nueva tecnología, nuevos modelos de negocios u otro tipo de reto que sea de interés para la minera, se comparte en una reunión virtual organizada por la entidad organizadora, el desafío de la minera proporcionando un breve contexto de en qué proceso y condiciones se da este desafío y describiendo a través de indicadores claros la expectativa de resultados a lograr, en esta reunión participan como representantes de la minera los integrantes del equipo usuario de la minera para el *Scouting*, que debe incluir al gerente y superintendente del proceso relacionado al desafío. Si se espera soluciones tecnológicas también debe participar el gerente de informática o una persona de su equipo. Igualmente, en estos ejercicios de *Scouting* debe involucrarse a la persona líder global de innovación en la minera y 1 o 2 expertos técnicos de la minera dependiendo de la complejidad del desafío. La entidad organizadora realiza la convocatoria virtual entre su amplia red de contactos y programa las exposiciones de desafíos ante distintos grupos de

potenciales solucionadores, propiciando reuniones breves para aclarar sus dudas.

Pasado el tiempo previsto la entidad organizadora hace una precalificación de las propuestas remitidas por los solucionadores en atención al desafío planteado por la empresa y las comparte con el equipo-cliente de la minera, para su evaluación en base a un criterio acordado.

Elegidas las 2 o 3 mejores soluciones se sostienen reuniones para aclarar algunas dudas y/o proveer respuestas más detalladas de contexto, detalle de la operación u temas afines de interés de los solucionadores para afinar sus propuestas de solución. Se realiza estas iteraciones (*Matchmaking*) en 2 o 3 oportunidades o más, según sea necesario. Acorde a la calidad e idoneidad de las soluciones, se elige el mejor potencial proveedor. En este momento se involucra a los departamentos de logística y legal para la redacción y firma del contrato de prueba y compromiso de acuerdo comercial, en caso la solución sea efectiva. Y se inicia el proceso de desarrollo de protocolos de uso y mantenimiento dentro de la minera, en conjunto con el proveedor para asegurar que la invención, las pruebas y las calibraciones que se necesite y acuerde realizar en instalaciones de la minera, sean acorde a lo esperado por ambas partes. Una vez completado el proceso anterior, se establecen las mediciones de desempeño del piloto y se realiza las coordinaciones necesarias para su escalamiento al interior de los procesos correspondientes dentro de la minera y/o en la corporación.

Concluido el proceso anterior, (también puede ser en paralelo, pero con distintos equipo-cliente para no saturar a los colaboradores de la minera que ya están enfocados en un desafío), se inicia el siguiente experimento. En este tipo de innovación todos los participantes deben estar preparados a aportar una gran dosis de tolerancia, debido a que estos son procesos de aprendizaje muchas veces intrincados al tratarse del diseño y desarrollo de nuevas herramientas, equipos, procesos, insumos, modelos de negocio, etc. que no existen en el mercado o que no han sido antes probados en entornos mineros, por lo que los resultados en definitiva no están garantizados tal y como no lo están los experimentos del radar inteligente que se explica más adelante en el 3.4.

### 3.3.5. Otros ecosistemas de innovación

Al explicar los tipos de innovación minera en el 2.2. se mencionó la existencia de casos en los que se identifica en sectores distintos de la minería, experiencias de innovación resultantes en productos, servicios, herramientas u otros que, realizando el correspondiente análisis de aplicación a un entorno

minero, sirven de inspiración, referencia o punto de partida al ser adecuados o modificados para aportar en una o más categorías estratégicas de innovación y aportar valor en el mundo minero.

Este enorme conglomerado compuesto por los otros ecosistemas de innovación distintos del minero es un campo infinito y con grandes posibilidades de exploración y experimentación de innovación abierta con socios de otros sectores, partiendo del reconocimiento que como minería se tiene la oportunidad de continuar nutriendo el proceso de innovación con ideas procedentes de diversas fuentes.

### 3.4 Radar inteligente

El Radar inteligente consiste en un equipo de investigadores de la minera que son su fuerza de avanzada tecnológica. Este radar tiene por propósito que, en un mundo de incertidumbre global, donde puede haber cambios repentinos que sorprendan y afecten los resultados de la minera, esta cuenta con una oportuna y constante identificación de las tendencias del mundo minero futuro y sus potenciales oportunidades de implementación, a fin de explorarlas hoy, así sus señales sean débiles o en el criterio de los expertos: “poco probables” (ilustración 13).

