

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# Piolet/Bastón



Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Xabier Flores Condearena

Director: Pedro M<sup>a</sup> Villanueva Roldán

Pamplona, 28/05/2015



## Índice

1. PRODUCTO:.....	4
*Piolet .....	4
*Bastón de Montaña:.....	4
• Piolet/baston Petzl-Charlet Moser “Snowscopic” :.....	5
• Bastón/piolet Black Diamond “Whippet” :.....	5
• Bastón/piolet Grivel:.....	5
2. NECESIDAD.....	6
3. POSICIONAMIENTO COMO EMPRESA .....	7
4. PLIEGO DE CONDICIONES DE MARKETING: .....	8
*Descripción del producto y sus prestaciones: .....	8
*Razones por las que se considera una oportunidad de desarrollo: .....	8
*Relación con otros productos existentes en la empresa:.....	9
*Situación tecnológica de la competencia en este producto: .....	9
5. FICHA DE PROGRAMA: .....	11
*Definición del producto:.....	11
*Tecnología propia y ajena:.....	11
*Distribución:.....	11
*Ciclo de vida del producto: “Petzl” .....	12
• Principios Básicos: .....	12
• Recordatorio sobre la vida útil de los equipos: .....	12
• ¿Cómo se puede saber la edad de los equipos de tipo EPI? .....	13
• Transporte:.....	13
• Almacenamiento: .....	13
• Reparación: .....	14
• Secado:.....	14
• Conservación: (Óxido de las hojas del piolet/batón).....	14
• Mantenimiento: (Afilado de las hojas) .....	15
• ¿Cómo afilar las hojas de los piolets para escalada en hielo? .....	16
• Afilado de la hoja:.....	17
• Piezas de recambio para el piolet/bastón:.....	18
• Cómo desechar los productos al final de su vida útil: .....	19
* Coste estimado: .....	20
*Calidad:.....	20

6.	PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONAL:.....	21
	*Paso 1: Búsqueda intuitiva .....	22
	• Objetivos principales del producto:.....	22
	• Funciones:.....	23
	*Paso 2: Ciclo vital y entorno .....	24
	• Ciclo vital:.....	24
	• Gama de operaciones:.....	24
	• Entorno exterior:.....	24
	*Paso 3: Productos de referencia .....	25
	• Bastón/piolet Black Diamond “Whippet”:.....	25
	• Bastón/piolet Grivel:.....	26
	• Piolet/baston Petzl-Charlet Moser “Snowscopic” :.....	27
	*Paso 4: Normas y reglamentos .....	28
	1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	28
	2. NORMAS PARA CONSULTA .....	28
	3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES .....	28
	4. METODO DE ENSAYO.....	30
	*Paso 5: Análisis secuencial de los elementos funcionales.....	36
	○ Reposo:.....	36
	○ Trabajando:.....	36
	○ Análisis secuencial:.....	36
	*Paso 6: Movimientos y esfuerzos.....	37
	• Movimiento (modo bastón):.....	37
	• Movimiento (modo piolet):.....	38
7.	DISEÑO CONCEPTUAL:.....	41
	Selección del diseño conceptual:.....	41
	• Método AHP.....	41
8.	QFD (Quality Functional Deployment) .....	43
9.	AMFE: .....	49
10.	ANALISIS DE VALOR: .....	53
11.	BOCETOS:.....	60
12.	DISEÑO:.....	70
	*Sistema de bloqueo:.....	71
	*Filo y mango antideslizante: .....	72

*Frenos interiores:.....	73
*Sistemas de bloqueo extensible: .....	74
*Roseta y punta del bastón piolet: .....	75
*Diseño completo: .....	76
13. ANÁLISIS DE TENSIONES EN SOLIDWORKS: .....	78
Descripción .....	78
Información de modelo.....	79
Propiedades de material .....	80
Cargas y sujeciones .....	81
Información de malla .....	82
Información de malla - Detalles.....	82
Resultados del estudio .....	84
14. PLANOS:.....	88
16. CONCLUSIÓN:.....	111
17. BIBLIOGRAFÍA:.....	112
18. AGRADECIMIENTOS:.....	113

## 1. PRODUCTO:

El producto diseñado en este Proyecto Fin de Grado es un “Piolet/Bastón”. Es una mezcla y mejora de dos productos ya existentes en el ámbito de la seguridad en montaña. Se trata de dos elementos completamente diferentes pero complementarios al mismo tiempo. El piolet aporta seguridad y agarre, mientras que el bastón nos ayuda a progresar de manera eficaz sobre el terreno. Esto hace que el empleo en montaña de estos dos productos sea elevado e indispensable en las actividades deportivas invernales como el esquí y el alpinismo.

### \*Piolet



Es un elemento de seguridad en montaña indispensable en actividades invernales. Consta de un tubo hueco, normalmente de aluminio. Éste puede ser recto o con un ligero ángulo para facilitar y mejorar la tracción en cuestas pronunciadas o casi verticales. La hoja está firmemente acoplada al tubo y es la que proporciona la tracción en las pendientes de nieve. En la parte trasera de la hoja se encuentra la pala con la que se pueden cavar pequeños agujeros de manera rápida.

### \*Bastón de Montaña:



El bastón de montaña es un elemento que nos ayuda a avanzar por la montaña de manera segura y rápida facilitando cada paso. Los bastones de montaña se componen de varios tramos, permitiendo diferentes alturas según la utilidad y el estado del terreno. En la parte superior tienen un mango antideslizante del que sale una correa ajustable. Y en la parte inferior del bastón está la roseta que evita que el bastón se hunda en la nieve.

Existen muchos fabricantes de piolets y bastones que intentan atraer a los clientes con sus nuevos diseños, más ergonómicos, ligeros, robustos y atractivos.

Tres de ellos (Charlet Moser, Black Diamnod, Grivel) han optado por lanzar un nuevo producto que trataremos mejorar en este proyecto, el “bastón/piolet”. Estos fabricantes han intentado unir el bastón de montaña y el piolet en un único elemento. Es una herramienta muy práctica en laderas de nieve, cuestas pronunciadas y descensos técnicos. Sin embargo ninguno de los tres modelos existentes ha logrado convencer del todo al cliente:

- **Piolet/baston Petzl-Charlet Moser “Snowscopic”:**



La hoja del piolet no es abatible, por lo que cuando se está usando en modo “bastón” es peligroso en caso de caída. Sin embargo funciona bien como piolet.

- **Bastón/piolet Black Diamond “Whippet”:**



Funciona bien como bastón pero la hoja no es abatible haciendo que sea peligroso en las caídas. En modo piolet no transmite confianza suficiente, no aporta la rigidez y seguridad de un piolet.

- **Bastón/piolet Grivel:**



La hoja es abatible y funciona bien como bastón pero en modo piolet no transmiten confianza suficiente, no aporta la rigidez y seguridad de un piolet.

Debido a los fallos de diseño, ninguno de los fabricantes ha logrado que los clientes empleen sus productos sustituyendo al piolet y el bastón. Por eso mejorando este producto, podríamos conseguir que no hiciese falta llevar bastones y piolet al monte, creando un único elemento que de verdad sustituya a los dos.

## 2. NECESIDAD

A la hora de diseñar un producto lo primero es analizar las necesidades concretas que existen sobre el mismo. Para ello hay que conocer las necesidades reales del consumidor y las carencias que existen en el mercado.

La necesidad que cubre el producto es una necesidad latente en seguridad en montaña. Se trata de un único elemento, capaz de suplir las características de dos elementos de seguridad como son el piolet y el bastón. De ahí su nombre, piolet/bastón.

Si se quiere emplear como bastón, en travesías alpinas o esquiando, se alarga gracias a sus partes extensibles consiguiendo un bastón de más de 130cm. y si se quiere emplear como piolet, se acortará hasta los 50cm y desplegará el filo y la pala para lograr tener tracción en caso de caída o para poder ascender y tener tracción en cuestas pronunciadas.

Al ser un elemento y no dos, se reducirá notablemente el peso, mejorando el ritmo y comodidad del alpinista. Además, si el alpinista está empleando este elemento en modo bastón y llega a una zona crítica donde tenga la necesidad de emplear el piolet no tendrá que quitarse la mochila y sacárselo de la parte trasera de la misma, sólo tendrá que abatir el filo y reducir en caso de que sea necesario la longitud del bastón, eliminando así el riesgo que conlleva quitarse la mochila en situaciones complicadas.

En cuanto al coste, el cliente conseguirá un ahorro económico del 30%. Al ser un único elemento que incluye las funciones de dos elementos se consigue bajar el coste notablemente. Siendo éste junto con el aumento en seguridad uno de los puntos fuertes de este producto.



### 3. POSICIONAMIENTO COMO EMPRESA

Es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de equipos de alpinismo y escalada. La empresa fue constituida en 1992 con el objetivo de mejorar y desarrollar nuevos equipos de montaña. En 20 años ha conseguido ser una de las empresas líder en el sector, siendo todo un referente en la gestión e innovación de productos de seguridad en montaña. Esta empresa ha inventado soluciones específicas para la progresión en altura, con el objetivo de minimizar el riesgo al máximo. Los pilares de esta empresa están constituidos en tres partes:

- 1- Mejorar la seguridad a través de la formación y la sensibilización de los profesionales y deportistas.
- 2- Participar en proyectos para la protección del medio ambiente.
- 3- Prestar apoyo a la investigación, para comprender mejor las energías y fuerzas relacionadas con el mundo vertical.

Originalmente la empresa surgió de la mano de tres hermanos, que veían la necesidad de crear nuevos equipos de montaña, capaces de satisfacer completamente al cliente. Actualmente la empresa desarrolla productos con la colaboración de la “compañía de guías de Chamonix”, asociación españolas de guías de alta montaña y profesionales dedicados a la montaña.

Una de las bases de esta empresa es ayudar a conservar la naturaleza, por eso todos los productos se caracterizan por ser productos “BIO”, es decir, toda la fabricación de los equipos de alpinismo se realiza de la manera más sostenible posible. Los proveedores se encuentran cerca de la empresa colaborando así en la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y favoreciendo la economía de la zona. Además el 1% de los beneficios en la venta de artículos, se destina a planes de conservación del medioambiente.

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES DE MARKETING:

La necesidad principal que se quiere satisfacer con este producto es la de poder reemplazar el bastón y el piolet por un único elemento, siendo capaz de cubrir todas las características que ofrecen los dos elementos por separado.

A parte de satisfacer esta necesidad el producto debe ser ligero, robusto, ergonómico, duradero y fácil de transportar, todo ello cumpliendo las correspondientes normas de equipos de alpinismo y escalada.

### **\*Descripción del producto y sus prestaciones:**

El piolet/bastón es una única herramienta que es capaz de cumplir todas las funciones de dos elementos, el bastón y el piolet. Al ser un elemento y no dos, se reducirá el peso total, mejorando el ritmo y comodidad del alpinista, tanto en la subida como en bajada.

Mediante la hoja abatible del “piolet/bastón” el montañero podrá emplear éste, en modo bastón sin ningún tipo de riesgo en caídas. Además sus tramos extensibles permiten diferentes alturas según la utilidad y el estado del terreno. Si queremos emplearlo como bastón lo alargaremos consiguiendo un bastón de hasta 130mm, y si queremos emplearlo como piolet lo acortaremos hasta los 50 cm.

En la parte superior además de tener una correa ajustable tiene un mango antideslizante con el que conseguiremos un mayor grip. En la parte inferior del bastón está la roseta que evita que el “piolet/bastón” se hunda en la nieve. Gracias a nuevos materiales y geometrías, el “piolet/bastón” es tan resistente como un piolet convencional pero a la vez ligero.

### **\*Razones por las que se considera una oportunidad de desarrollo:**

Ninguno de los productos parecidos ya existentes satisface completamente al cliente por lo que la oportunidad de desarrollo es completa. Además ninguno de ellos ha conseguido reemplazar el bastón y el piolet, por un único elemento, dejando libre una buena oportunidad de negocio en equipos de alpinismo y escalada.

### **\*Relación con otros productos existentes en la empresa:**

La empresa se dedica a la fabricación de equipos de montaña, por lo tanto la mayoría de los productos están relacionados de manera directa o indirecta con este elemento. Principalmente está relacionado con el piolet y el bastón, fabricados y evolucionados desde el comienzo de la empresa. Pero también se puede relacionar con las mochilas, que cuentan con un sistema específico para transportar los piolets o bastones, o con los guantes que además de ser calientes e impermeables tienen que tener una buena adherencia en el piolet/bastón.

### **\*Situación tecnológica de la competencia en este producto:**

Las marcas que tienen un producto más parecido al piolet/bastón y por lo tanto son competencia directa, están tecnológicamente desarrolladas. Black Diamond es la empresa más grande de las tres, pero la empresa francesa Petzl sería la de mayor competencia en este producto en concreto.

Petzl es una empresa familiar fundada en 1970, tiene unas cifras de ventas anuales de 75 millones de euros. En 1986 desarrollaron su primer departamento de I+D y la torre de pruebas. Petzl adquirió la empresa Charlet Moser fabricante de piolets y crampones en el 2000 ampliando su producción incluyendo la tecnología de escalada en hielo. Hoy en día cuentan con más de 600 productos y 400 empleados con lo que llegan a todas las partes del mundo. El objetivo de la fundación es promover la actividad al aire libre de bajo impacto, así como aumentar la conciencia social y ambiental para los deportes como el montañismo.

### **\*Principales dificultades previstas en su desarrollo:**

Una de las principales dificultades es lograr un precio competitivo. El piolet/bastón es un producto único en el cual se incorporan dos herramientas de seguridad como son el bastón y el piolet. El coste medio de un piolet es 80€ y el precio de un bastón es 30€. El objetivo de este proyecto es conseguir un producto novedoso y competitivo, siempre desde el punto de vista de la seguridad en montaña. Por eso el coste con el que se quiere lanzar este producto al mercado es de 100€. Es un precio muy competitivo, la compra de los dos elementos por separado asciende a 120€. Desde el punto de vista económico, es un reto importante ya que se pretende disminuir el coste total en un 20%. Sin embargo se consigue que el consumidor haga un gasto superior en la marca, aumentando la facturación total.

El piolet/bastón debe cumplir todas las funciones de dos elementos, el bastón y el piolet. Tiene que ser tan resistente como un piolet pero con la dificultad que se compone de partes extensibles, todas ellas con una sección menor a la del piolet. Además tiene que ser ligero como un bastón incorporando los elementos del piolet, la pala y la hoja. Las partes abatibles (hoja y pala) deben estar bien fijadas a la sección transmitiendo seguridad, robustez y confianza al usuario. Estas partes tienen que ser capaces de ser abatidas y bloqueadas de manera rápida y sencilla, facilitando al máximo la acción de abatir o de bloqueo de la herramienta.

Crear un diseño atractivo, seguro y eficaz capaz de satisfacer al máximo las expectativas del cliente.

La empresa opta por la fabricación de productos "BIO", todos ellos fabricados con productos naturales. El efecto negativo que tendrían estos productos en el medioambiente es menor que los productos normales. La dificultad está en diseñar productos con materiales poco nocivos en el medio ambiente, como pinturas ecológicas, resistentes al frío y la humedad. La gestión de conseguir las materias primas lo más cerca posible en el menor coste también es complicado, pero con esto, la empresa consigue reducir gastos de transporte y reducir al máximo las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## 5. FICHA DE PROGRAMA:

### **\*Definición del producto:**

Elemento de seguridad en montaña, que permite al usuario ascender pendientes empinadas en el modo piolet y avanzar de manera eficaz en modo bastón.

### **\*Tecnología propia y ajena:**

La fabricación del producto se realizará en la misma empresa situada en Pamplona. Para fabricar la hoja y pala del piolet se empleara una potente prensa. Los tubos de aluminio extensibles se cortarán y se les realizará los agujeros oportunos en la parte de mecanizado. Las partes de plástico, como el cierre entre las partes extensibles y la roseta se encargarán a dos fabricantes especializados en inyección de plástico. Trataremos tener varios proveedores, todos ellos con una ubicación cercana a la fábrica con el objetivo de ahorrar costes y emisiones CO<sub>2</sub>. De esta manera si alguno de los proveedores falla no afectará directamente en la producción del bastón piolet.

Todas las unidades serán comprobadas por especialista, verificando de esta manera el estado y el correcto funcionamiento del elemento. En la empresa tenemos un banco de pruebas con el que trabaja el departamento de I+D. Para la empresa es importante avanzar en investigación y tecnología, por eso cada año aumenta el presupuesto destinado a este departamento.

### **\*Distribución:**

La distribución de los artículos fabricados es una de las claves de esta empresa. Los costes en transporte son elevados por eso una buena gestión en la distribución ayuda a ahorrar costes y emisiones de CO<sub>2</sub>. Desde la empresa se pretende, en la manera de lo posible, reducir al máximo el impacto en el medio ambiente. La empresa es consciente, que reducir estas emisiones a cero es imposible, por eso se colabora en asociaciones medioambientales intentando recuperar el daño producido.

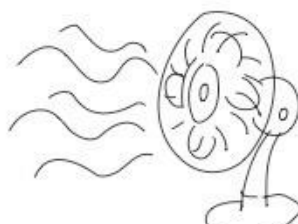
### \*Ciclo de vida del producto: "Petzl"

El cliente puede contribuir a que su producto dure más. Para conseguirlo se deben tener en cuenta varios aspectos: los modos de utilización del producto (intensidad, frecuencia, condiciones...), pero también el transporte, el almacenamiento, el mantenimiento y la conservación. Prestar atención a estos aspectos permite evitar un desgaste prematuro del material.



- **Principios Básicos:** desde la empresa se recomienda usar los equipos de la siguiente manera.
  - \*En general, cuidar bien los equipos de seguridad en montaña. No se deben dejar en cualquier lugar ni tirar al suelo.
  - \*Leer las recomendaciones específicas de cada producto en las instrucciones de utilización disponibles en la página web.
  - \*consultar el apartado "revisiones de los EPI" (equipos de protección individual). Un EPI es un equipo de protección individual (equipo que lleve o del que disponga el usuario). Los EPI se clasifican en tres categorías:
    - Categoría 1: riesgos menores, pequeños choques mecánicos, radiación solar (ejemplo: gafas, guantes, etc.).
    - Categoría 2: riesgos graves (cascos con ventilación, crampones, etc.).
    - Categoría 3: riesgos mayores o mortales (arneses, mosquetones, piolets, etc.).
  
- **Recordatorio sobre la vida útil de los equipos:**
  - La vida útil máxima es de 10 años a partir de la fecha de fabricación para los productos plásticos y textiles.
  - La vida útil no está limitada para los productos metálicos.
  - Atención, un suceso excepcional puede llevarle a dar de baja un producto después de una sola utilización. Esto puede estar relacionado con el tipo y la intensidad de utilización, o con el entorno de utilización: ambientes agresivos, aristas cortantes, temperaturas extremas, productos químicos, etc.).

- **¿Cómo se puede saber la edad de los equipos de tipo EPI?**  
 Actualmente, todos nuestros productos de tipo EPI están identificados por un número de serie. Este número puede estar marcado de diferentes formas (marcado a láser, grabado, etiqueta...). Es lo que permite identificar nuestros productos.
  
- **Transporte:**
  - Es preferible guardar el material en un saco de transporte para protegerlo.
  - En una mochila teniendo cuidado, por ejemplo, de que las puntas de los crampones u otros objetos cortantes no estropeen el casco, las cuerdas o cintas.
  - En algunos medios de transporte por camión, tren, avión o barco, las temperaturas puede ser elevadas y pueden degradar los productos. Por ejemplo, no se deben dejar nunca los equipos textiles ni los cascos en la bandeja o en el maletero del coche expuestos directamente al sol. Las temperaturas pueden ser superiores a 80 °C.
  - En el maletero de un coche, por ejemplo, prestar atención a una eventual proximidad entre el material y los bidones de carburante, las baterías de automóvil o los limpiadores (riesgo de escape). Atención, está prohibido cualquier contacto con productos químicos, sustancias agresivas (ácidas) o corrosivas.
  
- **Almacenamiento:**
  - Almacenar los equipos en un local bien ventilado y protegidos de la luz directa del sol (UV).
  - Reservar un espacio específico para los equipos. Atención, está prohibido cualquier contacto con sustancias agresivas (ácidas) o corrosivas.
  - No almacenar jamás el material en un lugar húmedo o en donde la humedad podría introducirse en el interior (armarios húmedos, sacos y bidones estancos con humedad en el interior). Para las expediciones a países lejanos, atención a la humedad en los contenedores en tránsito en los puertos, o en los aeropuertos, que suelen encontrarse en un ambiente salino.



- **Reparación:**

Las modificaciones y las reparaciones de los productos están prohibidas fuera de los talleres de la empresa, excepto si está previsto el cambio de las piezas que se desgastan, piezas de recambio referenciadas en los catálogos. Consultar la lista de las piezas de recambio en la página web.

- **Secado:**

- Extraer el material de las bolsas después de cada actividad, aunque no sea necesario limpiarlo.
- Dejar secar todos los equipos al aire libre y protegidos de los UV (rayos ultravioletas).
- Evitar la proximidad de fuentes de calor como la luz directa del sol, una hoguera o un radiador.

- **Conservación: (Óxido de las hojas del piolet/batón)**

- Las hojas de los piolets son de acero de alta resistencia, sin ningún tratamiento específico contra el óxido. Después de su utilización, puede que aparezcan pequeñas marcas de óxido. Estas marcas no afectan a la resistencia ni disminuyen las prestaciones técnicas del piolet. Para que desaparezcan las marcas de oxidación, puede frotar las zonas afectadas con un estropajo. Es muy posible que utilizando el piolet, estas marcas desaparezcan.
- Para limitar la formación de óxido, se aconseja que después de cada utilización, limpie la hoja del piolet con un paño seco. Para protegerla mejor, también se recomienda recubrirla con un lubricante: aceite o lubricante siliconado.



