



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Dispositivo de ascenso y descenso para
actividades verticales

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

PRESENTA:

Pablo Nessim Rodríguez León

DIRECTOR DE TESIS:

Mariano García del Gállego



Ciudad Universitaria, Marzo 2014

Dedicatorias

A mis padres: Julio y Silvia gracias, por su consejo, paciencia y apoyo.

A mis hermanos y familia: haber crecido junto a ustedes es un privilegio, conté con su apoyo en las buenas y en las malas.

A mis amigos: personas ejemplares con las que he crecido a lo largo del camino.

Agradecimientos

A mi tutor Mariano: gracias por aguantarme durante el tiempo que estuve en el CDM, por haberme guiado en este trabajo, que para mí es un honor.

A mi Universidad y mis profesores: mi segunda casa.

Índice

Capítulo 1	5
Introducción.....	5
Objetivo general.....	8
Objetivos particulares.....	8
Capítulo 2	9
Estado del arte.	9
Descensores.....	12
Ascensores y auto bloqueadores:	18
Poleas auto bloqueantes.....	21
Alcances.....	24
Resultados esperados.....	25
Capítulo 3	27
Marco teórico	27
TRIZ	28
ISQ.....	28
Planteamiento	31
Radار Comparativo.....	32
Radar de innovación	37
Capítulo 4	42
Resultados	42
Concepto de diseño.....	42
Diagrama de función	49
Diagrama de configuración.....	52
Conclusiones.....	53

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Referencias.....	53
Anexos:.....	55

Capítulo 1

Introducción

En esta tesis se describe el proceso de diseño de un dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales hasta llegar a una configuración que cumpla con todas las características requeridas. Con ayuda de la herramienta TRIZ (Teoría para resolver problemas de inventiva) básicamente se identifica lo que existe, se analiza y compara para construir un dispositivo que permita adaptar dos sistemas diferentes en uno sólo.

En el objetivo general se especifica que el dispositivo va dirigido principalmente a espeleología, en particular a la progresión como un dispositivo útil para maniobras de rescate y auto rescate.

En los objetivos particulares se mencionan las características principales con las que debe cumplir el dispositivo. Cada una de ellas es importante, ya que al rizarse la cuerda se lastima y eso puede ser muy riesgoso y dificulta las maniobras sobre la cuerda, debe ser fácil de manipular, bloquear o descender sin correr riesgo alguno lo que se asegura cumpliendo con las normas de la UIAA. Esta asociación desempeña un papel importante en las regulaciones de seguridad y estándares para el equipamiento usado en estas actividades.

El estado del arte incluye primero los antecedentes. Además, se trata acerca de la historia de este tipo de actividades y de las herramientas o dispositivos existentes actualmente para actividades verticales deportivas.

En el apartado de alcances se consideran algunas de las características que debe tener el dispositivo para llegar a la configuración ideal para una segura progresión en cuevas. Esto quiere decir que generalmente sólo habrá una cuerda para el ascenso y el descenso, por lo tanto, si llega a ser necesario, un rescate se realizará a partir de la misma cuerda, lo que requiere que, al momento del ascenso la cuerda pasará en línea recta donde se apoyará el ascensor ventral.

En resultados esperados se profundiza en las características con las que debe cumplir el dispositivo, los elementos que lo pueden conformar y los mínimos de carga.

En el marco teórico se inicia con TRIZ, considerando los factores de más importancia para este tipo de sistemas, por ejemplo, el medio en el que se trabaja, los componentes extra con los que se cuenta y los problemas o limitaciones que se presentan en este diseño.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

En el planteamiento se abordan las características con las que debe cumplir el dispositivo así como los medios a los que será sometido. Se colocan todas las bases para el diseño.

En el radar comparativo se incluye la comparación de los dispositivos existentes tanto de ascenso como de descenso y otro radar de todos en los que se puede observar tanto ventajas como desventajas de cada uno de los diseños y lo que hace especial a cada configuración.

El radar de innovación se realiza mediante la metodología TRIZ y con ayuda del software CREAX. Éste último plantea una serie de preguntas para calificar el nivel de innovación de cada dispositivo y realiza una comparación tanto de los descendores como de los ascensores y de ambos, lo que permite observar las ventajas y desventajas de cada dispositivo.

En el concepto de diseño se colocan las configuraciones posibles de tal manera que se pueda observar cada una por separado y analizar, para que se realice un radar comparativo.

En el diagrama de función se muestra la configuración y uso de un ascensor y de un descendor, cada uno por separado.

En el diagrama de configuración se coloca la disposición final que tendrá el sistema de tal manera que se observan tanto sus ventajas como sus desventajas.

En anexos se colocaron los bocetos de cada uno de los conceptos de diseños y las normas a seguir.

Es necesario mencionar el enfoque y usos para los que se diseña el dispositivo, en trabajos verticales como montaje de escenarios, mantenimiento y pintura de fachadas, limpieza de altura, elementos publicitarios y otros más. El dispositivo servirá para este tipo de actividades, pero su enfoque es más deportivo específicamente diseñado para la progresión en cuevas.

La exploración de las cavernas y su estudio constituyen el fin de la Espeleología. En su faceta deportiva es llamada espeleísmo, ofrece las emociones de las grandes aventuras en la naturaleza. Desde las cómodas cuevas horizontales hasta las profundas simas, pasando por complejos sistemas laberínticos, en un ambiente hostil en el que el espeleólogo puede encontrar pasos estrechos, arrastraderas, sifones, tiros verticales y todo tipo de obstáculos.

Por lo que se requiere de un equipo personal: Casco, lámpara, arnés de pecho, arnés de cintura, maillon ventral, cabos de seguridad, bloqueador ventral, bloqueados de mano, descendor y estribo. Que se muestra en la Fig. 1, se tratará más a detalle en los capítulos siguientes.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

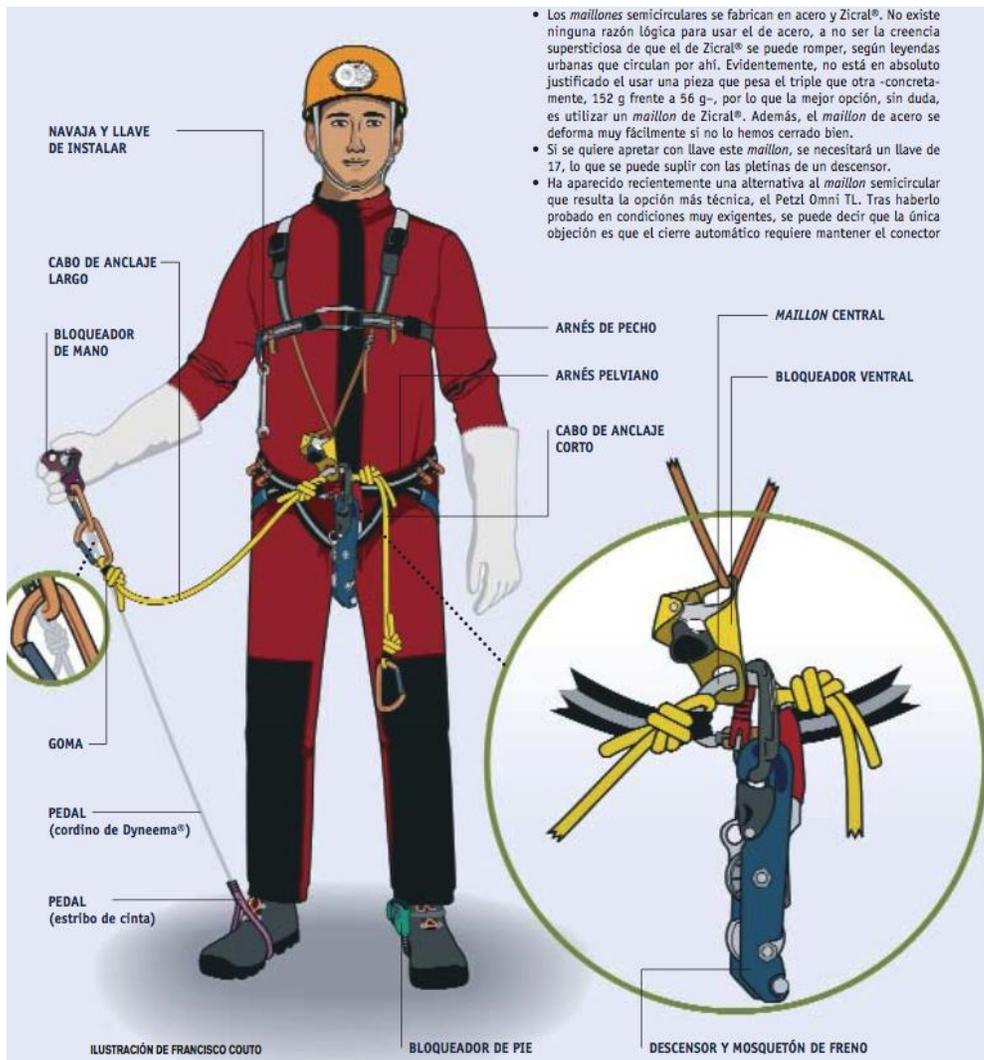


Fig. 1. Configuración y equipo sugerido.

Uno de los puntos más importantes en estas actividades es la seguridad, durante la progresión vertical en una cueva sólo existe una línea de progresión por lo que el rescate se realiza sobre la misma, al estar la víctima soportada por su arnés de cintura la posición que esta adopta corta la circulación a las extremidades y la cabeza por lo que el rescate debe realizarse en un máximo de siete minutos.

Fig. 1. <http://www.tic.udc.es/~nino/blog/tecnica/equipo-personal.pdf>

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Objetivo general

Diseñar un descensor-ascensor para utilizarse en trabajos verticales y deportes de altura, en particular espeleísmo, que sea seguro, sencillo de manipular, que con una fácil maniobra se pueda cambiar de dirección sin perder el anclaje a la cuerda, y pueda ser un instrumento útil y rápido para maniobras de rescate y auto rescate.

Objetivos particulares

Con la propuesta se busca que el descensor-ascensor cumpla con las siguientes características:

- Que no rice la cuerda.
- Útil para la progresión segura y ágil dentro de una cueva, y adaptable a maniobras rápidas y seguras de auto rescate.
- Que reduzca la fricción en la cuerda.
- Que permita una maniobra sencilla para cambio de dirección.
- Que sea fácil de usar.
- Que sea adaptable para técnicas de rescate sobre una misma línea.
- Que cumpla con las normas UIAA (Unión Internacional de Asociaciones de Alpinismo).

Capítulo 2

Estado del arte.

Desde el principio de los tiempos el ser humano ha tratado de llegar cada vez más lejos, ya sea a la montaña más alta o las mismas profundidades de la tierra, para esto ha diseñado equipo y dispositivos que le faciliten el acceso, la comodidad, que lo protejan del clima o lo mantengan seguro.

Las actividades de montañismo requieren de equipo especializado para cada actividad en específico, pero hay maniobras o técnicas muy comunes en estas actividades como el rápel y el ascenso sobre cuerda, practicado en espeleísmo, rescate y algunos tipos de escalada.

El rápel o rapel (del francés rappel) es un sistema de descenso por superficies verticales. Se utiliza en lugares donde el descenso de otra forma es complicado, o inseguro.

El rápel es el sistema de descenso autónomo más ampliamente utilizado, ya que para realizar un descenso sólo se requiere: conocer la técnica adecuada, llevar consigo el arnés y un descensor. El rápel es utilizado en excursionismo, montañismo, escalada en roca, espeleología, cañonismo y otras actividades que requieren ejecutar descensos verticales.

El rápel también es utilizado en rescate, tanto en los medios naturales como en los urbanos.

Tanto en algunas actividades de montaña como en espeleología, rescate y trabajos verticales el ascenso sobre una sola línea es tan importante como el descenso sobre la misma línea.

Para la realización de estas actividades se requiere de equipo de seguridad indispensable como:

Casco: lo más frágil y con mayor riesgo de romper es la cabeza y en una cueva es lo primero que golpeamos, el casco también nos protege de caídas de piedras y sujeta la iluminación.

Lámpara: se recomienda lámpara de Led's.



Fig. 2: Casco.

Fig. 2. http://www.culturademontania.com.ar/Relatos/REL_exploracion-espeleologia.htm

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Arnés de cintura: existen diferentes tipos de arnés, el punto de anclaje está más bajo o alto según la actividad a realizar.

Arnés de pecho: su función mantener recto el croll para que funcione adecuadamente. Durante el ascenso ha de ir lo más tenso posible.



Fig. 3. Arnés de pecho y arnés de cintura.

Cabos: De esta forma, introduciremos el nudo central en el maillón del arnés, y en los nudos de los extremos colocaremos mosquetones sin seguro al cabo corto y con seguro al cabo largo, mediante los cuales nos anclaremos a cualquier punto fijo (cabeceras, fraccionamientos, nudos, etc.) mientras se realiza alguna maniobra.



