

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y DE MATERIALES



DRON DESATASCADOR PARA CAVIDADES DE FLUJO MINERAL EN MINERÍA SUBTERRÁNEA

Presentado por

PABLO VÁSQUEZ DÍAZ

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL DE MINAS**

Profesor guía

ING. VÍCTOR ENCINA MONTENEGRO

Profesor invitado

DR. RODRIGO ESTAY HUDOBRO

DICIEMBRE 2021

RESUMEN

La presente invención se refiere a un equipo para transportar y colocar explosivos para eliminar los atascos de roca producidos en las columnas verticales de flujo gravitacional de mineral en minería subterránea, mediante un vehículo aéreo no tripulado capaz de volar dentro de tales conductos. El dispositivo de la invención posee un cuerpo base de fibra de carbono con la integración de componentes del sistema operativo, motores, controladores de movimiento y estabilidad, un brazo flexible capaz de transportar y disponer conos de alto poder detonante con adhesivo, dos mangueras flexibles capaces de expeler un flujo de aire comprimido para limpiar la zona de posicionamiento del cono en la roca desde una cápsula dispensadora colocada en una cajonera, sensores de ultrasonido vertical y horizontales, un brazo articulado para sistema de iluminación LED y una cámara de video full HD, siendo teledirigido por un operario a través de un control a distancia (Joystick inalámbrico) desde una zona segura. La mayor utilidad de realizar la operación de desatascos de conductos de flujo gravitacional para extracción de minerales en minería subterránea con este dispositivo es que permite alcanzar un estándar de seguridad en dicha labor, evitando completamente la ocurrencia de accidentes por caída de roca. Además, por la rapidez y efectividad de su trabajo, contribuye notablemente en la disminución de los tiempos muertos y mejora la productividad en la extracción o traspaso de mineral.

ABSTRACT

The invention constitute an equipament to transport and place explosives to remove the binding of stuck rocks produced in the vertical ore gravitational flow columns in underground minning, using an unmanned aerial vehicle capable of flying within the draw bell. The device is made up of a carbon fiber base with system operative, engines, movement controller and stabilities components, a flexible-arm capable of transport and disposing adhesive-explosives cones, two flexible-hoses able to brush whit a compressed-air flux from dispensed capsule located in the drawer which is in the top of base, vertical and horizontal ultrasound sensors, for the LED lighting system it has a hinged end and a full high definition video camera. The device is remotely controlled from a safe area by a user using wireless remote control. The greatest advantage of this unblocking hangs up technique in underground minning is getting the highest security standard, avoiding hazard associated to rock falls. Furthermore, due to the speed and effectiveness of its work, it reduces the downtime and increase productivity which enhance mineral extraction and transfer.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2	OBJETIVOS	5
1.2.1	Objetivo general.....	5
1.2.2	Objetivos específicos.....	5
1.3	ALCANCE.....	6
1.4	METODOLOGÍA.....	6
2	ESTADO DEL ARTE	7
2.1	COLGADURAS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA.....	7
2.2	OPERACIÓN DE DESCUELQUE.....	8
3	DESARROLLO DEL INVENTO	10
3.1	Campo de aplicación de la invención.....	10
3.2	Estado de la técnica de la invención	10
3.3	Descripción detallada de la invención.....	12
3.4	Pliego de reivindicaciones	13
4	PRESENTACIÓN DE PATENTE.....	16
5	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	18
6	REFERENCIAS	20

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La explotación subterránea mediante el método de hundimiento de bloques de yacimientos minerales emplazados en roca geo-mecánicamente competente, ha significado un importante incremento en la granulometría del material resultante del macizo rocoso. Esta situación ha originado que la operación de extracción mineral enfrente frecuentes interrupciones debidas a la presencia de rocas de gran tamaño en los puntos de extracción (zanjas), las cuales pueden llegar hasta el piso del punto de extracción o atascarse en altura ya sea por presencia de una gran pieza o un encadenamiento de varias piezas de tamaño intermedio, situación denominada “colgadura”.