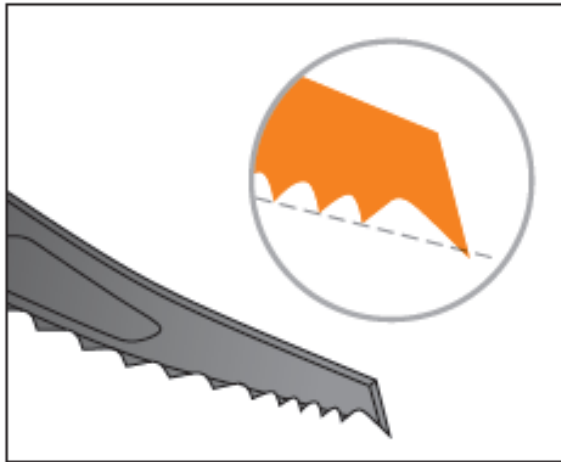


- **Mantenimiento: (Afilado de las hojas)**

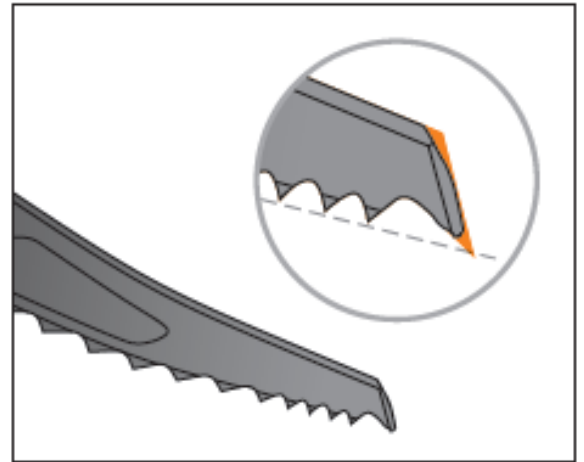
- Para desmontar las hojas, se puede utilizar un alargador de llave tubular para que aflojar las tuercas sea más fácil.
- Limar a mano para no calentar y alterar las características del acero.
- Utilizar una lima plana para metal.
- Es obligatorio enfriar con mucha frecuencia el conjunto para no alterar la estructura del acero sobrecalentándolo. Los dientes se embotan fácilmente si han sido calentados.



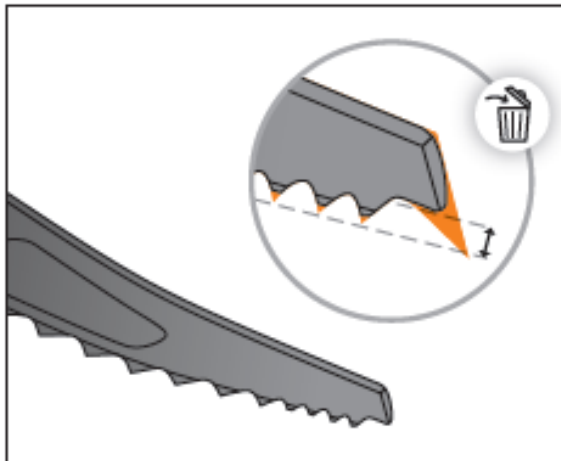
- ¿Cómo afilar las hojas de los piolets para escalada en hielo?



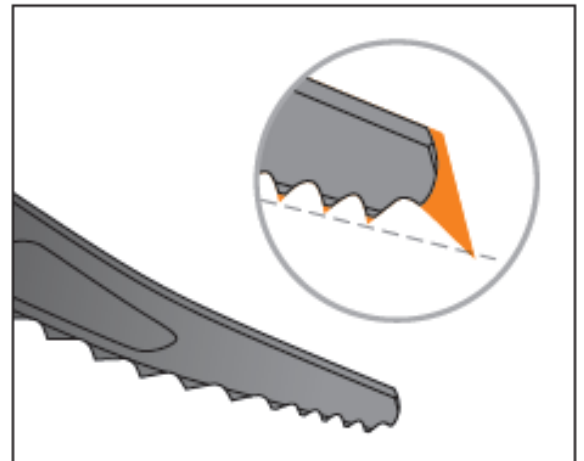
Hoja nueva.



Hoja en estado aceptable, debe afilarse.



El primer diente está demasiado alto (no hay suficiente agarre). Desechar.



El primer diente está demasiado desgastado. Desechar.

- Material necesario



Tomillo de banco



Lima plana

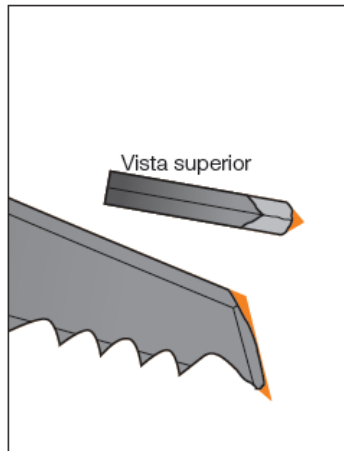


Lubricante hidrófugo y paño

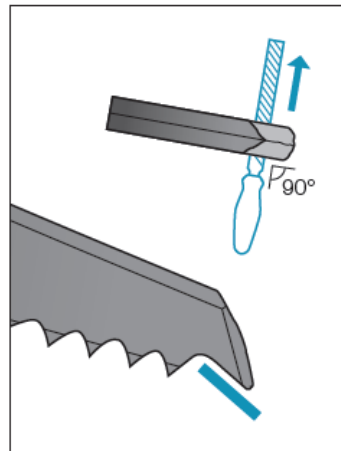


Prohibido utilizar una muela

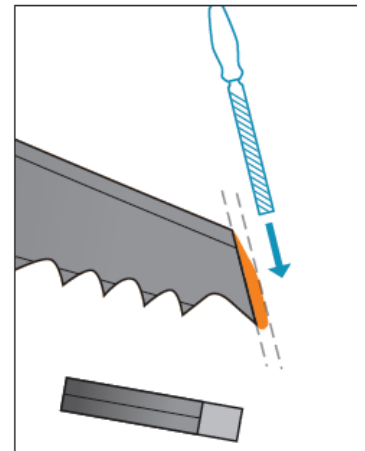
- **Afilado de la hoja:**



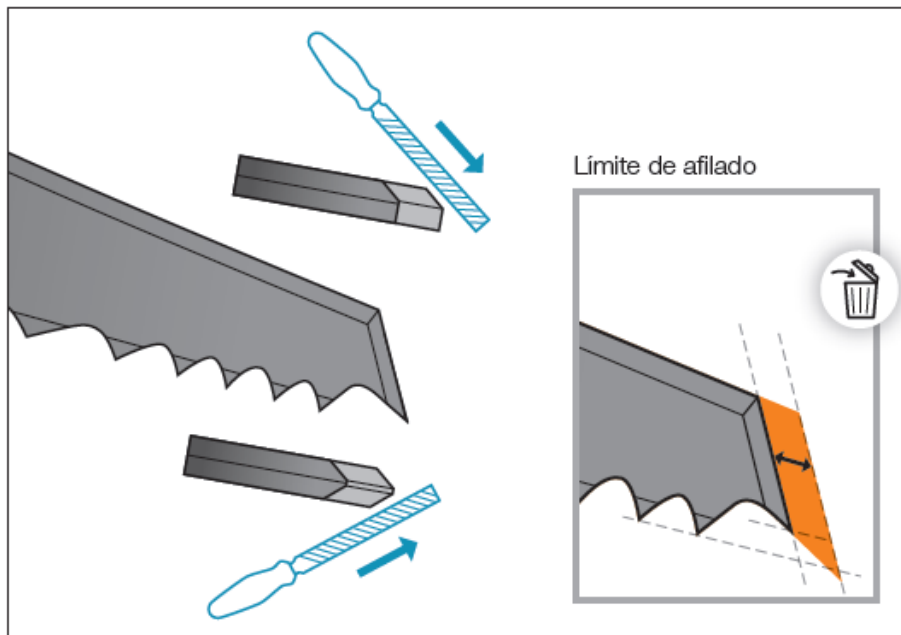
Hoja antes del afilado



1- Rectificar la cara bajo el primer diente  
 Colocar la hoja al revés en un tornillo de banco. Lime con mucha suavidad respetando minuciosamente el ángulo original de la hoja y perpendicularmente a ella. Retire el mínimo de material posible, la hoja durará más tiempo.



2- Rectificar el ángulo del filo  
 Lime la superficie del filo para recuperar la inclinación original.



3- Rectificar el filo

Afilar de nuevo los biseles laterales. sin llegar a crear una arista. Dejar un espacio plano bastante fino (0,5 mm) en el en el centro, lo que aumentará aumentará la vida útil de la hoja, ¡sin reducir su eficacia!

Lubrique ligeramente la hoja antes de almacenarla, retire el exceso de lubricante con un paño.

- **Piezas de recambio para el piolet/bastón:**

- Hay varias piezas de recambio disponibles para la gama de productos para hielo,
  - \* Anti zueco, rosetas, soportes.
  - \*Hojas de piolets, mazas y palas.
- Para reemplazar las piezas de recambio, o accesorios, hay que respetar las instrucciones detalladas en las fichas técnicas.



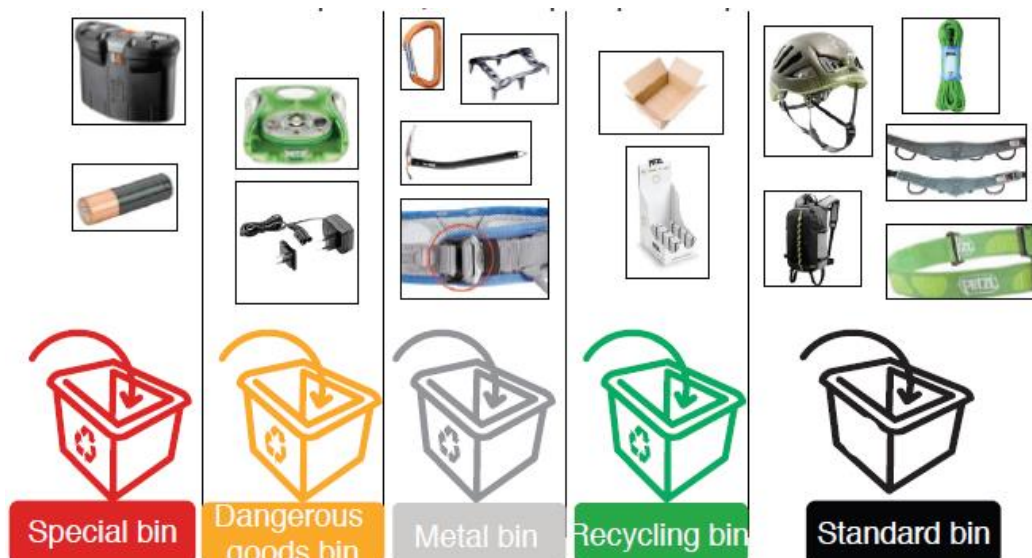
Foto: HIRUANAIK (Aneto)

- **Cómo desechar los productos al final de su vida útil:**

Para la seguridad del cliente, desde la empresa se recomienda desechar los equipos cuando sea necesario. Un producto debe darse de baja cuando:

- Tiene más de 10 años y está compuesto por plástico o textil.
- Ha sufrido una caída importante o un esfuerzo importante.
- El resultado de las revisiones del producto no es satisfactorio.
- Si duda de su fiabilidad.
- No conoce el historial completo de utilización (producto encontrado o de segunda mano, por ejemplo).
- Cuando su uso es obsoleto (evolución legislativa, normativa, técnica o incompatibilidad con otros equipos).

**\*Atención:** antes de desechar el producto, destruirlo para que no se pueda volver a utilizar.



*Petzl: Texto y fotos ciclo de vida del producto.*

Desde la empresa se trabaja para ofrecer soluciones alternativas para el tratamiento de los productos al final de su vida útil, para un reciclaje óptimo de los materiales.



### \* Coste estimado:

El objetivo de este proyecto es conseguir un producto novedoso y competitivo. El coste estimado con el que se quiere lanzar este producto al mercado es de 100€. Es un reto importante para la empresa lanzar el bastón piolet a este precio ya que si se adquieren el piolet y el bastón por separado el coste asciende a 120€. Se pretende disminuir el coste total en un 20%, sin que afecte en la calidad final del producto. Sin embargo se consigue que el consumidor haga un gasto superior en la marca, aumentando la facturación total. El consumidor además de ganar en seguridad, tendrá un ahorro aproximado de 20€ con lo que se pretende atraer a la gran mayoría de los clientes.

### \*Calidad:

Al tratarse de una herramienta de seguridad en montaña, el nivel de calidad de este producto es elevado. Se adjuntará un manual donde se explicará de manera detallada como se efectúan los cambios de piezas y las diferentes tareas de mantenimiento. En él también se incluirá información de cómo se debe emplear el bastón piolet, diferentes posiciones, modos de bloqueo etc.

La empresa se centra en conseguir satisfacer las expectativas funcionales, estéticas y económicas del cliente. Para la empresa la calidad es responsabilidad de todos los integrantes de la fábrica, por ello trata de formar, especializar y crear buen ambiente entre los trabajadores mejorando así el resultado final.

La empresa incorpora un ciclo de mejora continua mediante el que se consigue fabricar y lanzar productos al mercado totalmente probados y exentos de problemas de diseño y calidad.

Cumpliendo con las normas ISO 9.000 y la ISO 14.000 se consigue acreditar ante terceros el cumplimiento de los requisitos legales incluyendo organismos de certificación. Se revisarán cada uno de los procesos, compras, costes, tiempos de fabricación, gestiones etc. Además con el cumplimiento de la norma ISO 14.000 se certificarán sistemas de gestión medioambiental, influyendo lo menos posible en el medioambiente y si es posible favoreciéndolo. Conseguimos ahorrar en costes energéticos, se eliminan barreras comerciales y mejoramos la imagen de la empresa.

## 6. PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONAL:

Antes de diseñar un producto es necesario estudiar de alguna manera el mercado para conocer las necesidades, los gustos, las tendencias de la población, que son los potenciales clientes, es decir será necesario realizar un proyecto previo al diseño del producto como tal. Un proyecto, en el caso que nos ocupa diseñar un producto, es un problema real y como tal necesita una solución real, se tiene que encontrar una solución óptima. A la hora de diseñar un producto tendremos en cuenta dos cosas, por una parte hay que ser consciente de la existencia del problema y por otra, hay que definir y concretar el problema con el objetivo de solventarlo con la mejor de las soluciones posibles.

En este caso como el objetivo es diseñar un producto, el problema real al que habrá que enfrentarse será la necesidad del cliente o del usuario. Habrá que conocer, definir, matizar, estudiar esta necesidad para poder fabricar un producto, pero no un producto cualquiera sino el que satisfaga las necesidades del cliente. Así pues, se dará solución (diseñar el producto que satisface al cliente) a un problema real (la necesidad del cliente). Para que el cliente quede satisfecho el producto deberá tener o cumplir ciertas características, éstas características de alguna forma son las funciones del producto y estas serán las funciones a tener en cuenta en el pliego de condiciones funcional. El pliego de condiciones funcional no es la solución del problema solamente es un mecanismo para poder expresar la necesidad del cliente de forma funcional. Se ha mencionado que el pliego de condiciones funcional no es la solución del problema pero no por ello carece de importancia, puesto que éste será el documento de referencia sobre el que se trabajará y se tomará como base. Esto es, sea cual sea la solución del problema el pliego de condiciones funcional seguirá siendo el mismo, puesto que este depende exclusivamente de la necesidad del usuario.

Muchas son las técnicas existentes. Para llevar a cabo el pliego de condiciones funcional en este caso se empleará la que se conoce como "Método Red". Haciendo referencia al libro "Diseño de Producto Industrial". El Método Red se define como un método organizado con el que se pretende abarcar todos los campos que influyen sobre el producto o son influidos por el producto, para poder realizar un pliego de condiciones funcional (reúne el conjunto de especificaciones que definen el producto).

Para desarrollar este método se utiliza un proceso que consiste en seguir los siguientes pasos:

## **\*Paso 1: Búsqueda intuitiva**

Etapa en la que se trabaja sin método, aquí mediante la aportación de ideas de diseño hay que detallar las especificaciones básicas del producto. La búsqueda intuitiva está constituida por las siguientes fases:

- **Objetivos principales del producto:**

- Ligero.
- Robusto.
- Funcional.
- Polivalente.
- Resistente a los golpes.
- BIO.
- Resistente.
- Estético.
- Gran durabilidad.
- Ergonómico.
- Seguridad del usuario.
- Colores atractivos.
- Buena relación calidad precio.
- Que sea un bastón.
- Que sea un piolet.
- Versátil.
- Fácil de plegar.
- Hoja abatible.
- Pala abatible.
- Manejo y pliegue rápido.
- Piezas intercambiables.
- Uso sencillo.
- Económico.
- Fiable.
- Eficaz.
- Seguro.



- **Funciones:**

- Elemento de seguridad.
- Asegurador.
- Elemento de progresión.
- Bastón.
- Piolet.
- Ser un producto innovador que incluya dos elementos de seguridad en montaña, en uno.

En esta primera etapa con los datos aportados se puede llevar a cabo un pliego de condiciones funcional provisional:

- Poder progresar por laderas de montaña poco empinadas de manera segura y eficaz en modo bastón y poder emplear la misma herramienta en modo piolet para poder ascender por laderas nevadas de mucha pendiente, garantizando la seguridad del alpinista.
- Tendrá que ser ligero para satisfacer a los clientes que buscan ante todo la ligereza del producto.
- Debe ser resistente y robusto para garantizar la seguridad del usuario.
- Tiene que ser una herramienta polivalente, adecuada para todo tipo de terreno y usuarios.
- En cuanto a la estética, tiene que ser atractivo transmitiendo robustez y ligereza al mismo tiempo.
- Las partes extensibles tiene que tener bloqueos eficaces.
- Hojas y palas intercambiables en función del tipo de uso y necesidad del cliente.
- Con el objetivo de facilitar el manejo y ganar en rapidez de pliegue, las partes abatibles deben estar bien diseñadas.
- Reparación y mantenimiento ante cualquier incidencia.

## \*Paso 2: Ciclo vital y entorno

En este apartado se estudiarán todas las etapas por las que pasará el producto durante su vida y las características del entorno en el que realizará su función.

- **Ciclo vital:**

- Fabricación.
- Ensamblaje.
- Empaquetado.
- Almacenamiento.
- Transporte y distribución.
- Desempaquetado.
- Aguantar los cambios de temperatura, humedad y esfuerzos.
- Mantenimiento.
- Desgaste.
- Posibles golpes.
- Sustitución de piezas intercambiables según el uso.
- Soluciones alternativas para el tratamiento del producto al final de su vida útil, para un reciclaje óptimo.

- **Gama de operaciones:**

- No sufrir roturas durante su vida útil.
- Cumplir las expectativas de rigidez y robustez del cliente.
- Compuesto de materiales tratables al final de su vida útil.
- Ligereza
- Diseño práctico.

- **Entorno exterior:**

Dado que el piolet/bastón está destinado a utilizarse en lugares gélidos, húmedos y expuesto a los rayos de sol que se reflejan en la superficie nevada, tiene que ser resistente a:

- Cambios de temperatura.
- Rayos de sol.
- Corrosión.
- Golpes.
- Esfuerzos puntuales.

### \*Paso 3: Productos de referencia

En este apartado se estudian los productos de la competencia, buscando soluciones a los problemas que planteen y mejorando las prestaciones ofertadas por la competencia.

La competencia dispone de productos parecidos, sin embargo no ha conseguido que el usuario sustituya el piolet y el bastón, por su producto. En unos casos por falta de confianza en el producto, en las situaciones más complicadas haciendo indispensable el uso del piolet. Y en otro casos por ser demasiado peligroso para usar en modo bastón. Según algunos el hecho de que no tenga la hoja abatible hace que el producto sea peligroso en caso de caída.