Fig. 4. Cabos.

Fig. 3. http://www.culturademontania.com.ar/Relatos/REL_exploracion-espeleologia.htm

Fig. 4. http://www.espeleosocorro.es/HTML/cabos_anclaje.htm

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Maillón ventral: de acero o zycral. Se encarga de cerrar los arneses y unirlos a los distintos aparatos y cabos de anclaje.



Fig. 5. Maillones más comunes

Descensor: mini rack, stop, simple o rack de PETZL son los más comunes en este tipo de actividad.

Croll: bloqueador ventral o de pecho para el ascenso. Se ancla al arnés de cintura por el maillón ventral y al arnés de pecho por el otro extremo. Siempre se debe de llevar cerrado cuando no se está usando.

Basic o puño: es uno de los bloqueadores de mano más frecuentes, va sujeto por medio de un mosquetón con seguro al cabo largo.

Mosquetones de aluminio: se emplean en los cabos de anclaje, para la sujeción de material diverso así como para las cuerdas en cabeceras y fraccionamientos.

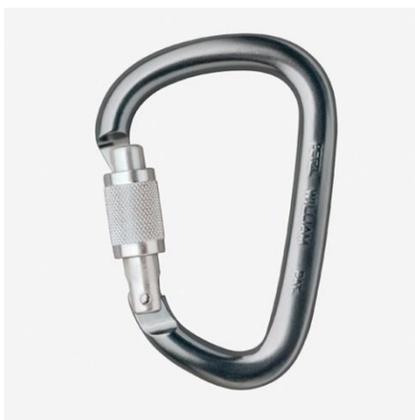


Fig. 6. Mosquetón.

Estribo: unido al mosquetón del puño, se emplea para la progresión vertical.

Fig. 5. http://www.culturademontania.com.ar/Relatos/REL_exploracion-espeleologia.htm

Fig. 6. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Organización del equipo

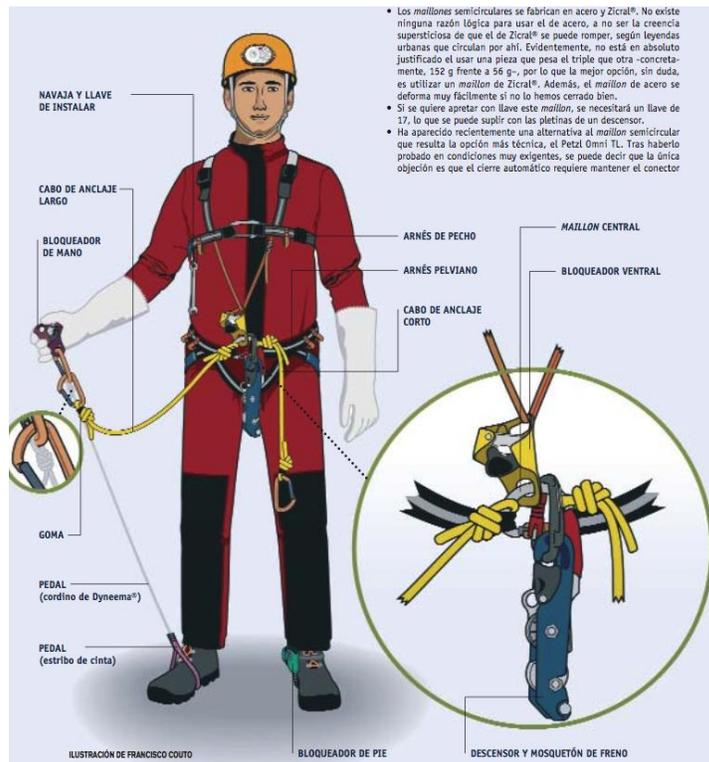


Fig. 7: configuración francesa

Descensores

Existe una variada forma de realizar rápel con el uso de descensores los sistemas más utilizados por su seguridad y comodidad, según la actividad a realizar son:

Ocho

Rápel con ocho, recibe este nombre debido a la forma del mismo descensor, aunque el aparato es un clásico del mundo de la escalada, actualmente su uso se ha reducido ante la aparición de otros descensores más eficientes y seguros, por lo que ahora es utilizado en cañonismo principalmente.

Se han incluido o insertado elementos a lo que es el ocho original (Fig.8. a)) para generar más fricción.

Desventaja: riza la cuerda y no soporta distancias largas.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales



Fig. 8: a) pirana petzl, b) ocho

Especificaciones:

Peso: 90 [g].

Compatibilidad con cuerda: para una sola cuerda de 8 a 13 [mm] de diámetro.

Puede utilizarse con dos cuerdas, pero según el diámetro de las cuerdas, no todas las posiciones de frenado son eficaces.

Materiales: cuerpo de aluminio forjado en caliente (ALU 6082).

Hydrobot

El Hydrobot, es un descensor concebido para el cañonismo moderno que funciona con una o dos cuerdas y permite variar el frenado bajo carga.

La ventaja principal respecto a otros modelos es que se evita el riesgo de pérdida accidental y el rizado de las cuerdas.

Una característica exclusiva del modelo Hydrobot, es la posibilidad de usarlo en caso de emergencia como bloqueador sobre una o dos cuerdas.

La posibilidad de mover la barra central (fijada por un tornillo), permite el empleo para zurdos. Esta barra se sujeta con un imán para que no se mueva.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales



Fig. 9. Hydrobot.

Especificaciones:

Esta fabricado en una aleación de aluminio ligero.

Peso: 150 [g].

Compatibilidad con cuerda: de 5 a 12 [mm] de diámetro.

Totem

Algunas de las modificaciones que se le han hecho al ocho es el TOTEM, este dispositivo de rapel y montaje fue diseñado por Rich Carlson, de la Asociación Americana de Cañonismo, el dispositivo es multifuncional. Funciona como una figura de ocho, sticht plato y gigi, todo en uno. Realiza la función de cada uno de estos dispositivos además de algunas cosas únicas. Fácil de añadir la fricción sobre la marcha. Simple y de bloqueo.



Fig. 10. Totem.

Fig.9. <http://www.kong.it/>

Fig. 10. <http://storricks.cnc.net/VerticalDevicesPage/Rappel/MiscDescPages/MiscDesc1184.html>

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Especificaciones:

Peso: 128 [g].

Altura: 190 [mm].

Ancho: 64 [mm].

Compatibilidad con cuerda (una cuerda): de 7.5 a 13 [mm].

Compatibilidad con cuerda (cuerda doble): de 7.5 a 10.5 [mm].

Descensores de poleas

Rápel con descensor de poleas, usado especialmente en la práctica de la espeleología o espeleísmo. El aparato consiste en 2 poleas donde la cuerda forma una "S" eso y un mosquetón de reenvió generan suficiente fricción para controlar el descenso. Hay dos modelos básicamente; sin seguro y con seguro autoblocante.

El simple o sin seguro (Fig. 11. a)) tiene la desventaja de que la cuerda corre con demasiada facilidad.

El stop o con seguro (Fig. 11. b)) requiere del uso de las dos manos para su buena manipulación lo que no siempre es conveniente.



Fig. 11. a) simple b) Stop.

Especificaciones Simple:

Peso: 240 [g]

Compatibilidad con cuerda: de 9 a 12 [mm] de diámetro.

Materiales: barras de aluminio.

Poleas reemplazables en caso de desgaste.

Fig. 11. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Especificaciones STOP:

Peso: 326 [g]

Compatibilidad con cuerda: de 9 a 12 [mm] de diámetro.

Materiales: polea-patín de acero y aluminio, y leva de acero.

Leva y poleas reemplazables en caso de desgaste.

Dispositivos tubulares

Rápel con dispositivos tubulares, entre los más populares esta el ATC (controlador de tráfico aéreo), el reverso y otros cuyos nombres dependen del fabricante, tienen un factor de fricción mayor que el ocho, por lo que se necesita menor esfuerzo para controlar nuestro descenso. Otra ventaja frente al ocho es que no riza la cuerda.



Fig. 12. ATC.

Especificaciones:

Peso: 57 [g].

Compatibilidad con cuerda: se utiliza con cuerda en simple ≥ 8.9 [mm], cuerda doble ≥ 8 [mm], cuerdas gemelas ≥ 7.5 [mm].

Materiales: cuerpo de aluminio forjado en caliente (6082 ALU).

Descensor de barriles

Rápel con Rack, además llamado popularmente marimba, está formado por barras, y fueron diseñados para descender grandes verticales, rizan muy poco la cuerda y funcionan incluso con cuerdas sucias o impregnadas de lodo.

Fig. 12. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

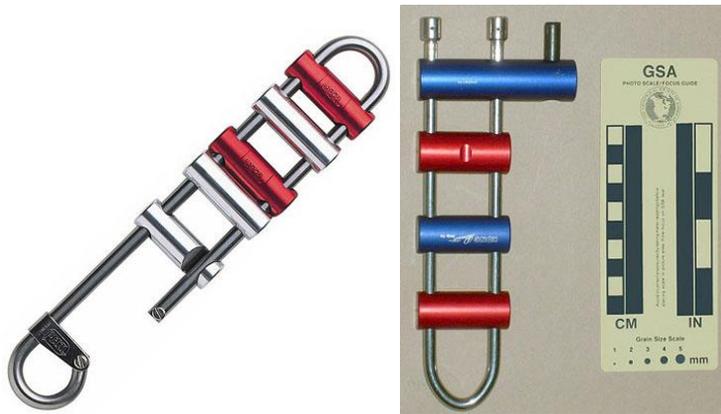


Fig.13. a) rack petzl b) rack Kong.

Especificaciones:

Peso: 470 [g].

Compatibilidad con cuerda: de 8 a 13 [mm] de diámetro.

Material: Marco de acero inoxidable con barriles de aluminio.

Indi evo

Rápel con Indi evo de KONG, conformado por un sistema de poleas con freno, que por su configuración puede ser utilizado para ascensos, utilizado principalmente en trabajos verticales. Al ser un dispositivo fácil de manipular, los rescates se simplifican, con la desventaja de que el rescate de abajo-arriba-abajo no es posible de realizar, por lo que no es apto para uso en cuevas.



Fig. 14. Indi evo KONG.

Fig. 13. a). Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Fig. 13. b). Y Fig. 14. <http://www.kong.it/>

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Especificaciones:

Peso: 450 [g].

Compatibilidad con cuerda: de 10 a 13 [mm] de diámetro.

Materiales: polea de acero y aluminio, y leva de acero, leva y poleas reemplazables en caso de desgaste.

Grigri

Se observa en la Fig. 13 y aunque no es propiamente un descensor sino un sistema de aseguramiento que tiene un sistema de freno muy efectivo, es utilizado en armado.



Fig.15. Grigri de Petzl.

Especificaciones:

Peso: 170 [g]

Compatibilidad con cuerda: de 8.9 a 11 [mm] de diámetro.

Materiales: placas laterales de aluminio, zona de frenado y leva de acero inoxidable y empuñadura de nilón reforzado.

Ascensores y auto bloqueadores:

En ciertas actividades de montañismo, como: espeleísmo, algunos cañones, rescate y trabajos verticales, el ascenso es igual de importante que el descenso.

En otras ocasiones se requiere de bloqueadores, ya sea para maniobras de rescate o recuperación de equipo.

Existen diferentes tipos de ascensor pero todos funcionan bajo el mismo principio, como por ejemplo:

Fig. 15. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Puño Ascension

Utilizado en actividades de gran pared y espeleología, pues aun que no es el más ligero si es el más cómodo.

La leva dentada de acero cromado y la ranura de evacuación de impurezas optimizan el funcionamiento por cuerda, esté embarrada o helada.

Los dos puntos de enganche permiten varios tipos de utilización: auto aseguramiento, sistemas de izado, etc.



Fig. 16. Ascension Petzl.

Especificaciones:

Peso: 195 [g]

Materiales: cuerpo de aluminio, leva de acero cromado, empuñadura de plástico y caucho moldeado, y tope de nilón.

Compatibilidad con cuerda: de 8 a 13 [mm] de diámetro.

Shunt

Colocado por debajo del descensor, el SHUNT sirve para auto asegurar un descenso en rápel y sustituye a los nudos auto bloqueantes, como el Prusik. Para una sola cuerda o dos cuerdas, se instala fácilmente en la cuerda, las piezas de bloqueo son lisas y no estropean la cuerda y puede utilizarse para los ascensos por una sola cuerda o dos cuerdas.

Fig. 16. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales



Fig. 17. Shunt Petzl.

Especificaciones:

Peso: 188 [g]

Materiales: cuerpo de aluminio.

Compatibilidad con cuerda: una sola cuerda de 10 a 11 [mm] o dos cuerdas de 8 a 11 [mm] de diámetro.

