



fau

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Sistema portátil de agarre prensil para herramientas forestales en el área de combate

Memoria para optar al título de Diseñador Industrial

Escuela de Diseño

Alejandra Yévenes Coa

Profesor Guía: Marcelo Quezada Moncada

Santiago, Diciembre 2011



Agradecimientos

A mi familia
por su incondicional e incansable apoyo.

A mis amigos
por su infinita paciencia y cariño.

RESUMEN

En el país más de 2/3 del territorio está expuesto a incendios forestales y en promedio más de 5.500 incendios suceden anualmente, teniendo como factor principal de ataque a los brigadistas forestales.

El ataque es ejecutado básicamente por medio de cortafuegos los que son hechos a través de herramientas simples, las que deben reparar tanto en el momento de la actividad como después de cada jornada, utilizando sus cuerpos como herramienta de soporte. La importancia de una reparación en terreno desemboca en una cadena de eficiencia, donde se involucran factores como el esfuerzo versus el avance del fuego.

De acuerdo a esto es que se genera una propuesta de agarre prensil para las herramientas simples, el cual responde a criterios funcionales y perceptivos para los brigadistas forestales, detectando ahorros de tiempo superiores al 50% y un menor esfuerzo por parte del brigadista al momento de la reparación, abriendo las posibilidades a reparaciones mayores en terreno y desembocando en una mayor eficiencia y seguridad en el trabajo de mitigación del fuego.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
RELEVANCIA Y PERTINENCIA DE LA INTERVENCIÓN	13
Objetivos y restricciones	13
MARCO IDEOLÓGICO	15
MARCO TÓRICO	17
El rescate de los sistemas naturales	17
La situación de catástrofe como contexto	18
La naturalidad en el diseño y la sensación de seguridad	19

METODOLOGÍA _____	21
ANTECEDENTES _____	23
Los brigadistas forestales y el ataque _____	23
El avance y rendimiento _____	25
Las herramientas y su mantenimiento _____	26
El agarre _____	31
Estado del arte _____	34
PROYECTO _____	37
Hipótesis de trabajo _____	37
Problema de diseño _____	37
Solución conceptual _____	37
Análisis del problema _____	37
Propuestas y verificaciones _____	38
Primera propuesta y verificaciones _____	41
Segunda propuesta y verificaciones _____	43
Tercera propuesta y verificaciones _____	48
Cuarta propuesta y verificaciones _____	49
Validación y verificación en terreno _____	53
Validación en línea de fuego _____	58
Aplicación de conclusiones y diseño final del producto _____	62
PRODUCTO FINAL _____	63
Ficha técnica _____	66
Modo de uso _____	68
ASPECTOS DE PRODUCCIÓN _____	71
Costos, beneficios y proyecciones _____	73
PLANIMETRÍA _____	75
BIBLIOGRAFÍA _____	90

Siendo Chile un país con una gran extensión de bosques y territorios forestales, es que cada año la probabilidad de estar propensos a incendios forestales¹ es inminente. En Chile, las áreas afectadas por los incendios forestales son extensas, ya que solo se excluye la árida Zona Norte, estando propensas todas las demás zonas a ser víctima de incendios.

INTRODUCCIÓN

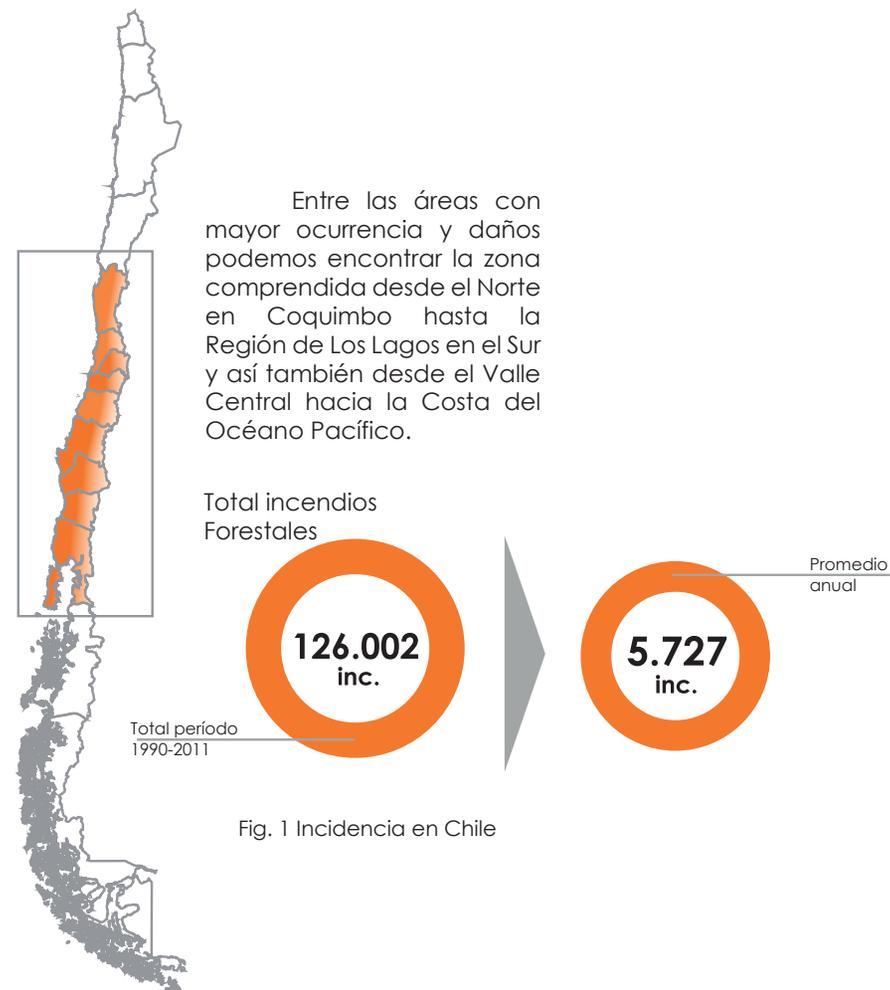


Fig. 1 Incidencia en Chile

¹ Los incendios forestales son considerados por la CONAF (Corporación Nacional Forestal de Chile) como el "fuego que, cualquiera sea su origen y con peligro o daño para las personas, el medio ambiente o la propiedad y bienes materiales, se propaga sin control en terrenos rurales a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta."

El territorio más afectado por estos siniestros son los de vegetación natural, lo que produce una alta pérdida a nivel de ecosistemas, la que a su vez es la más difícil de rehabilitar en el tiempo. No obstante gran cantidad de estos incendios se producen en los alrededores de centros poblados, terrenos forestales, viñedos, plantaciones frutícolas y centros industriales, por lo que una gran cantidad de trabajadores y pobladores de las regiones en donde se provocan incendios forestales, están siempre expuestos a riesgos personales y también a la posibilidad de perder sus fuentes de trabajo, lo que empeora la situación.

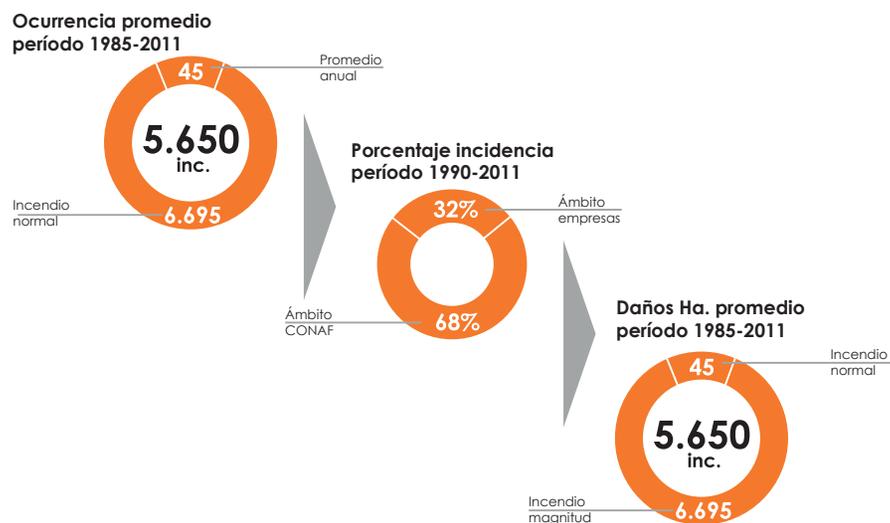


Fig. 2 Ocurrencia promedio

Los brigadistas forestales

En cada ataque hacia un incendio forestal están presentes los brigadistas forestales, hombres de entre 18 y 40 años que en periodos activos son acuartelados y entrenados, en el combate al fuego.

"La actividad del brigadista o combatiente forestal es una labor que se realiza en terrenos donde la variable de tipo geográfico y ambiental dificultan la actividad humana. Los brigadistas se enfrentan a fuertes exigencias fisiológicas derivadas del alto gasto de energía que demanda construir cortafuegos con herramientas manuales simples, en terrenos escabrosos, expuestos a gases emitidos por la combustión y al calor radiante, que en un incendio declarado puede alcanzar los 90°C."²

Las acciones básicas

Dentro del campo de combate se tiene como unidad mínima de ataque la brigada, formada por 16 hombres, en un incendio de magnitud pueden llegar a destinarse 20 brigadas por jornada.

Las acciones básicas de extinción para romper el Triángulo del Fuego se realizan con herramientas y equipos propios de las áreas forestales, con herramientas especiales provenientes de Canadá, EE.UU. y España, de alto nivel tecnológico, por lo que la mantención y reparación son un factor importante de la actividad.

2

Cita extraída de "Evaluación fisiológica de postulantes a brigadistas forestales como proceso preventivo en seguridad y salud ocupacional" / Ciencia y Enfermería XV pág. 89-97, 2009

Equipamiento

“El éxito de la supresión o combate de incendios forestales, entre otros factores, va a depender por lo tanto de la disponibilidad, tipo, cantidad y calidad de las herramientas y equipos empleados.”³

Comprendiendo esta situación como una situación de emergencia en donde el avance del fuego genera una constante presión en el ambiente de trabajo, surgen problemas de tipo operacional en el campo de batalla, en donde se enfrentan el “querer” versus el “poder” dentro de un contexto de inmediatez en la realización de una determinada tarea, enfrentando sobre exigencias que se encadenan una tras otra.

Reparación en terreno

La reparación en terreno actualmente es ejecutada sin ningún tipo de apoyo más que el cuerpo del brigadista, utilizándolo como una herramienta de soporte y agarre, es así que con cada herramienta y tipo de terreno se adoptan diferentes posturas, siendo necesaria en la mantención de algunas herramientas la ayuda de un compañero para el agarre. La nula implementación para la fijación de las herramientas simples en pos de su mantención y reparación en el campo de combate, descarta la posibilidad de hacer reparaciones mayores en el área de combate y limita las posibilidades de reparación de emergencia mientras se está a la espera de la posible llegada de una tienda de reparaciones, con los implementos de fijación necesarios para el tratamiento de las herramientas.