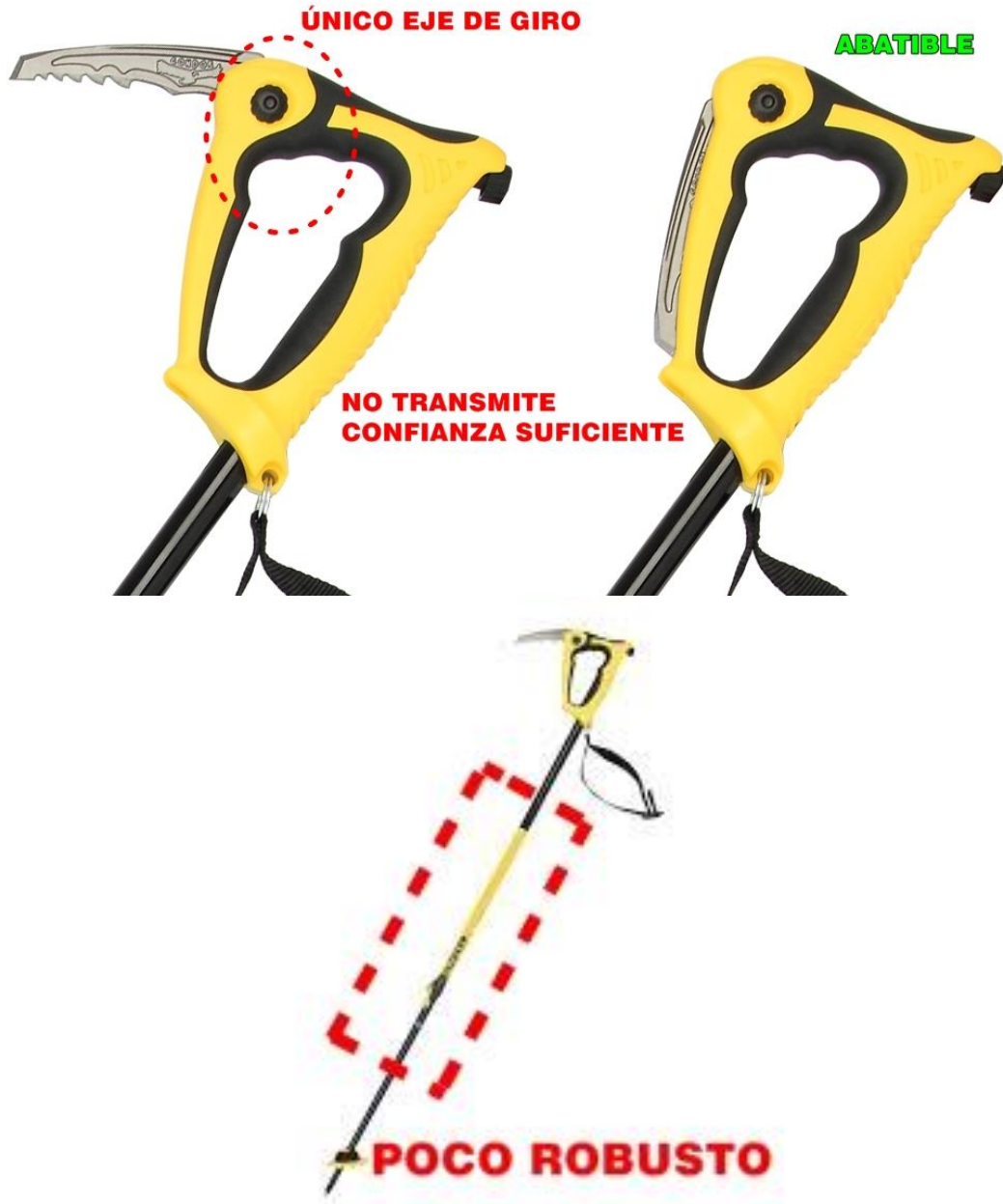
- Bastón/piolet Black Diamond “Whippet”:



Este producto no funciona bien en ninguno de los usos para el cual está diseñado. Es casi tan ligero como un bastón normal pero al no tener el filo abatible hace que su uso en modo bastón sea peligroso, sobre todo en caso de caída. Si lo vamos a emplear como piolet no nos transmitirá la confianza ni la robustez que nos transmite un piolet. Es extensible pero al estar compuesto únicamente por dos tramos, se queda muy largo y lo hace menos práctico en cuestas pronunciadas.

Precio: 79,90€

- Bastón/piolet Grivel:



Es ligero y tiene el filo abatible, haciendo que este producto sea perfecto para usarlo como bastón. Sin embargo no soporta más resistencia de la que podría soportar un bastón normal, por lo tanto usar esta herramienta como un piolet puede ser peligroso.

Precio: 75,00€

- Piolet/baston Petzl-Charlet Moser “Snowscopic”:



Este piolet bastón no tiene la pala ni el filo abatible haciendo que el uso de este producto como bastón sea peligroso. Sin embargo funciona bien como piolet ya que prácticamente es un piolet.

Precio: 90,00€

## **\*Paso 4: Normas y reglamentos**

Como todo producto, el piolet/bastón debe cumplir las normas y reglamentos a nivel nacional e internacional, asegurando así la calidad necesaria para su fin. Una vez cumplido esto se podrá lanzar al mercado. De esta manera aseguraremos que el producto cumple la calidad necesaria para su fin, aportando al producto un valor añadido.

Se trata de un producto novedoso pero ya comercializado para el que no se han encontrado normas específicas. Sin embargo, este producto deberá cumplir con la norma de los piolets.

- *Norma UNE-EN 13089:*

*La norma UNE-EN 13089 hace alusión a equipos de alpinismo y escalada concretamente a los requisitos de seguridad y métodos de ensayo de los piolets. Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 13089:2011 y anula y sustituye a la norma UNE-EN 13089:2000.*

*Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 147 Deportes. Equipamientos e instalaciones deportivas cuya secretaría desempeña IBV.*

### **1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

*Esta norma europea especifica los requisitos de seguridad y los métodos de ensayo para los piolets que se utilizan durante la práctica del alpinismo y la escalada, incluyendo el ascenso, así como punto de anclaje para protección frente a caídas.*

### **2. NORMAS PARA CONSULTA**

*Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación se está. EN 565 Equipos de alpinismo y escalada. Cinta. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.*

### **3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

*Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:*

*1.1 Piolet: herramienta de mano destinada al desplazamiento sobre la nieve y/o hielo y/o la roca que también se puede utilizar como punto de anclaje o como freno en la nieve y que consta de un mango y una hoja.*

*1.2 Piolet de tipo 1: piolet con una conexión entre el mango y la hoja destinada al uso en nieve y/o hielo.*

1.3 Piolet de tipo 2: piolet con una conexión entre el mango y la hoja destinada al uso en roca y/o nieve y/o hielo.

1.4 Hoja de tipo 1: hoja destinada al uso en nieve y/o hielo.

1.5 Hoja de tipo 2: hoja destinada al uso en roca y/o nieve y/o hielo.

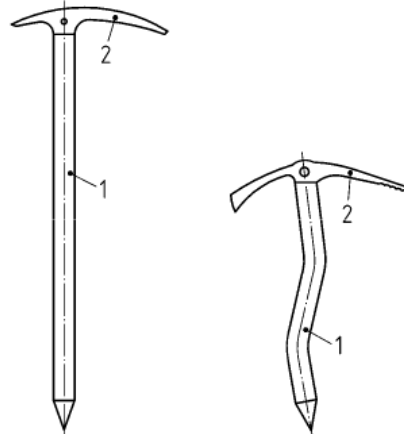


Figura 3 – Partes principales de un piolet.

1-Hoja del piolet

2-Mango del piolet

## 2. REQUISITOS DE SEGURIDAD

2.1 Bordes: todos los bordes del piolet con los que las manos del usuario puedan entrar en contacto deben estar libres de asperezas. El mango del piolet debe de estar libre de bordes cortantes.

2.2 Resistencia del mango: cuando se efectúe el ensayo de acuerdo con el apartado 5.3.3, al retirar la carga del mango, la deformación permanente en el punto de aplicación de la carga no debe ser superior a 3mm o al valor calculado  $f_k$ .

2.3 Resistencia en el sentido de aplicación de la carga YY (véase la figura 2) de acuerdo con el apartado 5.3.4,

a) La muestra de ensayo no se debe romper.

b) Ningún componente de la muestra de ensayo se debe aflojar.

2.4 Resistencia en el sentido de aplicación de la carga XX: cuando se efectuó el ensayo en el sentido de aplicación de la carga XX (véase la figura 2) de acuerdo con el apartado 5.3.5,

- a) El mango no se debe romper.
- b) Ningún componente de la muestra de ensayo se debe aflojar.
- c) Al retirar la carga, la deformación permanente en el punto de aplicación de la carga no debe ser superior a 10mm.

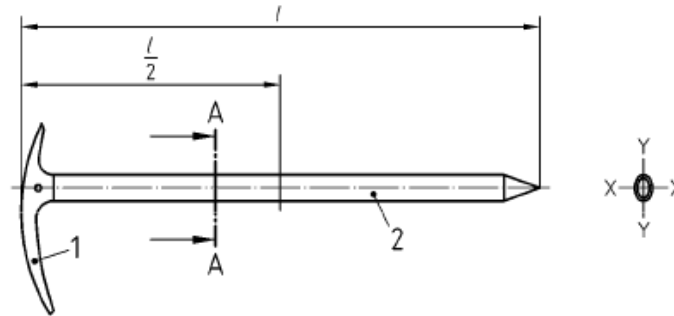


Figura 2 – Sentidos de aplicación de la carga XX e YY.

1-Hoja

2-Mango

Sentidos de aplicación de la carga XX/YY

4.5 Resistencia de la hoja: cuando se efectúe el ensayo de acuerdo con el apartado 5.3.6,

- a) La muestra no se debe romper.
- b) Ningún componente de la muestra de ensayo se debe aflojar.
- c) Al retirar la fuerza, la deformación permanente en el punto de aplicación de la fuerza no debe ser superior a 70mm o al valor calculado  $f_k$ .

#### 4. METODO DE ENSAYO

2.5 Preparación de la muestra de ensayo:

Para los ensayos de resistencia de los apartados 5.3.3, a 5.3.6, las muestras de ensayo se debe acondicionar durante al menos 1 h a  $(-30 \pm 5)$  °C. Cada ensayo se debe comenzar en los 3 min siguientes a la retirada del ambiente de acondicionamiento.

2.6 Equipo:

Para los ensayos de los apartados 5.3.3, a5.3.6, se utiliza una cinta de acuerdo con la Norma EN 565, con una anchura de  $(15 \pm 2)$  mm.



## 2.7 Procedimiento:

- 2.7.1 *Muestra de ensayo: se efectúa cada ensayo sobre una muestra que no haya sido sometida previamente a ninguna carga.*
- 2.7.2 *Bordes: se verifica mediante examen visual y táctil que se cumplen los requisitos del apartado 4.1.*
- 2.7.3 *Resistencia del mango: se sujeta el mango horizontalmente y se carga en el sentido XX como se muestra en la figura 3.*

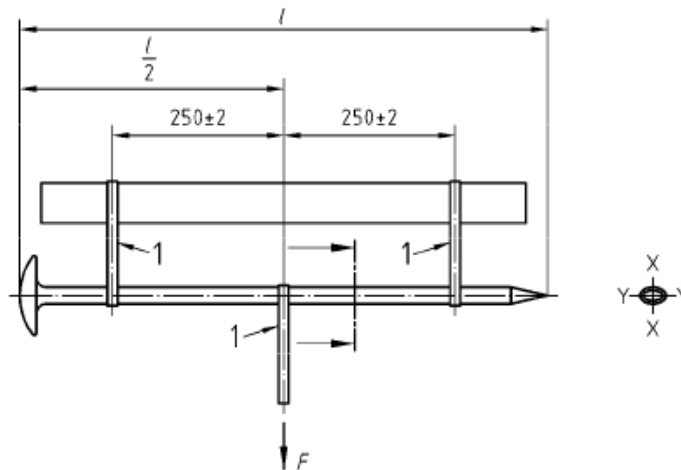


Figura 3 – Ensayo de resistencia del mango.

Medidas en milímetros.

1-cinta

*Si el piolet es lo suficientemente largo, se disponen las cintas como se muestra en la figura 3 y se aplica la carga a media longitud del piolet.*

*Se aplica una fuerza de  $F = (2500^{+125})$  N sin impacto, y se mantiene durante  $(60 \pm 5)$  s.*

*Si el piolet no es lo suficientemente largo, se reducen los 250mm a " $l_k$ ".  $l_k$  debe ser la mayor longitud posible en etapas de reducción de 10mm. Después se calcula la fuerza  $F_k$ , que se debe aplicar del siguiente modo:*

$$F_k = F \times 250 / l_k$$

$$l_k = 220\text{mm}$$

$$F_k = 2500 \times 250 / 220 = 2840,9\text{N}$$

Se calcula la deformación permanente máxima admisible  $f_k$  del siguiente modo:

$$f_k = 3 \times (l_k / 250)^2$$

$$f_k = 3 \times (220 / 250)^2 = 2.32\text{mm}$$

Donde  $l_k$  es la distancia en mm desde la mitad del mango hasta la mitad de las cintas exteriores colocadas en los extremos del mango.

Según la forma del mango, es posible que el piolet se gire durante el ensayo. En tal caso, se efectúa el ensayo en la posición estable alcanzada tras el giro. Para los mangos rectos, se debe evitar la rotación.

\*Si el piolet va provisto de mango telescópico, se efectúa el ensayo en la longitud que se indique en las instrucciones de uso del fabricante como punto de anclaje para asegurarse en la nieve.

Se mide la deformación permanente en el punto de aplicación de la fuerza.

2.7.4 Resistencia en el sentido de aplicación de la carga YY: se sujetan y se cargan las muestras de ensayo como se indica en la figura 4.

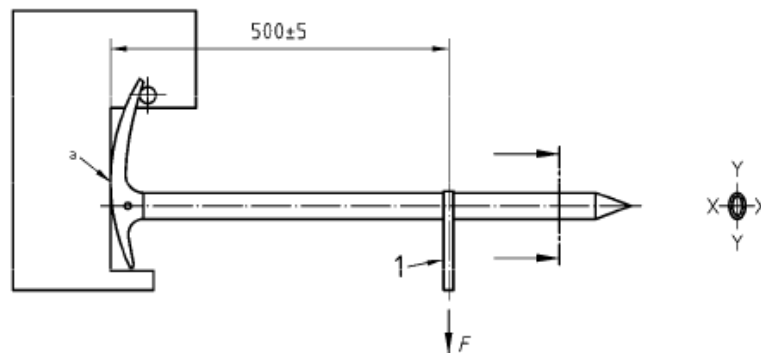


Figura 4 – Ensayo de la resistencia en el sentido de aplicación de la carga YY.

1-Cinta

Punto k

Si el piolet es lo suficientemente largo, se dispone una cinta como en la figura 4 y se aplica la fuerza a 500 mm desde el punto k en el sentido YY.

Se aplica una fuerza de:

$F = (600^{+30})$  N para el piolet de tipo 1,

$F = (900^{+45})$  N para el piolet de tipo 2,

Sin impacto, y se mantiene durante  $(60 \pm 5)$  s.

Si el piolet no es lo suficientemente largo, se reducen los 500mm a  $l_k$ . Después se calcula la fuerza  $F_k$ , que se debe aplicar del siguiente modo.

### 2.7.5 Resistencia en el sentido de aplicación de la carga XX:

Se sujeta la muestra de ensayo mediante una gaza cinta y un tope redondeado como se muestra en la figura 5, de modo que la hoja del piolet quede perpendicular al sentido de aplicación de la fuerza. Se asegura que se evita cualquier giro de la muestra de ensayo.

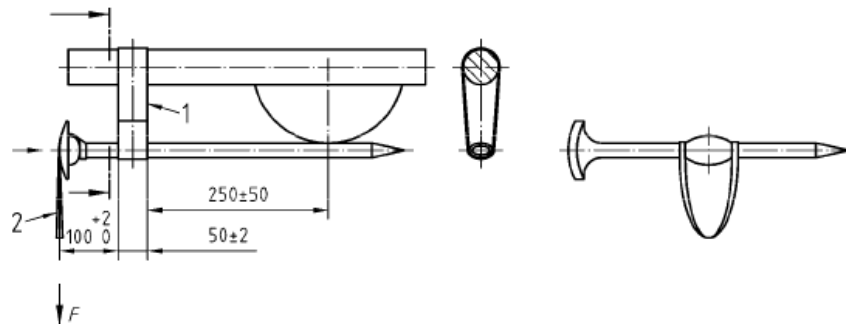


Figura 5 – Ensayo de la resistencia en el sentido de aplicación de la carga XX.

Medidas en milímetros.

1-Gaza de cinta de 50mm de anchura.

2-cinta

La línea de aplicación de la fuerza debe ser de  $(100^{+2})$  mm desde el borde más próximo de la cinta (véase la figura 5).

Se aplica una fuerza de:

$$F = (2500^{+125}) \text{ N para el piolet de tipo 1,}$$

$$F = (4000^{+200}) \text{ N para el piolet de tipo 2,}$$

Sin impacto, y se mantiene durante  $(60 \pm 5)$  s.

Se mide la deformación permanente en el punto de aplicación de la fuerza y se determina mediante inspección manual si se ha aflojado algún componente del piolet.

### 2.7.6 Resistencia de la hoja:

Se fija la muestra de ensayo en una abrazadera con dos mordazas de dureza superior a la de la muestra, con un borde de radio  $(2 \pm 0,1)$  mm y un fondo de  $(25 \pm 0,2)$  mm, como se muestra en la figura 6.

Si la selección transversal de la hoja no es plana, el fabricante puede suministrar las abrazaderas, a condición de que éstas no aumenten artificialmente la resistencia aparente de la hoja.

Se fija la hoja de modo que una línea trazada entre los puntos medios de los extremos de la hoja sea paralela a los bordes superiores de las mordazas.

Se aplica sin impacto un momento de fuerza de:

$T = (42^{+21})$  Nm para el piolet de tipo 1.

$T = (60^{+3})$  Nm para el piolet de tipo 2.

Sobre una muestra de ensayo con una longitud de palanca de  $(330^{+3})$  mm y se mantiene durante  $(60 \pm 5)$  s.

Si no se puede obtener una longitud de palanca de 330 mm, de utiliza la mayor longitud posible,  $l_k$ .

Si no se puede obtener una longitud de palanca de 330 mm, se calcula la deformación permanente máxima admisible  $f_k$  en mm del siguiente modo:

$$f_k = \frac{70 l_k}{330} \quad (4)$$

Medidas en milímetros

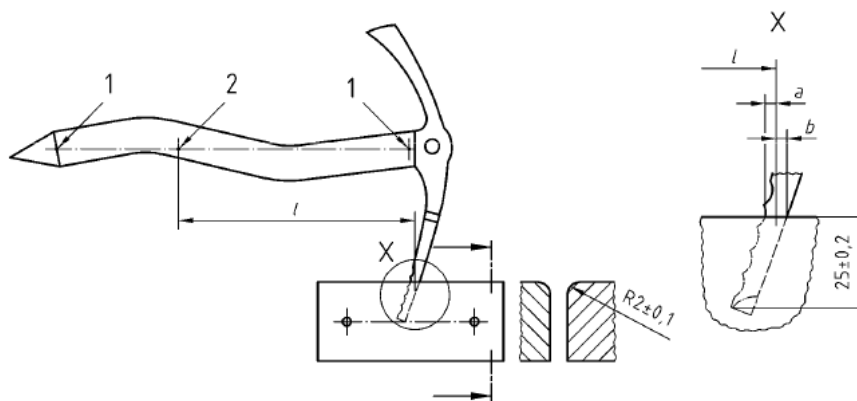


Figura 6 – Fijación de la hoja.

1-Puntos medios de los extremos del mango.      l-longitud de palanca

2- Punto de aplicación de la carga.

Se mide la deformación permanente en el punto de aplicación de la fuerza y se *determina mediante inspección manual si se ha aflojado algún componente de piolet.*

### 3. MARCADO

*Los piolets deben llevar marcado de forma clara, indeleble y duradera, la siguiente información como mínimo:*

- a) *El nombre del fabricante o de su representante en la comunidad Europea;*
- b) *La categoría a la que pertenece el piolet de acuerdo con los apartados 3.2 y 3.3:*
  - 1) *Para los piolets de tipo 1, ningún marcado relativo a la categoría,*
  - 2) *Para los piolets de tipo 2, una "T" rodeada por un círculo de al menos 10 mm sobre el mango.*
- c) *Si se utiliza una hoja de tipo 2 en un sistema intercambiable, la hoja se debe marcar con una T, rodeada por un círculo de al menos 10 mm;*
- d) *El pictograma siguiente, indicando al usuario que consulte la información suministrada por el cliente.*



Figura 7

### 4. INFORMACIÓN A SUMINISTRAR POR EL FABRICANTE

*El piolet se debe suministrar con un folleto explicativo, escrito al menos en el idioma o idiomas oficiales del país de destino dentro de la Comunidad Europea, que contenga al menos la siguiente información:*

- a) *El nombre y dirección del fabricante o de su representante autorizado en la unión europea;*
- b) *El número de esta norma europea: EN 13089;*
- c) *El significado de cualquier marca que aparezca en el producto;*
- d) *El modo de uso del producto;*
- e) *Como elegir otros componentes para su utilización con el sistema;*
- f) *Como realizar el mantenimiento y la revisión del producto;*
- g) *La vida media del producto;*
- h) *Los efectos que tienen sobre el producto los agentes químicos y la temperatura.*

## **\*Paso 5: Análisis secuencial de los elementos funcionales**

El objetivo de este paso del Método Red es hacer un análisis secuencial de los elementos funcionales del producto durante su ciclo vital. A continuación se van a numerar las diferentes operaciones y secuencias de funciones que seguirá el piolet/bastón.

### ○ **Reposo:**

El piolet/batón se guardara en un sitio específico, adecuado para material de escalda, ventilado y protegido por la luz directa del sol. El lugar en el que se guarde este producto no debe ser un lugar húmedo.

### ○ **Trabajando:**

Existen diferentes condiciones de funcionamiento para el piolet bastón:

Cuando se está empleando como un bastón de travesía, tanto en subida como en bajada, que sufre los esfuerzos que sufriría un bastón normal. Tiene que ser resistente a esfuerzos axiales y normales producidos por el alpinista o esquiador.

Cuando se emplea como un piolet que sufre altas concentraciones de tensión al ser golpeado por el usuario contra la pendiente helada para poder ascender. Y también tiene que ser capaz de aguantar la fuerza que hace el alpinista en caso de caída por una pendiente helada.

### ○ **Análisis secuencial:**

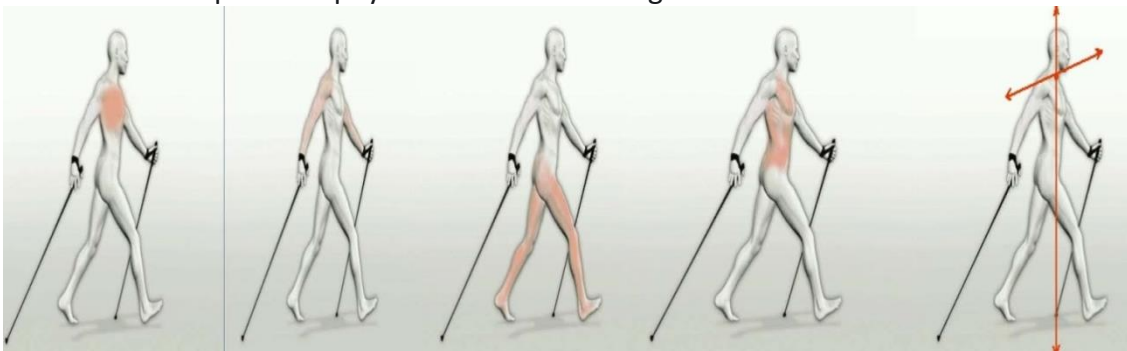
- El piolet/bastón no sufre esfuerzo ninguno.
- Se transmite la fuerza del usuario mediante el producto al terreno, generando esfuerzos.
- En caso de caída pico de esfuerzo.