Basic

Bloqueador polivalente, compacto y ligero ideal para los sistemas de izado, el ascenso por cuerda y auto seguro en cuerda fija.

La leva dentada de acero cromado y la ranura de evacuación de impurezas optimizan el funcionamiento por cuerda, esté embarrada o helada.

Los dos puntos de enganche permiten varios tipos de utilización: auto aseguramiento, sistemas de izado, etc.



Fig. 18. Basic Petzl.

Fig. 17. Y Fig. 18. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Especificaciones:

Peso: 135 [g]

Materiales: cuerpo de aluminio, gatillo de acero

Compatibilidad con cuerda: de 8 a 13 [mm] de diámetro.

Tibloc

Pequeño bloqueador de emergencia en situaciones difíciles, este bloqueador ultraligero puede ayudar a montar un polipasto o sustituir a un nudo autobloqueante en caso de autorrescate. Con una polea simple, forma un kit de izado de emergencia con muy buena relación peso/volumen.

Desventajas: puede lastimar la cuerda con mucha facilidad.



Fig. 19. Tribloc petzl.

Especificaciones:

Compatibilidad con cuerda: de 8 a 11 [mm] de diámetro.

Peso: 39 [g].

Material: Aluminio.

Poleas auto bloqueantes

Los dispositivos de poleas auto bloqueantes son muy utilizados para recuperación de material, así como maniobras de rescate, ya que reducen pesos y ahorran tiempo en el armado de otros sistemas.

Fig. 19. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Micro traxion

Polea con bloqueador ultraligera de alto rendimiento.

La micro traxion es una polea con bloqueador ultraligera (85 g) y ultracompacta con un excelente rendimiento (91 %) gracias al rodamiento de bolas. La leva de bloqueo funciona con cuerdas embarradas y heladas, y puede bloquearse en posición abierta para utilizarla como polea simple.

Polea con bloqueador ultraligera y ultracompacta (volumen y peso reducidos al 50 % en relación a la MINI TRAXION).

Excelente rendimiento gracias al rodamiento de bolas estanco (91 %).

Leva bloqueable en posición abierta para utilizar como polea simple. El bloqueo funciona con la cuerda helada o embarrada.

Para utilizar con cuerdas de 8 a 11 [mm] de diámetro.

Esquemas de instalación de la cuerda grabados en el interior de la polea.

Diseñada para rescate en grietas, sistemas de izado, auto rescate y como bloqueador de emergencia.



Fig. 20. Micro traxion.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Especificaciones:

Peso: 85 [g].

Diámetro de cuerda mínimo: 8 [mm] de diámetro.

Diámetro de cuerda máximo: 11 [mm] de diámetro.

Tipo de roldana: rodamiento de bolas estanco.

Diámetro de la roldana: 25 [mm].

Rendimiento: 91 %.

Carga de trabajo: $2,5 \text{ [kN]} \times 2 = 5 \text{ [kN]}$.

Carga de rotura: $7,5 \text{ [kN]} \times 2 = 15 \text{ [kN]}$.

Carga de trabajo como polea-bloqueador: 2,5 [kN].

Carga de rotura como polea-bloqueador: 4 [kN].

Pro traxion

La pro traxion está diseñada para el izado de una carga pesada, ideal para grandes paredes y para rescate.

Excelente rendimiento gracias a la roldana de gran diámetro montada sobre rodamiento de bolas estanco.

Leva de bloqueo con dientes y una ranura de evacuación, funciona incluso con la cuerda embarrada o helada.

Placa lateral móvil bloqueable que permite colocar la cuerda con la polea fija en el anclaje.

Punto de enganche auxiliar para montar diferentes tipos de polipastos.

Leva bloqueable en posición hacia arriba (levantada) para utilizar como polea simple.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales



Fig. 21. Pro traxion.

Especificaciones:

Peso: 265 [g].

Diámetro de cuerda mínimo: 8 [mm] de diámetro.

Diámetro de cuerda máximo: 13 [mm] de diámetro.

Diámetro de la roldana: 38 [mm].

Rendimiento: 95 %.

Carga de trabajo: $3 \text{ [kN]} \times 2 = 6 \text{ [kN]}$.

Carga de rotura: $11 \text{ [kN]} \times 2 = 22 \text{ [kN]}$.

Carga de trabajo como polea-bloqueador: 2.5 [kN].

Carga de rotura como polea-bloqueador: 4 [kN].

Alcances

Desarrollar la configuración para un dispositivo que cumpla con las normas de la UIAA, con el que se pueda realizar descensos y sirva como ascensor ventral permitiendo así bloqueos más seguros, cambios de dirección más rápidos y rescates más sencillos pensando en uso de este dispositivo para espeleología.

Especificaciones:

En las normas de la UIAA la resistencia del sistema debe ser mayor o igual a 15 [kN] para el descenso y de 4 [kN] para el ascenso

Que logre descensos de hasta 80 [m] sin problemas de calentamiento por fricción.

Fig. 21. Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Requerimientos:

Que facilite el cambio de dirección sobre la cuerda y acelere las maniobras de rescate.

Que reduzca pesos.

Que no utilice más del espacio necesario.

Resultados esperados

El uso del dispositivo está enfocado a actividades como trabajos verticales y espeleología, pensando en todos los factores, como: el peso, el uso del dispositivo y la seguridad, es importante que se pueda realizar un rescate rápido.

Se espera sea fácil de manipular y de bloquear, seguro, y ligero tomando en cuenta que cumple la función de dos dispositivos.

Debe poder ajustarse al arnés de pecho y al maillon ventral del arnés de cintura.

Al descender, el dispositivo de descenso se acomodará según la cuerda y la posición del usuario por lo que debe tener un grado de libertad.

Características del dispositivo:

Peso: 450 [g]

Materiales utilizados comúnmente: aluminio y acero

Elementos posibles: barra o placas de aluminio, poleas o barriles, marco de aluminio para el ascensor con biela dentada y resorte.

Usos: espeleísmo, armado en rutas de escalada, trabajos verticales.

Restricción: movilidad en el área de descenso, debe ir sujeto en el maillon ventral del arnés de cintura y en el arnés de pecho.

Resistencia mínima: 15 [KN]

Factor de seguridad (F.S.): el dispositivo deberá soportar una persona aproximado a un peso de 80 [Kg] en suspensión lo que da una fuerza de:

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

$$F = (80[\text{kg}])(9.81[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}]) = 784.8\text{N}$$

$$\text{Fuerza mínima} = 0.784[\text{KN}]$$

$$F.S. = \frac{15}{0.7848} = 19.11315$$

Se espera tenga la capacidad de cargar 200 [kg] sin que se corra ningún riesgo de deformación, y que se pueda auto bloquear de manera sencilla.

$$F = (200[\text{kg}])(9.81[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}]) = 19.62 \times 10^2 \text{N}$$

$$\text{Fuerza mínima} = 1.962[\text{KN}]$$

$$F.S. = \frac{15}{1.962} = 7.64$$

Se espera tenga un diseño en el cual se pueda aumentar la fricción de la cuerda como el rack para poder regular la velocidad.

Se espera un fácil y seguro cambio de dirección.

Que cumpla con las respectivas normas de la UIAA y los factores de seguridad sugeridos.

También se observará el comportamiento del material así como sus características de diseño.

En general se busca desarrollar un dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales, enfocado a espeleología, ya que no se conoce la existencia de un dispositivo con estas funciones en esta área y aunque existen dispositivos capaces de realizar estas dos tareas no hay ninguno que se adapte a esta actividad por sus características, ya sea porque dificulta el rescate o porque no cumple con las características para el trabajo en cuevas.

Capítulo 3

Marco teórico

Para el marco teórico se utilizó la metodología de TRIZ que explicaremos brevemente.

TRIZ es un acrónimo ruso para Teoría para Resolver Problemas de Inventiva la teoría de resolución de problemas y de invención, desarrollada por Genrich Altshuller y sus colegas desde 1946.

Una metodología, un conjunto de herramientas basado en modelos para la generación de ideas y soluciones innovadoras para resolver problemas. TRIZ nos da herramientas y métodos para usarse en formulación de problemas, análisis de sistemas, análisis de fallas y patrones de evolución de sistemas. TRIZ nace del análisis de miles de documentos de patentes, de los cuales se extraía la esencia del problema y la estrategia de solución aportada. La presencia de ciertas pautas inventivas repetidas en distintos sectores, el acceso al conocimiento externo al problema y la evolución de las tecnologías, sentaron las bases para la metodología. TRIZ reposa sobre un sistema de pensamiento dialéctico, que complementa lo anterior con la evolución constante de los sistemas y la presencia y resolución de contradicciones técnicas. A diferencia de técnicas como lluvia de ideas, basada en la generación de ideas aleatorias, anima a crear un enfoque algorítmico y acceder al conocimiento para la invención de nuevos sistemas y el refinamiento de los viejos.

Dicho algoritmo se puede resumir en los siguientes pasos:

- Ante un problema determinado, "MI PROBLEMA" hay que reconocer sus elementos y su modelo, entrando en la fase conceptual "PROBLEMA MODELO".
- TRIZ ha organizado sus herramientas para que a partir de un modelo de problema, se pueda identificar un modelo de solución "MODELO DE SOLUCIÓN".
- A partir de ahí TRIZ no aporta muchos elementos para pasar de la solución conceptual y abstracta a una aplicación concreta "MI SOLUCIÓN".

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Las herramientas de TRIZ utilizadas en este trabajo son:

- ISQ (Innovation Situation Questionnaire): que como su nombre lo dice son una serie de preguntas o cuestionamientos que nos ayuda a visualizar el problema desde varios puntos de vista desglosando así las ideas principales.
- Radar comparativo: compara los dispositivos existentes permitiendo así identificar las ventajas y desventajas de unos dispositivos sobre otros.
- Radar de innovación: por medio del programa CREAX nos hace una serie de preguntas sobre cada dispositivo para comparar el nivel de innovación de cada uno, permitiendo así identificar ventajas y desventajas de unos sobre otros.
- Diagrama de función: nos permite observar el funcionamiento de cada dispositivo con ventajas, las líneas azules, y desventajas las líneas rojas.
- Diagrama de configuración: en el que se coloca el funcionamiento del diseño y nos permite observar las ventajas y desventajas del dispositivo en cuanto a su uso.

TRIZ

ISQ

1.1 NOMBRE DEL SISTEMA

Dispositivo de ascenso y descenso para maniobras verticales.

1.2 FUNCIÓN PRIMARIA DEL SISTEMA

Tener una manera práctica y rápida de cambiar de dirección durante el trayecto sobre la cuerda.

1.3 ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Componentes del sistema:

Soportes, poleas, (tornillos), freno, seguro, palanca, placas de soporte, modo de sujeción al arnés de cintura, mosquetón de reenvió, modo de sujeción al arnés de pecho.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Subsistemas:

Arnés con maillón.

Maillón con mosquetón.

Mosquetón con dispositivo.

Dispositivo con cuerda.

Cuerda con reaseguro.

Dispositivo con arnés de pecho.

Supersistema:

Una pendiente, un cañón, una cueva.

1.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA Y LA INTERACCIÓN DE LOS SUBSISTEMAS

Mientras se asciende por la cuerda se puede cambiar rápidamente de dirección colocando unos barriles o poleas y retirando la sujeción a la cuerda.

Mientras se desciende se puede cambiar de dirección rápidamente colocando una biela dentada, el ascensor de mano y retirando los barriles o poleas.

1.5 EL SISTEMA Y EL MEDIO AMBIENTE

Barranco, cañón, edificio, cueva o estructura.

Agua

Lodo

Tierra

Humedad

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

2. RECURSOS DISPONIBLES

Dentro de los recursos de sustancia podemos considerar cuerda mojada, lodosa y sucia.

En los recursos de funcionamiento tenemos la libertad de cambiar el lugar y el acomodo de los elementos del sistema como serían las poleas o barriles, el bloqueador ventral y su posición.

Consideraremos como recurso el ascensor de mano puesto que nos será útil para un buen desempeño y facilidad en el cambio de dirección.

Otro recurso disponible es el mosquetón de reenvío ya que incrementa la fricción al momento del descenso.

3. SITUACIÓN DEL PROBLEMA

3.1 PROBLEMA A RESOLVER

El problema a resolver es colocar la posibilidad de dos funciones en un mismo sistema dado que se debe poder utilizar en actividades como espeleísmo y cañón.

Considerando que el descensor debe tener un grado de libertad para no estorbar durante la progresión en la cueva.

Durante el ascenso la cuerda debe pasar de manera recta sobre ambos ascensores esto quiere decir que la cuerda no debe doblarse en ninguno de los ascensores para facilitar maniobras de rescate en ambas actividades.