Es por esto que la utilización del propio cuerpo como maquina de agarre y los elementos naturales del entorno donde se encuentran pasan a ser las herramientas utilizadas para la inmovilización. Es debido a esto que se hace necesario el cambio de esta práctica en terreno, en donde el tiempo y la calidad de trabajo en la reparación en terreno se ve supeditada a su capacidad física y la potencial ayuda de un compañero, impactando directamente en la eficiencia y seguridad de la actividad.

Bajo esta mirada la situación problemática es ***“La utilización del cuerpo del brigadista para agarrar las herramientas durante su reparación limita las posibilidades en la actividad y aumenta el desgaste físico y tiempo potencial para ser usado en combatir el fuego”***.

RELEVANCIA Y PERTINENCIA DE LA INTERVENCIÓN

En el 52% de los incendios, los daños por sobreesfuerzo de brigadistas que desarrollan labores de extinción ascienden a un 22% en comparación con el 10% por quemaduras⁴. Sobreesfuerzo que de una u otra forma están relacionados con herramientas en mal estado o la posibilidad de repararlas in situ, por lo que todas las medidas conducen a paliar estas situaciones, tomando relevancia más aún cuando estas prácticas deben ser realizadas más de una vez por jornada de trabajo.

Debido a que la mantención preventiva y las reparaciones de emergencia tienen incidencia en accidentes y sobreesfuerzos que desembocan finalmente en la utilización adicional de tiempo, que en este contexto significa avance del fuego, es que la posibilidad de que estas acciones sean realizadas en menor tiempo, con una

menor exigencia física, las veces que se estime conveniente y en cualquier terreno, desembocarían en la contribución a mayor eficiencia, mitigando la cadena de problemas que se genera cada año⁵.



Fig. 3 Supresión, imagen extraída de la página www.conaf.cl

Objetivo general

- Mejorar las condiciones de reparación in situ mediante la generación de un puesto portátil de reparación.

Objetivos específicos

- Generar un sistema de agarre para las herramientas simples utilizadas en el área forestal.
- Viabilizar las posiciones necesarias de las herramientas simples para su intervención sin la necesidad de un compañero.
- Liberar el cuerpo de la función de soporte de las herramientas.
- Llevar la actividad a una posición bípeda conservando gestos propios del cuerpo.

Restricciones

- Resistente a golpes y aplicación de fuerzas
- El objeto no debe pesar más de 10 kilogramos

⁴ Según el estudio "Sobreesfuerzo en personal especialistas en combate de incendios forestales"

⁵ Los incendios forestales generan una pérdida cercana a los US\$300 millones por año.

MARCO IDEOLÓGICO

El capital humano como el pequeño gran factor de éxito, incitan a fijar la atención de las mejoras en este sector, y viendo como ante la desigualdad de poderío la fuerza bruta no es la solución, sino la dosificación y resguardo de energía, es que una intervención en el capital de ataque directo es uno de los caminos a tomar, ya que finalmente las herramientas utilizadas pasan a ser elementos de poder dentro de la actividad, más aún cuando en Chile el capital instrumental escasea.

Rescatar ideas para la transformación de las posibilidades humanas con el fin de articular lo que se dispone con lo que se propone. En este contexto se visualiza la posibilidad de una soberanía energética como línea de diseño, potenciando lo proporcionado por la naturaleza para mejorar el método actual, siguiendo las líneas actuales que apuntan a la reducción en la utilización de energías.

Discursos que involucran la energía y reducción de recursos son las líneas actuales por las que diferentes disciplinas están apuntando, por ello la detención en la observación del entorno y la naturaleza, y cómo este siempre ha funcionado en torno a estos objetivos que ahora están de moda , proporcionarán respuestas acorde con las líneas actuales, sabiendo que en la naturaleza la respuesta a la solución de problemas es siempre de forma eficiente respondiendo al contexto en el que se encuentre.

MARCO TEÓRICO

El rescate de los sistemas naturales

En la naturaleza se tiene una solución para todo, soluciones que se van perfeccionando de forma paulatina año tras año, de forma eficiente y consiente con el medio que le rodea llegando a obtener los más perfectos "diseños". Es por ello que la biónica busca respuestas en este ámbito, extrapolando sistemas depurados y probados durante centenares de años a nuestro conjunto de artefactos que componen nuestro entorno artificial.

Así como expresa Ignacio Urbina Polo en su artículo ⁽⁶⁾ "...la biónica posibilita entender una lógica en las estructuras de los materiales. Los aspectos filosóficos del funcionamiento de las estructuras naturales, permiten sensibilizarnos con relación al mundo que nos rodea."

De esta forma han nacido a lo largo del tiempo diseños inspirados en la naturaleza apelando a la forma, función, procesos y sistemas.

Atendiendo a esto es que el desarrollo del agarre en la naturaleza se articula de diferentes formas y es utilizado para diferentes fines, como lo es la defensa, el ataque, el desplazamiento, la caza, etc., generalmente asociado a niveles de evolución en cada especie. Estos sistemas pueden encontrarse en patas, garras, mandíbulas, picos, tenazas, colas, trompas y como no en las manos humanas, en donde el agarre adopta diferentes modalidades. Es por ello que para el análisis del agarre, los sistemas que se presenta en la naturaleza son la base para la proyección de ideas de solución.

Además, en la naturaleza se encuentra implícito el principio de la simplicidad ante la complejidad. Un ejemplo de ello es el dedo pulgar en los humanos y su fenómeno de oposición y contraposición, en donde para su óptima utilización son necesario solo cinco piezas, logrando así un perfecto diseño para el agarre, esta expresión se ve reflejada en la teoría de *"La navaja de Ockham"*, idea propuesta por el lógico inglés Guillermo Ockham, el que postula que la explicación más sencilla es, probablemente, más correcta que la más difícil y compleja.

La inserción de esta teoría en el diseño con frases como "menos es más" de Mies Van Der Rohe y posteriormente "Menos pero mejor" de Dieter Rams, son totalmente compatibles, en situaciones donde imperan las prestaciones bajo un contexto adverso, que es el caso del área de combate forestal, haciendo pertinente la aplicación de este pensamiento principalmente desde la perspectiva funcional.

Actualmente factores como las emociones también son utilizadas para la proyección de productos, D. Norman explica el primer nivel de diseño, diseño visceral, como un diseño que lo hace la naturaleza. Encausándonos hacia las respuestas más instintivas para la aceptación de diseños. La comprensión de la naturaleza no tan solo desde el objeto sino de la reacción hacia este, permite la concepción de elementos mejor diseñados.

"Los principios que subyacen al diseño visceral están prefijados, son constantes en los distintos individuos, pueblos y culturas. Si operamos atendiéndonos a estas reglas, el diseño resultante siempre será atractivo, pese al hecho de ser, en cierto modo, simple."⁷

Y es que bajo el contexto de una catástrofe las emociones juegan un papel fundamental en donde la sensación de confiabilidad es una de las emociones determinantes para lograr resultados exitosos, la idea de elementos que se llevan consigo mismo siempre generan algún tipo de emocionalidad por el objeto en cualquier tipo de contexto.

El contexto en una catástrofe

Un incendio forestal es una condición de emergencia en donde existe un contexto de catástrofe, donde los factores son cambiantes, es decir, es un contexto dinámico.

Paul Hekkert y Matthijs van Dijk en su paper "Diseñando desde el contexto: bases y aplicaciones del acercamiento ViP" presentan 3 tipos de factores. El primero es el qué es, o parece ser, relativamente estable al momento de la observación, sin impedir que estos cambien a largo plazo, llamándolo "estado". El segundo factor concierne a un fenómeno que está actualmente cambiando y es denominado un "desarrollo", este factor tiene una variante a la que denominan "tendencia" ya que estas corresponden a tendencias de comportamiento, valores o preferencias de personas o grupos de personas. Finalmente existen los factores que son por su naturaleza invariables, constantes en el tiempo, llamados "principios". Si nos trasladamos al contexto de un incendio forestal, nos encontramos fuertemente con factores del tipo desarrollos.

"Dada la relación y las dependencias entre los productos, los usuarios y el contexto, la identificación y/o selección de factores relevantes de contexto pueden ser el comienzo de todos los proyectos de diseño y se convierten en la primera responsabilidad

del diseñador.”⁸

En el caso de los incendios forestales la atención se focaliza en los factores llamados desarrollos, por el hecho mismo de estar frente a un fenómeno de proporciones donde las reacciones en el contexto natural en el que se den pueden ser muy variadas e ir cambiando en el transcurso del incendio. Estos mismos factores son los que hacen la diferencia, ya que generan requisitos intransables, por su condición de emergencia. Es ahí donde se generan, por ejemplo, tendencias de inmediatez en el actuar de los brigadistas. Por otro lado son los llamados principios son los que pueden ayudarnos a tomar factores que proporcionen estabilidad en la interacción frente a ese tipo de contextos.

Este conjunto de factores guía, principalmente apuntaría al manejo del contexto desde una perspectiva de la generación de seguridad a través de la inmediatez y la mínima dependencia. Conformando un dominio constituido por factores mínimos de requerimientos que deben ser incorporados en el producto.

La naturalidad en el diseño y la sensación de seguridad

En contextos adversos, la naturalidad de la ejecución y el entendimiento sin mayor explicación es fundamental, la experiencia entre el usuario y objeto debe ser fluida evitando la duda ante la actividad.

“Lograr la naturalidad es lograr que se autoexpresen el sujeto y el objeto y, básicamente, la relación entre ambos, es decir, intervenir sin

que se note la intervención”⁹

Donald Norman en su libro *“La psicología de los objetos cotidianos”*, identifica las prestaciones del objeto como pistas claras del funcionamiento, así también la topografía del objeto en este caso como un recurso que evidencia consecuencias.

Entendiendo que si un objeto de uso cotidiano debe atender a los principios fundamentales que se expresan en el libro mencionado, los cuales son un buen modelo conceptual y el hacer que las cosas sean visibles, es que estos principios no pueden estar por ningún motivo ausentes en un contexto que, si bien no es cotidiano, es complejo y estresante, por lo que las exigencias de diseño son más elevadas al hablar de una comprensión más inmediata y con menos posibilidades de errores.

Siguiendo con la visión de Norman, la topografía natural aprovecha las analogías físicas y normas culturales, entregando una retroalimentación inmediata, por lo que la relación entre los mandos y los actos deben ser evidentes para el usuario.

Si la sensación de que algo se está haciendo correctamente implica seguridad, si se obtiene respuestas al realizar un acto como retroalimentación, es más sencillo mantener esa seguridad a lo largo de la actividad que se está realizando con el objeto. Entonces en el caso de las herramientas manuales esta retroalimentación se da de forma visual, al entender cómo funciona el sistema y cuáles son las posibles respuestas es que la seguridad se hace presente.