Los atascos más difíciles y riesgosos de solucionar son la colgadura a alturas que varían entre los 4 [m] y los 12 [m]. El problema de colgaduras de zanjas, propias de las explotaciones con método de hundimiento de bloques, ha sido enfrentado utilizando procedimientos de alta exposición al riesgo. Usualmente esta operación de descuelgue consiste en colocar en altura conos de alto poder detonante (APD) amarrados al extremo de coligües. Los coligües son utilizados para levantar el explosivo, posicionarlo en contacto con la roca y sostenerlo establemente hasta que se realice la tronadura de descuelgue. Esta práctica, requiere que el operario encargado de colocar los explosivos se acerque peligrosamente al borde de la vía de traspaso mineral, donde puede accidentarse por caída de roca en el evento de que el atasco se suelte y caiga sorpresivamente. Se requiere entonces una técnica segura de descuelgue que dé respuesta a las dificultades existentes para posicionar la carga en el lugar deseado y reducir la cantidad de intentos para lograr el descuelgue.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Inventar un prototipo de dispositivo desatascador de piques o puntos de extracción que elimine el peligro de accidentes por caída de rocas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar la idea de usar un dron de comando remoto e inalámbrico, capaz de transportar y adherir conos explosivos de alto poder (APD) a las rocas del atasco.
- Preparar y presentar la documentación de solicitud de patente al INAPI.

1.3 ALCANCE

El propósito del presente trabajo es obtener una patente de invención de un dispositivo mecánico inalámbrico equipado para colocar cargas explosivas en atascos de piques de traspaso o zanjas de extracción de minería subterránea.

Para ello comprende la preparación de la memoria descriptiva y el pliego de reivindicaciones hasta elevar solicitud de patente ante el organismo competente.

1.4 METODOLOGÍA

El presente trabajo de título se refiere al invento de un dispositivo desatascador de piques de traspaso y puntos de extracción de mineral, para uso de minas subterráneas, incluyendo la documentación requerida por el instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) para registrar su patente de invención.

El procedimiento de Registro de Patentes comprende un resumen, donde se explican las principales funciones del invento y el problema que se resolverá; una memoria descriptiva que explica el contexto y estado de la técnica a la fecha de presentación del invento y la aplicación industrial que se le dará, incluyendo una descripción en detalle del conjunto y las partes que lo componen. Además, se debe presentar un pliego de reivindicaciones, con todas las características y cualidades del invento, que acrediten que cumple con los requisitos de unicidad, novedad y aplicabilidad industrial exigidas por INAPI para otorgar las patentes. Finalmente, se presentan todas las figuras que contienen, en detalle, los dibujos del invento con todas las vistas necesarias para poder entenderlo y ser construido para implementarlo en minas subterráneas en cualquier parte del mundo.

El invento propiamente tal es un dispositivo para transportar y colocar explosivos, para desarmar los arcos estables de trozos de rocas que se forman en los piques de traspaso o puntos de extracción y que impiden el normal escurrimiento del mineral a través de ellos.

2 ESTADO DEL ARTE

Los métodos de extracción mineral a lo largo del tiempo han tenido un fenómeno marcado relacionado a la interferencia de flujo, sobre todo en métodos de hundimiento masivo. Tales eventos en sus variadas formas y frecuencias de ocurrencia afectan directamente la producción, considerando que el método se ve interrumpido por tales fenómenos. Al compararlos métodos de hundimiento por bloques, se denota un valor menor de interferencias en la extracción primaria que secundaria. Este hecho, por ejemplo, puede ser señalado por las explotaciones por hundimiento en las Minas de Codelco Chile, en las cuales se obtienen tasas de extracción del orden de $0,3 [tpd/m^2]$ a $0,5 [tpd/m^2]$ en circunstancias en que sus yacimientos emplazados en roca de fragmentación fina - como la denominada roca secundaria – años atrás se obtenían tasas de extracción en el rango de $0,8 [tpd/m^2]$ a $1 [tpd/m^2]$ (IM2., 2003). Tal evento se genera por la presencia de material de gran tamaño, agua y material fino, los cuales favorecen la formación de colgaduras mediante arcos estables en las zanjas o piques de traspaso, provocando frecuentes interferencias de flujo en los puntos de extracción, que obligan a realizar tronaduras de reducción secundarias, aumentando los riesgos asociados a las operaciones de extracción. A esto, se suma una disminución de la disponibilidad de puntos de extracción y la capacidad productiva asociadas a las calles de producción involucradas. La continuidad del flujo de mineral, que afecta, involucra en gran medida los resultados de éxito o fracaso de la operación de descuelgue. La tasa de extracción, junto con la frecuencia de eventos de interferencia de flujo y la rapidez en darles una solución son el parámetro clave del método de explotación por hundimiento de bloques, dado que el aumento de producción debe provenir de la misma área desarrollada, es decir de la misma área disponible para la extracción del material hundido. Por ello, la técnica implementada para habilitar los puntos debe ser rápida, eficaz y de poca interferencia con las demás operaciones que se realizan de forma simultánea en el sector productivo.