3.2 MECANISMO QUE CAUSA EL PROBLEMA

Los problemas en el mecanismo serían los ajustes de las poleas o barriles, una buena alineación entre la parte de descenso y la de ascenso, así como la movilidad del descensor, el espacio disponible, para que no estorbe durante la progresión vertical y la posición de los barriles o poleas.

3.3 CONSECUENCIAS NO DESEABLES DEL PROBLEMA A RESOLVER

Los dispositivos conocidos que sirven para el ascenso y el descenso no cumplen con los requerimientos de seguridad en cueva, ya que para las maniobras de auto rescate se requiere que la cuerda corra en línea recta por el ascensor.

Los descensores de poleas no rebasan los 80 [m] en el descenso debido a que la fricción ocasionada por la cuerda y la polea pueden dañar la cuerda.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

3.4 HISTORIA DEL PROBLEMA

Aún no se ha diseñado un dispositivo que cumpla con las características requeridas ya que en los dispositivos existentes que realizan ambas tareas, ascenso y descenso la cuerda no corre en línea recta al momento del ascenso.,

4. VISIÓN DE LA SOLUCIÓN IDEAL

Estos problemas podrían resolverse colocando ambos dispositivos a un mismo punto de apoyo rediseñando un descensor con barriles o poleas y adaptándolo a un ascensor ventral de fácil bloqueo esperando poder regularlo para que también pueda adaptarse como freno para cuerdas muy delgadas o dinema.

5.1 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DESEADAS

Limitación de medidas debido a que no debe ser incómodo y debe ser ligero debido a los usos para los que está pensado. En cuanto al peso también hay que tener en cuenta que los materiales que se requieren para este dispositivo no serán tan ligeros debido a la resistencia requerida para los dispositivos de estas actividades y el mercado para el que está pensado este producto. Reduciendo costos de fabricación.

Planteamiento

En las actividades de montañismo (espeleísmo, escalada, cañonismo, alta montaña) se realizan descensos sobre cuerda con diferentes artefactos según la actividad, esto debido a diferentes contextos como la altura, el tipo de cuerda, el peso (dependiendo de la actividad) y el ambiente.

Hay actividades en las que el descenso sobre la cuerda es tan indispensable como el ascenso sobre ésta. En ciertas circunstancias también es muy importante el poder cambiar de dirección sobre la cuerda, lo que lleva una maniobra.

En este tipo de actividades el peso es un factor muy importante ya que en exploraciones y excursiones cada individuo carga su equipo y ayuda con el equipo común en una exploración.

Otro punto importante a tratar es el ambiente de trabajo, ya que será utilizado para ríos, cuevas y cañones lo que lo expone a trabajar con cuerda limpia, lodosa, mojada y sucia.

Tomando en cuenta que cada marca de equipo de montaña cuenta con sus propios diseños podría decirse que aún no existe un descensor ascensor para distancias largas que no lastime la cuerda, no rice la cuerda, no se caliente demasiado y sea apropiado para el uso en actividades como espeleología y rescate.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Tomando como principios a considerar la fricción sobre el material, el peso de la persona y el diámetro de la cuerda.

Radar Comparativo

Se realizan tres radares comparativos de los dispositivos existentes analizando los más comunes, según los parámetros mostrados en especificaciones generando una escala para calificar cada una de sus características según las tablas:

Tabla 1. Descensores.

	Descensores					
Especificaciones de diseño	Simple	Stop	ATC	Ocho	Rack	Grigri
Peso [g]	240	326	53	90	470	170
Material	Al	Al, FeC,	Al	Al	Al FeC	Al, FeC
Garantía (años)	3	3	3	3	3	3
Facilidad de uso	7	5	9	8	7	8
Compatibilidad con cuerda diámetro [mm]	9--12	9--12	9--13	8--13	8--13	8.9--1
Distancias de buen funcionamiento [m]	80	80	30	60	300	30
Fácil de bloquear	7	9	6	7	8	10
Trato de cuerda	9	8	8	8	7	8
Control en el descenso	7	9	8	7	9	6
Manipulación	8	9	5	7	7	8
Material adicional para su funcionamiento	10	10	0	0	0	0

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Tabla 2. Ascensores.

Ascensores						
Puño	Shunt	Croll	Basic	Tribloc	INDI EVO	Especificaciones de diseño
195	188	135	135	39	450	Peso [g]
Al, FeC	Al	Al, FeC	Al, FeC	Al	Al, FeC	Material
3	3	3	3	3	3	Garantía (años)
10	3	10	10	7	6	Facilidad de uso
8--13	10--11	8--13	8--13	8—11	10--13	Compatibilidad con cuerda diámetro [mm]
_____	200	_____	_____	_____	80	Distancias de buen funcionamiento (m)
10	10	10	10	10	10	Fácil de bloquear
8	9	8	8	7	8	Trato de cuerda
					9	Control en el descenso
3	7	3	3	1	8	Manipulación
10	10	0	10	10	10	Material adicional para su funcionamiento

La distancia, buen funcionamiento, facilidad de uso, bloqueo, trato y manipulación se califican según la experiencia personal y tomando en cuenta la opinión de compañeros de la actividad.

Posteriormente se le otorga una cantidad al peso, material según su resistencia y peso, compatibilidad de cuerda y distancias de buen funcionamiento en base a lo que se requiere.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Tabla 3. Especificaciones descensores.

	Descensores					
Especificaciones de diseño	Simple	Stop	ATC	Ocho	Rack	Grigri
Peso	6	4	10	9	2	7
Material	8	10	8	8	10	10
Garantía	3	3	3	3	3	3
Facilidad de uso	7	5	9	8	7	8
Compatibilidad con cuerda diámetro	7	7.00	7	8	10	7
Distancias de buen funcionamiento	7	7	5	7	10	5
Fácil de bloquear	7	9	6	7	8	10
Trato de cuerda	9	8	8	8	7	8
Control en el descenso	7	9	8	7	9	6
Manipulación	8	9	5	7	7	8
Material adicional para su funcionamiento	10	10	0	0	0	0

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Tabla 4. Especificaciones ascensores.

		Ascensores				
Puño	Shunt	Croll	Basic	Tribloc	INDI EVO	Especificaciones de diseño
7	7	8	8	10	2	Peso
10	8	10	10	8	10	Material
3	3	3	3	3	3	Garantía
10	3	10	10	7	6	Facilidad de uso
10	5	10	10	6	6	Compatibilidad con cuerda diámetro
					7	Distancias de buen funcionamiento descenso
10	10	10	10	10	10	Fácil de bloquear
8	9	8	8	7	8	Trato de cuerda
					9	Control en el descenso
3	7	3	3	1	8	Manipulación
10	10	0	10	10	10	Material adicional para su funcionamiento

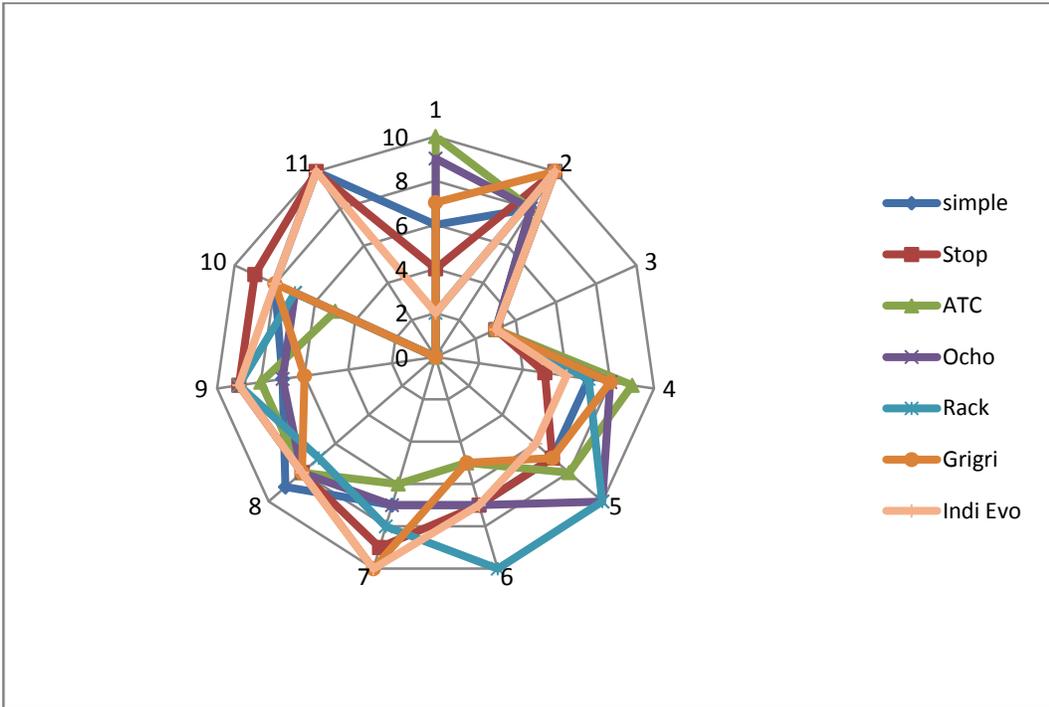
Y finalmente se gráfica según las características de cada uno, por separado y juntos.

Tomando cada uno de los puntos de la gráfica como se indica en la tabla de abajo.

Peso	1
Material	2
Garantía	3
Facilidad de uso	4
Compatibilidad con cuerda diámetro	5
Distancias de buen funcionamiento	6
Fácil de bloquear	7
Trato de cuerda	8
Control en el descenso	9
Manipulación	10
Material adicional para su funcionamiento	11

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

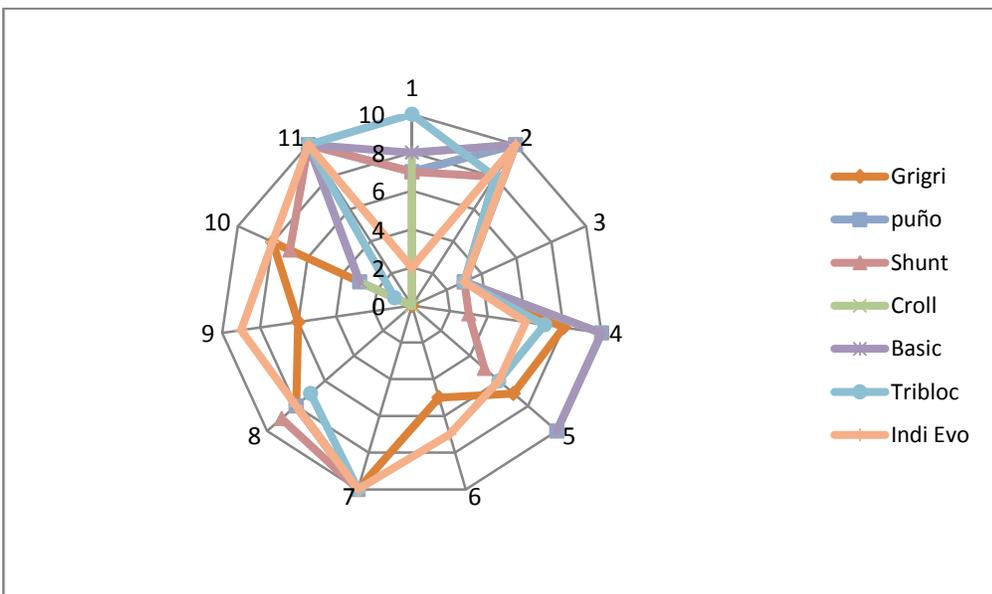
Gráfica 1. Descensores.



En esta gráfica se observa la ventaja del rack en lo que es la distancia y la compatibilidad con cuerdas de distintos diámetros.

El stop y el indi evo por tener seguro automático tienen mayor control en el descenso.

Gráfica 2. Ascensores.