Para el funcionamiento del Radar inteligente se requiere conformar un equipo de investigadores, integrado por un especialista en innovación, un experto en procesos mineros con mente abierta, por lo menos un *data scientist* con experiencia en análisis de grandes volúmenes de datos macro y micro y un analista financiero con experiencia en formulación y evaluación de proyectos en escenarios de incertidumbre.

Este equipo tendrá por función exclusiva la actualización y alimentación de la base de investigaciones de avances en diversos sectores con potencial de aplicación beneficiosa en minería y utilizará una plataforma digital amigable que incluya la generación de diversos escenarios y proyecciones de resultados de las oportunidades de innovación de procesos y/o de nuevos modelos de negocios que identifique el equipo. Estos miembros del equipo no deberán “prestarse” cuando haya necesidades de personal en otros procesos, pues ello desarticularía el radar inteligente.



Ilustración 13. Radar inteligente



Por: Ruth Escobar, 2022

El equipo del radar inteligente debe coordinar con la persona líder global de innovación en la minera para adicionalmente, poner en valor con vistas al futuro las innovaciones con mayor potencial formuladas por los trabajadores y/o las resultantes de los ejercicios de innovación abierta.

Por otro lado, este radar se denomina inteligente porque deberá tener la capacidad de “aprender” de los resultados y proyecciones realizadas para el resultado de las innovaciones en la compañía, e ir fortaleciendo la calidad de sus recomendaciones con el paso del tiempo.

El Radar inteligente debe contar con un presupuesto aprobado para investigación y experimentos. Y mostrará los hallazgos más importantes de sus investigaciones, regionales, locales e internacionales, con una frecuencia determinada por la minera. Los logros del Radar inteligente requerirán para su evaluación un nuevo set de indicadores de medición distintos de los tradicionales ratios de progreso aplicables a proyectos basados en el cumplimiento de alcance, costo, cronograma y beneficios económicos exclusivamente, dado que como se mencionó en el punto anterior, los experimentos pueden fracasar o pueden tener éxito; por lo tanto se aprenderá de los resultados que se alcance y se seguirá realizando alianzas con centros de investigación, con laboratorios de innovación, nacionales e internacionales y se tomará en cuenta toda oportunidad de probar a nivel piloto y/o industrial de acuerdo al análisis del equipo, las innovaciones que tengan potencial de crear un futuro exitoso para la minera.

### 4. “Sensorizando” el modelo de innovación

Es necesario “sensorizar” el modelo de innovación y establecer responsables de cada “sensor” que con frecuencia acordada recopilen los datos de la aplicación del modelo de innovación en la minera y tengan la capacidad de identificar y reconocer el desempeño destacado y/o alertar oportunamente sobre resultados



indeseados en el proceso de innovación, para facilitar la toma de decisiones del liderazgo e implementar las acciones necesarias que permitan retornar al curso esperado o mejorarlo.

En la ilustración 14 se muestra una propuesta de indicadores para un *dashboard* de innovación en minería, que incluye un conjunto de “sensores” o indicadores recomendados para medir el desempeño del modelo de innovación, así por ejemplo se mide el número de nuevas ideas registradas e implementadas. Si este número es creciente periodo a periodo, se estará logrando motivar la participación de los trabajadores, así como ellos estarán aprendiendo a gestionar los recursos necesarios para la implementación de las nuevas ideas.



Ilustración 14. *Dashboard* de innovación minera

Por: Ruth Escobar, 2022

Otro “sensor” es el porcentaje de implementación de nuevas ideas, si este indicador es creciente, demostrará el progreso en la capacidad de la organización para transformar aspiraciones e ideas, en adición de valor medible para la minera.

El número de casos de éxito de innovación de la minera compartido en diversos foros ilustra el prestigio del modelo de innovación de la minera, que es convocada a participar y comentar sus hallazgos; igualmente estos espacios constituyen una interesante ventana para que diversos públicos, con limitada información al respecto, amplíen sus conocimientos sobre la innovación en minería.

Los dólares ahorrados a partir de innovaciones implementadas en la minera son los que financian con holgura la existencia y actualización del modelo de innovación.

El número de experimentos de innovación abierta realizados demuestra la integración de la minera con el ecosistema de innovación.

Las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, que se consigue aminorar a partir de las innovaciones de la minera o de sus proveedores/ socios, son prueba fehaciente del

compromiso de la mina con el cuidado de su medio ambiente, al reducir emisiones de carbono y energía no sólo en sus procesos si no también en los de los proveedores.