2.1 COLGADURAS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA

El flujo del mineral a través de las zanjas o piques de traspaso debe ser totalmente expedito y libre considerando una óptima extracción. De hecho, la colgadura de zanjas se genera en el proceso mediante el cual el mineral que fluye a través de un punto de extracción queda interrumpido por la formación de encadenamientos estables de fragmentos de roca de distintos tamaños en el interior de la zanja recolectora de mineral, anteriormente mencionado. El mineral quebrado fluye dependiendo de la gravedad y la resistencia a la fricción y cohesión principalmente. Sin embargo, existen factores secundarios entre los que destacan el tamaño máximo de partículas, cantidad de fino, cohesión de finos, densidad, ángulo de fricción, contenido de agua, granulometría del mineral y el diseño minero.

En la práctica, cuando el conjunto de variables obtiene valores críticos (valores tales que benefician el atasco) pueden generarse interrupciones en el flujo mineral. Otro tipo de colgaduras puede generarse cuando colpas de gran tamaño se encadenan formando arcos estables en el interior de la

zanja. Al respecto se pueden consensuar, dadas las características de la formación de colgadura en función de su origen, en tres grupos:

- Colgaduras originadas por encadenamientos naturales de fragmentos de roca de gran tamaño que impiden el flujo de mineral a través de los puntos de extracción.
- Colgaduras originadas por la compactación de material fino en presencia de humedad en la parte inferior de la pila de material fragmentado al interior de la zanja, lo que genera un piso natural de apoyo de fragmentos de gran tamaño, impidiendo el flujo del mineral.
- Colgaduras originadas por que el diseño y dimensiones de la infraestructura de zanja recolectora, por ejemplo, que este subestimada en relación con el tamaño de los fragmentos que fluyen gravitacionalmente por ella.

Las dimensiones de la malla de extracción y el diseño de zanja y punto de extracción son factores importantes que determinan, en conjunto con las características del mineral, la frecuencia de colgaduras. Existen metodologías de determinación de estos parámetros, las cuales vistan desde la ingeniería de minas, constituyen medidas de mitigación a los inconvenientes que conllevan las interrupciones de flujo y control geo mecánico de estabilidad de infraestructuras. De estudios realizados por el Instituto de Innovación en Minería y Metalurgia (IM2) es posible dimensionar el impacto de los eventos de colgadura, los cuales afectan directamente en la capacidad productiva de la mina.

2.2 OPERACIÓN DE DESCUELQUE

En la actualidad se han mantenido los distintos métodos para resolver el problema de la colgadura, principalmente mediante explosivos, el cual es colocando en altura con una cantidad normada de explosivo mediante varas conocidas como “coligües”, los cuales posicionan el explosivo mediante técnicas artesanales lo más cercano a las rocas colgadas, de manera que al explotar la dinamita logre el objetivo de descolgar el atasco. Esta práctica, requiere que el “cachorrero” o persona encargada de colocar los explosivos, tenga que acercarse hasta el marco boca del punto, para poder visualizar la posición donde ubicará el explosivo y para realizar la colocación de éste en altura, hecho que lo deja altamente expuesto y vulnerable al riesgo en la situación en que se desencadene el flujo de mineral sorpresivamente. Las colgaduras pueden ser a baja o gran altura. Entiéndese que las de baja altura son aquellas que quedan fuera del alcance de seguridad del jumbo reductor y por tanto no pueden ser perforadas. Es de interés que, a mayor altura de la formación del arco, la precisión disminuye y el riesgo de la operación de descuelgue aumenta, ya que la dificultad en la maniobra de elevar la carga limita la ubicación final del explosivo a las posibilidades del manipulador. Adicionalmente a ello, es frecuente que en las colgaduras formadas a mayor altura, la carga explosiva no quede con la base orientada hacia las rocas que forman la colgadura, lo que disipa sus propiedades rompedoras y de éxito.

El descuelgue de zanjás actual se puede describir globalmente en base a las siguientes características operacionales:

- Colocación manual del explosivo mediante utilización de coligues.
- Explosivo de alta potencia con efecto direccionado.
- Operación anexada a la reducción secundaria, en relación con la cuadrilla y los tiempos para tronadura.

El riesgo incorporado en esta actividad y el número de intentos necesarios para lograr el descuelgue son los principales factores que motivan la búsqueda de una solución alternativa para esta operación. Sumado a lo anterior, la tendencia por automatizar y tele comandar los sistemas, generan una necesidad por incorporar tecnologías y modernizar esta práctica, motivando la búsqueda de soluciones que entreguen resultados satisfactorios, seguros y de bajo costo.