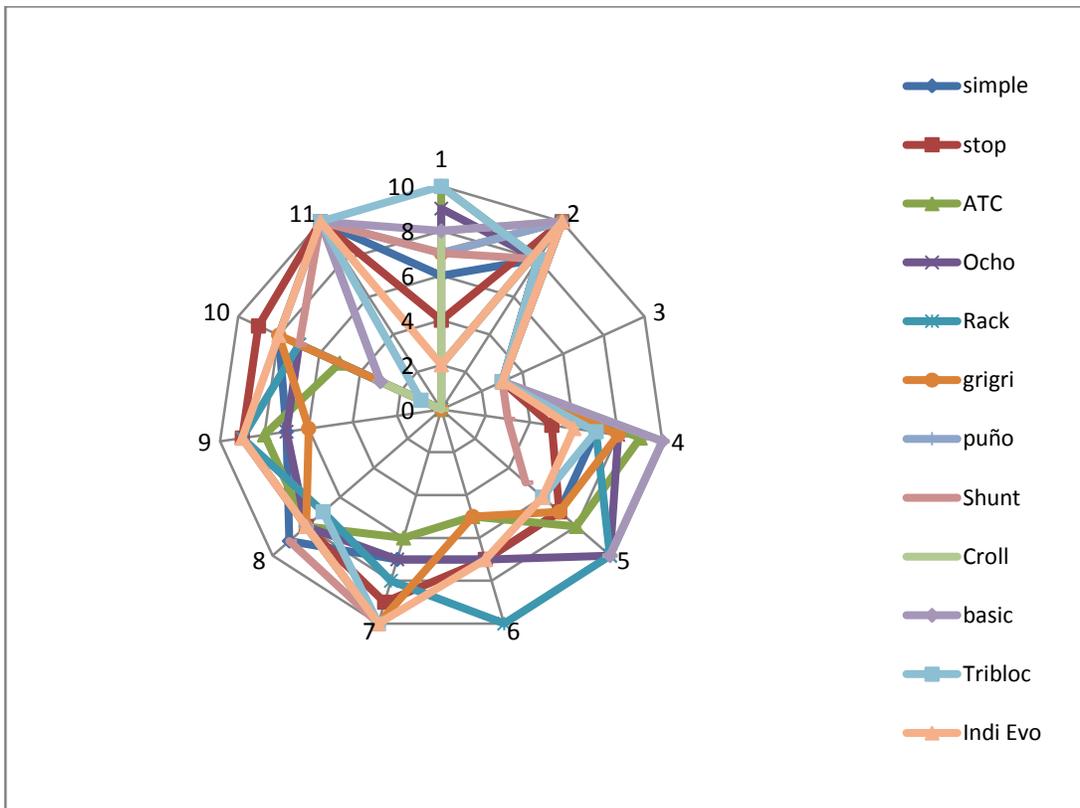
Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Se observa cómo el indi evo resalta al tener la ventaja de ser también un descensor.

El tribloc destaca por ser muy ligero pero suele lastimar la cuerda.

El basic y el croll son los dos más frecuentes y usados por ser ligeros y seguros.

Gráfica 3. Ascensores y descensores.



En estos radares se observa la ventaja del rack en el descenso, la seguridad y confianza de ciertos descensores tomando esto como base para el diseño.

Radar de innovación

En estos radares se analizan los siguientes aspectos:

Smart materials: Son materiales diseñados que tienen una o más propiedades que se pueden cambiar considerablemente de manera controlada por estímulos externos, como el estrés, la temperatura, etc.

Space segmentation: Se mide el nivel de segmentos y divisiones de cada diseño.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Surface segmentation: Clasifica el nivel de relieve en una superficie y el por qué.

Macro to nano scale: Mide el nivel de detalle en el diseño.

Mono bi-poly-increasing differences: Se refiere al número de partes que componen al sistema.

Increasing use of senses: El número de sentidos necesarios para utilizar cada diseño.

Increasing use of color: El color como sentido y el nivel de importancia.

Degrees of freedom: Grados de libertad de cada diseño.

Controllability: La facilidad para controlar el sistema.

Se realiza un radar de innovación primero de los descensores (gráfica 4.).

Observando la ventaja en innovación del indi evo ya que posee la característica de que sirve tanto para el ascenso como el descenso con la desventaja de que al momento del ascenso la cuerda se dobla lo que hace imposible un rescate con una sola línea.

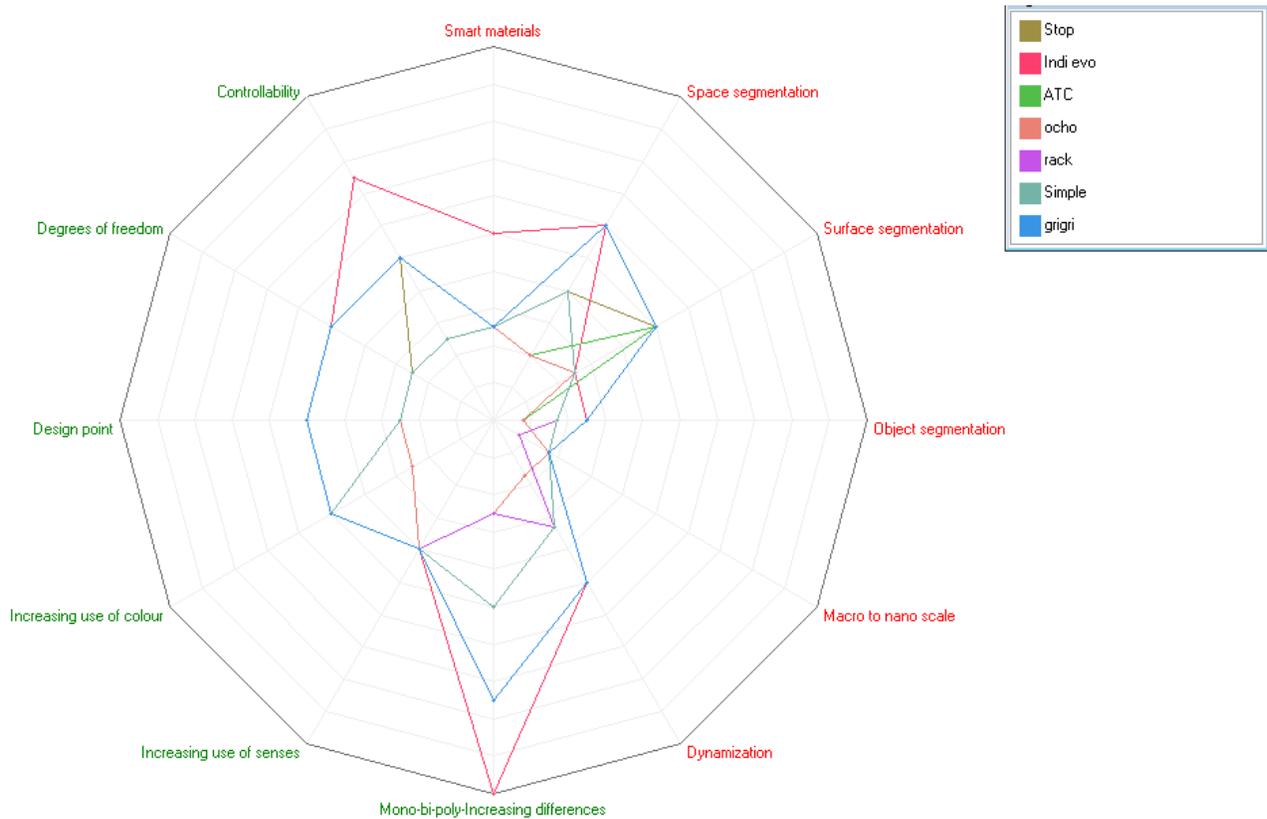
El grigri al tener auto bloqueo y seguro se encuentra en segunda posición en innovación, seguidos de los descensores de polea y de barril.

En ventaja de uso el descensor de barriles tiene una seguridad de doscientos metros.

Donde se muestra más diferencia en la gráfica es por el control y el diseño que contiene muchas piezas del indi evo y en el grigri por su diseño y funcionamiento.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Gráfica 4. Radar de innovación de descensores.



Posteriormente se realiza el radar de innovación de los ascensores (Gráfica 5.).

En esta gráfica se observa la ventaja en innovación que da el indi evo al poder descender y ascender con la misma herramienta.

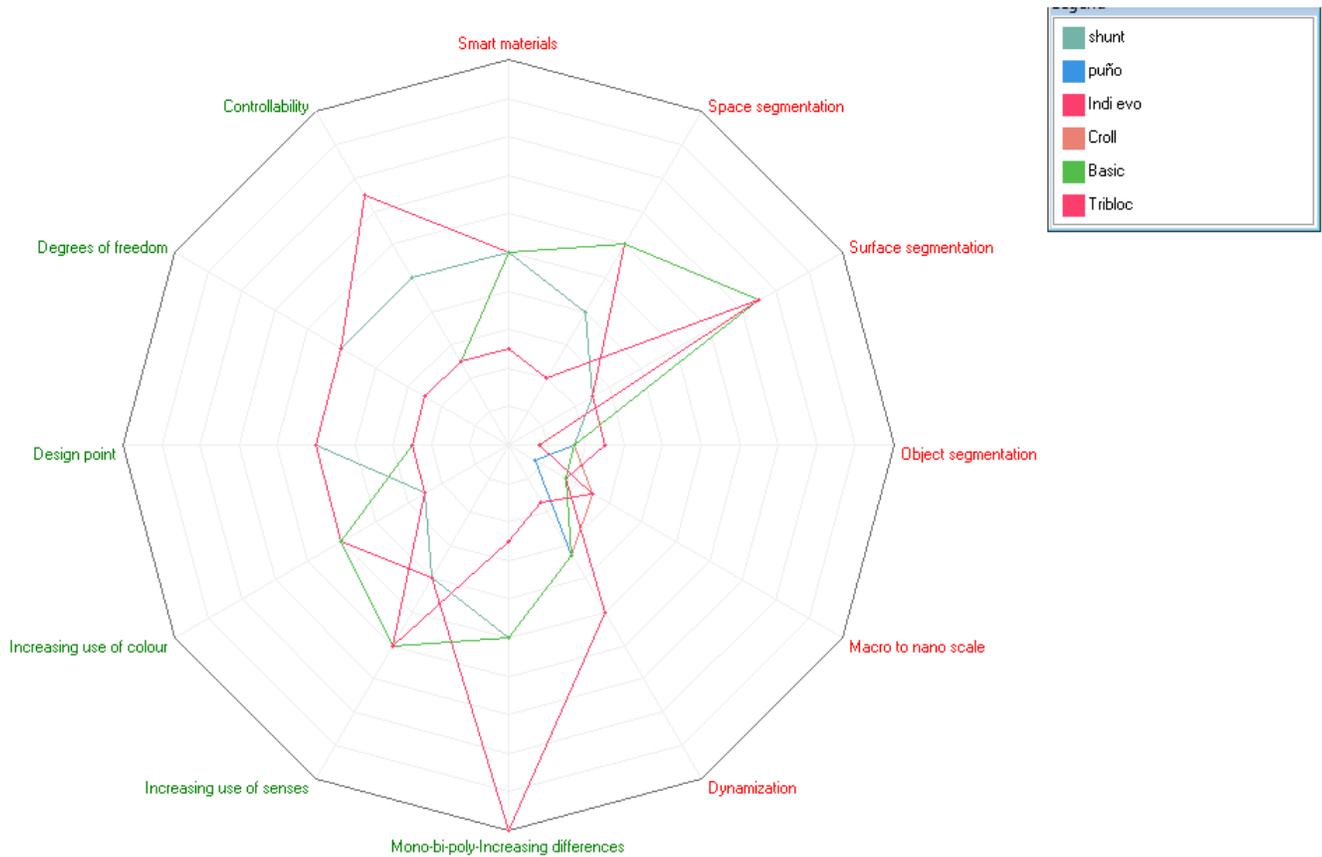
El puño y el basic mantienen muchas similitudes con la diferencia del peso.

El tribloc destaca al ser el más ligero de todos.

El croll y el basic destacan por el detalle en su diseño y el uso de sentidos necesarios.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Gráfica 5. Radar de innovación de ascensores.