## \*Paso 6: Movimientos y esfuerzos

La finalidad de este paso es cuantificar los movimientos y los esfuerzos a los que será sometido el producto. A continuación se van a definir y analizar los diferentes movimientos y esfuerzos a los que está sometido el producto.

- **Movimiento (modo bastón):**

**Mejora del equilibrio**, utilizando los bastones pasaremos a tener 4 puntos de apoyo sobre el suelo (bastones y pies o esquís) en lugar de solo dos. El disponer de 4 puntos de apoyo nos ayuda a “repartirlos” como deseemos, por ejemplo para pasar tramos con gran desnivel, hoyos, huecos entre piedras.... Incluso en el caminar constante o en nieves profundas. Si se adelantando el brazo contrario al pie que retrasamos tendremos siempre dos apoyos simultáneos en lugar de uno.



**Nos permite distribuir la carga y esfuerzo** entre más partes de nuestro cuerpo, con lo que distribuiremos el esfuerzo realizado entre más grupos musculares y reduciremos la fatiga y la posibilidad de sufrir lesiones, sobre todo en las articulaciones de las piernas. Al subir grandes escalones, en las bajadas. Además de realizar el esfuerzo con nuestras piernas nos ayudamos de los bastones, con lo que nuestros brazos, pectorales y lumbares estarán ayudando a nuestras piernas. Al mismo tiempo, si vamos cargados con una mochila, equipo fotográfico, etc., estaremos repartiendo el peso (al igual que el esfuerzo entre más puntos de apoyo y grupos musculares).



- **Movimiento (modo piolet):**

*Para terreno llano. Piolet con agarre en auto seguro, esto es, el piolet en posición de bastón, agarrado por la cabeza, con el pico hacia delante y el regatón hacia el suelo. Para agarrar el piolet de forma cómoda, la palma de la mano descansa sobre la pala del piolet, y los dedos índice y pulgar se colocan a los lados de la hoja, el resto de los dedos por debajo de la pala. Se camina normalmente con los pies en posición de marcha.*



*Para pendientes moderadas (de 30º a 45º). Piolet con agarre en autos seguro. Se avanza en diagonal haciendo zig-zag, con los pies en la dirección de avance. El piolet se clava cada dos pasos cuando nos hallamos en posición de equilibrio, que es cuando el pie interior (el del monte) está más avanzado y más alto que el del valle. De esta manera siempre se tiene dos puntos de apoyo en la pendiente, los dos pies o un pie y el piolet. El piolet va siempre en la mano del lado de la pendiente.*



Foto: HIRUANAIK (Aneto)



**Descensos,** En pendientes pronunciadas auto asegurarse con el piolet, plantándolo lo más abajo posible y descendiendo a continuación unos pasos para colocar de nuevo el piolet y volver a descender.



De cara a la pendiente, en pendientes más duras o pronunciadas donde te sientas inseguro con las otras técnicas, es mejor bajar de cara a la pendiente, paso a paso lo y con el piolet en posición piolet mango o apoyo.



**Auto detención,** lo pondremos en práctica en caso de caída, aunque también la necesitaremos para evitar que un compañero encordado a ti te arrastre si se cae mientras nos deslizamos por una pendiente o un glaciar agrietado.



Finalmente una vez realizados todos los pasos del Método Red habrá una serie de funciones a añadir al pliego de condiciones funcional provisional hecho en el paso uno. Así el pliego de condiciones funcional será el siguiente:

- Las empuñaduras del piolet/bastón deben ser ergonómicas.
- La geometría debe ser adecuada para transmitir los esfuerzos de la manera más eficiente y cómoda posible.
- Cambio sencillo, que se pueda realizar el cambio de las piezas intercambiables sin emplear herramientas especiales.
- Tiene que ser resistente para aguantar una auto detención.
- Tienen que ser comercializado conservando todo lo posible el medio ambiente.
- Debe incluir un manual de uso, explicando las diferentes posibilidades de uso del mismo.
- Se acompañara el producto de la dirección de la página web de la empresa. De esta manera el usuario podrá consultar los procedimientos de cambios de piezas, mantenimientos, garantías, ciclos de vida, información añadida etc. De esta manera no habrá gasto de impresión y habremos colaborado en no dañar el medio natural.



*Foto: HIRUANAIK (Pombie)*

## 7. DISEÑO CONCEPTUAL:

### Selección del diseño conceptual:

Después de exponer todos los bocetos y posibilidades de diseño se va a proceder a analizar una serie de criterios para intentar averiguar cuál será el boceto que mejor se adapte a los criterios seleccionados. Se han seleccionado las funciones más importantes del pliego de condiciones, con los que realizaremos el método de selección de bocetos: ligereza, robustez, seguridad, manejabilidad, rapidez de las partes plegables. Por lo tanto estos criterios serán los que usaremos para hacer el método AHP.

- **Método AHP**

Este método se basa en comparar los criterios seleccionados, con el fin de establecer preferencias entre unos y otros. Esta metodología fue desarrollada por Thomas Saaty en 1980 y se clasifica como una técnica multiatributos para la toma de decisiones. El método AHP está basado en dividir un problema complejo en jerarquías.

- Definición y construcción de la matriz de decisión:

El AHP analiza los factores que intervienen en el proceso de decisiones sin requerir que éstos se encuentren en una escala común. Los niveles de importancia o ponderación de los criterios se realizan por medio de comparaciones apareadas entre éstos. Esta comparación se lleva a cabo usando una escala la cual se detalla a continuación.

Se obtendrá una matriz cuadrada de este tipo:

Criterio i	C1	C2	.....	Ci	.....	Cn
C1	1	$a_{12}$	.....	$a_{1i}$	.....	$a_{1n}$
C2	$1/a_{21}$	1	.....	$a_{2i}$	.....	$a_{2n}$
.....	.....	.....	1	.....	.....	.....
Ci	$1/a_{i1}$	$1/a_{i2}$	.....	1	.....	$a_{in}$
.....	.....	.....	.....	.....	1	.....
Cn	$1/a_{n1}$	$1/a_{n2}$	.....	$1/a_{ni}$	.....	1

<b>IMPORTANCIA / PREFERENCIA</b>	<b>INTENSIDAD</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
1	Igual o diferente a...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo

Los valores se dan según la escala anterior y comparando cada elemento con los otros. En la diagonal principal deben aparecer los valores 1 ya que el elemento de la fila comparado con el mismo elemento pero de la columna tiene la misma importancia. Si se da que el elemento de la fila es más importante que el de la columna se pone un número entero y si el de la columna es más importante se pone su inverso.

	Ligereza	Robusto	Seguro	Manejabilidad	Partes abatibles
Ligereza	1	1/3	1/5	3	5
Robusto	3	1	1/3	5	7
Seguro	5	3	1	7	5
Manejabilidad	1/3	1/5	1/7	1	1/5
Partes abatibles	1/5	1/7	1/5	5	1

Mediante esta matriz se puede observar que la seguridad es el factor más importante seguido de la robustez y la ligereza. Gracias a este método se refleja de forma cuantitativa los aspectos que deben estar incorporados en nuestro diseño, ya que el objetivo principal es satisfacer la necesidad del cliente.

## 8. QFD (Quality Functional Deployment)

Mediante este método de análisis se va a estudiar cuales son las necesidades del cliente. El cliente manifiesta la necesidad de cambiar el piolet/bastón ya existente en el mercado por un elemento más seguro, resistente y ligero. Además con un nuevo piolet/bastón se pretende que el alpinista emplee este, como un piolet o como un bastón prescindiendo de tener que llevar dos elementos.

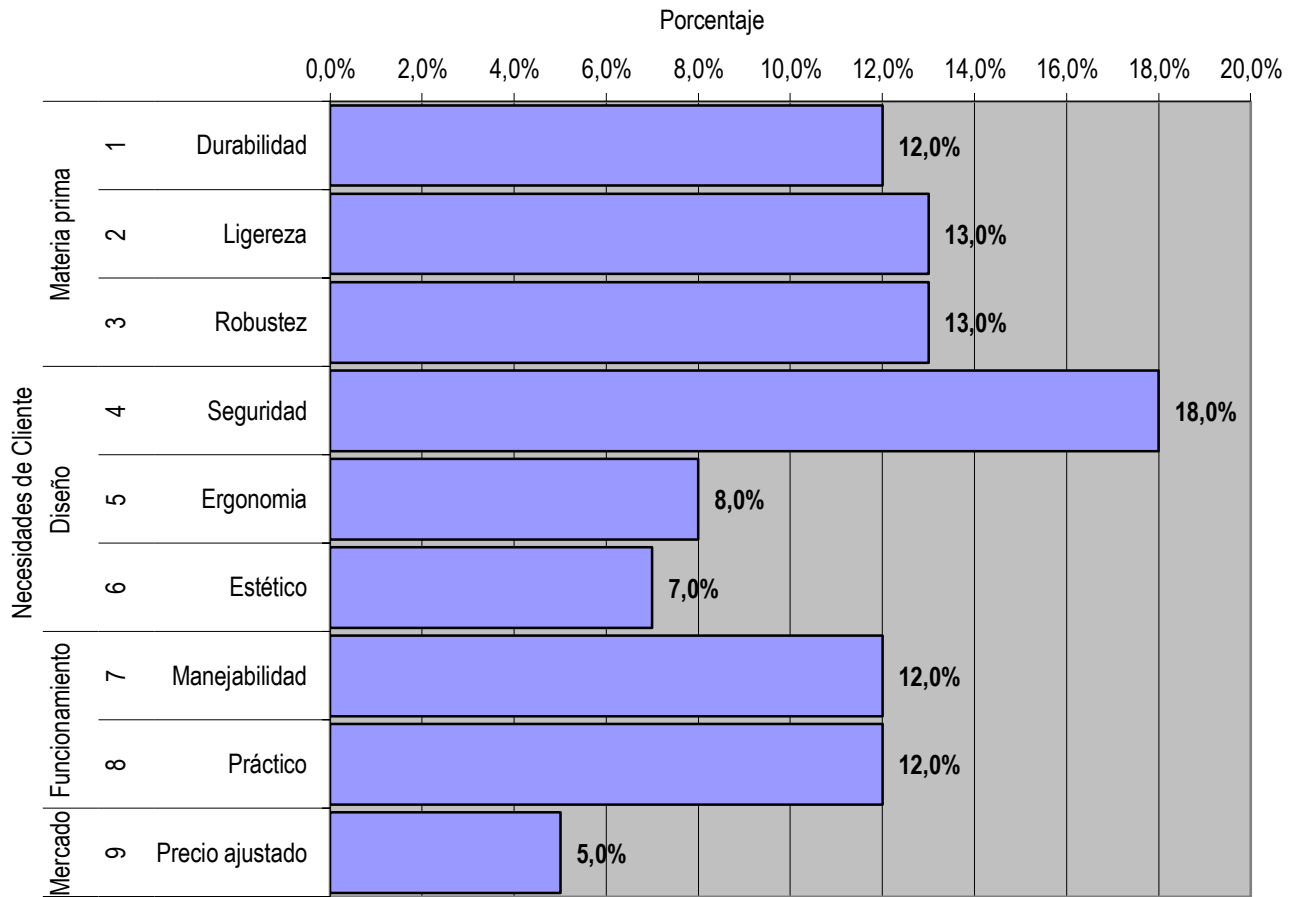
En la matriz se diferencian los siguientes apartados:

- Evaluación del cliente: Nivel de acierto que adjudica el cliente a la estimación de la empresa sobre el requerimiento funcional en tanto por ciento.
- Peso ponderado: Peso que la empresa da a cada parámetro de diseño.
- Evaluación ponderada: Peso que adjudica el cliente a cada requerimiento funcional en tanto por ciento.
- Brecha absoluta ponderada: Tanto por ciento que hay que mejorar en cada expectativa para alcanzar los niveles impuestos por el cliente.
- Brecha absoluta relativa: Es el tanto por ciento que mejoraría el producto en caso de dar la importancia marcada por el cliente a dicha necesidad.

			Parámetros de Diseño													
Matriz de relaciones: cortadora de leña			Calificación ponderada actual	1	2	3	4	5	6	7	8					
			88,6%	8,2%	19,5%	6,8%	8,0%	16,3%	25,9%	6,6%	8,8%					
Necesidad Superior	No	Necesidad del Cliente	Peso Ponderado	Peso	Material	Mantenimiento	Pintura protectora	Geometría	Partes plegables	Tamaño	Precio	Eval de clientes	Peso Ponderado	Eval ponderada	Brecha absoluta ponderada	Brecha absoluta relativa
Materia prima	1	Durabilidad	12,0%	0	9	9	9	3	3	1	1	90%	12,0%	10,8%	1,2%	10,5%
	2	Ligereza	13,0%	9	9			3	1	3	3	95%	13,0%	12,4%	0,7%	5,7%
	3	Robustez	13,0%		9	1		3	9	1	3	90%	13,0%	11,7%	1,3%	11,4%
Diseño	4	Seguridad	18,0%	0	3	3	1	3	9		3	100%	18,0%	18,0%	0,0%	0,0%
	5	Ergonomía	8,0%		1		1	9	9	1	1	70%	8,0%	5,6%	2,4%	21,0%
	6	Estético	7,0%	1	1		3	3	1	3	1	65%	7,0%	4,6%	2,5%	21,4%
Funcionamiento	7	Manejabilidad	12,0%	3	3		3	9	9	3	1	90%	12,0%	10,8%	1,2%	10,5%
	8	Práctico	12,0%	3	1		1	3	9	3	1	100%	12,0%	12,0%	0,0%	0,0%
Mercado	9	Precio ajustado	5,0%	3	9		1	3	9	1	9	55%	5,0%	2,8%	2,3%	19,7%
			100,0%													
			<b>Peso</b>	2,1	5,0	1,8	2,1	4,2	6,7	1,7	2,3	83,9 %	100,0%	88,6%	11,5%	100,0 %

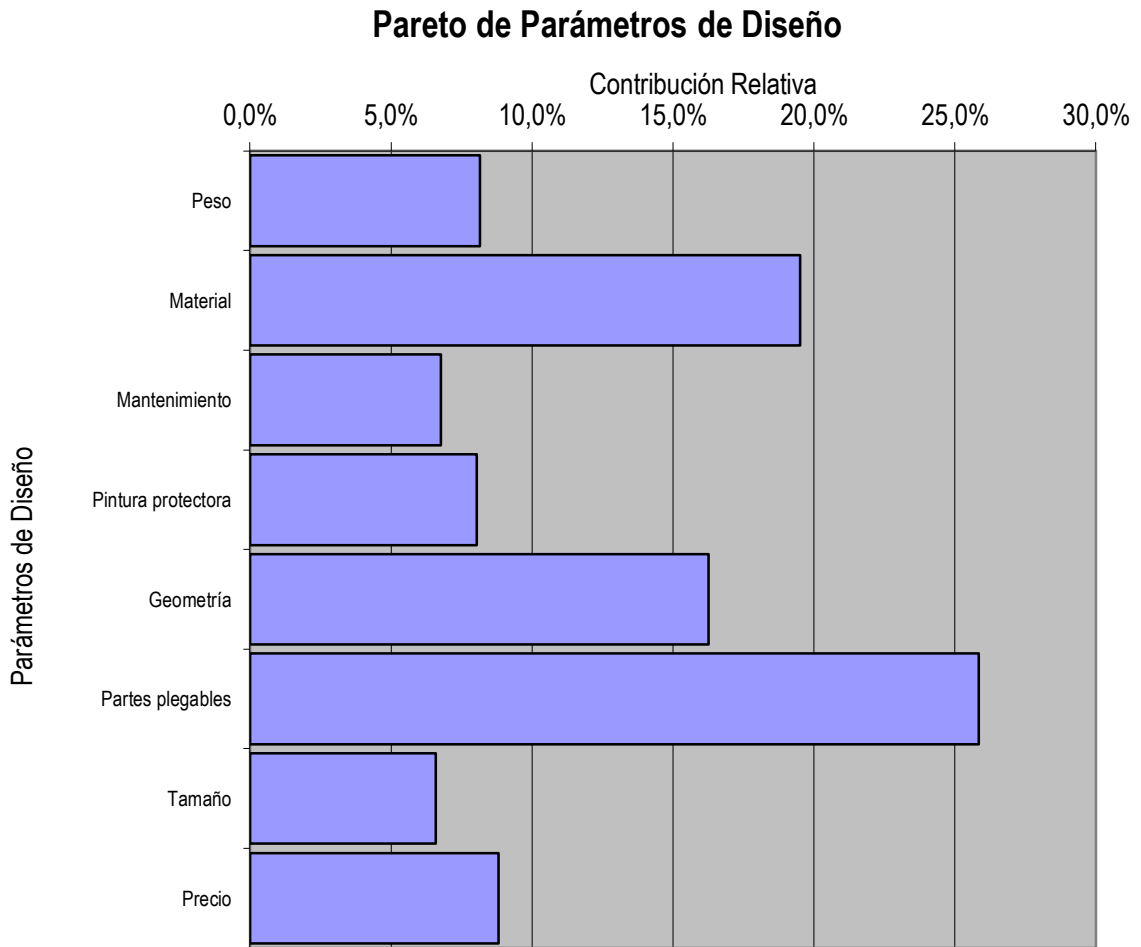
ponderado OK	Peso	Material	Mantenimiento	Pintura protectora	Geometría	Partes plegables	Tamaño	Precio
<b>Unidades</b>	gr	Material	Años	ml	Geometría	Partes plegables	cm	
<b>Dirección de Mejora</b>	<b>Menor es mejor</b>	<b>Nominal es mejor</b>	<b>Nominal es mejor</b>	<b>Mayor es mejor</b>	<b>Mayor es mejor</b>	<b>Nominal es mejor</b>	<b>Nominal es mejor</b>	<b>Menor es mejor</b>
<b>Nivel actual</b>	460gr	carbono, Aluminio, forja inoxidable, goma y plástico.	8años	Anticorrosiva y antideslizante.	cilíndrica	hoja, pala y tramos del bastón	58-130	100€
<b>Nivel competencia 1</b>	550gr	Aluminio, forja inoxidable, goma y plástico.	8 años	antideslizante	cilíndrica	tramos de batón	68-130	115 €
<b>Meta</b>	370gr	carbono y aluminio	12 años	Bio	más eficaz	mejor del sistema de bloqueo	50-130	95
<b>Dificultad</b>	80%	30%	15%	25%	53%	65%	70%	95%

### Pareto de Necesidades de Cliente



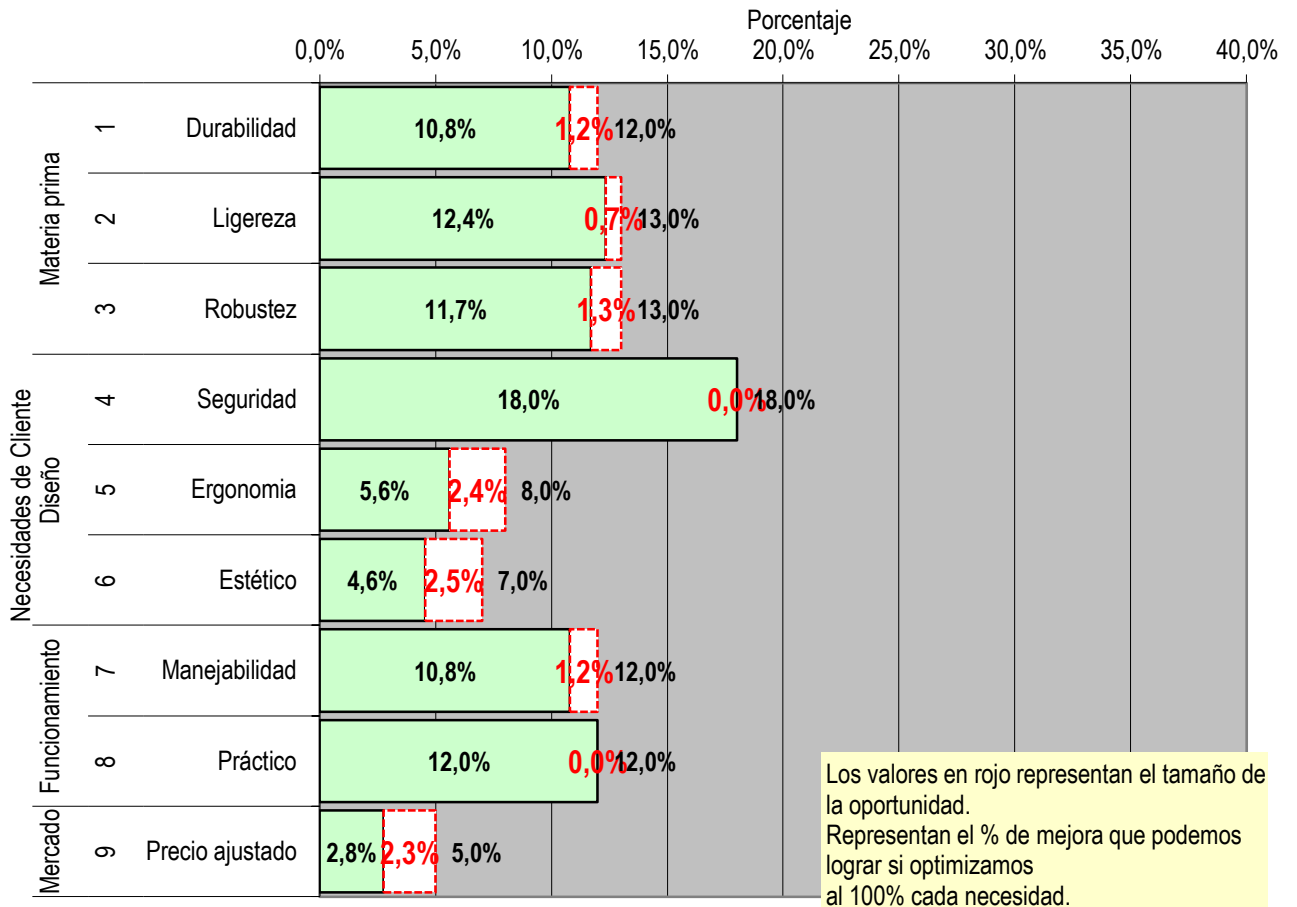
Tras realizar este paso ya se conocen cuáles son las expectativas del cliente además de tener cuantificadas dichas expectativas en función de la importancia que tienen para ellos.