A la fecha existen variadas formas para descolgar los arcos estables formados en las zanjás y piques de traspaso. Sin embargo, el prototipo de Dron Descolgador presentado en esta memoria, está enfocado a resolver el problema de las colgaduras, sobre cualquier método existente en la actualidad.

3 DESARROLLO DEL INVENTO

El dispositivo en proceso de patentamiento es un dron capaz de volar al interior de los piques de traspaso o puntos de extracción, que posee un cuerpo base de fibra de carbono al cual se integran los componentes del sistema operativo, motores, controladores de movimiento y estabilidad, un brazo flexible capaz de transportar y adherir conos explosivos de alto poder (APD) a las rocas del atasco. Cuenta además con dos pequeñas mangueras flexibles que dirigen un caudal de aire comprimido para limpiar la zona de adherencia a la roca, y otro brazo articulado con sistema de iluminación LED y cámara de video de alta definición con servomotor que le permite encontrar la posición ideal de colocación del explosivo. Para la navegación cuenta con sensores de ultrasonido vertical y horizontales, y transmisión bidireccional de señales por radio, a una unidad de comando a distancia, desde donde es dirigido por un operario ubicado en una zona segura mediante un joystick. El equipo puede ser fabricado en base a partes y componentes disponibles en el mercado y es accionado por baterías, que le permiten volar durante todo el tiempo que dura la operación de desatasco.

La mayor utilidad de realizar la operación de desatasco de piques y puntos de extracción con este dispositivo es que permite alcanzar el máximo estándar de seguridad en dicha labor, evitando completamente la ocurrencia de accidentes por caída de roca. Además, por la rapidez y efectividad de su trabajo, contribuye notablemente a mejorar la productividad en la extracción o traspaso de mineral. Su campo de aplicación en minería subterránea se extiende a cualquier operación que utilice piques de traspaso y/o puntos de extracción de mineral, como en los métodos de Hundimiento por bloques o paneles, Hundimiento por subniveles, Caserones vacíos o rellenos con mineral y sistemas de traspaso gravitacional.

3.1 Campo de aplicación de la invención

La presente invención se aplica en minería subterránea y se extiende a cualquier operación que utilice piques de traspaso y/o puntos de extracción de mineral, como en los métodos de hundimiento por bloques o paneles, hundimiento por subniveles, caserones vacíos o rellenos con mineral y sistemas de traspaso gravitacional. Al ser un dispositivo portátil e inalámbrico podría servir también para aplicaciones a industrias no mineras en que se requiera colocar explosivos en zonas inaccesibles o peligrosas para seres humanos, o también, para colocar otros elementos adheribles no necesariamente explosivos en lugares de difícil acceso. El equipo reivindicado puede ser fabricado sobre la base de las partes de los componentes y materiales existentes en la industria.

3.2 Estado de la técnica de la invención

En los últimos años ha tomado fuerza la necesidad de migrar a la minería subterránea para la explotación de cuerpos mineralizados a gran profundidad. Como se indicó anteriormente, en este

tipo de métodos abundan las aplicaciones de flujo y traspaso gravitacional de mineral con los consiguientes riesgos de atascos relacionados a la granulometría del material fragmentado, los cuales interrumpen el flujo continuo de mineral en los piques de traspaso o en los puntos de extracción.

Los problemas de diseño de ductos por donde debe escurrir el material pueden deberse a dimensiones subestimadas en relación con el tamaño de los fragmentos o la obstrucción del conducto por la compactación de material fino en presencia de humedad en las paredes y piso del ducto.

Ante la ocurrencia de un atasco, en la actualidad existen variadas soluciones que intentan desarmar el arco que lo sustenta para reanudar el flujo de mineral.

Si el atasco se encuentra a corta distancia vertical desde el piso, se puede acceder a él con una vara larga y delgada que en su extremo lleva atada una carga de explosivos. Esta práctica, requiere que el operador coloque la carga “a tientas”, para no exponerse a riesgos de caída de roca en caso de que se destrabe sorpresivamente la columna de mineral. La dificultad en la maniobra de elevar la carga limita la ubicación final del explosivo a las posibilidades del manipulador. Cuando los atascos ocurren a una altura mayor a 4 [m], la carga explosiva puede que no quede en contacto con el arco de rocas, disminuyendo la probabilidad de éxito en el desequilibrio del arco debido a que el único efecto del explosivo es una onda expansiva de aire. Esta onda puede, o no, ser suficiente para desplazar una roca y romper el equilibrio. Lo que sí es seguro, es el daño a la infraestructura presente en los piques de traspaso o puntos de extracción debido a la reiterada ocurrencia de ondas expansivas.