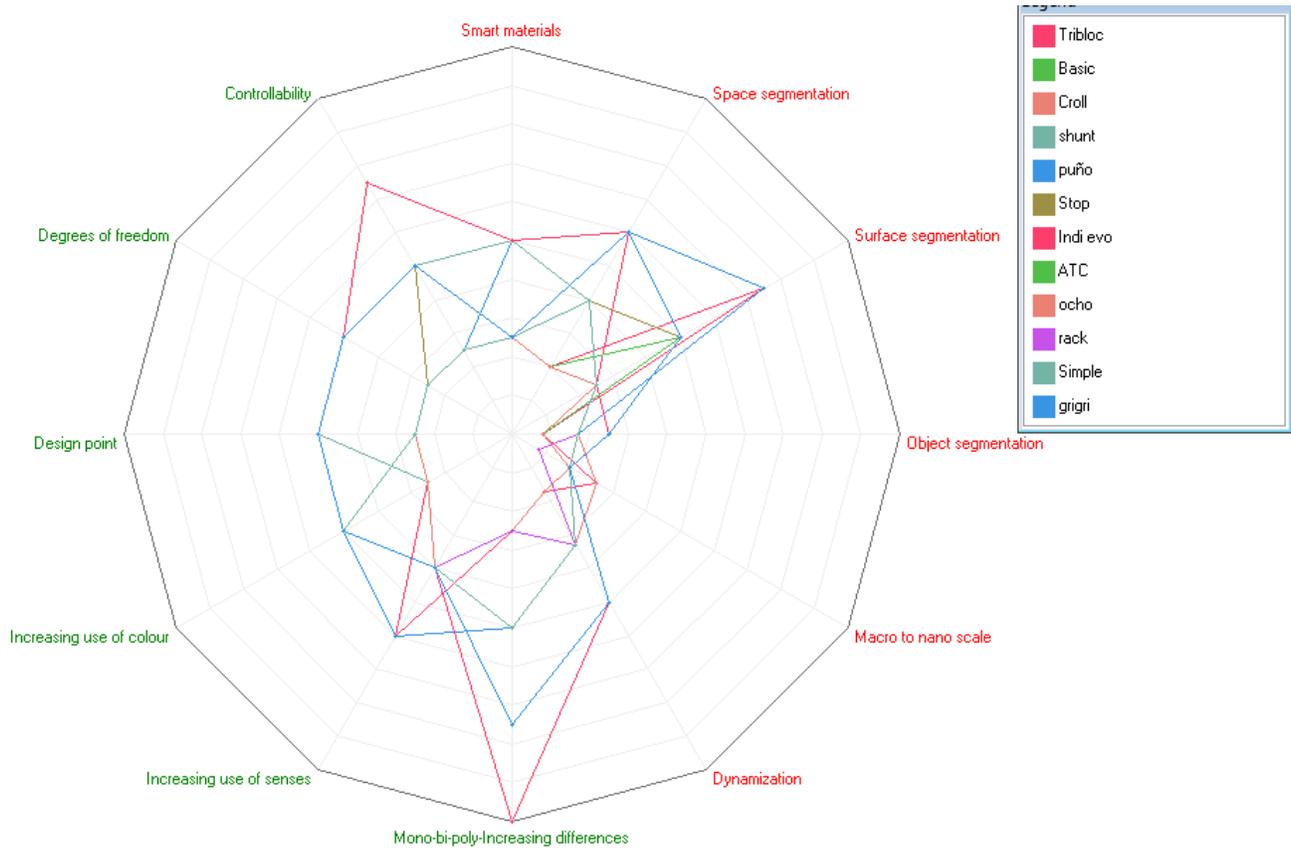
Se realiza un radar, de todos los dispositivos conocidos (Gráfica 6.).

En esta gráfica se observa las ventajas del indi evo y los descensores de polea frente a los de barriles al igual que la biela dentada para los descensores.

El stop y el indi evo tiene la ventaja de contar con freno, aunque necesita de las dos manos para su funcionamiento.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Gráfica 6. Radar de innovación ascensores y descensores.



Capítulo 4

Resultados

Concepto de diseño

Después del análisis realizado, las comparaciones se pueden realizar ciertas propuestas del diseño que al final son comparadas, observando ventajas y desventajas de cada propuesta, suponiendo peso y proponiendo material.

Se requiere de la integración de uno o más de los dispositivos conocidos.

Basic-simple

Uno de los primeros conceptos, en el que el problema principal sería alinear la biela con la primera polea y que no debe estorbar para la progresión horizontal. Considerando que será pesado y su distancia máxima de descenso sobre una cuerda será de 80 [m], su modalidad de uso sería muy sencilla dado que son aparatos comunes y conocidos que cumplen con las normas y especificaciones.

Peso: 375 [g].

Material: aluminio y acero.

Garantía: 3 años.

Facilidad de uso: 9.

Compatible con diámetro de cuerda de: 9 a 12 [mm].

Distancia de funcionamiento: 80 [m].

Bloqueo: 8.

Trato de cuerda: 8.

Control en el descenso: 7.

Manipulación: 8.

Material adicional: sí.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

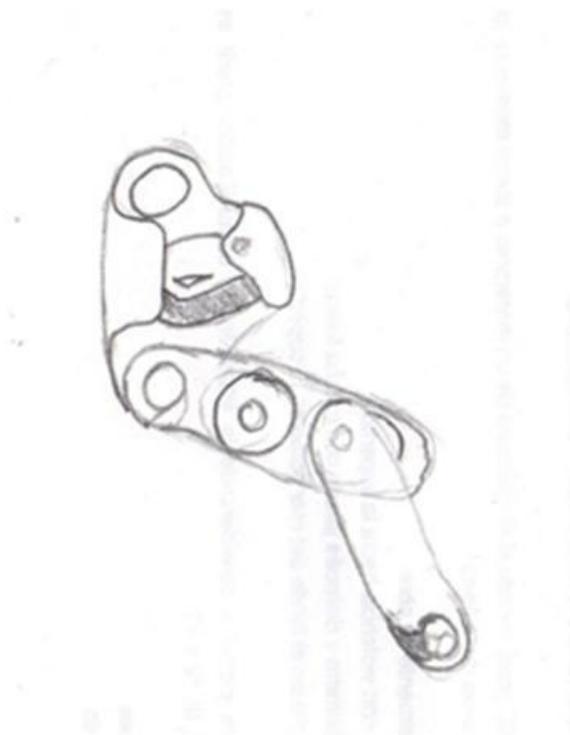


Fig. 22. Propuesta basic-simple.

Grigri-simple

Peso: 205 [g].

Material: aluminio y acero.

Garantía: 3 años.

Facilidad de uso: 9.

Compatible con diámetro de cuerda de: 9 a 11 [mm].

Distancia de funcionamiento: 60 [m].

Bloqueo: 8.

Trato de cuerda: 7.

Control en el descenso: 8.

Manipulación: 8.

Material adicional: no.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

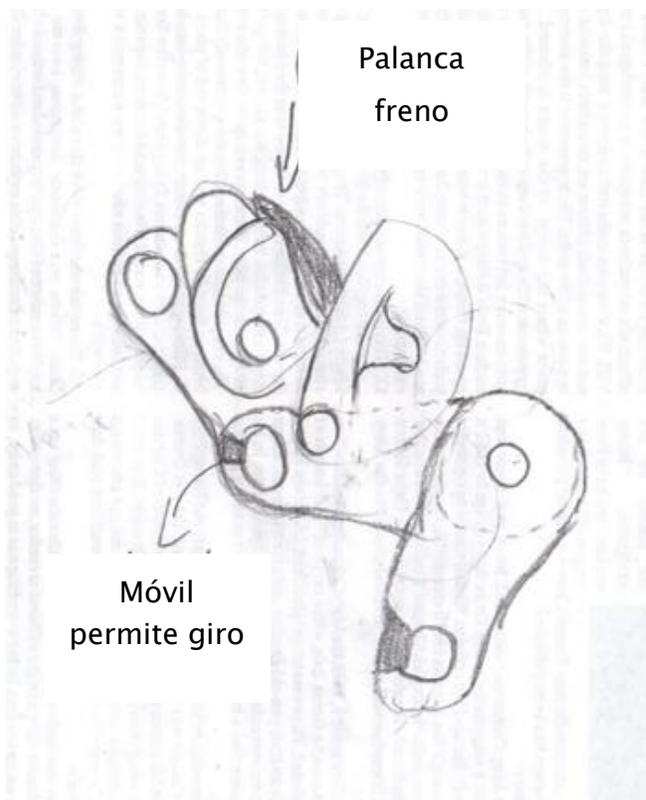


Fig. 23. Grigri-simple.

Shunt-stop

Distancia máxima de descenso 80 [m], prácticamente mismo peso que el stop de petzl añadiéndole una función más. Con freno sin dientes que no lastima tanto la cuerda y no la riza, 2 poleas de aluminio, una con una parte recta, las placas serían de acero y el freno igual o aluminio, se verá en pruebas.

Peso: 325 [g].

Material: aluminio y acero.

Garantía: 3 años.

Facilidad de uso: 7.

Compatible con diámetro de cuerda de: 9 a 12 [mm].

Distancia de funcionamiento: 80 [m].

Bloqueo: 8.

Trato de cuerda: 8.

Control en el descenso: 8.

Manipulación: 8.

Material adicional: sí.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

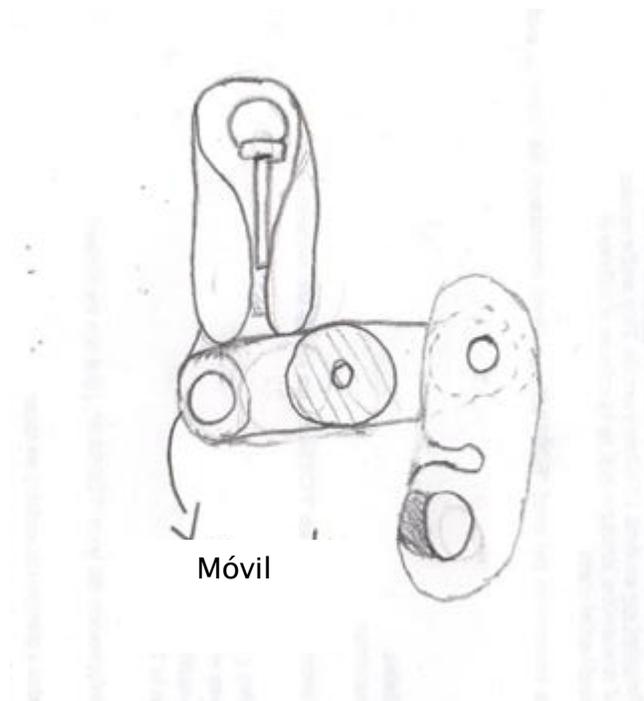


Fig. 24. Shunt-stop.

Croll-Rack

Sería el más pesado de los diseños pero el de mayor autonomía, sin freno y con dientes pero con una mayor autonomía en vertical permitiendo así distancias de más de 80 [m].

Peso: 525[g].

Material: aluminio y acero.

Garantía: 3 años.

Facilidad de uso: 8.

Compatible con cuerda de: 9 a 12 [mm].

Distancia de funcionamiento: 300 [m].

Bloqueo: 9.

Trato de cuerda: 7.

Control en el descenso: 9.

Manipulación: 9.

Material adicional: sí.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

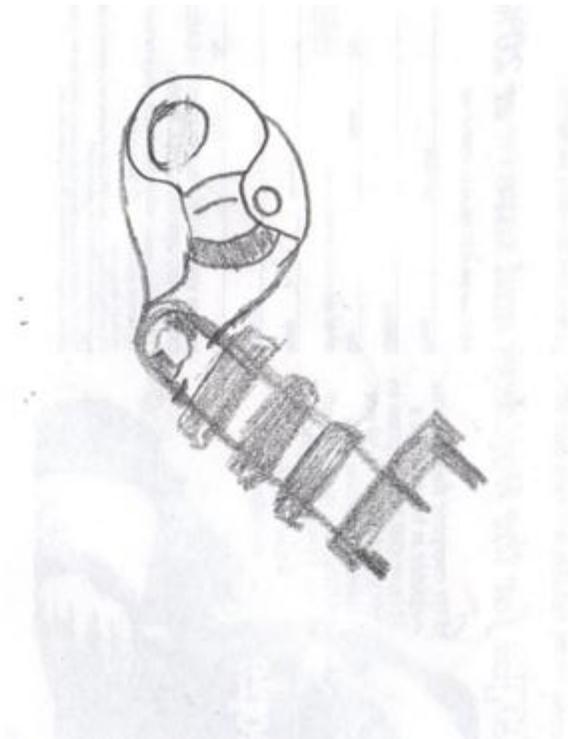


Fig. 25. Croll-rack.

Traxion-Simple

Este dispositivo cuenta con la ventaja en innovación que existiría al tener una leva móvil que sea seguro y cuente con una articulación a una polea con un grado de libertad.

Como ventajas tiene el peso y la comodidad.

Peso: 325[g].

Material: aluminio y acero.

Garantía: 3 años.

Facilidad de uso: 9.

Compatible con cuerda de: 9 a 12 [mm].

Distancia de funcionamiento: 80 [m].

Bloqueo: 9.

Trato de cuerda: 8.

Control en el descenso: 8.

Manipulación: 9.

Material adicional: sí.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

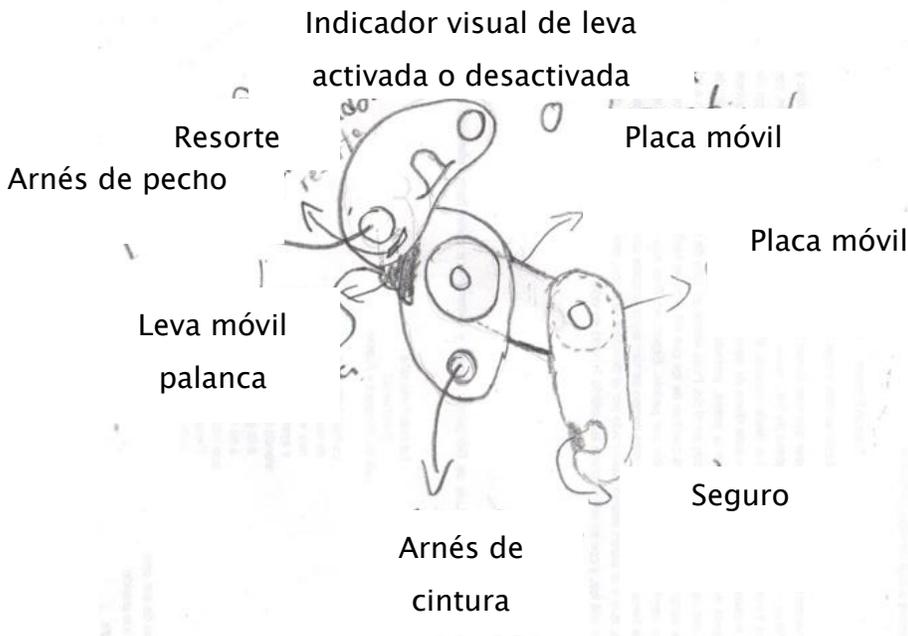


Fig. 26. Traxion-simple.