Al igual que los litros de agua que a través de innovaciones se logran reducir en los procesos propios y de terceros, contribuyendo a la conservación de este vital elemento.

Si bien dentro del proceso de *Intraemprendimiento* el punto 8 es el reconocimiento interno a los trabajadores como se mostró en el 3.1.8. y es muy importante, este no es el único tipo de reconocimiento que se espera exista dentro del modelo de innovación *Innova*. En *Innova* se valora adicionalmente, que el juicio de terceros externos a la compañía también coincida en la calificación de la calidad y altura creativa de innovaciones realizadas en la minera, expresándolo a través de distinciones o premios especializados en innovación y tecnología, estos galardones externos libres de pago de participación, que jurados de investigadores y especialistas conceden a las ideas implementadas de la minera, que se miden con muchas otras invenciones procedentes de otras empresas del sector, se cuantifican en el “sensor” denominado número de premios de innovación y tecnología otorgados por externos.

Finalmente se ha incluido el número de nuevas oportunidades que se han detectado a través del Radar inteligente y que aportarán a que los líderes de la compañía tengan información actualizada para como recomienda Govindarajan, se empiece a construir el futuro de la minera desde el presente, desde el hoy.

Podrían incluirse más indicadores que cual “sensores” midan en línea el resultado del modelo de innovación en la minera, lo importante es que cada uno tenga un objetivo muy claro para explicar un comportamiento deseado y facilite la toma de decisiones.

## 5. El Modelo Innova en Cerro Verde

El modelo de innovación *Innova* es propiedad de Sociedad Minera Cerro Verde, y ha sido probado y perfeccionado por la autora en 3 de sus 4 fases, dentro de esta organización, durante 12 años de experiencias de aprendizaje y optimización. Y a la fecha constituye uno de los pilares del sistema de innovación de esta minera. *Innova* ha ido evolucionando paso a paso en base a lecciones aprendidas y tomando en cuenta los cambios del ecosistema innovador de la minera. Ha progresado desde sus primeros años, cuando estaba centrado sólo en el *Intraemprendimiento*, para luego incorporar *Innovación corporativa* y en los últimos años *Innovación abierta*, quedando por conformar el Radar

inteligente para completar totalmente su implementación.

El modelo de innovación Innova, ha probado ser muy efectivo en su aplicación permitiendo a Cerro Verde lograr resultados positivos e irrefutables. Entre ellos:

- . Más de 7,700 ideas generadas por sus trabajadores en torno a las categorías estratégicas de innovación: Producción segura, Desarrollo sustentable, Gestión de costos, Excelencia operacional, Excelencia en el desempeño del trabajo y Transformación digital.

- . Registro de nuevas ideas en cuantía creciente año a año, así sólo en la última temporada de Innova que cerró a fines de mayo 2022, se habían registrado 1,894 ideas por parte de los trabajadores de la minera.

- . Implementación de 2,506 ideas con resultado favorable en los 12 años de Innova, logrando el 33% de implementación que es un resultado muy alentador. En la última temporada de Innova se logró implementar 353 nuevas ideas alcanzando un 18.3% de implementación con aportes positivos al cierre de la temporada. Por otro lado 622 ideas (32.8% de las registradas) están en progreso y se seguirá trabajando en su implementación en los siguientes meses.

- . 10 galardones concedidos por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía de Perú a través de su Premio a la Innovación Tecnológica.

- . 9 patentes de invención otorgadas por el Indecopi, que sitúan a Cerro Verde en el tercer lugar de todas las empresas peruanas que registran patentes (Indecopi) y la ubican en el primer lugar de las empresas mineras peruanas que han registrado patentes en el Perú.

- . 34 millones de dólares de ahorros en el año 2021, generados por ideas innovadoras en la categoría estratégica de innovación Gestión de Costos.

- . 2,006 toneladas de CO2 equivalente reducido en el año 2021, a partir de concluir adecuadamente ideas innovadoras generadas por los trabajadores de Cerro Verde.

- . 2 experimentos de innovación abierta en curso en el 2022.

Con la finalidad de contar con el *feedback* de los delegados Innova de Cerro Verde, que al 2022 son 118 personas distribuidas en 36 gerencias de la empresa (que totalizan alrededor de 4,700 trabajadores) y ya cuentan con una experiencia ganada en la aplicación del modelo de innovación Innova, se les solicitó responder a una encuesta acerca de qué es lo que ellos consideran que no se debe hacer en innovación, logrando una respuesta del 73% de los encuestados con resultados que se muestran en la ilustración 15.