Cuando se trata de piques de traspaso, y se tiene atascos a gran altura, también se aplica un método que consiste en la construcción de una chimenea paralela al pique de mineral, con comunicación directa a esta, mediante galerías horizontales cada cierta distancia, permitiendo el acceso a ella y aplicar el método de desatasco a poca altura.

Como el costo de este método es elevado, para evitar la construcción de nuevas galerías y chimeneas, también se usa como medida extrema en piques de traspaso, agregar agua desde la boca superior del pique, para reblandecer y arrastrar el material fino entre las colpas y de las paredes del pique a fin de quitarle puntos de apoyo al arco. Este método tiene el inconveniente de formar gran cantidad de barro que necesariamente llega al nivel de descarga del pique, desde donde debe ser drenado. Además, si no se vacía todo el material mojado del pique, cuando se seque formará una argamasa imposible de sacar por medios naturales de escurrimiento gravitacional.

Los principales factores que motivan la búsqueda de una solución alternativa para esta operación son la seguridad y la efectividad. De ahí es que surge la idea innovadora de un dron capaz de subir por el conducto vertical hasta el atasco de mineral para colocar un explosivo de forma cónica tele operado por un operario desde una zona segura con grandes posibilidades de éxito, considerando que el dron colocará conos de explosivos auto adherentes de forma precisa, rápida, segura e innovadora.

3.3 Descripción detallada de la invención

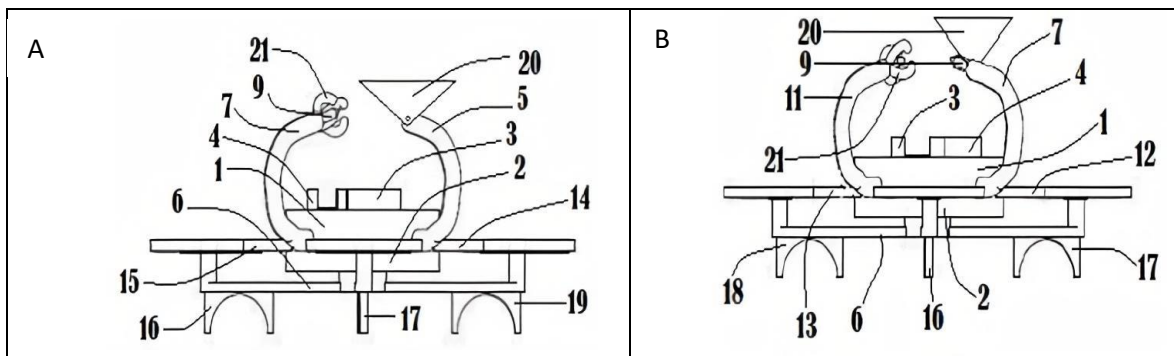
El dron desatascador de roca para piques de traspaso y puntos de extracción de minería subterránea está compuesto por una carcasa superior (1) y una carcasa inferior (2) ambas con forma de cilindro achatado acopladas con elementos de junta anular, que constituyen el cuerpo y sostén al cual están unidos los restantes componentes del dispositivo.

El cuerpo principal formado con las carcasas (1) y (2), contiene en su interior todo lo necesario para el accionamiento de componentes a bordo. La carcasa superior (1) tiene una canal (3) para contener los dispensadores de aire comprimido y otra (4) para la válvula reguladora de caudal.

Desde la carcasa inferior (2) salen hacia arriba por agujeros en la carcasa superior (1) 4 brazos curvos (5), (7), (8) y (11). El brazo (5) contiene en su extremo, un cono invertido (20) para llevar el cono explosivo auto adherente. Los brazos enfrentados entre sí son brazos limpiadores (7) y (8) de la superficie de roca donde se adhiere el cono explosivo, para lo cual contienen sendas mangueras conectadas a la válvula dosificadora de aire comprimido con boquillas (9) y (10) respectivamente, en sus extremos para aumentar la velocidad de salida del chorro de aire. Finalmente, el brazo de visión (11) cuenta con pinzas de agarre (21) cámara para llevar una luz LED y una cámara Full HD con mecanismo servomotor tele operado para orientar la captura de imagen.