Traxion-Rack

Este dispositivo cuenta con la ventaja en innovación que existiría al tener una leva móvil que sea seguro y este articulado a unos barriles para el descenso con un grado de libertad. Las desventajas de este dispositivo serían el peso y la comodidad.

Peso: 425 [g].

Material: aluminio y acero.

Garantía: 3 años.

Facilidad de uso: 8.

Compatible con cuerda de: 9 a 12 [mm].

Distancia de funcionamiento: 300 [m].

Bloqueo: 9.

Trato de cuerda: 7.

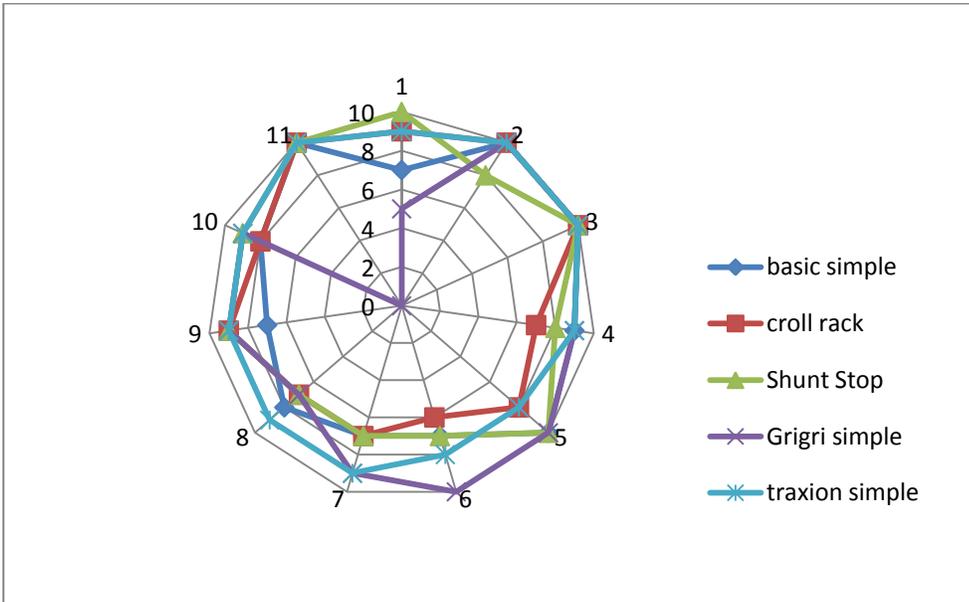
Control en el descenso: 9.

Manipulación: 9.

Material adicional: no.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Se realiza un radar comparativo a partir de las aproximaciones realizadas con las diferentes configuraciones.



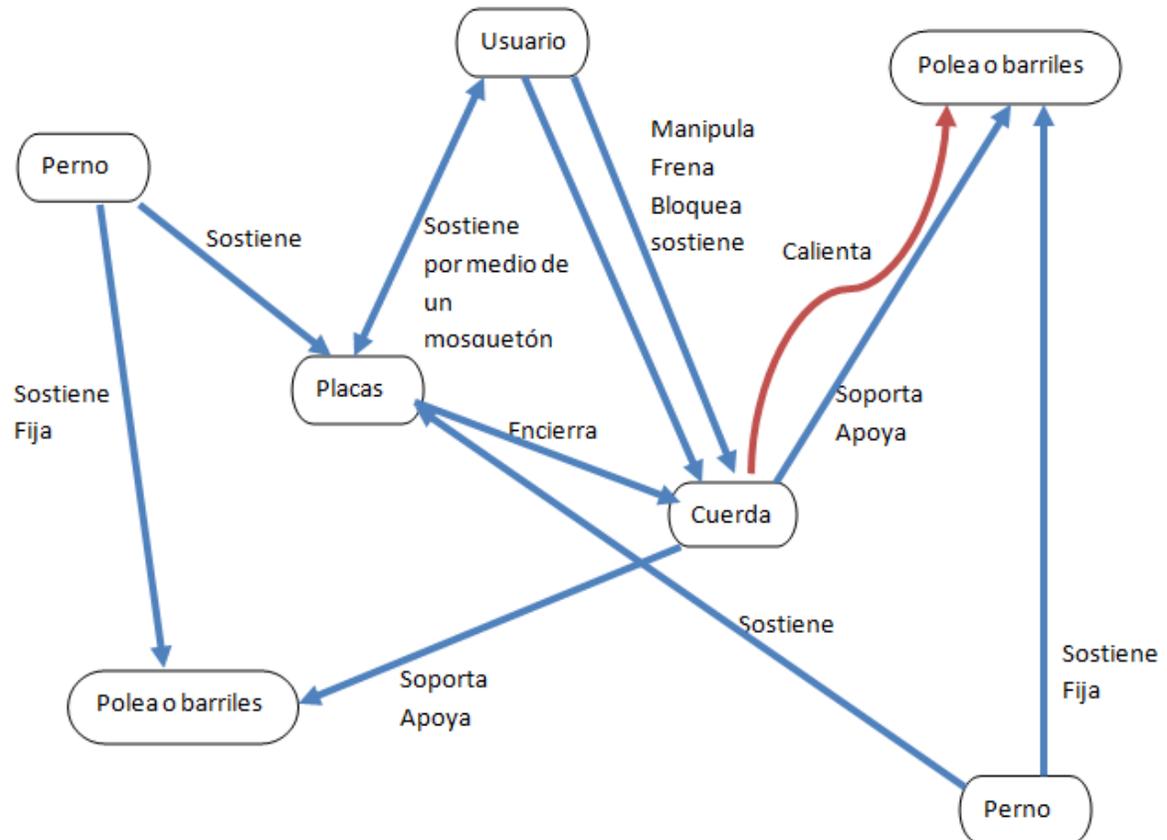
Gráfica 7. Radar comparativo de propuestas.

Analizamos cada concepto por separado observando ventajas y desventajas de cada uno.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

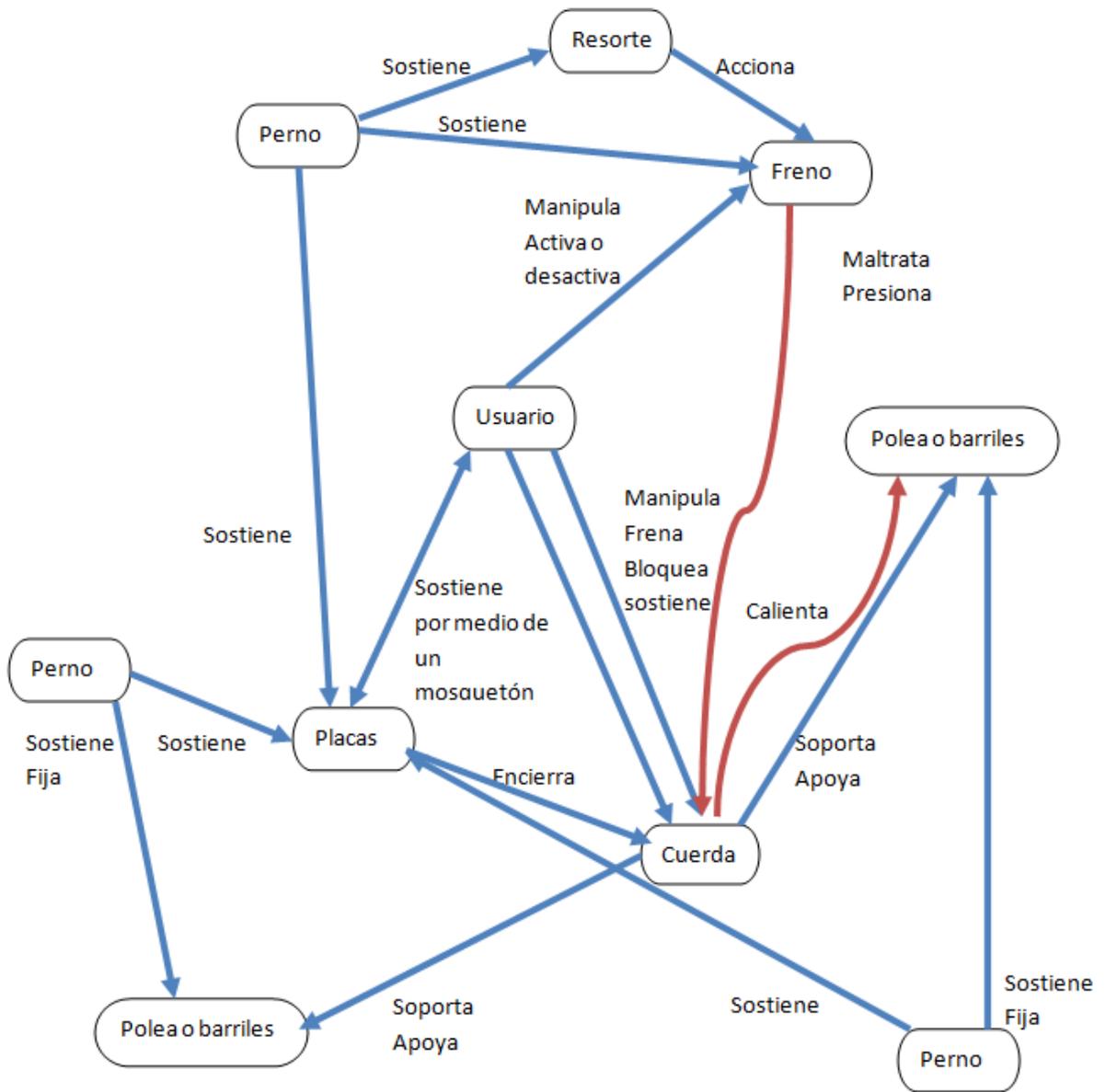
Diagrama de función

Descensor sin freno.



Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Descensor con freno



Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Ascensor.