8 Diseñando desde el contexto Bases y aplicación del acercamiento VIP, Paul Hekkert/ Matthijs van Dijk

9 Norberto Chaves “El diseño inmaterial” pág. 54

En un alicata, por ejemplo, la respuesta queda resumida a una sola posibilidad, ya que por su lenguaje y concepto de no ocultar su funcionamiento se intuyen las consecuencias en la actividad.

Por lo tanto mientras los sistemas expuestos en una herramienta sean más simples y visibles será más fácil causar una actitud de confiabilidad al momento de utilizar el objeto. Nuevamente Norman hace latente la necesidad de hacer visible los sistemas para conceder modelos mentales simples y claros.

Dieter Rams menciona que el buen diseño es el menor posible y alude a la ilustración de productos de modos lógicos, o sea de la auto explicación.

"A mi modo de ver el más importante principio del diseño es trasladar todo esto que no es importante, y después subrayar las cosas importantes. Simplicidad absoluta. Es tarea importante del diseñador quizás el más importante en el sentido social, contribuir a la reducción del caos en cuanto estamos obligados a vivir. El mayor defecto del diseño, según mi modo de ver, está en la raíz. La libertad de reflejar el uso que podemos hacer del progreso técnico."¹⁰

10 Cita de Dieter Rams en la Revista Zona publicación semestral/No 2/año 2007

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este trabajo a nivel proyectual, se basa en el libro "Como nacen los objetos" de Bruno Munari, en donde se propone un método proyectual basado en el método cartesiano. Este método se basa en un orden lógico incluyendo la experimentación y dado que no se registra un elemento específico para esta actividad, la experimentación será la base para la proyección de soluciones.

Inicialmente se utilizó entrevistas y observaciones de la actividad para identificar variables y requerimientos que determinen las propuestas iniciales, posteriormente se efectuaron maquetas para la observación y verificación de ciertas variables, las que van siendo acumulativas a las maquetas posteriores siendo probadas tanto en situaciones ficticias como en terreno para finalmente llegar a un diseño definitivo.

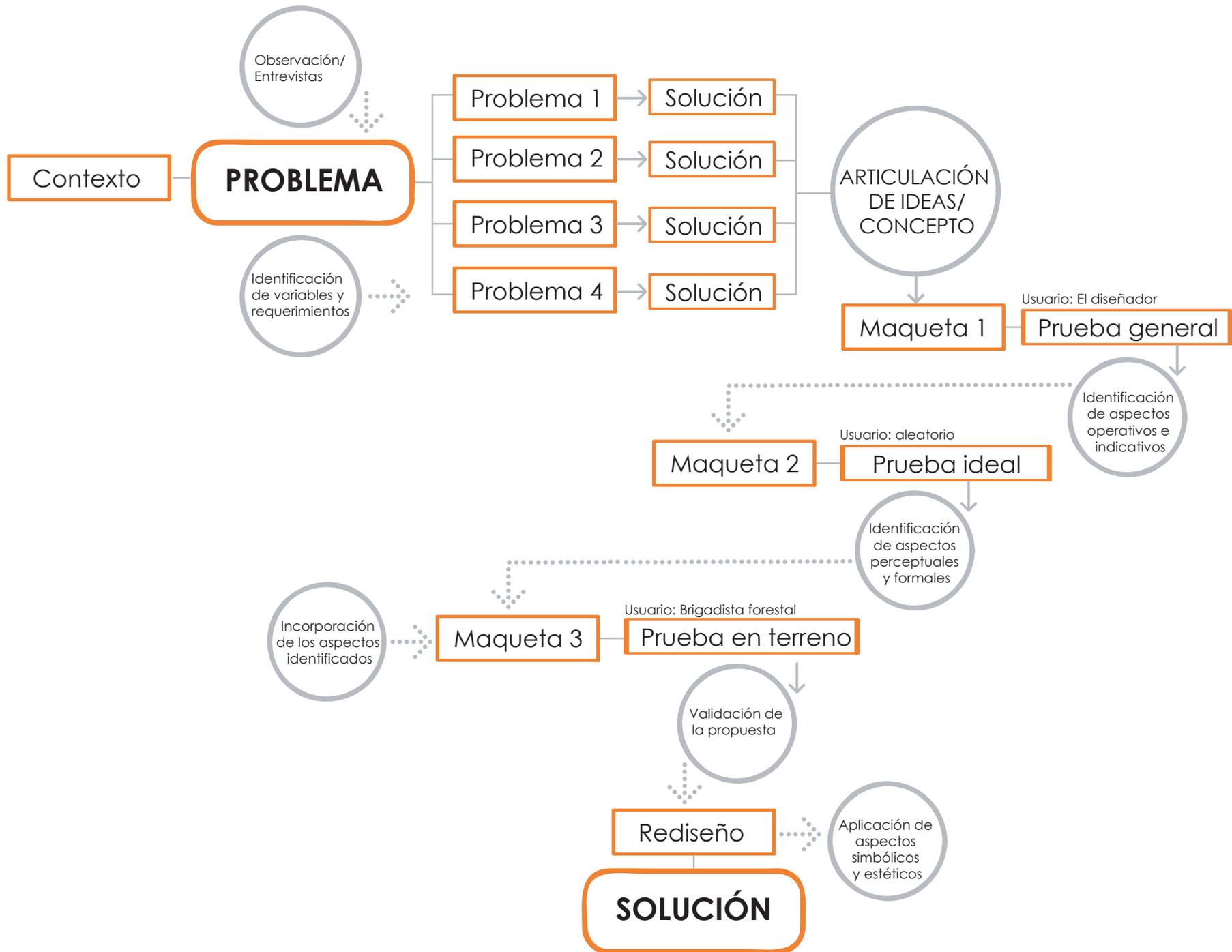


Fig. 4 Esquema de Metodología

Los brigadistas forestales y el ataque

Son el principal componente de ataque a incendios forestales, siendo ellos los primeros en responder de forma terrestre a una emergencia, su ataque por medio de herramientas simples es tanto de forma directa como indirecta, utilizando mayormente el ataque por medio de la realización de cortafuegos, actividad que consiste en la eliminación del combustible hasta llegar al suelo mineral, evitando así el avance del fuego.

Debido a la geografía chilena los brigadistas se ven enfrentados a distintos tipos de terrenos como pastizales, matorrales y arbolados los que pueden ser tanto en plano como pendiente complicando o facilitando el acceso.

ANTECEDENTES

Brigadistas forestales

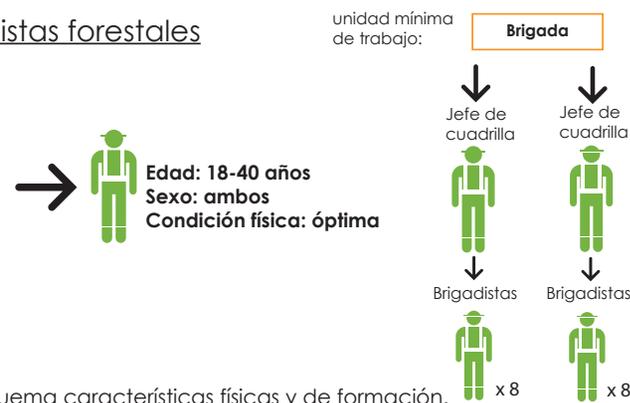


Fig 5 Esquema características físicas y de formación. x 8



Fig. 6 Formación del personal para iniciar el trabajo en terreno.

Forma actual de respuesta a un llamado y mantenimiento de herramientas

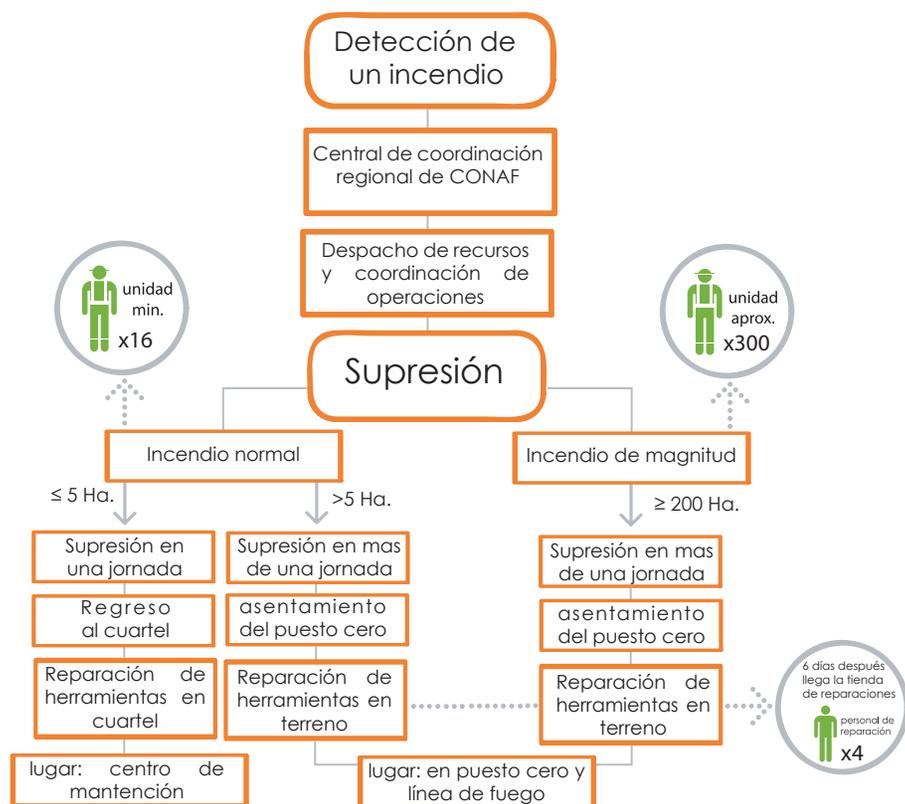


Fig. 6 Esquema de Supresión

-Cuartel: Instalación en una zona urbana destinada a dar residencia a los brigadistas forestales

-Puesto cero: Instalación portátil instalada a cierta distancia del incendio, destinada a dar residencia después de cada jornada de trabajo.

-Línea de fuego: Sector de ataque indirecto o directo al fuego.

-Tienda de reparaciones nacional:

Esta tienda es solo una para todas las brigadas a nivel nacional, por lo que siempre es enviada a los sectores más complicados. Se compone de un toldo, un mesón de trabajo un sector de acopio y otro de dormitorio. En ella trabajan 4 brigadistas, especializados en mantención y reparaciones de todo tipo de herramientas. Además entre sus características cuenta con: 1 esmeril, mesón, tornillo, moto-generadores, focos halógenos, repuestos, esmeril angular, etc.