De la carcasa inferior (2) salen 4 estructuras de fibra de carbono (12), (13), (14) y (15) equidistantes adosadas al cuerpo principal (1) y (2), con forma de triángulo plano truncado, que en sus extremos externos tienen un contorno circular para los motores y las hélices. Las plataformas circulares que cubren la zona de rotación de las hélices están protegidas con una membrana fina para evitar golpes a las hélices de partículas de roca suelta o material fino particulado que pueda caer desde la zona de atasco. Además, las estructuras de fibra (12), (13), (14) y (15) descansan en un soporte liviano en forma de cruz (6) fijado a la carcasa inferior (2) con elementos de junta anular (ver figuras 1,2 y 3). El soporte liviano con forma de cruz (6) tiene en la parte inferior 4 pies de base plana semicircular (16), (17), (18) y (19) para darle estabilidad al dron en el despegue y aterrizaje.

Además, el equipo cuenta con un sistema controlador y un microcomputador conectado a un sistema de comunicaciones inalámbricas de forma tal que un operador será capaz de tele-comandar tanto el vuelo del dron como el accionamiento de sus componentes externos. Todas las especificaciones de diseño y componentes con los que cuenta el dron se muestran en las distintas vistas que posee el documento original (ver Figura 1. A-D).



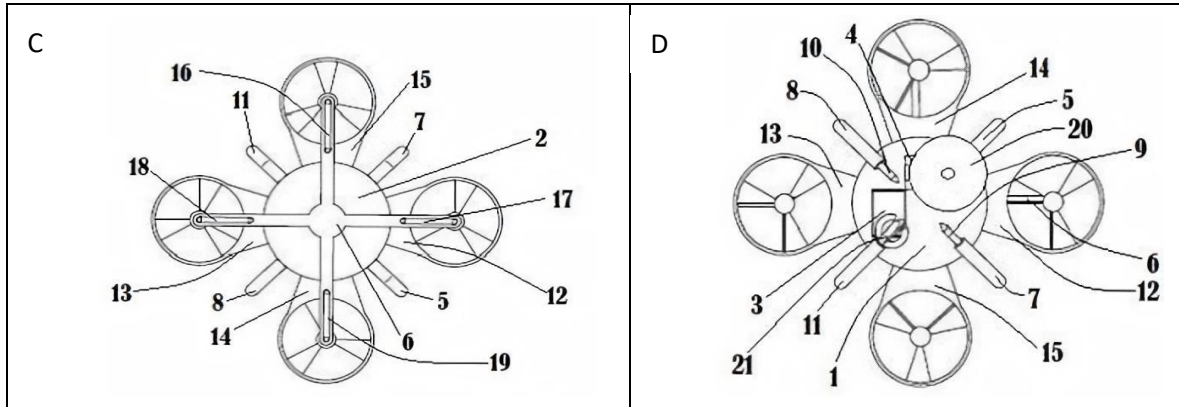


FIGURA 1. Vista frontal del Dron (A), vista lateral del Dron (B), vista planta inferior del Dron (C) y vista planta superior del Dron (D).

3.4 Pliego de reivindicaciones

1. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral en minería subterránea que posiciona explosivos mediante brazos robóticos, portátil, liviano e inalámbrico, **CARACTERIZADO** porque comprende:

- a) una carcasa superior (1) y una carcasa inferior (2) ambas con forma de cilindro achatado y compuestas de fibra de carbono, provistas de una pluralidad de agujeros en las paredes, techo y piso que constituye el cuerpo que conforma el sostén al cual están unidos los restantes componentes del dispositivo, unidos con elementos de junta anular;
- b) un brazo articulado colocador de explosivos (5), un brazo articulado para posicionar una cámara y soporte de iluminación (11) y dos brazos enfrentados entre sí para limpiar la zona de colocación de explosivos (7) y (8);
- c) cuatro estructuras equidistantes para montaje de motores y hélices (12), (13), (14) y (15), una base en forma de cruz (6) y cuatro pies de base plana semicircular (16), (17), (18) y (19);
- d) el espacio y soporte de todos los componentes eléctricos y cableado que posee el vehículo aéreo no tripulado; y
- e) el espacio y soporte de todos los componentes electrónicos y controladores que posee el dron.

2. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral en minería subterránea según la reivindicación 1, **CARACTERIZADO** porque la carcasa superior (1) posee una canal (3) para los dispensadores de aire comprimido y una canal (4) para la válvula reguladora de caudal.

3. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo

mineral en minería subterránea según la reivindicación 1, **CARACTERIZADO** porque la carcasa inferior (2) posee un soporte liviano de fibra de carbono en forma de cruz (6).

4. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 1, **CARACTERIZADO** porque los microprocesadores están conectados con los controladores de velocidad, motores, giroscopios, acelerómetros, sensores de ultrasonido, cámaras, sistema de iluminación láser, baterías y sistemas de vuelo, mediante cableado interno dentro del espacio entre la carcasa superior (1) e inferior (2).

5. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 1, **CARACTERIZADO** porque el brazo articulado colocador de explosivos (5) contiene en su extremo una terminación en forma de cono invertido (20) para transporte y disposición en roca del cono APD, la cual permite movimientos horizontales, sub verticales y verticales según la inclinación de la pared de la roca a volar.

6. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 1, **CARACTERIZADO** porque el brazo articulado para colocación de cámaras e iluminación (11) contiene en su extremo una terminación formada de aluminio de agarre de tres pinzas (21), la cual permite el posicionamiento adecuado de la cámara y del sistema de iluminación láser para captura de imagen.

7. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 1, **CARACTERIZADO** porque los dos brazos de soporte de los dispensadores de aire comprimido (7) y (8) contienen en su extremo dos boquillas (9) y (10) que potencian el caudal de salida.

8. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 2 y 7, **CARACTERIZADO** porque el canal (3) es para la colocación del estanque de aire comprimido y el canal (4) para la válvula dosificadora de caudal, los cuales en conjunto con los brazos de soporte (7) y (8) y las boquillas potenciadoras (9) y (10), realizan la limpieza de la zona en que se adhiere la carga explosiva.

9. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 1 y 3, **CARACTERIZADO** porque las cuatro estructuras formadas de fibra de carbono (12), (13), (14) y (15) equidistantes para monte de motores y hélices descansan sobre la base en forma de cruz (6).

10. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 1 y 9, **CARACTERIZADO** porque la base en forma de cruz (6) esta adosada a cuatro pies equidistantes (16), (17), (18) y (19) que le proveen un despegue y un aterrizaje estable.

11. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo

mineral según la reivindicación 1, 2 y 3, **CARACTERIZADO** porque la carcasa superior (1) es de fácil remoción y permite un acceso expedito para reparación o reemplazo de los controladores y sistemas de la configuración operativa del dron.

12. Un Dron desatascador de grandes fragmentos de roca acomodados en cavidades de flujo mineral según la reivindicación 1, 2 y 3, **CARACTERIZADO** porque la plataforma circular que cubre la zona de rotación de las hélices está recubierta con una membrana fina de material adecuado para evitar la caída de polvo suspendido o material fino en las hélices.

4 PRESENTACIÓN DE PATENTE

La realización de la memoria de título constó de la creación de un invento para el área de la minería extractiva. Este invento es patentado y validado por el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), actual entidad a cargo de este procedimiento de registro de Patentes de invención en Chile.

El procedimiento de Registro de Patentes comprende un resumen, donde se explican las principales funciones del invento y el problema que se resolverá; una memoria descriptiva que explica el contexto y estado de la técnica a la fecha de presentación del invento y la aplicación industrial que se le dará, incluyendo una descripción en detalle del conjunto y las partes que lo componen. Además, se debe presentar un pliego de reivindicaciones, con todas las características y cualidades del invento, que acrediten que cumple con los requisitos unicidad, novedad y aplicabilidad industrial exigidas por INAPI para otorgar las patentes. Finalmente, se presentan todas las figuras que contienen, en detalle, los dibujos del invento con todas las vistas necesarias para poder entenderlo y ser construido para implementarlo en minas subterráneas en cualquier parte del mundo. El invento propiamente tal es un dispositivo para transportar y colocar explosivos, para desarmar los arcos estables de trozos de rocas que se forman en los piques de traspaso o puntos de extracción y que impiden el normal escurrimiento del mineral a través de ellos. El dispositivo en proceso de patentamiento es un dron capaz de volar al interior de los piques de traspaso o puntos de extracción.

Se presenta la aceptación a trámite de la patente presentada, según:

“La presente invención divulga un equipo para transportar y colocar explosivos para desatascar colgaduras de zanja generadas en los métodos de extracción por hundimiento en gran minería subterránea, mediante la creación de un vehículo aéreo no tripulado capaz de volar a través de las zanjas activas en operación. Al ser un dispositivo autónomo y de control remoto podría también de acuerdo con la problemática a resolver, aplicarse a cualquier subnivel de producción de interior mina o más aún, un campo industrial que requiera de posicionamiento de explosivos de forma controlada del tipo conos de alto poder detonante (APD) en lugares difíciles de alcanzar y que necesiten de ello para mejorar la eficiencia temporal, humana y productiva. El equipo reivindicado puede ser fabricado sobre la base de las partes de los componentes y materiales existentes en la industria y mercado actual.”