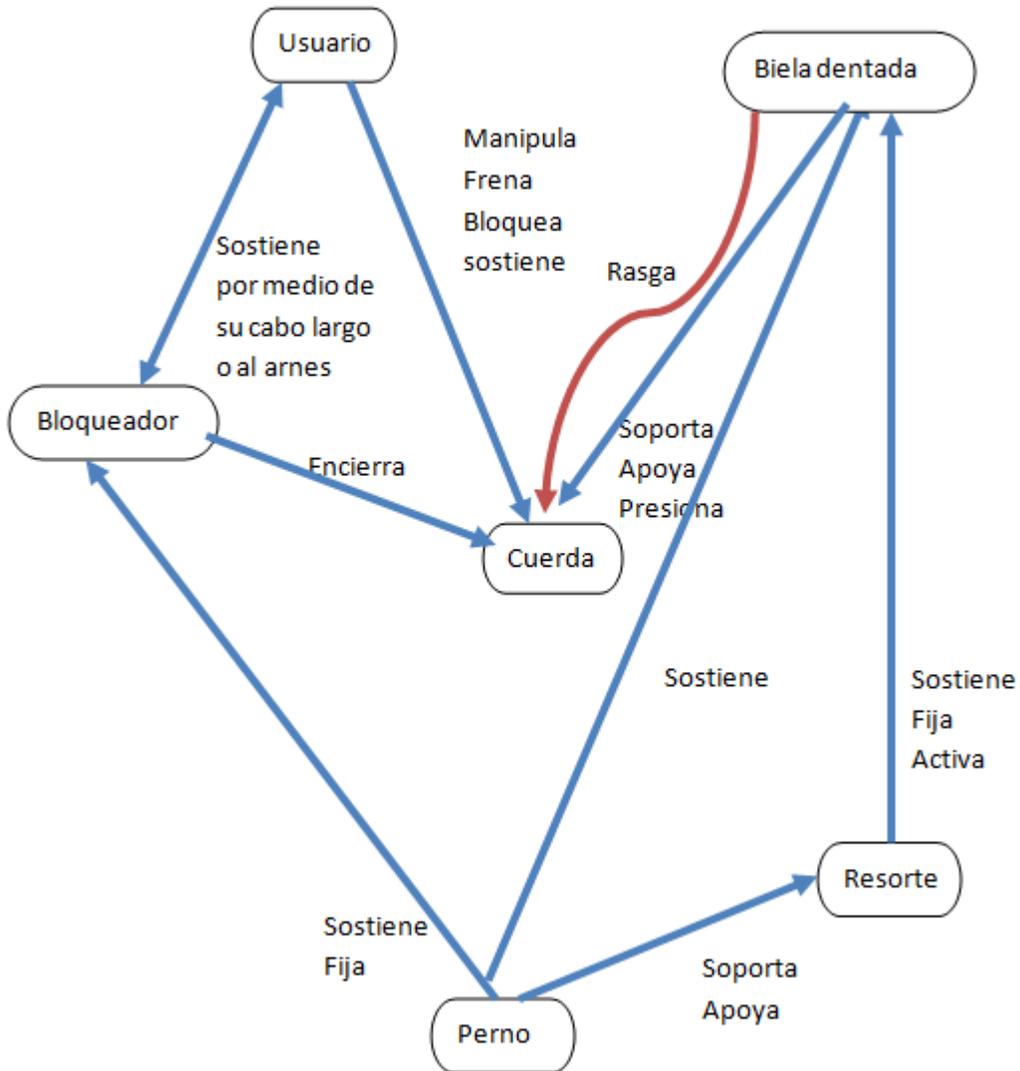
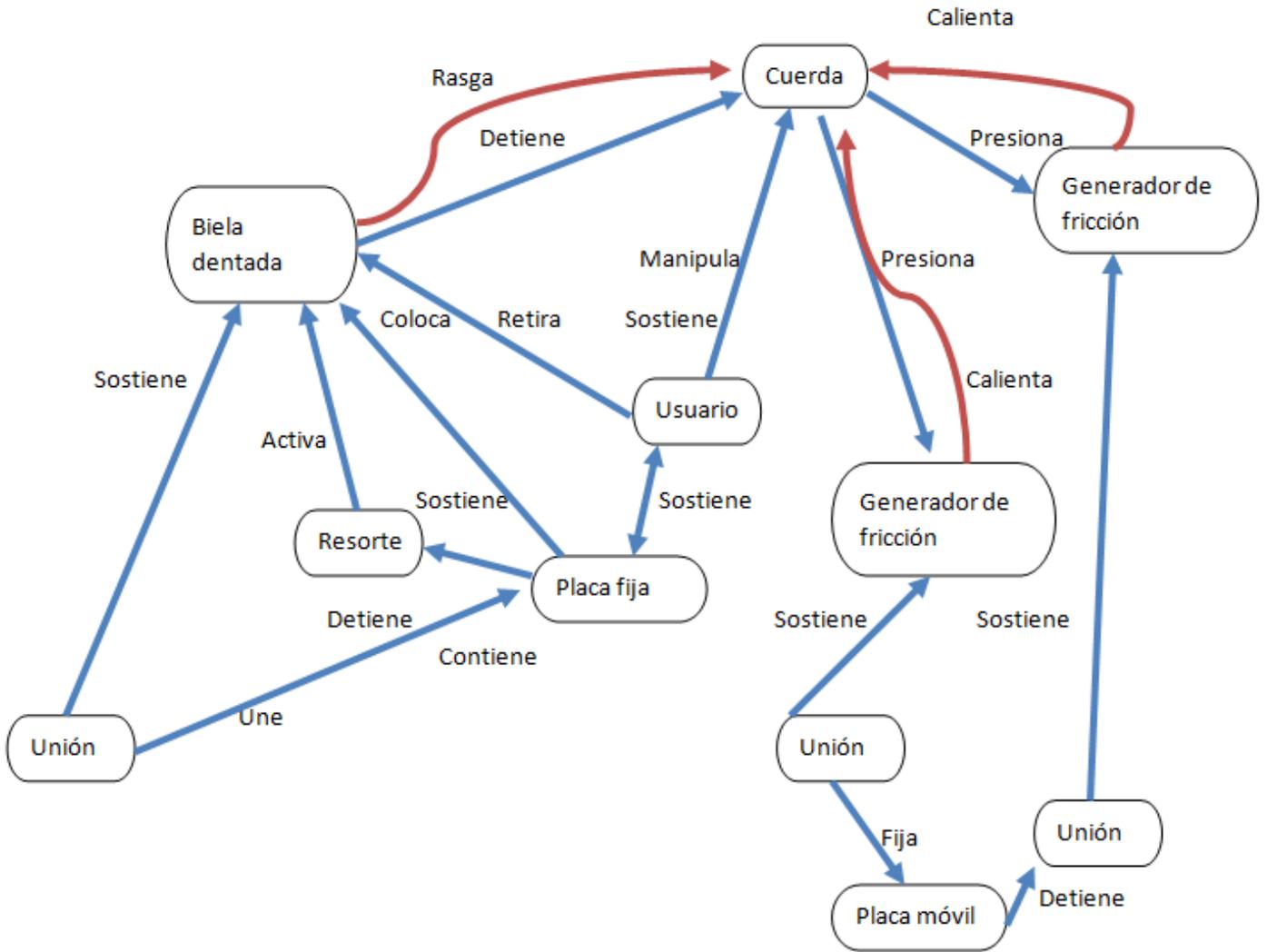


Diagrama de configuración



Conclusiones

La configuración final fue la propuesta traxion-simple ya que en esta propuesta se logra innovar en tres aspectos diferentes: se incluye un grado de libertad, gracias a esto el dispositivo deberá ser cómodo tanto para progresión vertical como horizontal, se incluye el sentido de la vista ya que la biela tendrá un indicador de color para cuando esta se encuentre abierta o cerrada, y no existe ningún dispositivo que realice estas funciones y sea apto para el uso en cuevas.

Se espera facilite las maniobras de auto rescate reduciendo así el tiempo de exposición de la víctima.

Al cumplir con las características de dos dispositivos y pesar lo mismo que pesa el rack, disminuye peso y espacio.

El uso de TRIZ como metodología nos ayuda a observar que falta y que se desea lo que es bastante conveniente ya que logra que las ideas sean más que evidentes.

Al no existir ningún dispositivo que englobe todas estas características en un sólo dispositivo facilitando no sólo las maniobras de auto rescate si no también prácticamente todas las maniobras de progresión en cueva el dispositivo cumple con los resultados esperados.

Referencias

Catálogo PETZL. 2010. en español, Francia.

Catálogo PETZL. 2011. en español, Francia.

Catálogo PETZL. 2012. en español, Francia.

Catálogo PETZL. 2013. en español, Francia.

Guía de Montañismo para Rescatistas. 1988, Cordelima. López Mazzotti, Daniel. Lima - Perú.

Etapas de la espeleología en México, (revista), Draco, N° 1, 2a. edición, México, D.F. 1983.

Espeleología, (revista), Draco, N° 2, México, D.F. 1993.

Diccionario espeleológico mexicano, (revista), Base Draco, N° 9, México, D.F. 1998.

La cuerda, (revista), Base Draco, N° 14, México, D.F. 1998.

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

<http://www.andinismogea.cl/codigouiaa.pdf> 07/08/2013

<http://www.theuiaa.org/> 24/02/2014

<http://www.theuiaa.org/safety-standards.html> 24/02/2014

<http://www.singingrock.com/> 07/05/2013

http://www.espeleosocorro.es/HTML/cabos_anclaje.htm 07/05/2013

<http://www.madrockclimbing.com/> 07/05/2013

<http://www.kong.it/> 6/11/2013

<http://www.speleo.lt/speleo/aidas/knyga/> 24/07/2013

<http://storrick.cnc.net/VerticalDevicesPage/Rappel/MiscDescPages/MiscDesc1184.html>
24/07/2013

<http://www.tic.udc.es/~nino/blog/tecnica/equipo-personal.pdf> 06/08/2013

http://www.culturademontania.com.ar/Relatos/REL_exploracion-espeleologia.htm 06/08/2013

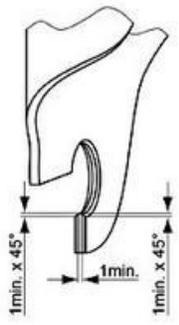
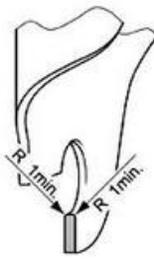
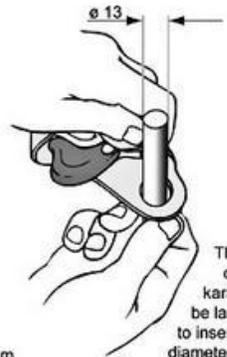
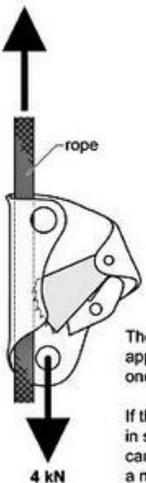
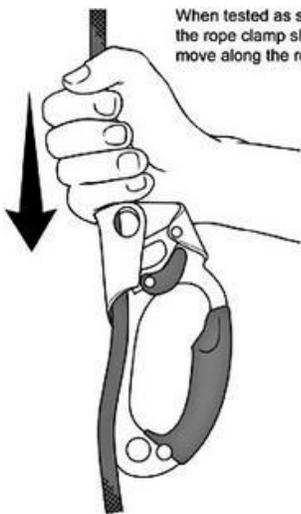
<http://www.galeon.com/espeleo/ques.html> 03/05/2014

<http://es.wikipedia.org/wiki/TRIZ> 03/05/2014

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

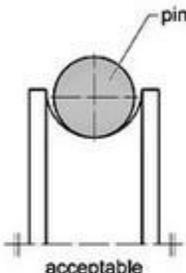
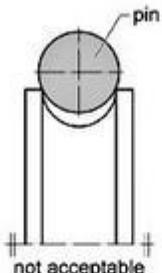
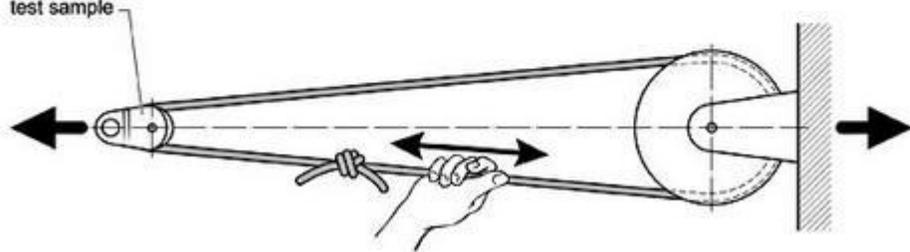
Anexos:

Requerimientos UIAA para ascensores.

EN-567	ROPE CLAMPS	UIAA-126
<p>Note: This representation of EN 567 and UIAA 126 does not contain the full details of the test methods and requirements in these standards; it gives only a simplified pictorial presentation. For full details, EN 567:1997 and UIAA 126:2004 should be consulted. © UIAA, Pit Schubert, Neville McMillan, 2009</p>		
<p>Design requirements</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>1mm. x 45° 1mm.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>R 1mm. R 1mm.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ø 13</p> <p>The holes for clipping in a karabiner shall be large enough to insert a pin with diameter of 13 mm.</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">all dimensions in mm</p>		
<p style="text-align: center;">Strength requirements</p> <div style="text-align: center;">  <p>rope</p> <p>4 kN</p> </div> <p style="font-size: x-small;">The load shall be applied five times, one after the other.</p> <p style="font-size: x-small;">If the rope is damaged in such a way, that it can not be used any longer, a new rope shall be used.</p>	<p style="text-align: center;">Additional UIAA requirement</p> <div style="text-align: center;">  <p>When tested as shown, the rope clamp shall not move along the rope</p> </div> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">Designed by Georg Sojer</p>	

Dispositivo de ascenso y descenso para actividades verticales

Requerimientos UIAA para poleas

EN-12278	PULLEYS	UIAA-127
<p>Note: This representation of EN 12278 and UIAA 127 does not contain the full details of the test methods and requirements in these standards; it gives only a simplified pictorial presentation. For full details, EN 12278:2007 and UIAA 127:2008 should be consulted. © UIAA, Pit Schubert, Neville McMillan, 2009</p>		
<p style="text-align: center;">Design requirements</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>acceptable</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>not acceptable</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ø 12</p> </div> </div> <p>The pulley shall be large enough to accommodate (as shown above) a pin of diameter 1 mm greater than the maximum diameter of rope with which the pulley is intended to be used.</p> <p>The holes for clipping in a karabiner shall be large enough to insert a pin of diameter 12 mm.</p>		
<p style="text-align: center;">Strength requirements</p> <p>Under a static load of 2 kN the pulley shall move in both directions as shown and no deformations shall appear, which can impair its function.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>After the test as above the load is increased up to 15 kN. The rope shall not be completely released, but deformation is allowed.</p>		
<p style="text-align: right;">Additional UIAA requirement Currently no requirement.</p> <p style="text-align: left; font-size: small;">Designed by Georg Sojer</p>		