Si la reparación se necesita en la línea de fuego aquí no existe la posibilidad de ayuda externa como en el puesto cero y se suma el trabajo in situ más las condiciones del terreno de trabajo.

No sólo por la falta de capital es que se hace impensable tener una tienda de este tipo para cada brigada sino también, porque es inviable acarrear tal dimensión de elementos en todas las alertas de incendio.

La magnitud de los incendios como se explica en el diagrama comprende desde 32 brigadistas como unidad mínima hasta 300 y más brigadistas en un incendio de magnitud, excediendo el rango establecido por CONAF de 200 hectáreas afectadas, alcanzan superficies de 2.000, 6.000, 10.000 o más hectáreas cada uno, lo que hace necesario tener una gran concentración de combatientes y por lo tanto una gran cantidad de herramientas en terreno, las que deben ser mantenidas o reparadas cada día.

El avance y rendimiento

El tiempo tiene una directa incidencia en la calidad y la cantidad del trabajo que se realiza, como en esta actividad el tiempo no está a favor es que el avance de los brigadistas no es siempre constante, debido a los factores de cansancio y contexto.

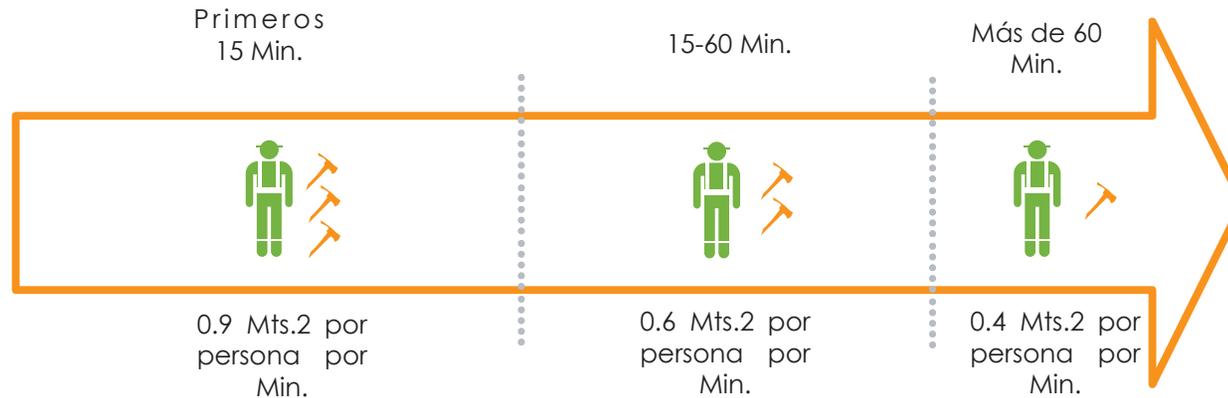


Fig. 7 Avance por tiempo transcurrido, Información extraída de la evaluación de los efectos de la duración del trabajo en el documento "Aplicaciones ergonómicas para la mejoría del rendimiento de los brigadistas de incendios forestales", Revista Ingeniería Industrial, año 2 N° 1, 2003

Considerando que el rendimiento con el tiempo no va siendo proporcional al esfuerzo que se sostienen y entendiendo que una jornada normal de trabajo comienza a las 9 a.m. y termina a las 6 p.m., es que el desmedro paulatino de las herramientas es un factor que va afectando directamente el avance, interfiriendo en los factores de calidad, rendimiento y fatiga.



Fig. 8 Construcción línea, foto extraída de <http://conaf.wordpress.com/>

HERRAMIENTAS DE MANO SIMPLES



Fig 9 Herramientas utilizadas por la Conaf

Las herramientas y su mantenimientoHerramientas de mano utilizadas por los brigadistas forestales en Chile

Las herramientas simples⁽¹¹⁾ son utilizadas tanto en ataques directos o indirectos en la realización de tareas como enfriar, sofocar, cortar, raspar, cavar y quemar, para eliminar el combustible cercano y sofocar el incendio. Estas son fabricadas en Canadá, Estados Unidos y, más recientemente en España, los que han desarrollado líneas de herramientas de difícil sustitución por la producción Chilena, dada las especiales características de los aceros y maderas utilizadas.

Las herramientas de mano o herramientas simples utilizadas en Chile son básicamente 8

Estas herramientas deben responder a 8 requerimientos fundamentales según el instructivo de Alerta Forestal "Prevención de incendios forestales", los cuales son:

- Eficientes
- Versátiles
- Portátiles
- Durables
- Simples
- De fácil mantenimiento y reemplazo
- Estandarización
- A largo plazo económicas.

Por lo que cada herramienta proyectada debe cumplir con estos requerimientos para responder eficazmente en el área de combate.

¹¹ Son catalogadas como las herramientas que utilizan los brigadistas forestales, en las que solo es necesaria la fuerza del brigadista para ser utilizada, sin la necesidad de un mecanismo adicional a excepción de la motosierra.

En Chile se ha eliminado la utilización de algunas herramientas como el machete, por su peligrosidad, es por eso que se tomarán en cuenta solo las nombradas en los instructivos chilenos excluyendo la motosierra por tener una forma definida en mantención debido a su peso y complejidad.

Tablas de clasificación

Tabla de clasificación	Según su Función					Según su Versatilidad	
	Corte	Raspado	Clavado	Sofocación	*Encendido	Simples	Compuestas
Azahacha o Pulasky	°	°	°				°
Batidor				°		°	
Hacha de doble filo	°					°	
Pala Corazón	°	°	°	°			°
Rastrillo Segador		°				°	
Rastrillo McLeod	°	°					°
Rozón	°					°	
*(no se utilizan actualmente)							

Fig. 10 Clasificación de las herramientas según su función

El cuadro expuesto refleja herramientas enmarcadas en trabajos comunes, así como también las herramientas más utilizadas y por lo tanto las más susceptibles de ser reparadas, las cuales más abajo son corroboradas en los órdenes por sector atacado.

Secuencia de Herramientas de mano según tipo de combustible afectado

Dentro de la actividad existen variadas secuencias de herramientas dependiendo del combustible afectado, esta secuencia cambia cuando sea necesario, lo importante es hacerla efectiva según las condiciones, forma y distribución del combustible. En Chile por lo general la motosierra es la que encabeza el orden de herramientas,

ya que permite despejar de forma rápida el lugar, y las que le siguen dependerán del tipo de terreno en el cual se esté trabajando. Actualmente según las clases expuestas por el Brigadista Jorge Arriagada, Instructor en mantención de herramientas de la CONAF, las secuencias utilizadas en combate son:



Fig. 11 Secuencia de herramientas utilizadas en combate

Respecto a la secuencias mostradas, se definen las siguientes herramientas como las más utilizadas: Rastrillo McLeod que es el primero en actuar en el arrastre de combustibles y el que tiene la misión de llegar hasta el suelo mineral, luego está el Rozón, el cual se encuentra encargado de cortar todo tipo de ramas y arbustos despejando la zonas, y finalmente la Pala cuya función es raspar el suelo, soltar y moler la tierra para la sofocación. Es por esto que se infiere que las mayores reparaciones desembocan en el filo o algún tipo de fijación entre las partes de las herramientas.

El mantenimiento de las herramientas

El mantenimiento de las herramientas puede ser realizado tanto en el cuartel como en la zona de combate. En cada contexto la mantención se ve alterada, tanto en su concepto de mantención como por su contexto en la mantención, ya que el mantenimiento es de carácter preventivo y cuando se encuentra en terreno pasa a ser una reparación o reparación de emergencia.

Es importante añadir que en el puesto cero y menos aún en la línea de fuego existe la posibilidad de una reparación mayor de la herramienta, entiéndase cambio de mango, chaveta, remache, por lo que no está incorporada dentro de las actividades de los brigadistas forestales.

Contexto en el mantenimiento de herramientas simples ejecutada por los brigadistas

EN CUARTEL...



Situación

con superficie de trabajo

Estado

sin presión

Instancia

pre-jornada laboral
post-jornada laboral

Concepto

mantenimiento preventivo
mantenimiento correctivo
(reparación)

EN PUESTO CERO...



Situación

sin superficie de trabajo

Estado

cansancio físico y mental

Instancia

post-jornada laboral

Concepto

reparación

EN LÍNEA DE FUEGO...



Situación

sin superficie de trabajo

Estado

cansancio físico y mental
bajo presión

Instancia

en combate

Concepto

reparación de emergencia

Fig. 12 Contextos de reparaciones de herramienta simples

Forma actual de mantenimiento de herramientas en cuarteles de la CONAF

Según lo expuesto por la CONAF en las clases dictadas y el material informativo "Prevención de Riesgos en Combate de Incendios Forestales - Uso y Mantenimiento de Herramientas de Mano" de la ACHS (Asociación chilena de seguridad), el mantenimiento es un itinerario de procedimientos continuos diseñado para evitar mayores daños. El mismo no debe hacerse en la línea de fuego, sino que antes y después del combate, es decir, en la desmovilización de las herramientas.

Después de cada jornada:



1 Lavado



2 Secado



3 Verificación del mástil, filo y sujeción



4 Mantener los filos con lima y piedra de asentar



5 Aplicar protector de filo



6 Pintar la sección metálica y barnizar periódicamente el mango.

7 Almacenar ordenadamente, siempre en posición vertical para evitar torceduras y trizaduras

Fig. 13 Mantenimiento en cuartel

Modo de operación en el cuartel de CONAF

Proceso de afilado

Para realizar un limado correcto, la carrera de corte debe ser hacia adelante y evitar el contacto con el material en su carrera de retroceso. El material a limar deberá estar libre de grasas y aceites, debiendo evitar el contacto manual, mediante el uso obligatorio de guantes.



Fig. 14 Proceso de afilado en cuartel

Mantenimiento correctivo o reparación mayor

Este mantenimiento es más profundo, consiste en corregir y reparar elementos deteriorados, principalmente de filos quebrados, pasadores, remaches y mangos. Este tipo de mantención no es posible hacerlo durante los 6 días de espera a la posible llegada de la única tienda de reparaciones a nivel nacional, por el tipo de herramientas que se necesita para hacerlo. En este caso el esmeril es utilizado para mantenimiento correctivo, comienza por la etapa de desbastado y en seguida la de afinado.

Disposiciones para la reparación en terreno CONAF

-Presión al suelo por medio del pie

-Inmovilización de la herramienta por medio de una llave ejecutada con las extremidades inferiores.

Las posturas de las herramientas deben permitir el deslizamiento de la lima en el sentido del filo es por ello que la disposición elegida dependerá del tipo de herramienta y el lugar de la herramienta que se desea intervenir, así también como el tipo de terreno en el que se encuentre el brigadista.