En esta otra gráfica se muestran los parámetros de diseño y ponderaciones con los que se ha trabajado para conseguir el producto óptimo. Uno de los parámetros en el que se ha hecho más hincapié ha sido el material y las partes móviles o plegables del piolet/bastón. Es importante que estas partes móviles estén bien sujetas al cuerpo transmitiendo confianza y robustez al alpinista.

### Análisis de Brecha



Del análisis de la brecha se deduce que hay cosas que mejorar para satisfacer plenamente las necesidades del cliente. La robustez, la ergonomía y el precio son aspectos que se deben mejorar.

El QFD es una herramienta muy útil, habrá que tener en cuenta la información extraída del QFD para optimizar el diseño del piolet/bastón y acercarnos más a las expectativas del cliente.

## 9. AMFE:

Para prevenir y detectar los fallos que tenga nuestro producto en el futuro se realizará el Análisis Modal de Fallos y Efectos (A.M.F.E). El AMFE es un método preventivo que consiste en identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Este análisis sistemático permite identificar las variables significativas del proceso o producto para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce, evitando que productos defectuosos o inadecuados lleguen al cliente.

El AMFE en cuanto al diseño del producto se divide en dos fases. Una es el análisis, en el que se estudian los posibles fallos, sus causas y efectos. La otra fase es la de evaluación y mejora en la que se seleccionan los fallos más preocupantes y se emprenderán acciones correctivas sobre los mismos. Las valoraciones se expresan en términos de Gravedad (G), Frecuencia (F) y Detección (D) en el que como resultado se obtendrá el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR).

Se llevara a cabo este estudio valorando los siguientes conceptos:

- Estudio de los fallos que pueden afectar al producto y las consecuencia que generan sobre el mismo.
- Identificar y priorizar los modos de fallo teniendo en cuenta diferentes criterios.
- Desarrollo de los sistemas de detección para los distintos modos de fallo.

Mejora de la calidad del diseño del producto para satisfacer al cliente.

Se definirán brevemente las valoraciones correctivas:

- **Gravedad:** La valoración de la gravedad se realiza según el nivel de daños que puede ocasionar el fallo del producto.

Criterio	Valor de G
Ínfima. El defecto sería imperceptible por el usuario	1
Escasa. El cliente puede notar un fallo menor, pero sólo provoca una ligera molestia	2-3
Baja. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo.	4-5
Moderada. El fallo produce disgusto e insatisfacción del cliente.	6-7
Elevada. El fallo es crítico, originando un alto grado de insatisfacción en el cliente.	8-9
Muy elevada. El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor	10

- **Frecuencia:** Probabilidad con la que se da un fallo.

Criterio	Valor de F
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado.	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares.	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente.	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado.	8-9
Muy elevada probabilidad de fallo. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	10

- **Detección:** probabilidad de que el fallo llegue al cliente por no haber sido detectado previamente. Se valora según la tabla siguiente:

<b>Criterio</b>	<b>Valor de D</b>
Muy escasa. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	<b>1</b>
Escasa. El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado.	<b>2-3</b>
Moderada. El defecto es una característica de bastante fácil detección.	<b>4-5</b>
Frecuente. Defecto de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente.	<b>6-7</b>
Elevada. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo.	<b>8-9</b>
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil detectable.	<b>10</b>

El Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) se obtiene multiplicando los valores de frecuencia, gravedad y detección. Si el valor obtenido es mayor que cien, la probabilidad de fallo es elevada. Por lo tanto, se debe revisar el análisis realizado previamente para detectar dónde está la probabilidad de fallo más alta y aplicarle la acción correctora con el fin de disminuir la posibilidad de fallo. Si existe algún índice de gravedad cercano a 10 aunque el IPR no sobrepase de 100, se debe realizar la corrección oportuna en ese índice.

Tabla AMFE:

Función	Modo de fallo	Efecto	Causa	Detección	F	G	D	IPR	Acción Correctora	Responsable	F	G	D	IPR
<b>Apertura y cierre de los tramos extensibles o telescópicos</b>	No cierra por completo el sistema y cambia la longitud del piolet/bastón.	Pérdida de estabilidad y tracción. Posibilidad de caída.	Desgaste o bloqueo por el hilo y la nieve acumulada en la zona.	No se puede ajustar debidamente la longitud del piolet/bastón	5	4	2	40	Utilización de tolerancias más pequeñas, intentando hacer un mejor ajuste.	Departamento de fabricación y calidad.	2	2	2	8
<b>Sistema de Bloqueos de hoja y pala</b>	No bloquea la hoja y/o la pala y vuelve a la posición de bastón.	Posible caída.	Mal funcionamiento del bloqueo.	No se puede bloquear la pala y/o la hoja.	3	9	3	81	Mejorar el sistema de bloqueo.	Departamento de diseño y calidad.	1	5	6	30
<b>Superficie antideslizante</b>	Desgaste y/o rotura	Deslizamiento de la mano.	Desgaste.	Desgaste de la superficie de goma.	1	2	1	2	Sustitución por goma de mayor calidad.	Departamento de diseño y fabricación.	1	2	1	2
<b>Funcionamiento modo piolet</b>	rotura	Caída por falta de tracción	Golpe por caída o sobre esfuerzo.	Grietas en la superficie	1	9	3	27	Geometrías y materiales más resistentes.	Departamento de diseño, fabricación y calidad.	1	8	2	16
<b>Funcionamiento modo bastón</b>	Se dobla o se parten las partes extensibles.	Perdida de estabilidad.	Golpe o sobre esfuerzo.	Doblado.	5	4	3	60	Empleo de material más resistente.	Departamento de calidad.	2	6	1	12

En la tabla se observa que el modo de fallo más importante es el fallo del sistema de bloqueos de hoja y pala, ya que es difícil que el usuario se dé cuenta del fallo. Una detección tardía puede provocar una caída grave del alpinista. Por ello, se ha prestado mucha atención al diseño de este bloqueo haciendo que sea prácticamente imposible el fallo del mismo. En el caso de que este dispositivo falle el accidente puede ser trágico, poniendo en peligro nuestro producto.

Los tramos extensibles o telescópicos son clave en el correcto funcionamiento del piolet/bastón. Debemos asegurar su correcto funcionamiento y que la probabilidad de que el sistema falle sea prácticamente nula.

## **10. ANALISIS DE VALOR:**

Según el libro Técnicas para la optimización y mejora del diseño industrial, el análisis de valor se define de la siguiente manera: “El análisis de valor es un método de competitividad, organizado y creativo, que tiene como objetivo la completa satisfacción de la necesidad del usuario de un producto, proceso o servicio, por medio de un proceso específico de diseño o de rediseño, a la vez que funcional, económico y multidisciplinario”.

Es decir el análisis de valor es una metodología para hacer un análisis crítico del producto diseñado, con el objetivo de eliminar todos los costes innecesarios asociados a características del producto que no le dan valor añadido al mismo. Se trata pues de eliminar del producto todos aquellos elementos o características que no le dan calidad, utilidad o simplemente que no sean demandados por el cliente, siempre y cuando los elementos eliminados no pongan en compromiso la legalidad del producto ni la política de calidad de la empresa.

En teoría este análisis de valor tiene que ser llevado a cabo por personal de la empresa que no intervenga de forma directa en las fases previas de diseño para que el análisis se haga de la forma más objetiva posible.

El análisis de valor analiza la importancia de cada función desde el punto de vista de su importancia relativa al conjunto, así pues cada función es medida en términos de costes económicos y es comparada con el aporte económico producido por la satisfacción que produce dicha función en el usuario final. La palabra valor para la empresa significa la relación calidad/coste, al contrario para el consumidor que significa calidad/precio.

En este caso se aplicara el análisis de valor a un producto que está en fase de diseño y este análisis consistirá en un primer momento en analizar las funciones exigidas al producto y analizar las funciones que el producto puede desempeñar. Una vez conocidas estas habrá que compararlas entre ellas, con el objetivo de eliminar aquellas funciones innecesarias y añadirle las funciones de las que carece, además de conocer el costo que tiene cada función en el precio final del producto.

Se hará una relación de función-coste, para poder valorar estos resultados. Para ello, se especificara su valor porcentual y se valorará.

Producto	Función principal	Funciones secundarias	Coste Porcentual
Piolet/bastón	Bastón y piolet	-Ser resistente	18%
		-Robustez	20%
		-Seguridad	20%
		-Ergonomía	14%
		-Asegurador	12%
		-Ser rápido	16%

La última columna representa el coste porcentual del coste final del producto en base a la importancia de sus funciones secundarias.



Componentes	Tipo material	Peso (gr)	COSTE POR COMPONENTE				FUNCIONES					
			M.P.	M.O.	MONT.	TOTAL (€)	1	2	3	4	5	6
Pala	Acero forjado	80	3	1,5	0,5	5	5		10	5		5
Hoja	Acero forjado	125	6	3	1	10	20		15	10		5
Mango ergonómico	Aluminio y Goma	85	3	2	2	7	15	20	20	59	7	20
Partes extensibles	Fibra de carbono	60	10	4	1	15	30	20	25	10		20
Bloqueos	Aluminio	20	0,8	0,2	1	2	10	30	10	10	50	20
Cierres	Aluminio	30	2	1	2	5	10	30	17	6	40	20
Punta	Plástico y hierro	40	0,1	0,2	0,1	0,4	3		1		3	5
Roseta	Plástico	15	0,05	0	0,1	0,2	2		1			5
Pintura anticorrosión	Pintura	5	0,4	0,3	0,3	1	5		1			
						45,6 €						

Los precios de los componentes son orientativos, pudiendo cambiar estos durante el proceso de fabricación.

Cada función está relacionada con sus respectivos costes. Estos costes se intentaran reducir sin afectar a la funcionalidad y a la calidad de la máquina. Para ello disminuirá el coste de la mano de obra, materia prima y del montaje.

Se realiza un estudio independiente de cada función para relacionarlo con los componentes que le afectan.

- Costes por función:

		Coste por función								
Nº función	Función	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL(€)					
1	Ser resistente	5,104	2,316	1,145	8,565					
		Coste por componente			Coste por función					
COMPONENTE	M.P.	M.O.	MONT	CANTIDAD	%	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL	
Pala	3	1,5	0,5	1	5	0,15	0,075	0,025	0,25	
Hoja	6	3	1	1	20	1,2	0,6	0,2	2	
Mango ergonómico	3	2	2	1	15	0,45	0,3	0,3	1,05	
Partes extensibles	10	4	1	1	30	3	1,2	0,3	4,5	
Bloqueos	0,8	0,2	1	1	10	0,08	0,02	0,1	0,2	
Cierres	2	1	2	1	10	0,2	0,1	0,2	0,5	
Punta	0,1	0,2	0,1	1	3	0,003	0,006	0,003	0,012	
Roseta	0,05	0	0,1	1	2	0,001	0	0,002	0,003	
Pintura anticorrosión	0,4	0,3	0,3	1	5	0,02	0,015	0,015	0,05	

		Coste por función								
Nº función	Función	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL					
2	Robustez	3,44	1,56	1,5	6,5					
		Coste por componente			Coste por función					
COMPONENTE	M.P.	M.O.	MONT	CANTIDAD	%	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL	
Mango ergonómico	3	2	2	7	20	0,6	0,4	0,4	1,4	
Partes extensibles	10	4	1	15	20	2	0,8	0,2	3	
Bloqueos	0,8	0,2	1	2	30	0,24	0,1	0,3	0,6	
Cierres	2	1	2	5	30	0,6	0,3	0,6	1,5	

		Coste por función							
Nº función	Función	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL				
3	Seguridad	4,7255	2,2	1,3	8,2155				
		Coste por componente				Coste por función			
COMPONENTE	M.P.	M.O.	MONT	CANTIDAD	%	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL
Pala	3	1,5	0,5	1	10	0,3	0,2	0,05	0,5
Hoja	6	3	1	1	15	0,9	0,5	0,15	1,5
Mango ergonómico	3	2	2	1	20	0,6	0,4	0,4	1,4
Partes extensibles	10	4	1	1	25	2,5	1	0,25	3,75
Bloqueos	0,8	0,2	1	1	10	0,08	0	0,1	0,2
Cierres	2	1	2	1	17	0,34	0,2	0,34	0,85
Punta	0,1	0,2	0,1	1	1	0,001	0	0,001	0
Roseta	0,05	0	0,1	1	1	0,0005	0	0,001	0
Pintura anticorrosión	0,4	0,3	0,3	1	1	0,004	0	0,003	0,01

		Coste por función							
Nº función	Función	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL				
4	Ergonomía	3,72	2,04	1,63	7,38				
		Coste por componente				Coste por función			
COMPONENTE	M.P.	M.O.	MONT	CANTIDAD	%	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL
Pala	3	1,5	0,5	1	5	0,15	0,1	0,025	0,25
Hoja	6	3	1	1	10	0,6	0,3	0,1	1
Mango ergonómico	3	2	2	1	59	1,77	1,2	1,18	4,13
Partes extensibles	10	4	1	1	10	1	0,4	0,1	1,5
Bloqueos	0,8	0,2	1	1	10	0,08	0	0,1	0,2
Cierres	2	1	2	1	6	0,12	0,1	0,12	0,3

		Coste por función							
Nº función	Función	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL				
5	Asegurador	1,413	0,646	1,443	3,502				
		Coste por componente				Coste por función			
COMPONENTE	M.P.	M.O.	MONT	CANTIDAD	%	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL
Mango ergonómico	3	2	2	1	7	0,21	0,14	0,14	0,49
Bloqueos	0,8	0,2	1	1	50	0,4	0,1	0,5	1
Cierres	2	1	2	1	40	0,8	0,4	0,8	2
Punta	0,1	0,2	0,1	1	3	0,003	0,006	0,003	0,012

		Coste por función							
Nº función	Función	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL				
6	Ser rápido	3,6175	1,675	1,285	6,5775				
		Coste por componente				Coste por función			
COMPONENTE	M.P.	M.O.	MONT	CANTIDAD	%	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL
Pala	3	1,5	0,5	1	5	0,15	0,075	0,025	0,25
Hoja	6	3	1	1	5	0,3	0,15	0,05	0,5
Mango ergonómico	3	2	2	1	20	0,6	0,4	0,4	1,4
Partes extensibles	10	4	1	1	20	2	0,8	0,2	3
Bloqueos	0,8	0,2	1	1	20	0,16	0,04	0,2	0,4
Cierres	2	1	2	1	20	0,4	0,2	0,4	1
Punta	0,1	0,2	0,1	1	5	0,005	0,01	0,005	0,02
Roseta	0,05	0	0,1	1	5	0,0025	0	0,005	0,0075

Resultados:

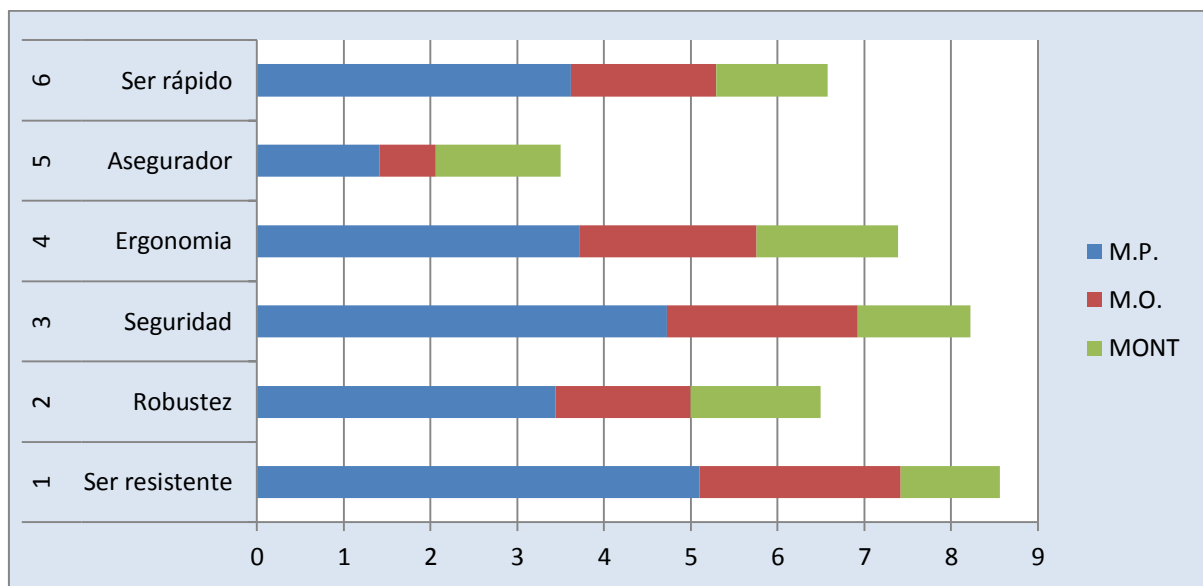
Nº función	Función	M.P.	M.O.	MONT	TOTAL
1	Ser resistente	5,104	2,316	1,145	8,565
2	Robustez	3,44	1,56	1,5	6,5
3	Seguridad	4,7255	2,2	1,3	8,2155
4	Ergonomía	3,72	2,04	1,63	7,38
5	Asegurador	1,413	0,646	1,443	3,502
6	Ser rápido	3,6175	1,675	1,285	6,5775

M.P: Materia prima.

M.O: Mano de obra.

Mont: Montaje.

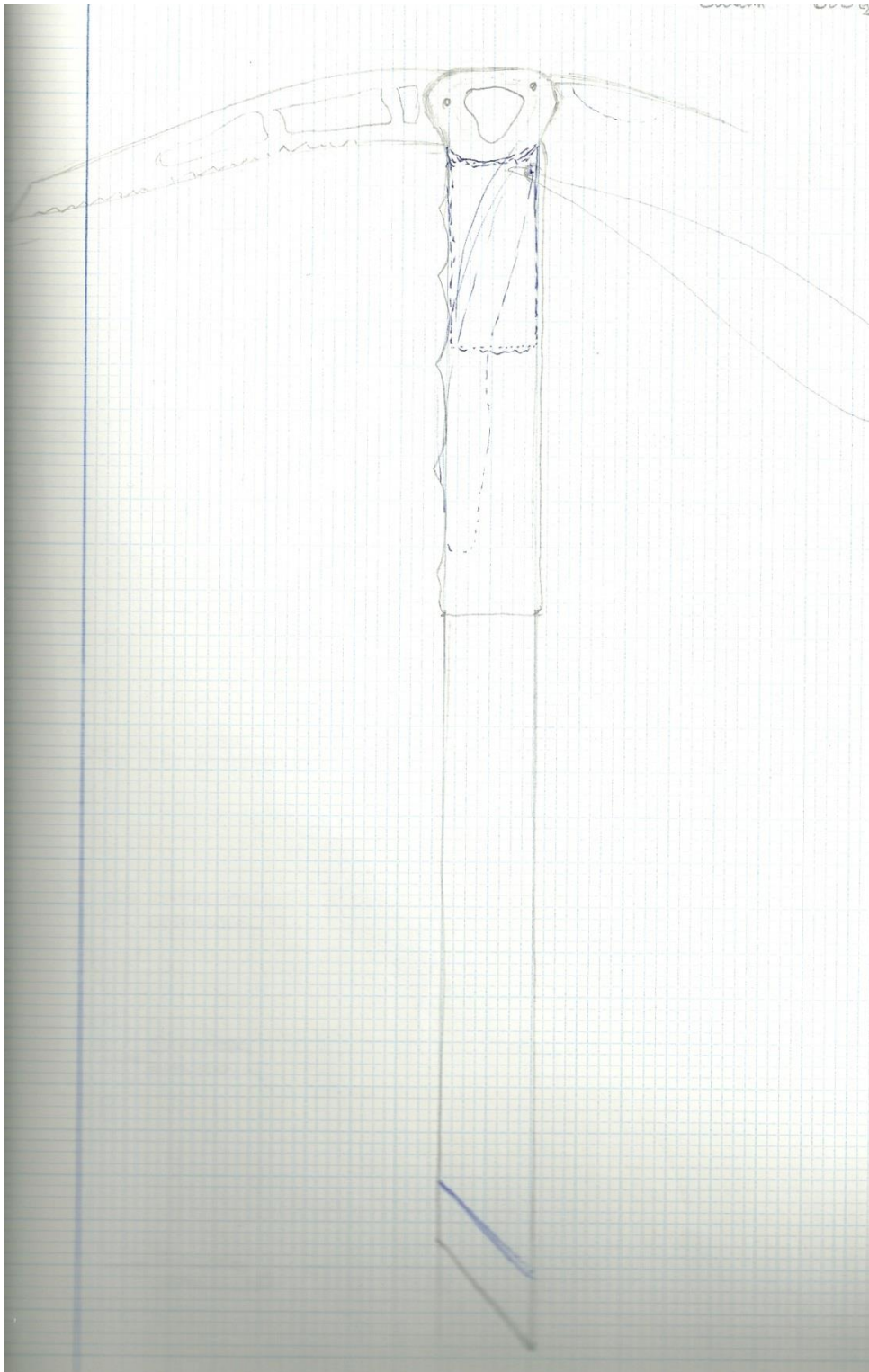
Grafica obtenida del análisis de valor:



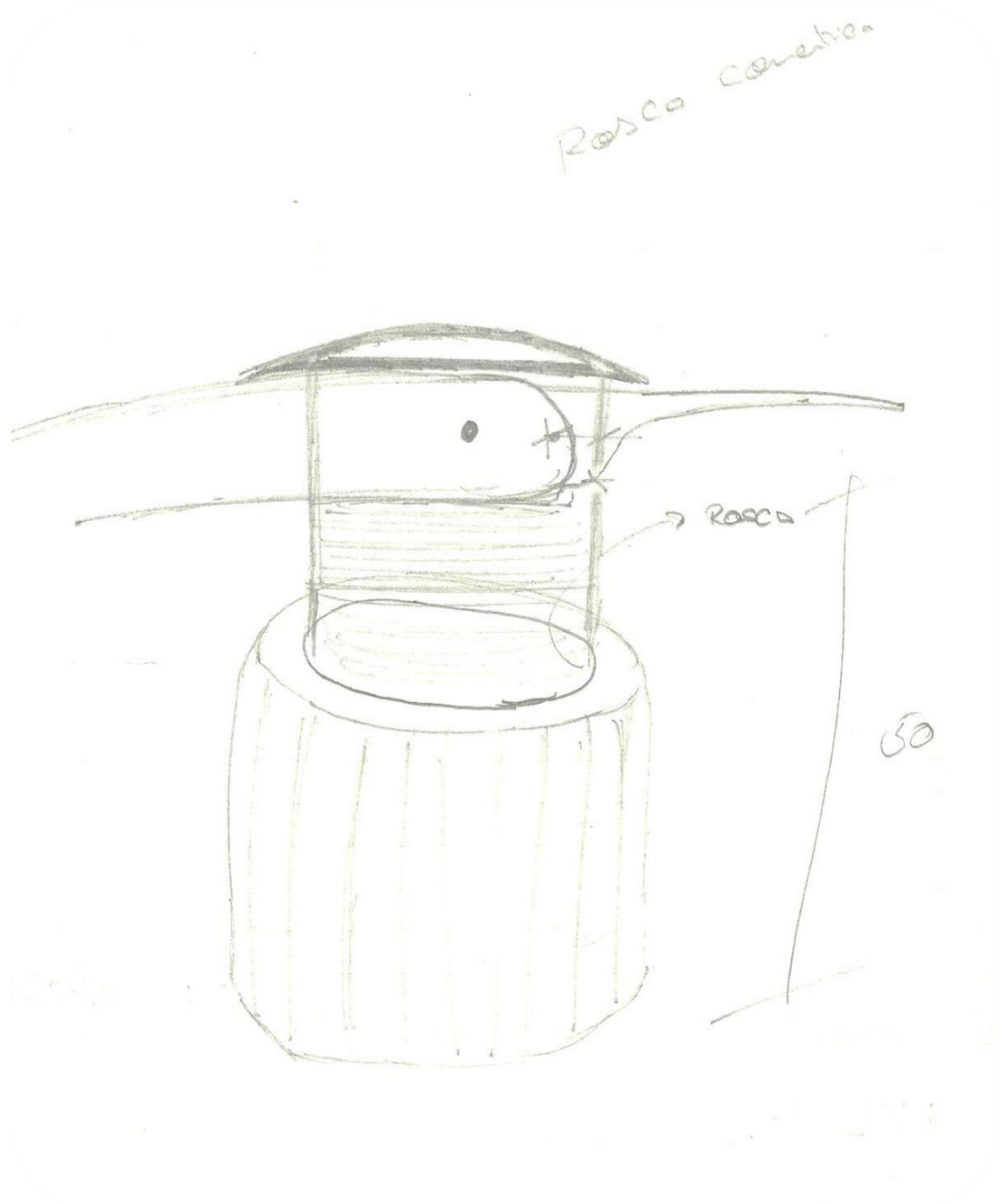
Mediante este gráfico se representará el gasto que supone cada función, dividido en los tres componentes que le afectan. Teniendo en cuenta este análisis se podrá satisfacer la necesidad del cliente de manera más eficaz y económica.

## 11. BOCETOS:

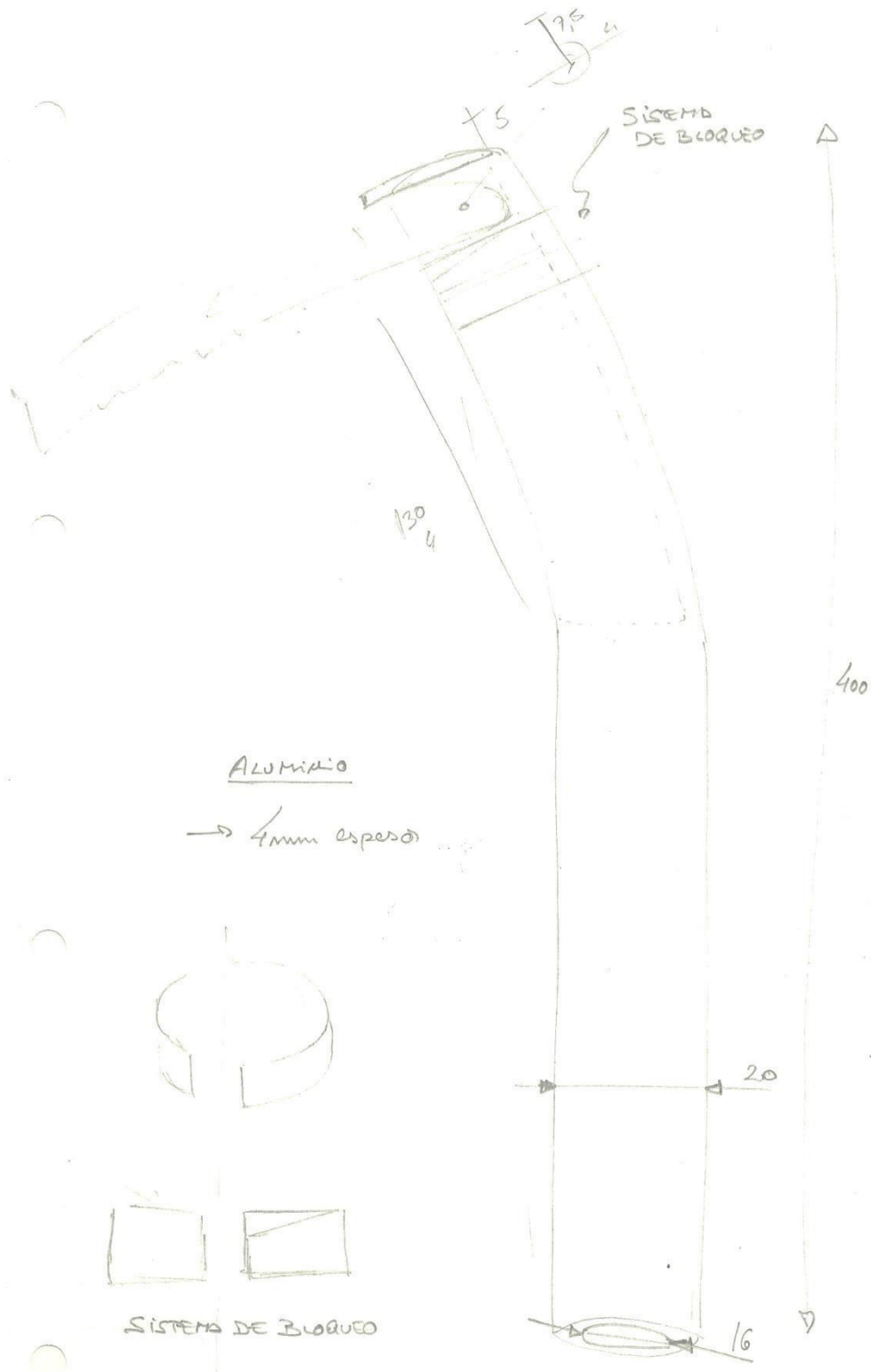
- Boceto 1:



- Boceto 2:

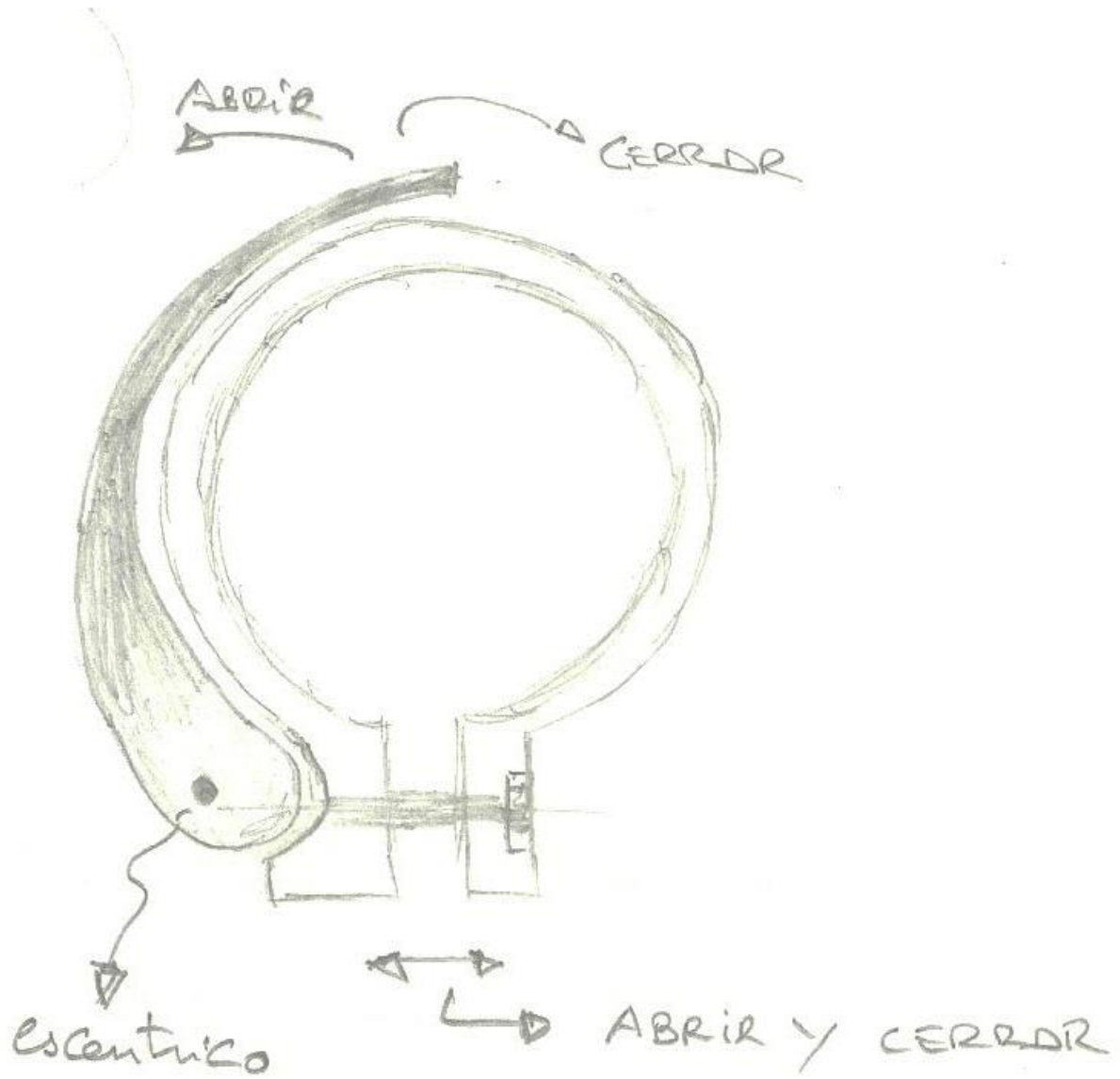


- Boceto 3:

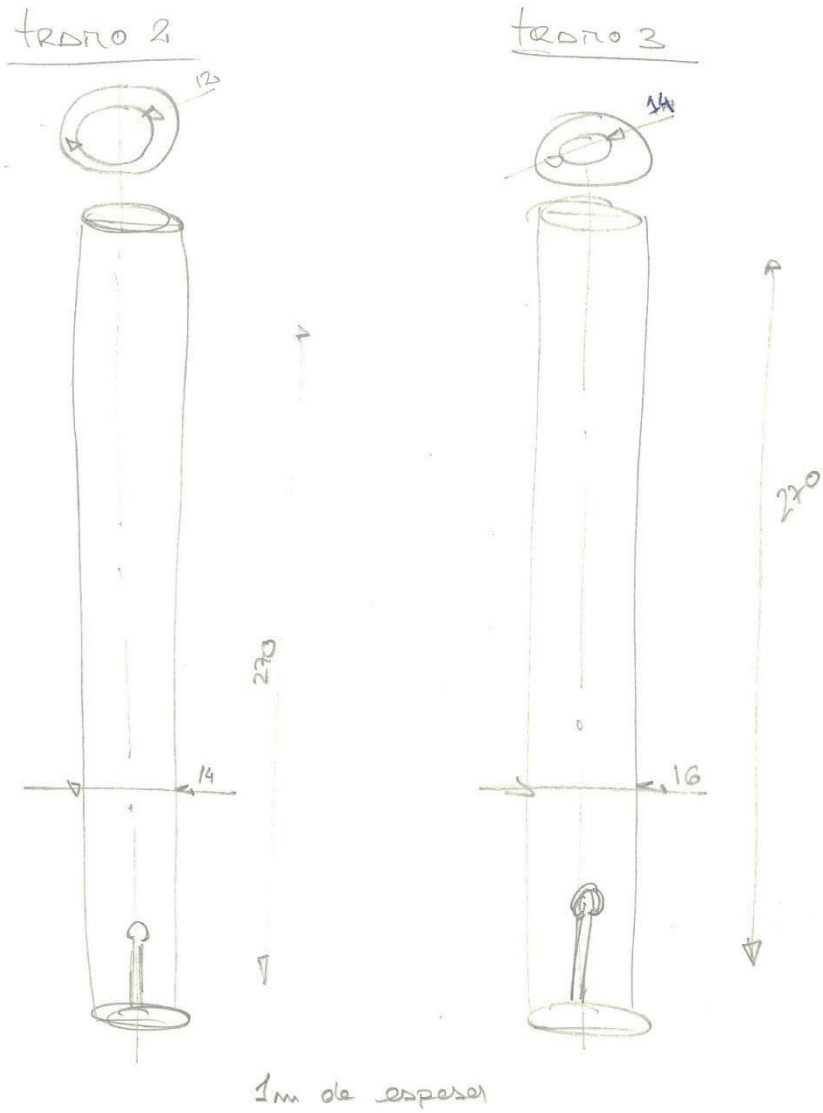




- Boceto 4:

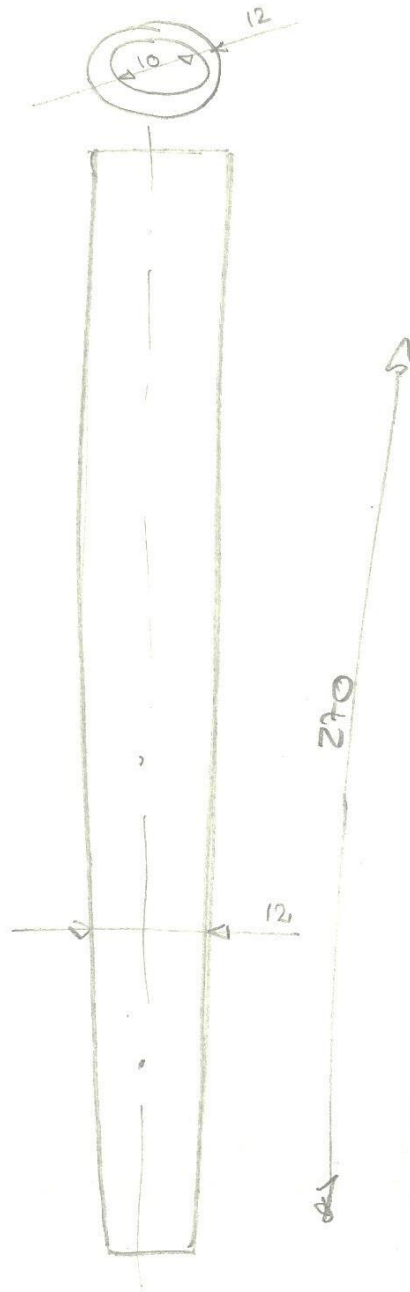


- Boceto 5:

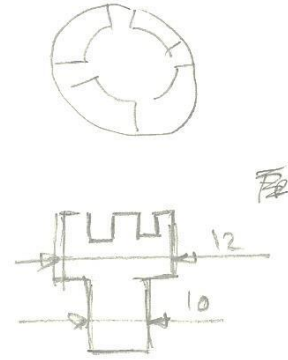


- Boceto 6:

TRATTO INTERIOR



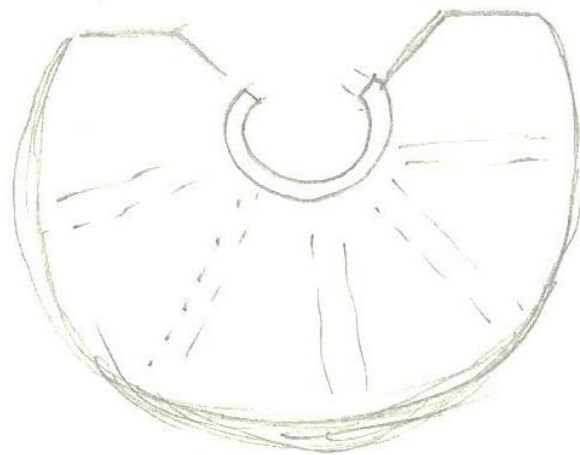
FRENO



1 mm de espesor

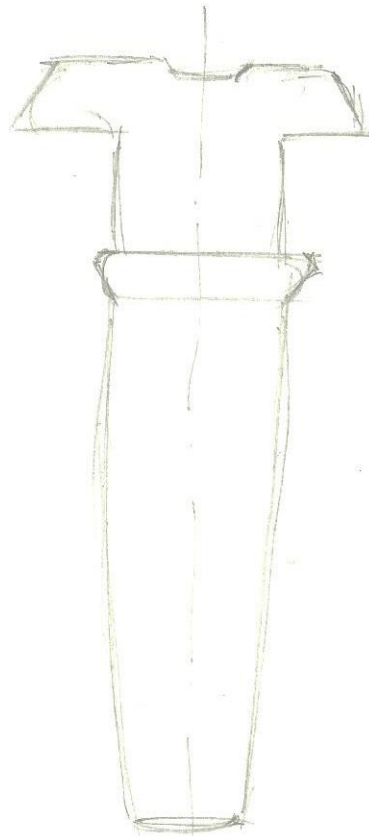
- Boceto 7:

ROSETO

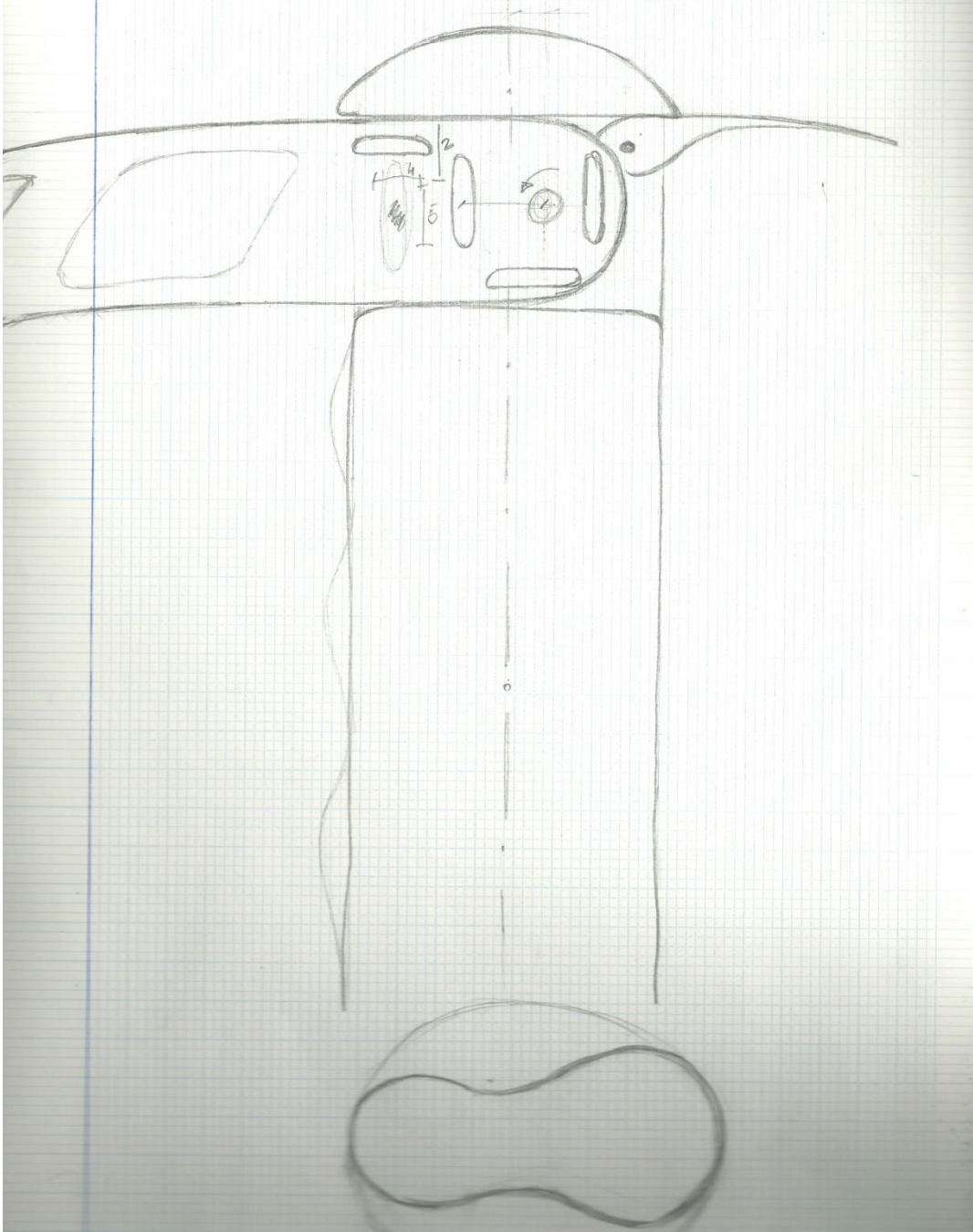


- Boceto 8:

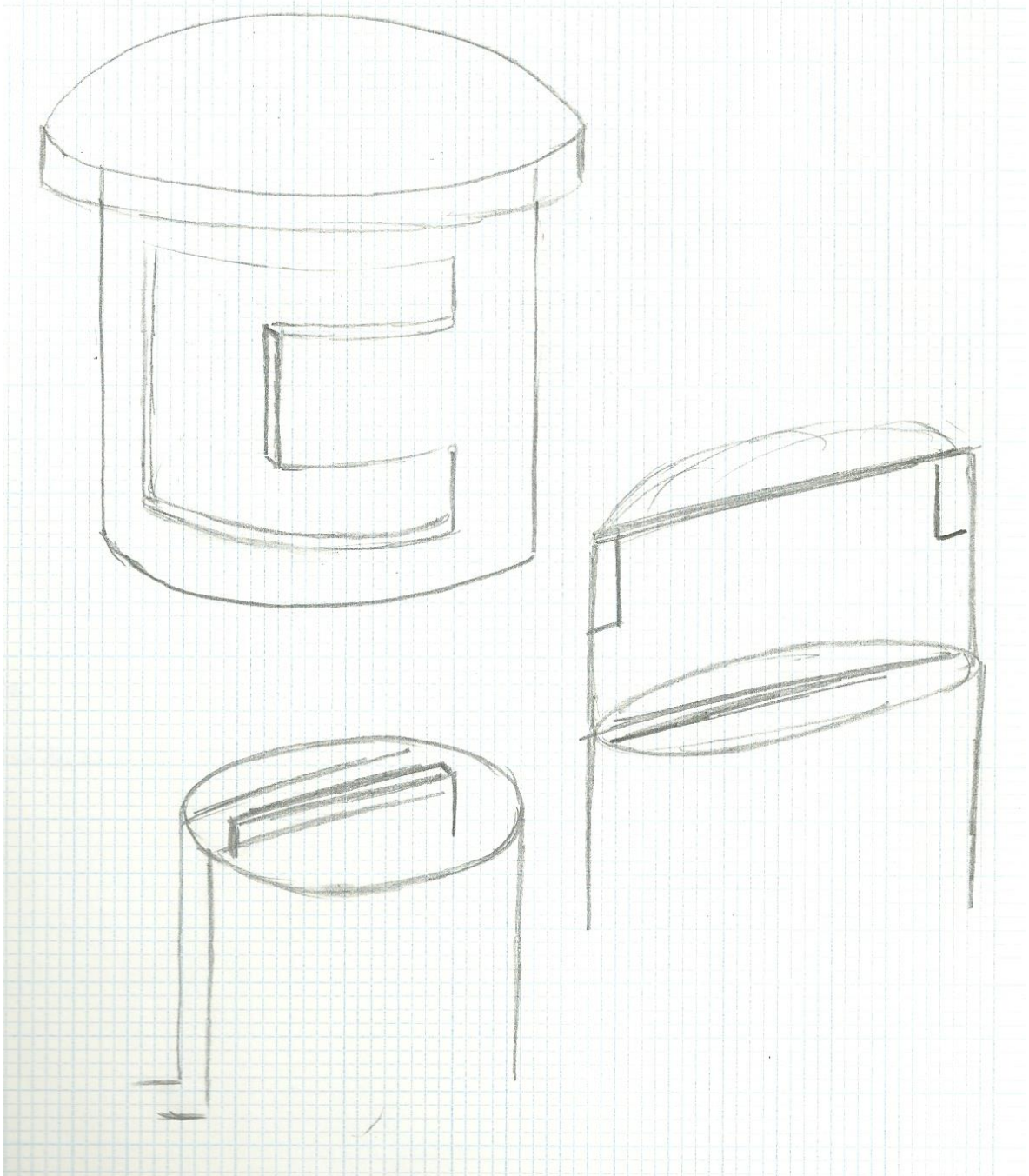
SOPORTE ROSETA



- Boceto 9:



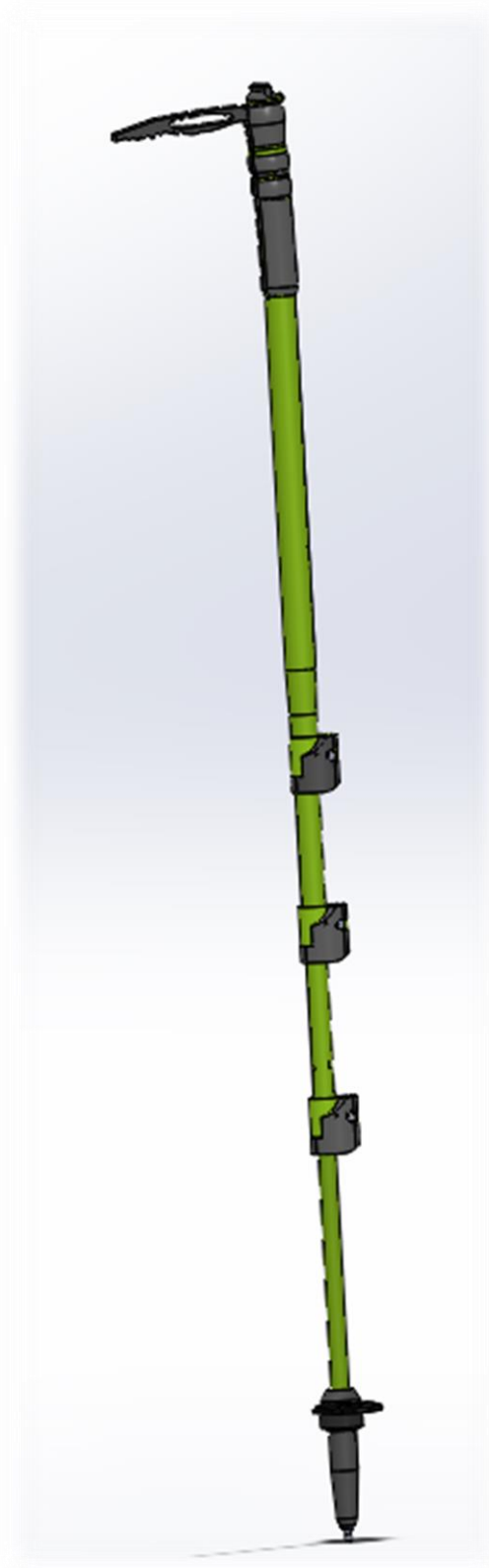
- Boceto 10:





## 12. DISEÑO:

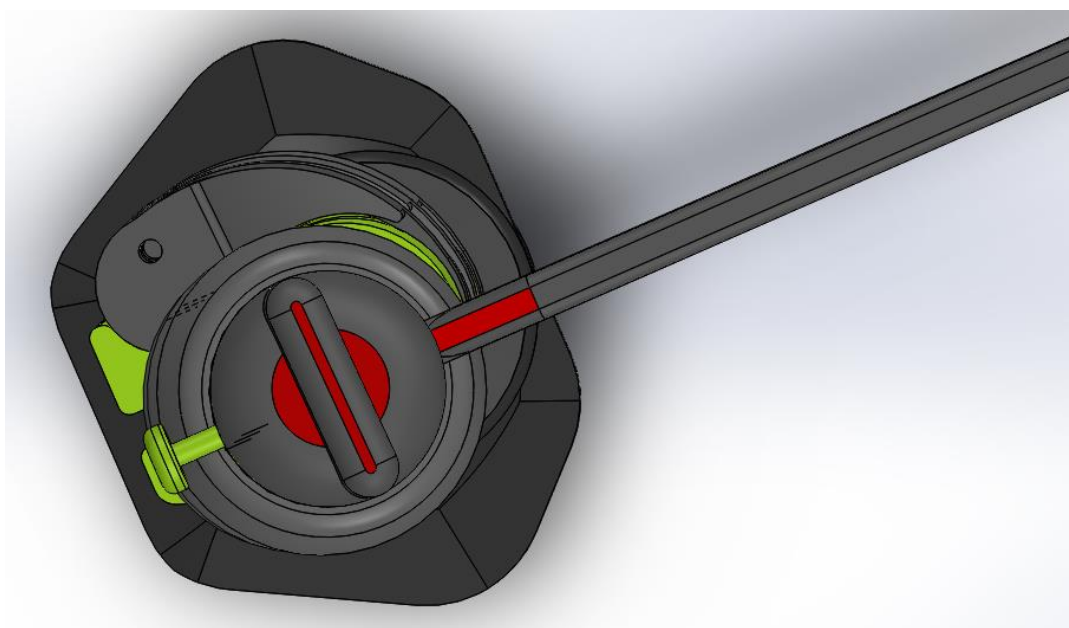
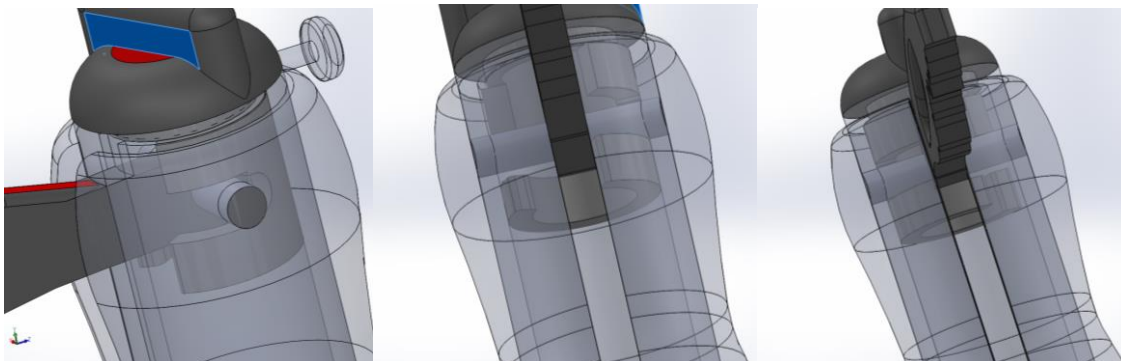
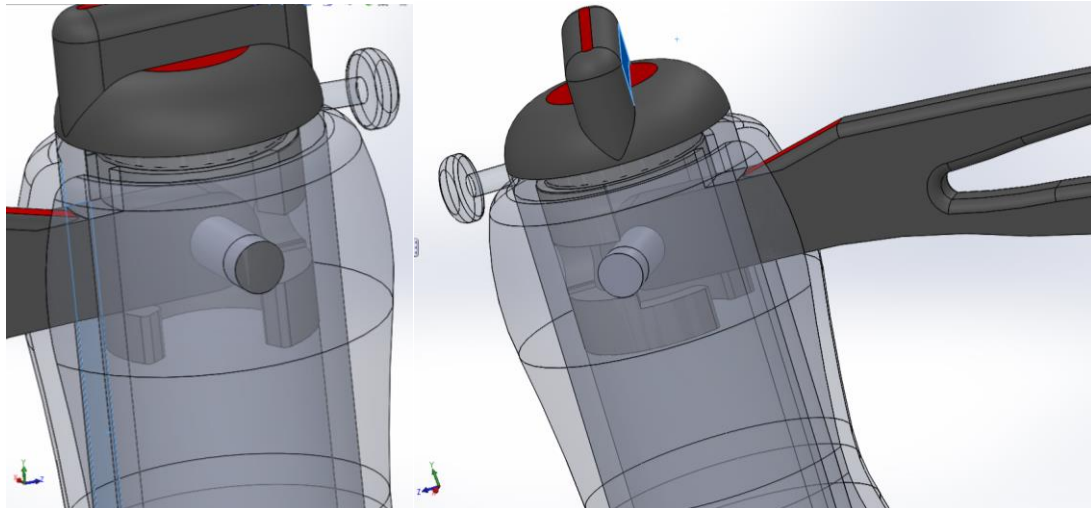
Se ha realizado un diseño del piolet/bastón mejorado: con el filo abatible y con tramos extensibles:





### \*Sistema de bloqueo:

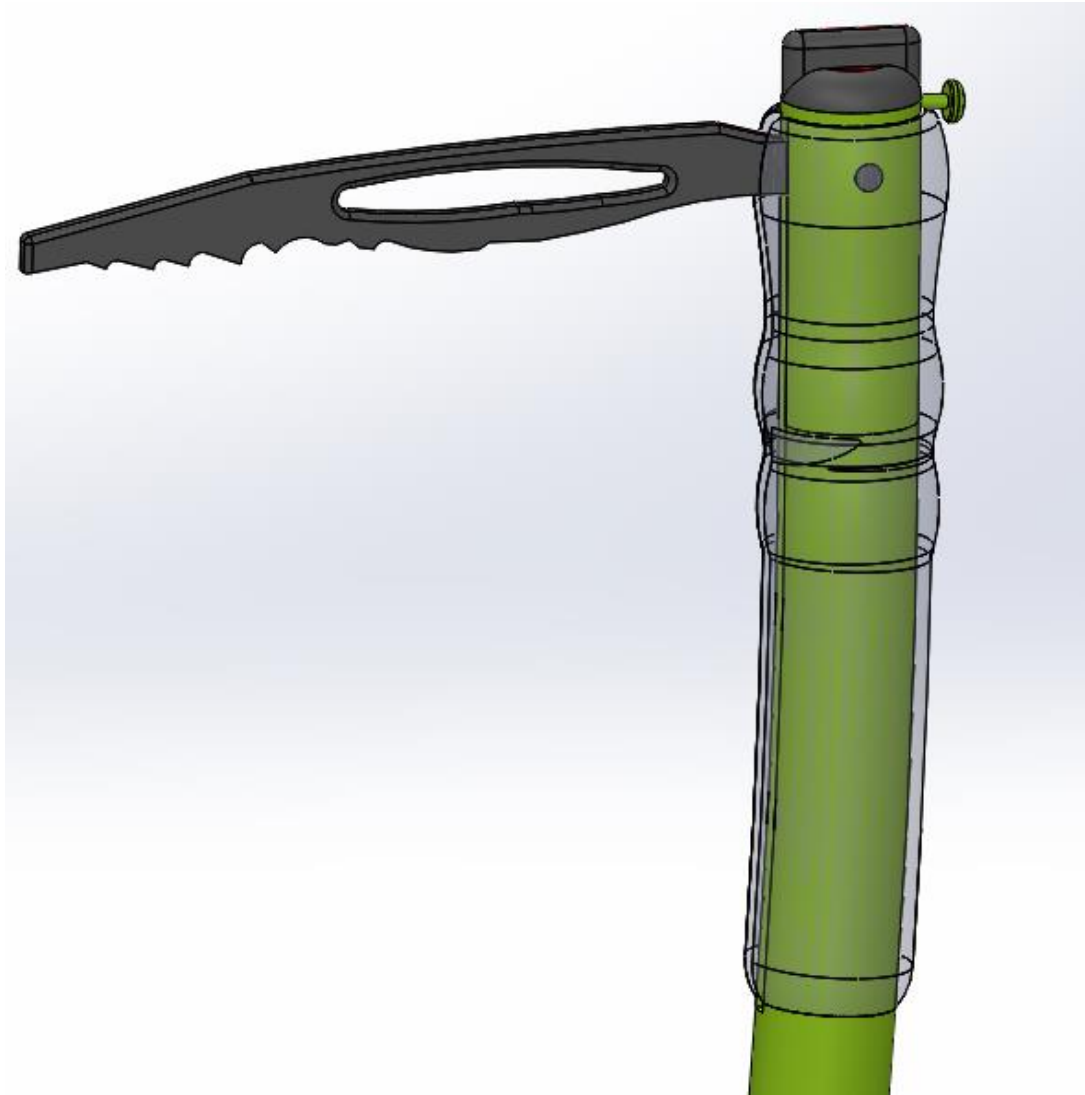
Con el giro de la ruleta superior conseguimos que el filo del piolet/bastón quede fijo o quede libre para abatirlo:



### \*Filo y mango antideslizante:

El mango antideslizante permite que el usuario pueda agarrar el piolet/bastón de manera segura y eficaz.

El filo tiene una abertura horizontal para que el alpinista pueda colocar mosquetones, aseguradores, que necesite en una situación comprometida o en una reunión.



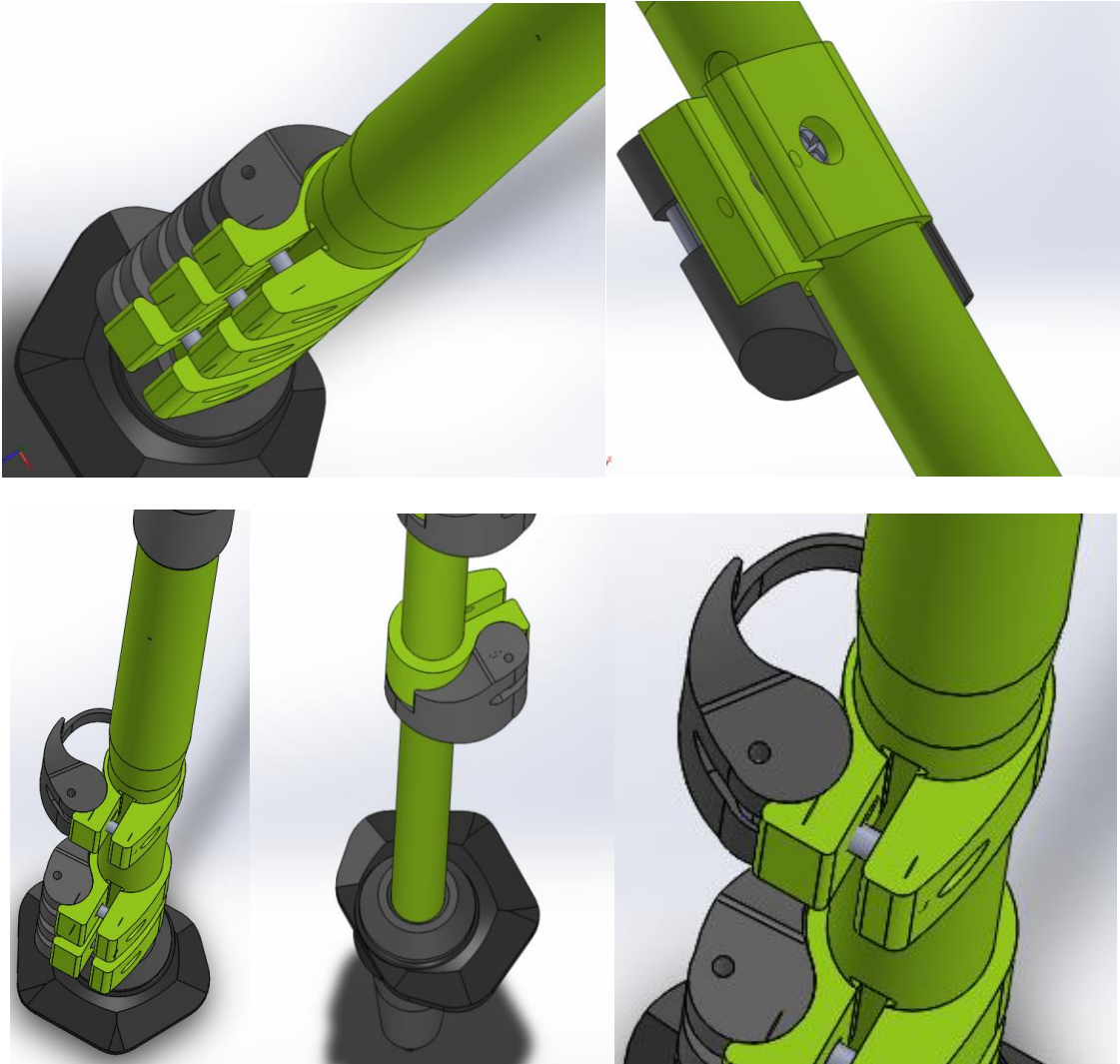
### \*Frenos interiores:

Los frenos interiores fabricados en plástico y colocados al final de cada tramo extensible (pieza color blanco) ayudan a proporcionar una regulación sencilla, haciendo que los tramos extensibles fluyan homogéneamente sin que se desmonten.



**\*Sistemas de bloqueo extensible:**

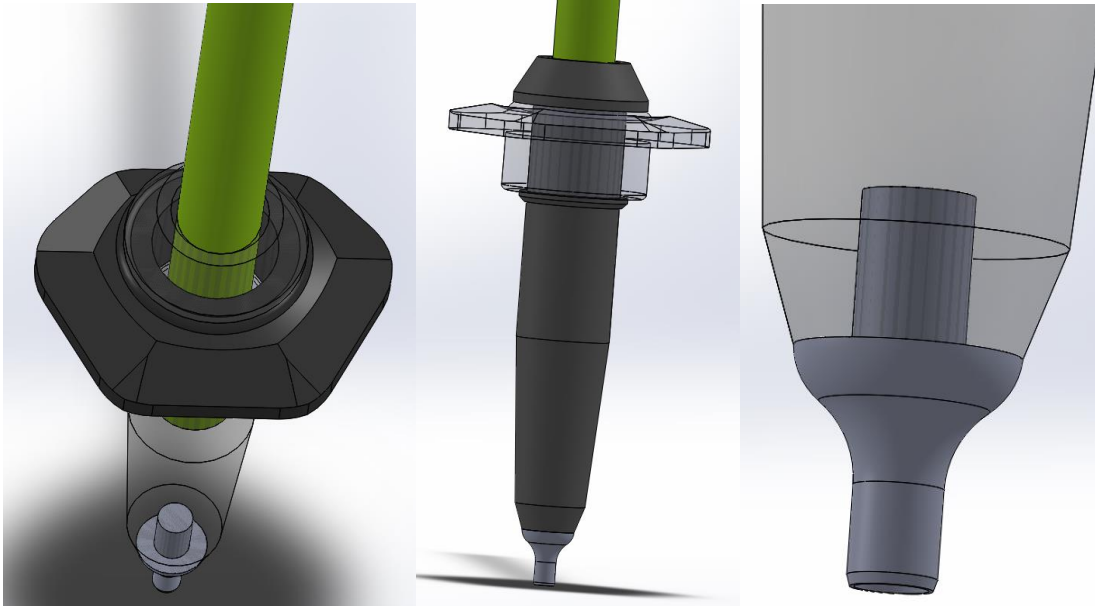
Con un mecanismo excéntrico permiten regular la altura del bastón/piolet.