Resolución de aceptación a trámite CRM: 0001931



Resolución de aceptación a trámite

Santiago, 22/04/2021

Tipo / Nro Solicitud: Patente de invención / **2020 - 003394**

Fecha de solicitud: 28/12/2020

**Título: DRON DESATASCADOR DE GRANDES FRAGMENTOS DE
ROCA ACOMODADOS EN CAVIDADES DE FLUJO MINERAL
EN MINERÍA SUBTERRÁNEA QUE POSICIONA EXPLOSIVOS
MEDIANTE BRAZOS ROBÓTICOS, PORTÁTIL, LIVIANO E
INALÁMBRICO.**

Titular: PABLO ELÍAS VÁSQUEZ DÍAZ

Representante:

Vistos lo establecido en el artículo 45 de la ley 19.039, y considerando que la solicitud se refiere a materias conforme al título indicado y a la PRE-CLASIFICACIÓN B 64C 27/00(2006.01), B 64D 1/00(2006.01), se resuelve: Acéptase a trámite esta solicitud.

Se deja expresa constancia que se deberá requerir la publicación al Diario Oficial dentro del plazo de 60 días, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 4° de la ley 19.039 y 14 de su reglamento, bajo apercibimiento de tener por abandonada la solicitud.

Resolución notificada por el Estado Diario con esta fecha.

Resolución firmada por quien se encuentra en el ejercicio del cargo de Conservador de Patentes en su calidad de titular o subrogante.

5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

A lo largo de los años y en la actualidad se ha evidenciado la presencia inevitable de eventos de colgadura de zanjás, los cuales pueden variar en número y características, dependiendo principalmente de la roca, diseño minero y porcentaje de extracción del punto en cuestión, con lo que se confirma la necesidad de abordar este tema, orientando los esfuerzos a la búsqueda de una solución más moderna y segura que la práctica actual. Las tendencias actuales de las explotaciones de minas han sido incorporar tecnologías con sistemas automatizados como parte de la configuración del sistema de manejo de materiales, siendo una limitante para la modernización de la operación de extracción, el no disponer de una alternativa tecnológica eficiente y con menor riesgo. En relación con la práctica actual de descuelgue, se identifica una operación de alto riesgo y baja eficacia, debido a la dificultad de maniobrar la carga explosiva en altura, lo que potencia la necesidad de disponer de prácticas alternativas para esta operación.

La invención presentada podría resolver el problema expuesto de colgaduras, al generar un descuelgue óptimo, entendiéndose como un equipo para una operación que busca activar el flujo de mineral a través del punto de extracción, mediante la aplicación de algún tipo de energía en aquellos puntos estratégicos de inestabilidad de la colgadura, para provocar la pérdida del equilibrio que la mantiene, originando la caída del material al piso del punto de extracción. Así, el presente trabajo de título se refiere al invento de un dispositivo desatascador de piques de traspaso y puntos de extracción de mineral, para uso en minas subterráneas, incluyendo la documentación requerida por el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) para registrar su patente de invención. Su campo de aplicación en minería subterránea se extiende a cualquier operación que utilice piques de traspaso y/o puntos de extracción de mineral, como en los métodos de Hundimiento por bloques o paneles, Hundimiento por subniveles, Caserones vacíos o rellenos con mineral y sistemas de traspaso gravitacional. Por ser un dispositivo aéreo y de control remoto, podría servir también para aplicaciones a industrias no mineras en que se requiera colocar explosivos en zonas inaccesibles o peligrosas para seres humanos, o también, para colocar otros elementos adheribles no necesariamente explosivos en lugares de difícil acceso.

Es de interés para futuras investigaciones, cuantificar el efecto del logro de las expectativas productivas de la nueva tecnología, como son la disminución de tiempos de maniobra en puntos colgados y menor cantidad de intentos para lograr activar el flujo, ya que de ser válidas, repercuten no solo en el costo de extracción, sino también en el costo de preparación, ya que genera un aumento de la capacidad productiva para un área determinada, permitiendo optimizar la secuencia de incorporación y mejorando con ello, el negocio minero y el uso del recurso.

Se recomienda considerar esta solución en futuras inversiones en investigación y desarrollo, ya que sin duda constituye un quiebre tecnológico en el negocio minero. Esta solución debe validarse en terreno y complementarse con una completa línea base del problema, donde se identifiquen los efectos en el flujo gravitacional del pre-acondicionamiento en distintas minas subterráneas del mundo.

6 REFERENCIAS

- ◇ IM2 INSTITUTO DE INNOVACIÓN EN MINERÍA Y METALURGIA S.A., octubre 2003. Informe Final 09/02 “Diseño conceptual para minería continua”.