Las respuestas de los delegados Innova demuestran opiniones diferenciadas con relación a si sólo se debe realizar Intraemprendimiento o sólo debe impulsarse la

Innovación abierta. Al igual que si la innovación debe ser sólo “*Top to down*” (De arriba hacia abajo, lo que indique la alta dirección) o si sólo debe ser de “*Down to top*” (De abajo hacia arriba, lo que proponga el trabajador), por lo que se concluye que es aceptada entre los encuestados una estrategia mixta como la que propone el modelo de innovación Innova en sus 4 fases, donde se estimula tanto el Intraemprendimiento como la Innovación Abierta, así como se fomenta el establecimiento de las categorías estratégicas de innovación por parte del liderazgo de la empresa (“*Top to down*”) a la vez de alentar a los colaboradores de la minera a proponer libremente cómo resolver los retos vinculados a estas categorías (“*Down to top*”).

Mientras que el resultado de la encuesta también revela una gran coincidencia de criterios de los delegados Innova, en cuanto a la necesidad de que la minera genere la infraestructura y brinde los recursos para motivar la innovación. Además, resulta incuestionable que el 100% de los encuestados opina que es una necesidad que la minera garantice consistentemente escuchar las ideas de los trabajadores, facilite que las ideas fluyan, evalúe oportunamente, aplique las nuevas ideas y conceda reconocimiento a la innovación. Estas claras respuestas de los consultados en la encuesta son otra forma de validación, que corroboran la idoneidad del diseño del modelo de innovación Innova (Innova) en su fase de Intraemprendimiento.

Innova fomenta la cultura de innovación al motivar la participación de los trabajadores. Claramente adiciona valor, al estar alineado con la estrategia de la empresa, lograr resultados medibles no sólo en sus procesos internos, sino también en los relacionados a la comunidad y al medio ambiente en general, así como a través de la identificación e integración de nuevos modelos de negocio que transforman sus procesos haciéndolos más efectivos.

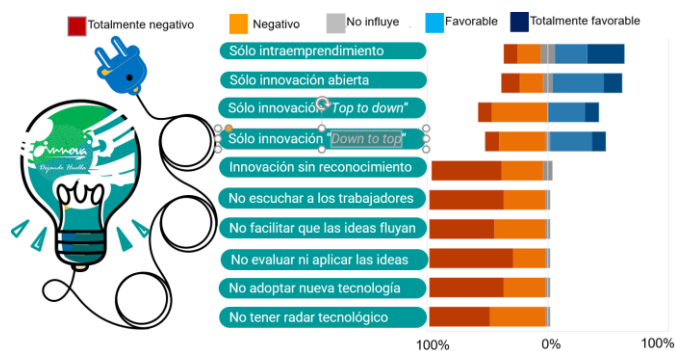


Ilustración 15. Resultado encuesta a Delegados Innova Por: Ruth Escobar, Mayo 2022. 86 respuestas

Igualmente se desprende del resultado de la encuesta aplicada la necesidad de estar alertas a adoptar nueva

tecnología adecuada a la minera y contar con un radar tecnológico.

En suma, el modelo de innovación Innova ofrece a las empresas mineras, importantes ventajas en su aplicación, las que pueden resumirse en cinco áreas de beneficio (ilustración 16).



Ilustración 16. Ventajas del modelo de innovación Innova Por: Ruth Escobar, 2022.

Asimismo, la competitividad de la minera es reforzada con invenciones, mejoras y experimentos surgidos del ingenio de sus propios trabajadores, de la colaboración corporativa para innovar o de las interacciones con el ecosistema de innovación de la minera.

Todos estos resultados favorables generan orgullo y satisfacción en los miembros de la empresa al conocer los logros de las innovaciones realizadas, que son reconocidos a nivel local, nacional e internacional. Este es el mejor aliciente para seguir el ciclo virtuoso que propone el modelo de innovación Innova, siempre reinventándose y adecuándose a los nuevos tiempos.

Finalmente, y a la luz de los logros mostrados se destaca que independientemente del nivel de desarrollo de los procesos de innovación de las empresas mineras y otras empresas del sector, los hallazgos de este trabajo de investigación constituyen un valioso aporte técnico, de consulta, referencia y/o guía para gestionar la innovación de los procesos en diversas operaciones mineras a partir de un modelo probado y flexible, para juntos continuar haciendo el mundo minero peruano más competitivo y creador de prosperidad para los peruanos.