La disposición de estas herramientas está sujeta al equilibrio del brigadista, utilizando la fuerza de su tren posterior para mantener la posición tanto de la herramienta como de su cuerpo, para lograr la inmovilización y liberación de las extremidades superiores. A esto se suma, los tipos de terrenos en donde se está actuando (pendientes, planicies, pastizales, etc.) los que eventualmente pueden ayudar o dificultar esta posición.

En el caso de esta herramienta en particular, las posiciones mencionadas anteriormente no pueden ser aplicadas y es necesaria la ayuda de un compañero, para la inmovilización de la herramienta.



Las diferencias más significativas entre el cuartel y el terreno de combate son las posibilidades de agarre o simple estabilización y la posibilidad de ocupar herramientas eléctricas para un trabajo más rápido y de mayor eficiencia. La intervención en las posibilidades de agarre es un tema inmediato que puede ser solucionado en terreno y que se antepone al tema de herramientas de desgaste rápido dado que para el desgaste con herramientas eléctricas es necesario una superficie de agarre igualmente.

Posiciones y formas identificadas

Las herramientas utilizadas en su composición cuentan con variadas formas, las cuales son determinantes para establecer los requerimientos mínimos para el agarre.

Las herramientas cuentan principalmente con dos sistemas de fijación lo que determina posiciones para tratar el área afectada, así también el filo.

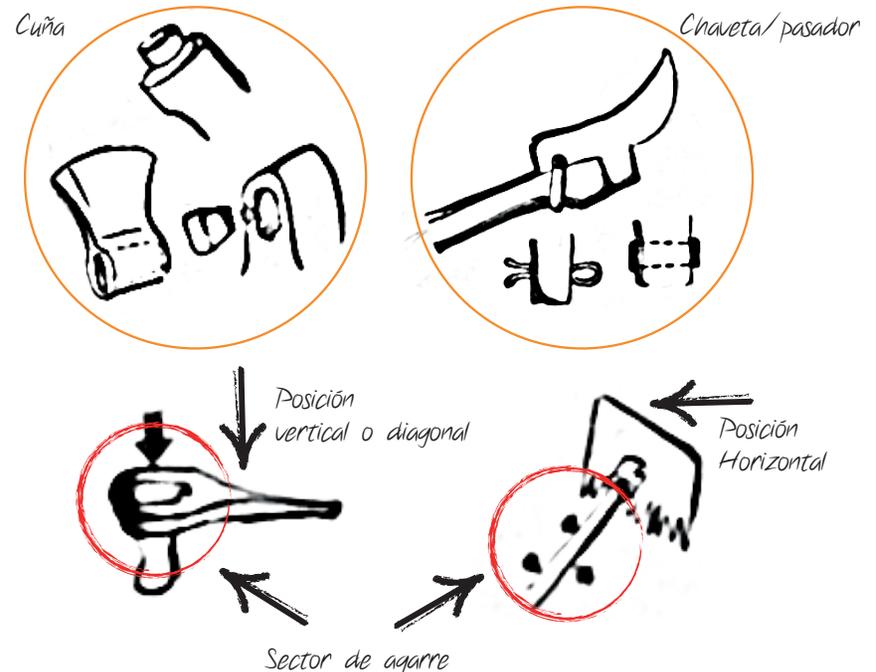


Fig. 15 Posturas para fijación de herramientas en terreno

El agarre

El agarre como la acción de asir fuertemente algo, se presenta en la naturaleza de variadas formas.

Sistemas de agarre en la naturaleza

Mandíbulas, patas, picos y tenazas podemos encontrar como ejemplos en una variedad muy amplia de extrapolación del agarre a herramientas de mano, utilizando las fortalezas de cada tipo para las actividades que se desean realizar. Todas estas herramientas se basan en principios parecidos y el mismo objetivo que es el agarre de algún objeto, pero es el fin lo que los diferencia como el cortar, sostener, mover, girar, etc.

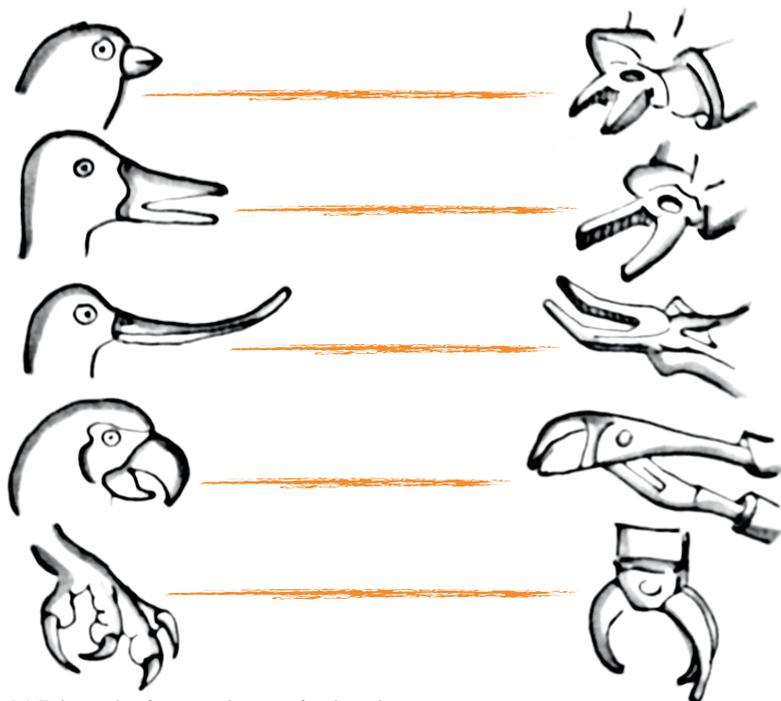


Fig. 16 Extrapolaciones a herramientas de mano

Dentro de los sistemas simples de agarre en la naturaleza, en los cuales el agarre no está pensado para destruir sino para mantener una posición, transportar o fijar, nos encontramos con elementos tan delicados como las manos, garras o extremidades superiores.

En humanos...

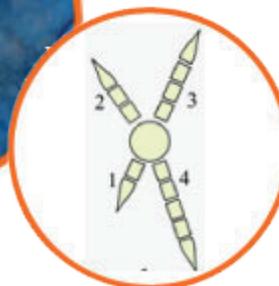


Mano con pulgar oponible

Presente en los humanos y con un menor desarrollo en primates, utilizada para distintos tipos de agarre (pinza, fuerza, etc.).

Características
Dedo oponible, permite distintos tipos de agarre, dependiendo de la relación que se efectuó con los otros dedos.

En aves...



Patas Cigodáctilas

Presentes en aves trepadoras, utilizada para el desplazamiento por troncos y ramas.

Características
Cuarto dedo trasladado hacia atrás acompañando al hallux (proporciona una mayor potencia al agarre).

En insectos...



Patas raptoriales

Presentes en insectos depredadores, utilizada para sujetar la presa y devorarla con mayor facilidad.

Características
Coxa larga, fémur y tibia espinosos (evita el desplazamiento en el agarre).

Fig. 17 Esquema de agarres en la naturaleza, imagen loro extraída de Corbis / Bob Jacobson

El sistema de agarre humano.

“El pulgar ocupa una posición y desempeña una función aparte en la mano, puesto que es indispensable para realizar las pinzas pulgodigitales con cada uno de los restantes dedos, en particular con el dedo índice, y también para la constitución de una presa de fuerza con los otros cuatro dedos... sin el pulgar, la mano pierde la mayor parte de sus posibilidades.”¹²

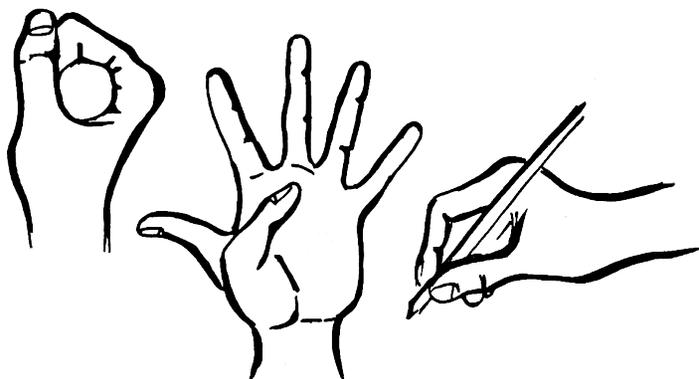


Fig. 18 Movimiento del pulgar

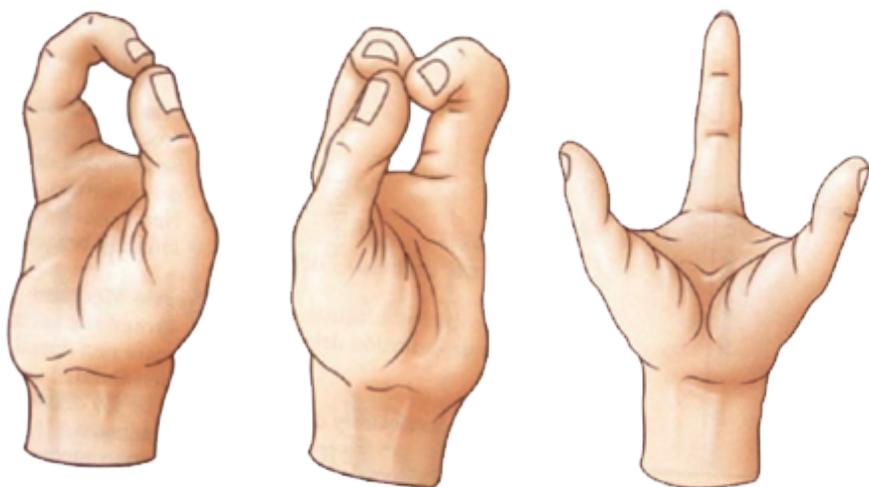


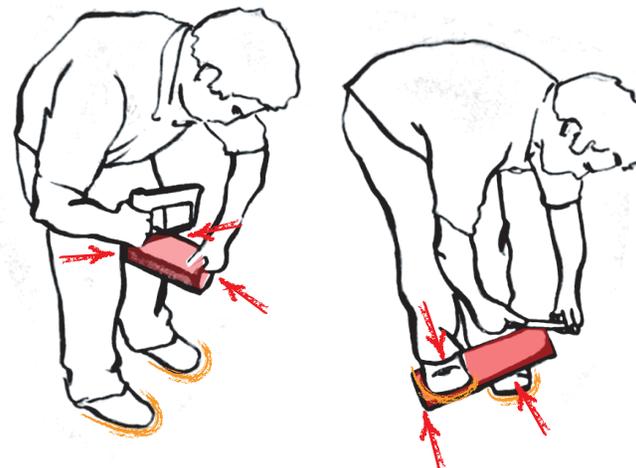
Fig. 19 Kapanji en su libro “Fisiología articular” expone una serie de posibles modificaciones en la mano humana agregando y quitando componentes, llegando a la reducción de dos y tres dedos.