### \*Roseta y punta del bastón piolet:

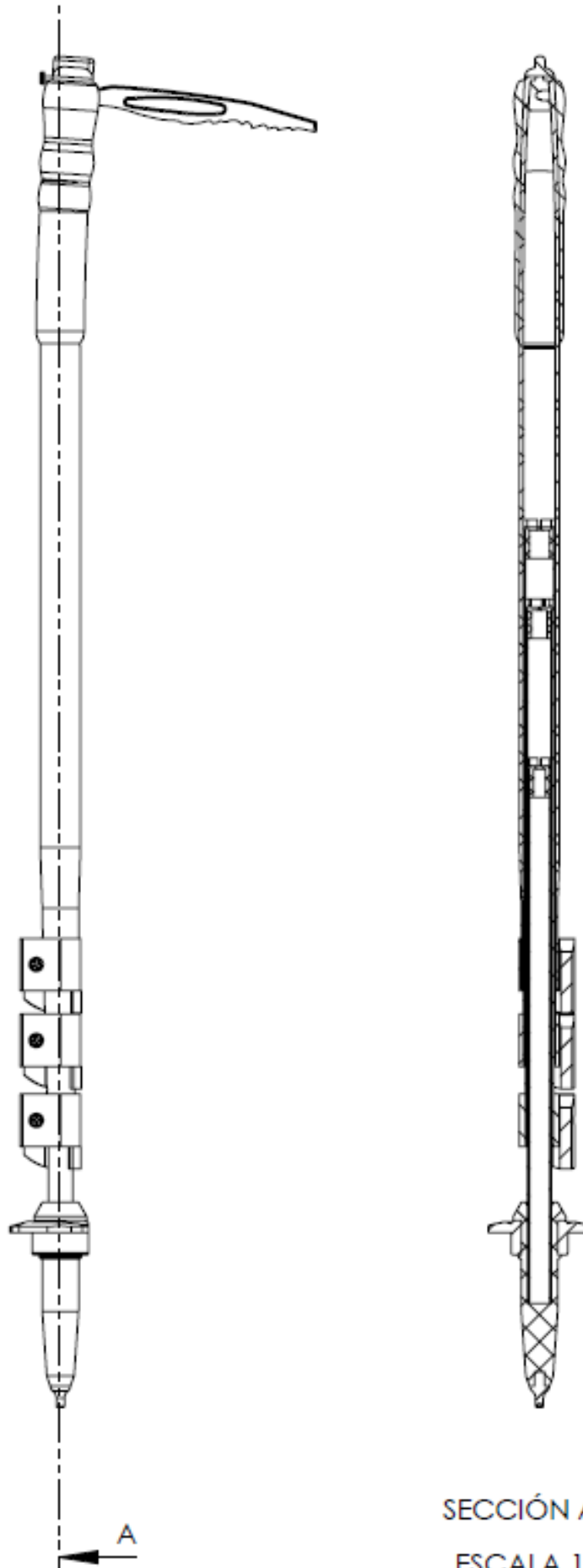
Con la roseta se evita que el piolet/bastón se hunda en nieves poco consistentes. Además se ha diseñado una roseta asimétrica para facilitar la progresión en “medias laderas”.

La punta permite que el usuario tenga tracción en terrenos duros como el hielo, nieve dura.



**\*Diseño completo:**





SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 3

## 13. ANÁLISIS DE TENSIONES EN SOLIDWORKS:



### Descripción

No hay datos

### Simulación de t00

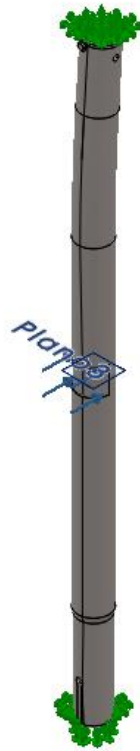
Fecha: jueves, 28 de mayo de 2015  
Diseñador: Solidworks  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de análisis: Análisis estático

### Table of Contents

Descripción	78
Suposiciones	
<b>¡Error!</b>	
<b>Marcador no definido.</b>	
Información de modelo	79
Propiedades de material	80
Cargas y sujeciones	81
Información de malla	82
Resultados del estudio	84
Conclusión	
<b>¡Error!</b>	
<b>Marcador no definido.</b>	




## Información de modelo



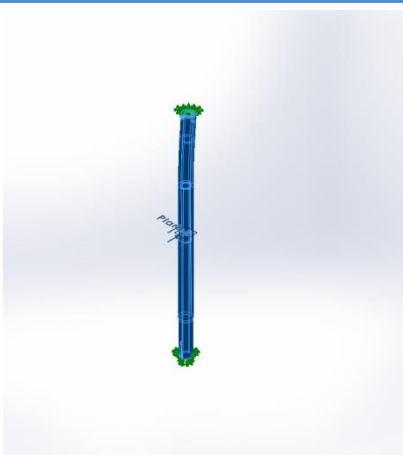
Nombre del modelo: t00  
 Configuración actual: Predeterminado

### Sólidos


Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
----------------------------------	--------------	--------------------------	---

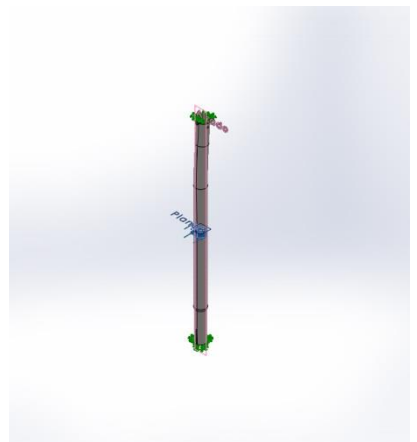
<p style="text-align: center;">Saliente-Extruir11</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.478549 kg                  Volumen:0.000106108 m<sup>3</sup>                  Densidad:4510 kg/m<sup>3</sup>                  Peso:4.68978 N</p>	<p>E:\PROYECTO                  2015\SW\t00.SLDPRT                  May 28 11:16:22 2015</p>
---	---------------	--	--

### Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: <b>Comercialmente puro CP-Ti UNS R50700 Grado 4 (SS)</b></p> <p>Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b></p> <p>Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b></p> <p>Límite elástico: <b>5e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Límite de tracción: <b>5.5e+008 N/m<sup>2</sup></b></p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir11)(t00)</p>

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-3		<p><b>Entidades: 2 cara(s)</b>  <b>Tipo: Geometría fija</b></p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-3		<p><b>Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s)</b>  <b>Referencia: Alzado</b>  <b>Tipo: Aplicar fuerza</b>  <b>Valores: ---, ---, -2500 N</b></p>

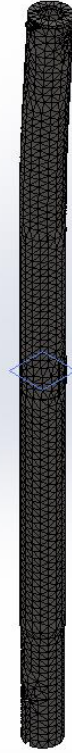
## Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	4.51125 mm
<b>Tolerancia</b>	0.225563 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

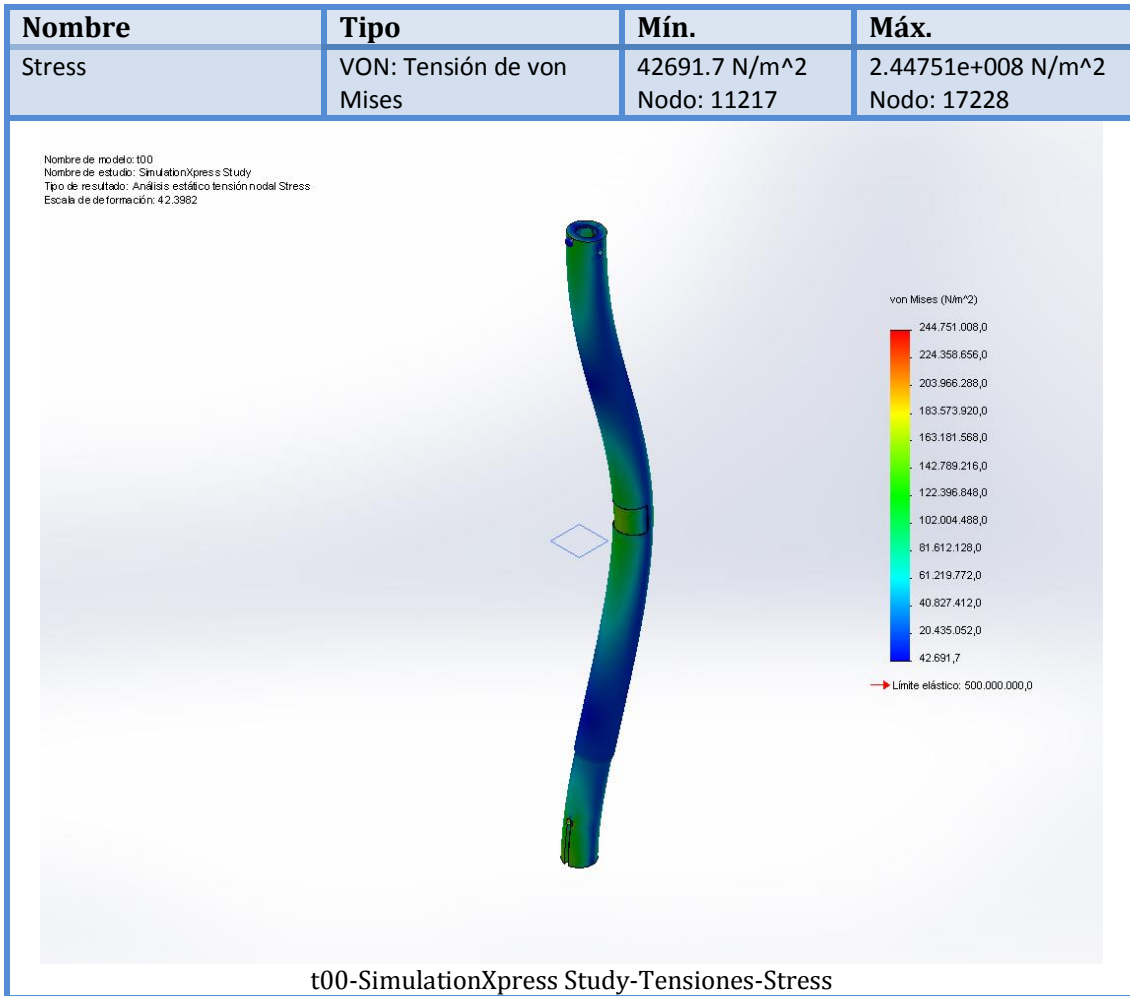
## Información de malla - Detalles

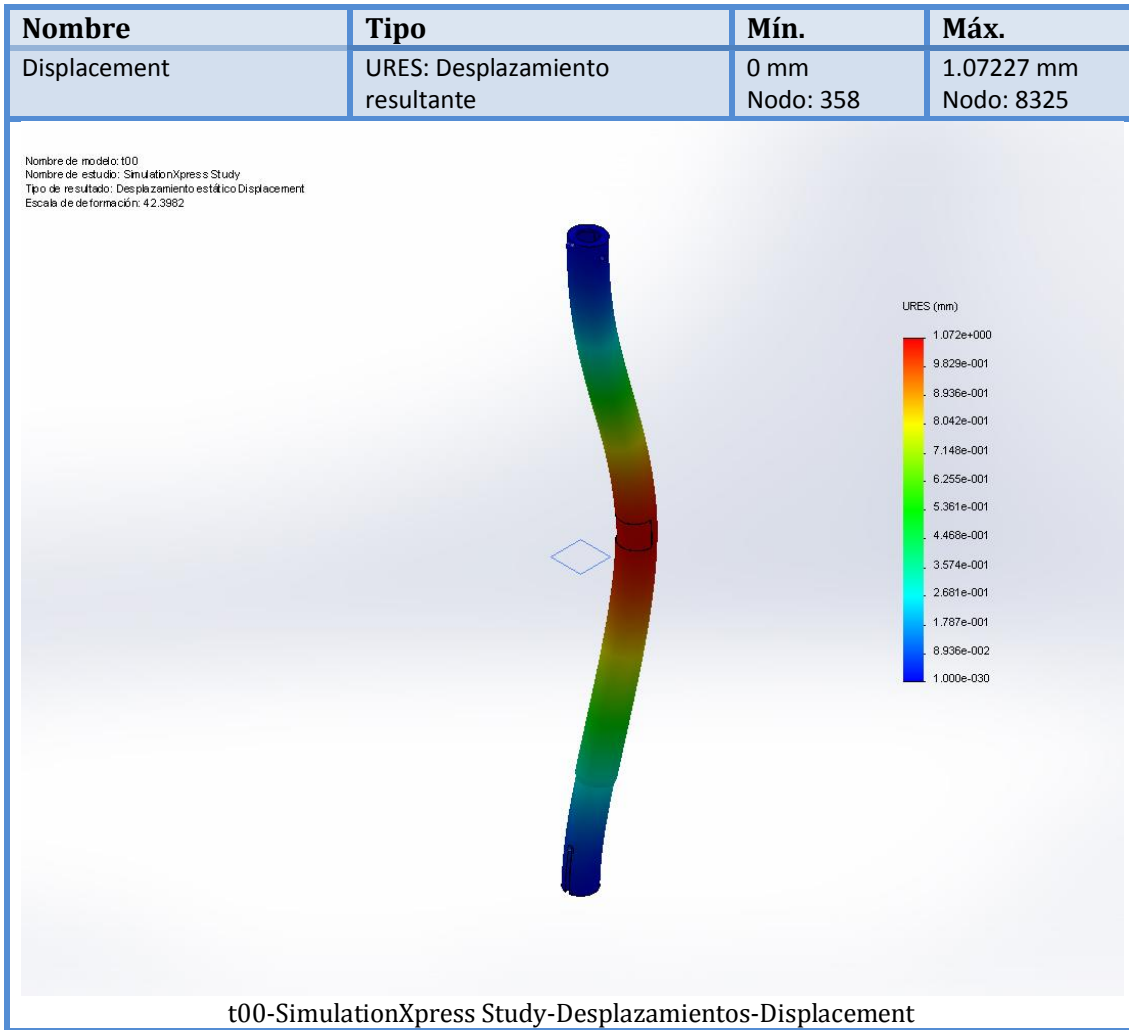
<b>Número total de nodos</b>	19557
<b>Número total de elementos</b>	9890
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	12.845
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	94.2
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.415
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:03
<b>Nombre de computadora:</b>	PIR-LAB-52682

Nombre de modelo: 100  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido



## Resultados del estudio





Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

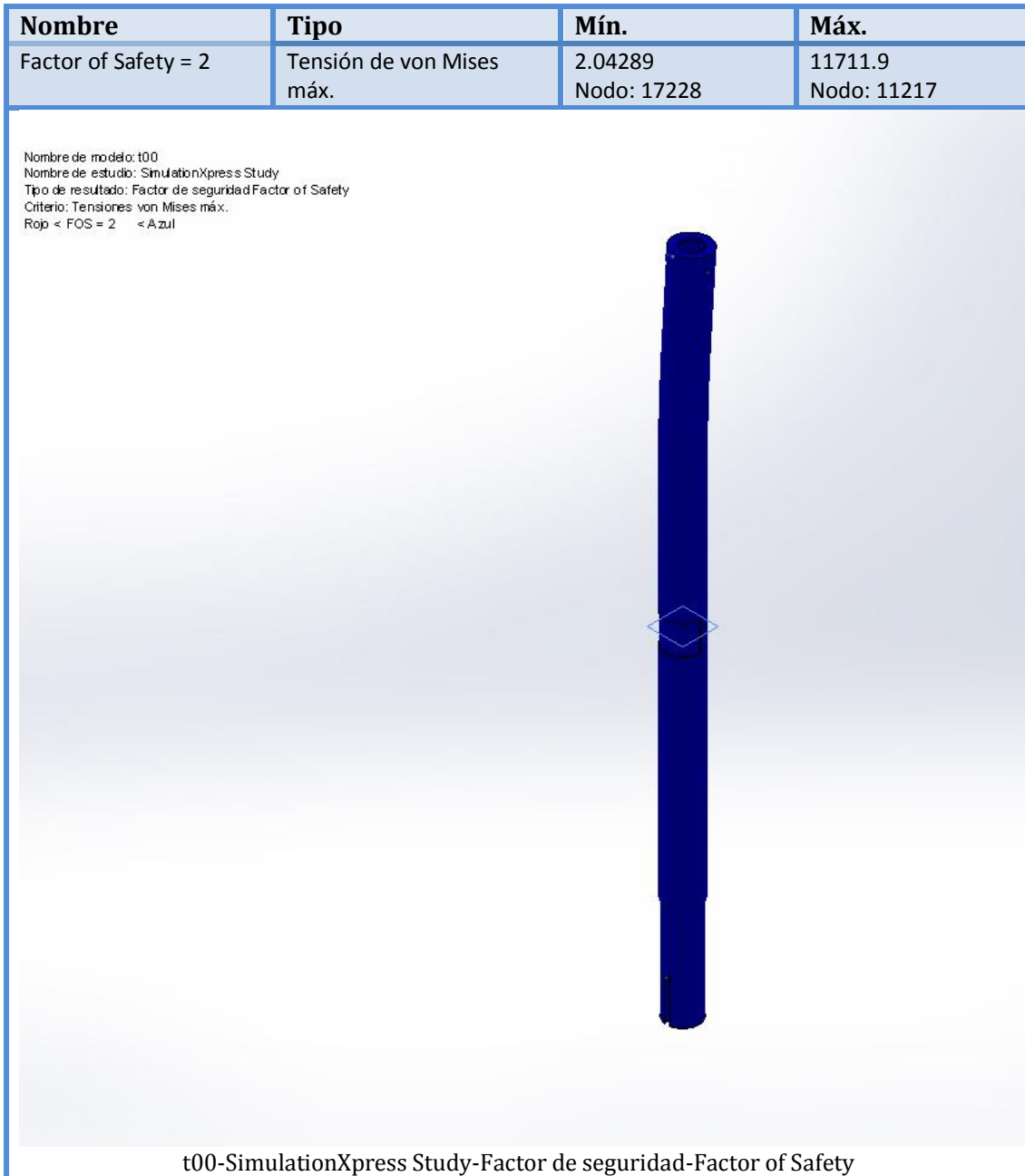
Nombre de modelo: t00  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Forma deformada Deformation  
Escala de deformación: 42.3982



The image shows a 3D CAD model of a curved shaft or pipe. The shaft is dark gray and has a slight S-curve. A blue diamond-shaped highlight is positioned on the middle section of the shaft, indicating a specific area of interest or a feature. The background is a light blue gradient.

t00-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation





**Conclusión:**

El piolet se deforma menos que la deformación máxima admisible (2,3mm).

- Deformación del piolet = 1.07 mm

Por lo tanto el piolet diseñado cumple la norma UNE-EN 13089.

## **14. PLANOS:**



## 16. CONCLUSIÓN:

Varios fabricantes de material de alpinismo han intentado unir el bastón de montaña y el piolet en un único elemento. Es una herramienta muy práctica en laderas de nieve, cuestas pronunciadas y descensos técnicos. Sin embargo ninguno de ellos ha logrado convencer del todo al cliente para que empleen sus productos sustituyendo el piolet y el bastón; así dejan libre una buena oportunidad de negocio en equipos de alpinismo y escalada. En este proyecto se han mejorado las carencias de los productos ya existentes creando un único elemento ligero, robusto y práctico que de verdad sustituya a los dos.

Una de las principales dificultades es lograr un precio competitivo. Es un único elemento en el cual se incorporan dos herramientas de seguridad progresión (el bastón) y de seguridad (el piolet) en montaña.

Además el piolet/bastón debe cumplir todas las funciones de estos dos elementos. Tiene que ser tan resistente como un piolet pero con la dificultad añadida que está compuesto de partes extensibles, todas ellas con una sección menor a la del piolet. Además tiene que ser ligero como un bastón. Las partes abatibles (hoja y pala) están bien fijadas a la sección transmitiendo seguridad, robustez y confianza al usuario. Estas partes son capaces de ser abatidas y bloqueadas de manera rápida y sencilla, facilitando al máximo estas acciones.

En definitiva creo que se ha creado un diseño atractivo, seguro y eficaz, capaz de satisfacer al máximo las expectativas del cliente.

## 17. BIBLIOGRAFÍA:

- [www.barrabes.com](http://www.barrabes.com)
- “Diseño de Producto Industrial”
- [www.Blackdiamond.com](http://www.Blackdiamond.com)
- [www.Grivel.com](http://www.Grivel.com)
- [www.mendiak.net](http://www.mendiak.net)
- Aenor
- [www.petzl.com](http://www.petzl.com)
- [www.RecMounatain.com](http://www.RecMounatain.com)
- [www.Hiruanaiak.blogspot.com](http://www.Hiruanaiak.blogspot.com)

## **18. AGRADECIMIENTOS:**

Doy las gracias al profesor Pedro M<sup>a</sup> Villanueva Roldán por la dedicación con la que me ha dirigido el proyecto fin de grado y por sus clases que tanto me han aportado.

Así mismo agradezco a la profesora Marta Benito Amurrio por su ayuda.

Nire familiari: Aita, Ama, Mikel, Jon, Mila esker