## 6. Conclusiones

6.1. La innovación es a la empresa minera como el oxígeno es al cuerpo humano, dado que tal como el oxígeno procesado por las células genera energía, salud y vida; el proceso de innovación como parte de la estrategia de la organización, sistematizado en un modelo simple y eficiente, facilita que las nuevas ideas

evolucionen a soluciones creativas que revitalizan y hacen sostenibles sus procesos, aportando valor y elevando la competitividad de la minera.

6.2. La innovación en minería puede ser de cinco tipos: Incorporación, Adecuación del sector, Adecuación de otro sector, Modelo de utilidad y Patente de invención.

6.3. Un modelo de innovación exitoso no debe limitar su alcance al interior de la empresa minera, sino que requiere promover y asegurar el adecuado funcionamiento en paralelo de las 4 fases del modelo de innovación exitoso: Intraemprendimiento, Colaboración corporativa, Innovación abierta y el Radar inteligente.

6.4. Es necesario “sensorizar” el modelo de innovación, estableciendo indicadores objetivos para medir su desempeño y designando responsables para mantenerlo actualizado y disponible, a fin de facilitar la toma de decisiones del liderazgo de la minera, en temas concernientes a la innovación; estos “sensores” deben estar referidos a las 4 fases del modelo de innovación Innova.

6.5. El modelo de innovación Innova, ha probado en forma contundente ser exitoso en su aplicación en la minera Cerro Verde; demostrando resultados medibles muy favorables como participación de sus trabajadores al registrar crecientemente nuevas ideas, logrando un alto porcentaje de implementación de soluciones, obteniendo ahorros monetarios, evidenciando una importante reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, alcanzando premios a la innovación otorgados por externos y recibiendo patentes, entre otros notables efectos.

6.6. La innovación no tiene fin y el modelo de innovación exitoso denominado Innova lo reconoce a través de su ciclo de 4 fases.

## Agradecimientos

A los directivos de Cerro Verde que hace 12 años confiaron en mi capacidad para diseñar y poner en funcionamiento el modelo de innovación Innova.

A los integrantes del gran equipo de Cerro Verde, que desde su posición tuvieron un rol determinante para que Innova madurara año a año y evolucionara

convirtiéndose en un consolidado modelo replicable en otras organizaciones.

## Referencias

- Eberle, B. 2008. SCAMPER. Creative games and activities for imagination development, p. 2 a p. 3.
- Escobar, R. 2018. Innovación. Reto y Solución en la Minería. Perú, p. 25 a p. 30.
- Gámez, J. 2015. Emprendimiento, creatividad e innovación. Bogotá D.C., p. 69.
- Gómez, A; Calvo J.L. 2010. La innovación: Factor clave del éxito empresarial. Madrid, p.153.
- Indecopi, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. 2022, p.34.
- Jacob, R. 2021. Conferencia Inaugural XII TICAR Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía.



Perú. [https://www.youtube.com/watch?v=j\\_pjkRQKYGE](https://www.youtube.com/watch?v=j_pjkRQKYGE)  
Minuto 0:50 a 3:00.

Sirinanda, K. 2019. Visión para la compañía minera del futuro. CIIT LATAM Congress 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=fszpMq0iKhE&list=PL6REj1Dcg3KFcQQm6dobdi2JTnkQgBmxF&index=18> Slide 17. Minuto 30.

Govindarayan, V. 2016. La solución de las 3 cajas. [Summary of The Three Box Solution by Vijay Govindarajan - Bing video](#). Minutos Minuto 0:20 a 14:00.

Nombre de la autora: Ruth Mary Escobar Juárez  
Cargo: Jefe de Proyectos de Calidad  
Empresa: Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.  
Correo electrónico: rescobar@fmi.com  
Teléfono / Celular: +51 959 460 281  
Dirección: Campo Verde G4 Sachaca Arequipa

## Perfil profesional

- Economista, Ingeniera industrial, Doctora y Magister en Ciencias de ingeniería de la producción
- Integrante de comités de innovación y tecnología nacionales e internacionales
- Directora de Investigación y Proyectos de *Women in Mining* Perú – Sede Sur
- Creadora de la metodología Innova para la gestión de innovación empresarial
- Autora de los libros “INNOVACIÓN. Reto y Solución en la Minería” (2018) y “Todos Podemos Innovar. Herramientas de innovación probadas y efectivas” (2021).