Dentro de estos modelos mínimos se siguen manteniendo sistemas de sujeción y presión, si bien la capacidad de generación de una presa fuerte para el asir de ciertos elementos se ve disminuida por la desvinculación de la palma, este tipo de modelos no impide la capacidad de agarre. Por ello en la proyección del elemento de agarre es pertinente poner atención en la relación de ciertas partes de la palma y no su desvinculación total.

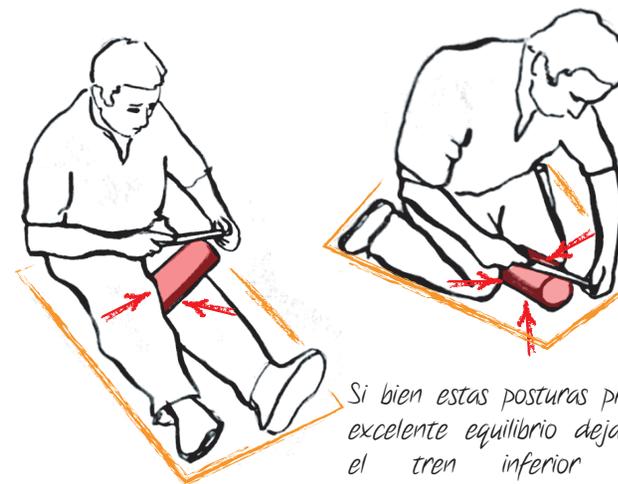
También existe una observación de composiciones simétricas y asimétricas que hace Kapanji en su libro. Dentro de las composiciones simétricas, la más simple es la mano de tres dedos, en este caso es presentada con dos pulgares, uno radial y otro cubital. Es interesante este ejemplo, ya que se presenta como un modelo que genera cierta fuerza. También se presenta una mano simétrica con dos o tres dedos corazones y se hace la analogía con las garras de un loro, el cual también posee dos dedos posteriores, los que efectúan un modelo simétrico, permitiendo la firmeza en el agarre. Por lo que se desprende de estos análisis de modelos, la relación entre simetría y fuerza en el agarre, especialmente en los modelos más simples.

El gesto de agarre por medio de la utilización del cuerpo

El agarre de un elemento, para ser cortado, desbastado o de cualquier manera intervenido, en donde la necesidad de utilizar ambas manos prime, se da con la utilización de la zona baja del cuerpo, ya que permite ocupar el peso del cuerpo como presión en el agarre y así también en el desplazamiento de la herramienta de desbaste, utilizando todo el cuerpo para un menor esfuerzo. La parte baja del cuerpo ya sea las piernas o solo un pie pasa a ser un fijador de los elementos a alguna superficie porque funciona como una tercera mano, permitiendo un trabajo más cómodo y preciso liberando el cuerpo. Si bien esta posición no es la óptima para un trabajo, si es la reacción natural ante lapsos pequeños de trabajo, aun que este tipo de posición no permita un trabajo muy acabado ni prolongado, ya sea por la inestabilidad o el cansancio en la postura.

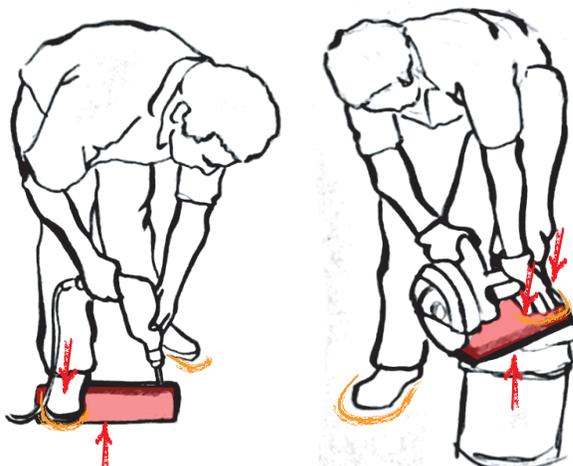


Estas posturas no permiten un buen equilibrio ya que no permiten posicionar los pies de forma adecuada para mantener el equilibrio y a la vez aplicar fuerza.



Si bien estas posturas proporcionan un excelente equilibrio deja imposibilitado el tren inferior del cuerpo disminuyendo su capacidad de movimiento y aplicación de fuerza.

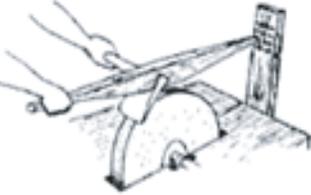
Equilibrio y puntos de presión



Estas posturas permiten un buen equilibrio repitiéndose el mismo patrón en la postura de los pies para la aplicación de fuerza.

La posibilidad de posicionamiento mediante el agarre y la elevación del elemento intervenido, considerando la libertad de utilizar el cuerpo y sus músculos mayores como un motor de trabajo, permitirían una actividad más precisa. Por otro lado se puede observar que un elemento puede ser inmovilizado con 2 o 3 puntos de presión, evitando el desplazamiento en cualquiera de los tres ejes.

Fig. 20 Diferentes posiciones utilizadas para el agarre de un mismo elemento por medio del cuerpo.

Estado del arte**SECTOR FORESTAL**

En el área de plantaciones forestales es utilizado el molejón tanto de mano como motorizado para la actividad de afilado de las herramientas, cuando el molejón motorizado no está disponible, la superficie de apoyo en el bosque es realizada con un tronco, el cual es adaptado para recibir y encajar la cabeza del hacha, manteniendo esta inmóvil para efectuar su mantención con molejón o lima.

Otra práctica dentro del área forestal es el afilar las cadenas de las motosierras, posicionando estas en algún tronco o en el propio cuerpo del trabajador, dando un apoyo. La sección con la cadena queda hacia arriba, para posteriormente pasar la lima cuidadosamente por cada diente de la cadena.

SECTOR URBANO

Actualmente la solución proporcionada a nivel urbano, es un trípode fijo con un tornillo sobre él, el que proporciona un sistema de agarre fijo versátil pero de gran peso y poca portabilidad.

Las soluciones empleadas en estos sectores están basadas en la improvisación o en la adaptación de elementos y herramientas, las que se basan en un tipo de terreno ideal y con los elementos necesarios en ese mismo terreno. Si bien algunas soluciones no necesitan elementos externos al entorno, igualmente se es dependiente del entorno natural, siendo complicada su utilización en el área de incendios forestales por su poca posibilidad de transporte y por las condiciones poco homogéneas a las que se enfrentan los brigadistas.

Por otro lado al no tener referencia de algunos elementos de agarre para brigadistas forestales, es que se muestran a continuación los elementos más cercanos que resuelvan la necesidad de agarre existente en el mercado.

**Sistemas de agarre estacionarios y portátiles.**

- Necesitan un sector de anclaje.
- Se basan en su peso para mantener la posición.

+15 Kg.

**Bancos de trabajo**

- Sobre dimensionados para la actividad forestal.
- Pensados para terrenos uniformes y sin pendiente.

+7 Kg.

Fig. 21 Sistemas de agarre improvisados



Posible competencia

- Incorpora el trípode como sistema de apoyo.
- Enganche ejecutado con el pie.
- Se basa en su peso para mantener la posición
- Sobre dimensionado para la actividad forestal.

Fig. 22 Sistemas de agarre en el mercado

El tipo de agarre de las actuales herramientas se basa en el peso de las herramientas y la capacidad de compresión de los elementos para el agarre en terrenos uniformes, características que son contrarias a las necesarias en el área forestal dificultando una posible utilización. Por otro lado estos objetos para estabilizar, están pensados solo para una modalidad de agarre. Todas estas características complican el traslado o la utilización de este tipo de herramientas en el área de combate forestal.

Además, al no ser herramientas diseñadas especialmente para este rubro, no llegan a cumplir con los 8 requerimientos básicos ya mencionados. Por lo que al ser escasa la posibilidad de emplear algunos de estos elementos en terreno no se llega a mitigar la espera de la llegada de la tienda de mantención ni la posibilidad de la actividad en la línea de fuego con una mayor eficiencia.

Finalmente es que se propone utilizar el peso del cuerpo como recurso de diseño para restar peso a la herramienta de agarre.

Análisis del problema

PROYECTO

Hipótesis de trabajo

Para el agarre son necesarios solo 3 puntos de presión los cuales permiten el posicionamiento y bloqueo de cada herramienta.

Si se incorporan gestos propios del cuerpo en la ejecución del agarre se disminuye el peso utilizado como estabilizador en las actuales herramientas de agarre.

De esta forma se permite el traslado del sistema de agarre a las zonas de combate y la liberación del cuerpo como soporte, aumentando la eficiencia y rapidez en la actividad.

Problema de diseño

Como articular los 3 puntos de presión y la ejecución del agarre de herramientas simples en contextos de combate, contemplando gestos propios del agarre Y evitando sobreesfuerzos en el brigadista.

Solución conceptual

Prensil oponible de combate.

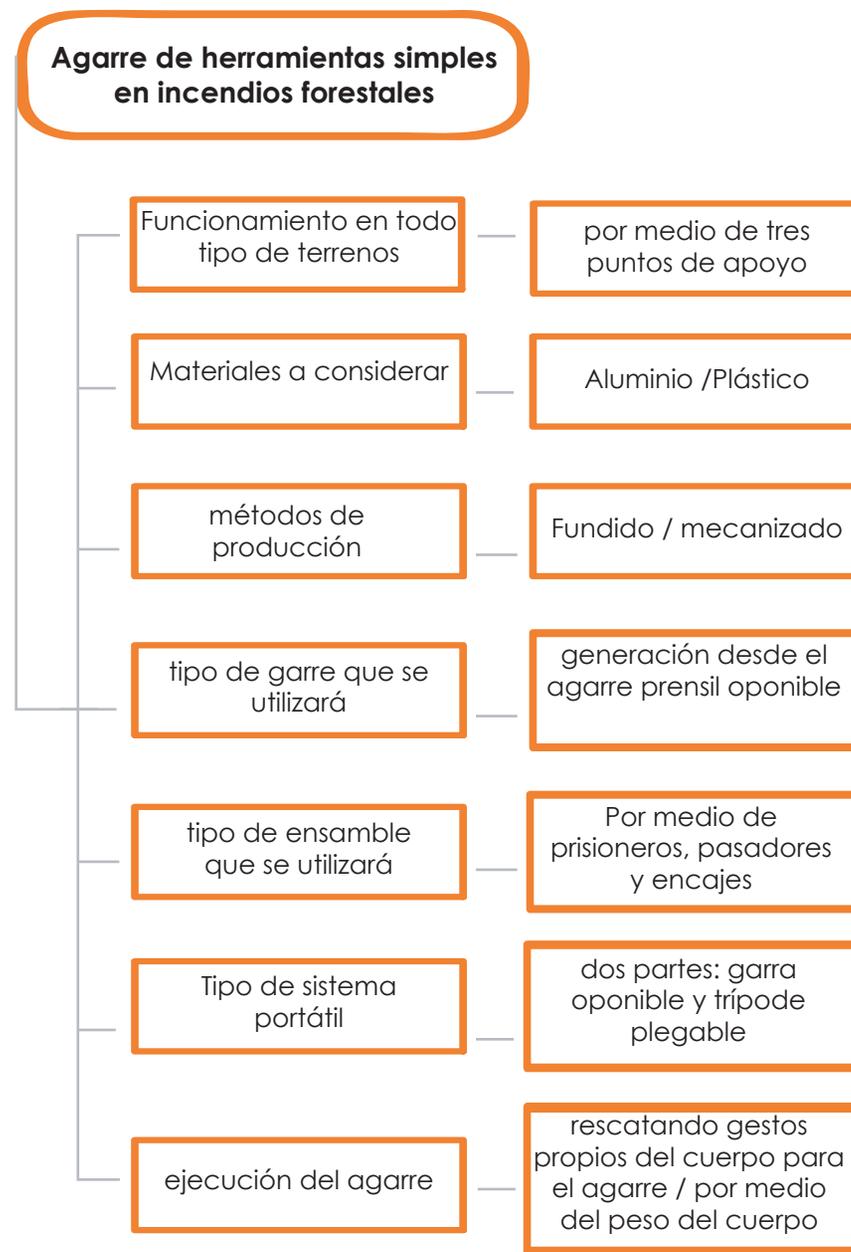


Fig.23 Diagrama de descomposición del problema

Propuestas y verificaciones

Primeras observaciones:

Para realizar un agarre, son necesarios como mínimo dos puntos de presión que pueden contraponer su fuerza o funcionar en paralelo. Sin embargo este tipo de agarre es inestable, un tercer punto de presión proporciona la estabilidad necesaria para que el elemento agarrado no se deslice en ningún eje del plano.

Puntos mínimos de presión para el agarre

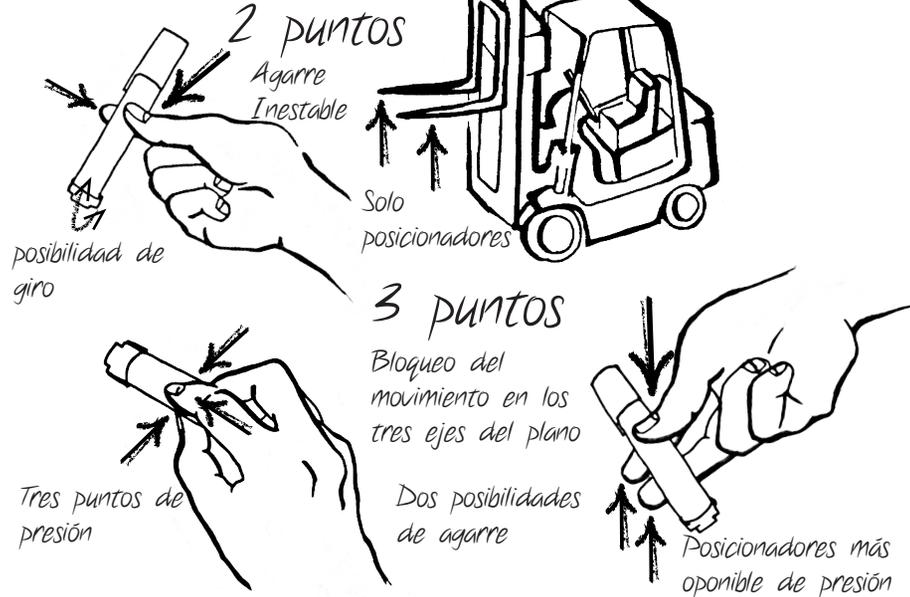


Fig. 24 Puntos de presión con el dedo oponible

En el caso de la mano humana el tercer punto de presión es efectuado por una fuerza de oposición efectuada por el dedo pulgar dejando los dedos en forma de horquilla para la posición del elemento y ejecutar el bloqueo.

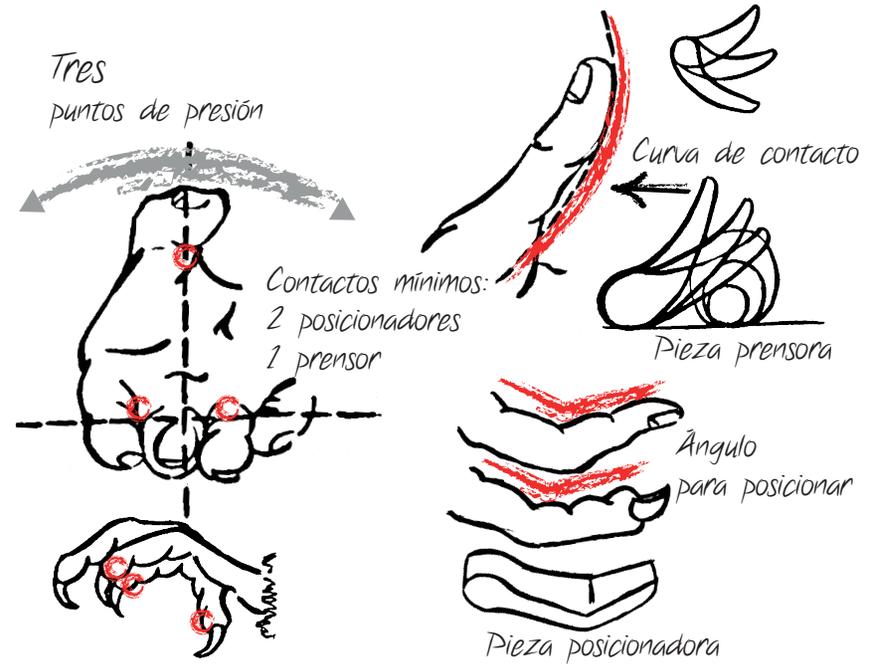


Fig. 25 Análisis formal de los dedos

La utilización del cuerpo como peso inmovilizador es llevado por medio de una parte inferior del cuerpo utilizándola como una tercera mano.

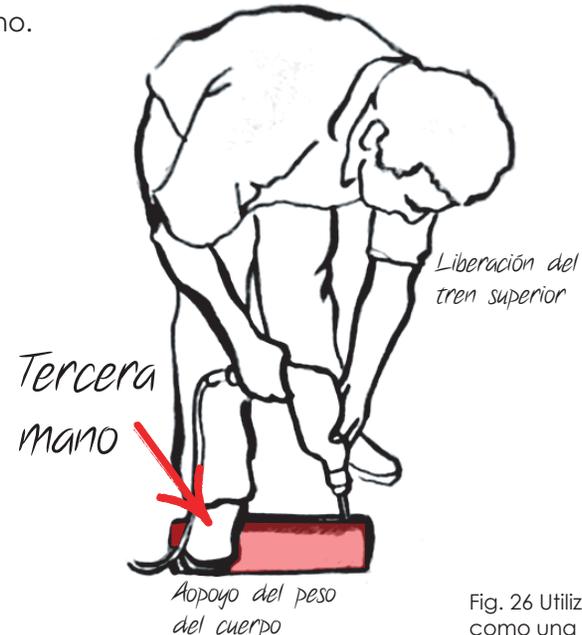
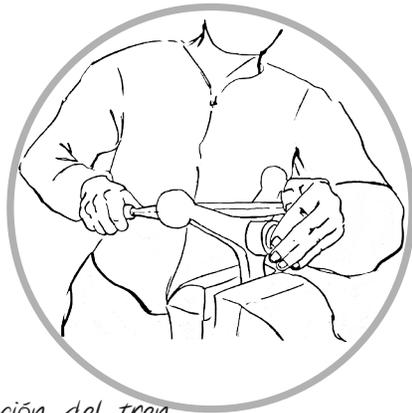
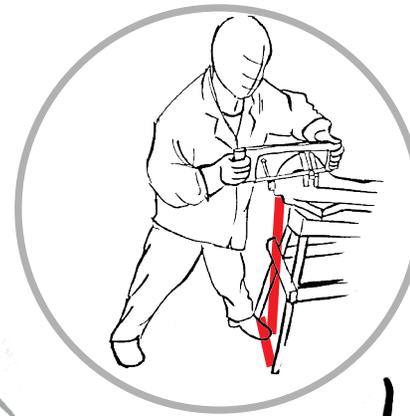


Fig. 26 Utilización del pie como una tercera mano

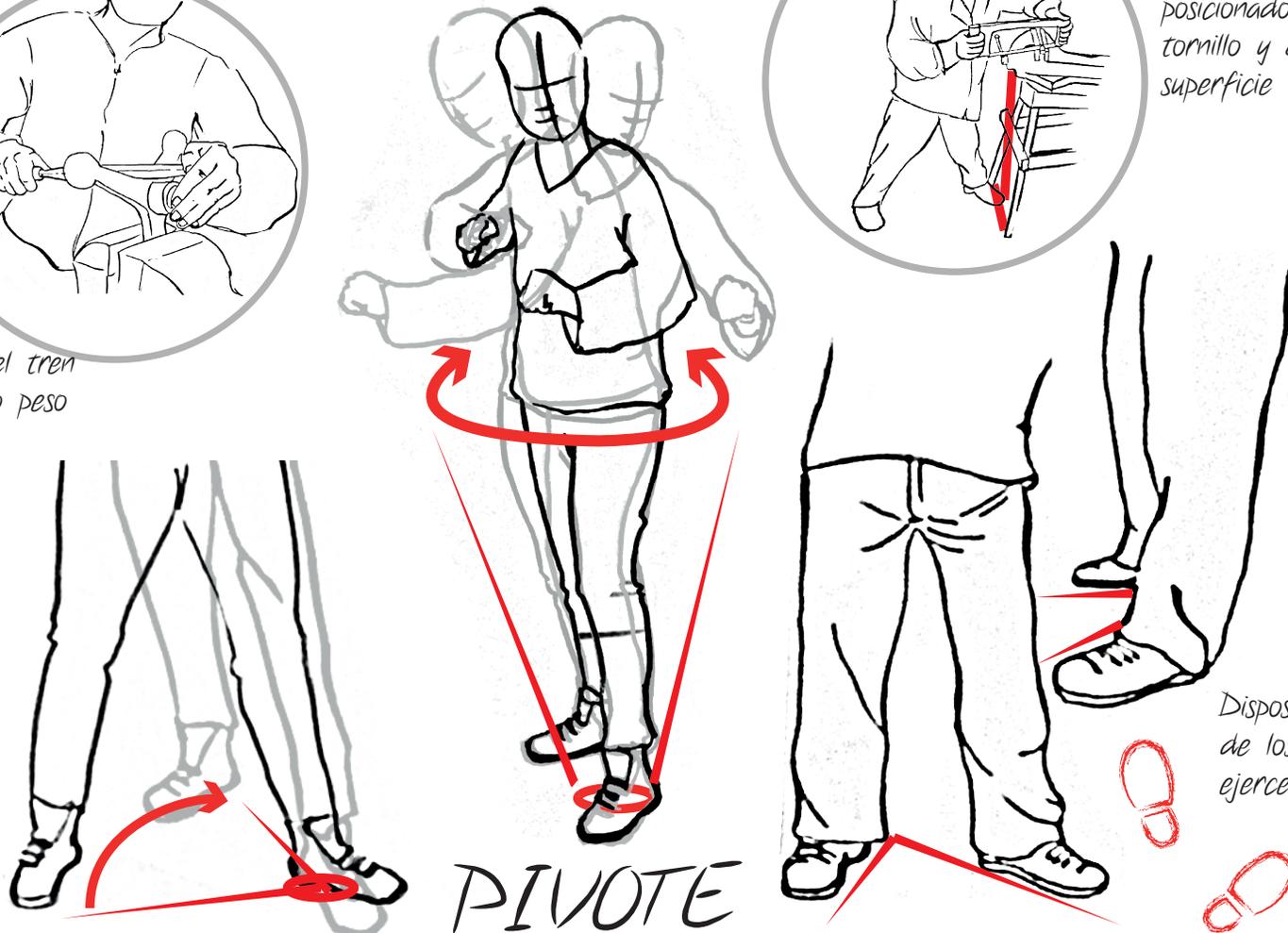
Movimientos con respecto a la superficie de trabajo



Utilización del tren superior como peso de trabajo



El pie utilizado de pivote es posicionado en línea vertical al tornillo y al borde de la superficie de trabajo



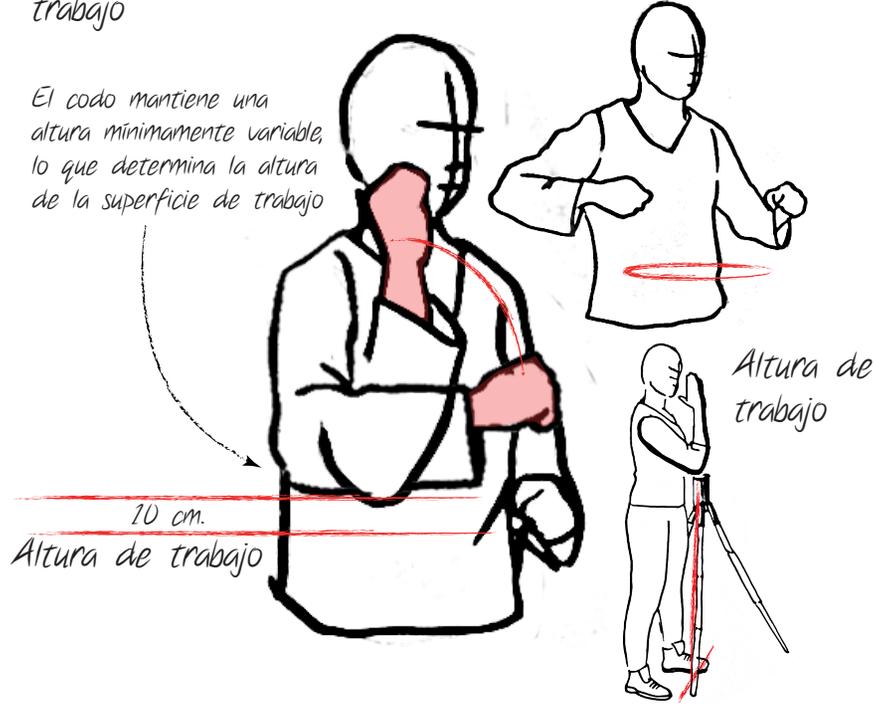
Disposición de los pies para ejercer fuerza

Tanto en casos diestros como zurdos un pie es utilizado de pivote

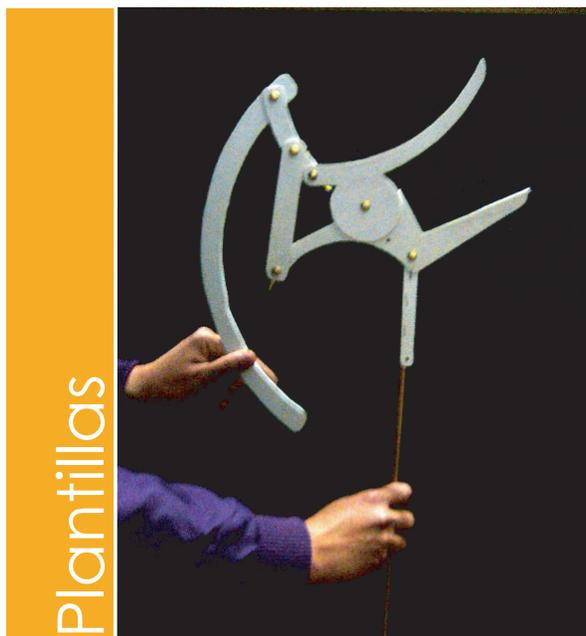
Fig. 27 El cuerpo y la superficie de trabajo

Superficie de trabajo

El codo mantiene una altura minimamente variable, lo que determina la altura de la superficie de trabajo



Primera propuesta y verificaciones



Verificación de sistemas y ángulos de movimiento

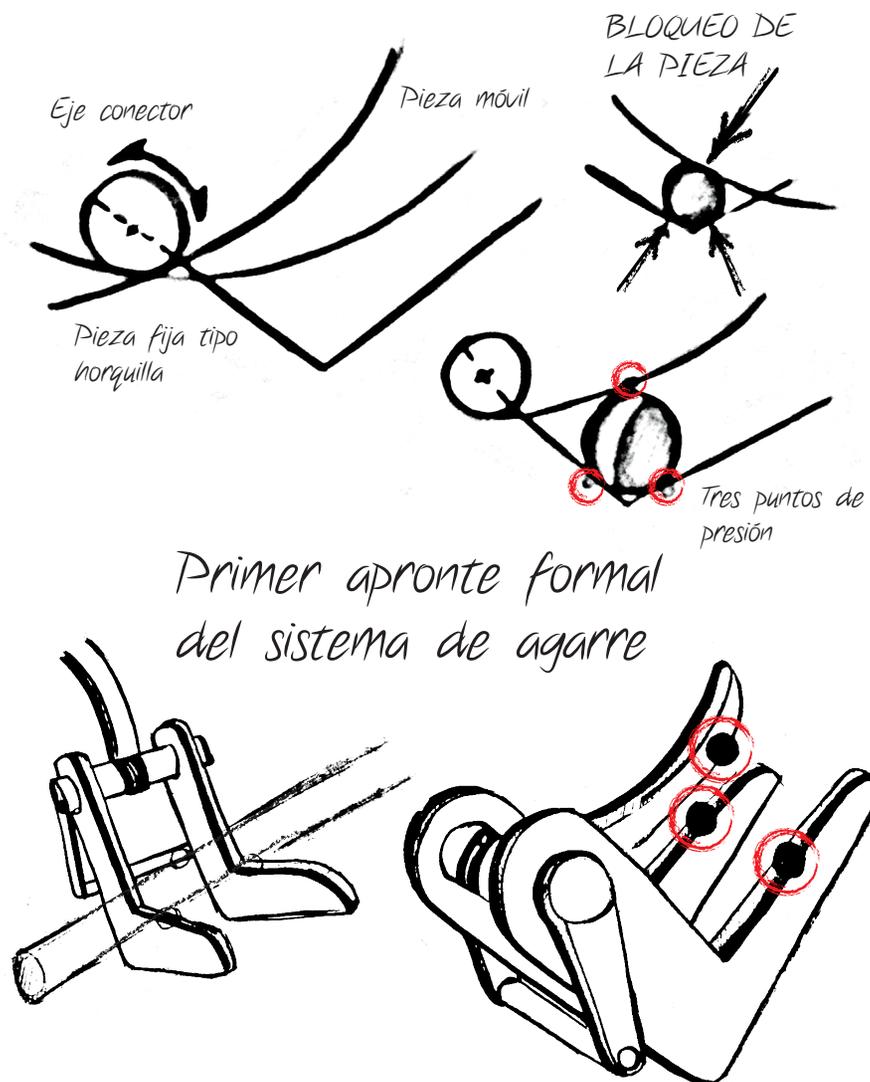
(Plantilla / plantillas PVC y ejes metálicos)

Se realizan plantillas articuladas en donde se optaron por sistemas que proporcionarán el paso del mango de las herramientas por el centro de la horquilla, proporcionando un agarre de frente. Por otro lado se propone un sistema en donde el peso del cuerpo ejerza la fuerza de presión para el agarre, por lo que debe potencia o no restar la fuerza ejercida por el cuerpo para el agarre, y finalmente evitar un peso excesivo en su mecanismo.

Procedimiento:

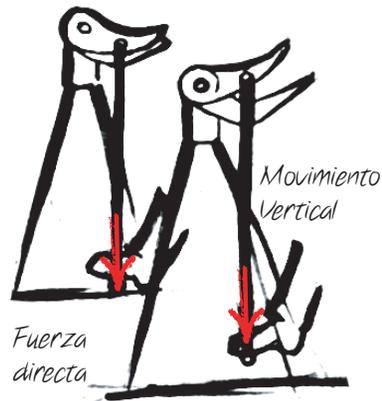
Se analizan los primeros indicios formales para el diseño del funcionamiento de plantillas, luego se diseñó y sometió a prueba tres tipos de sistemas para el agarre, los cuales se basan en modelos de sistemas simples y de aplicación de fuerzas por medio del pie.

Primeros aprontes formales

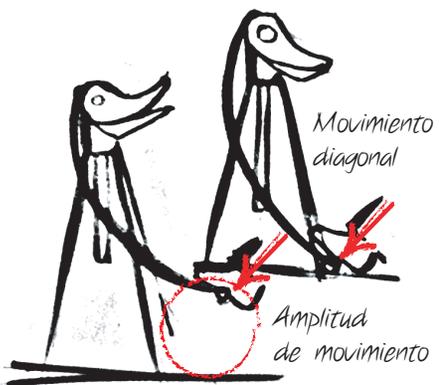
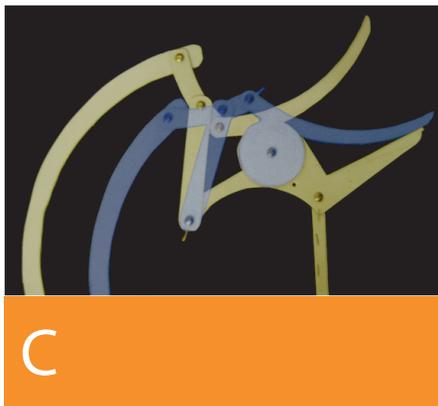
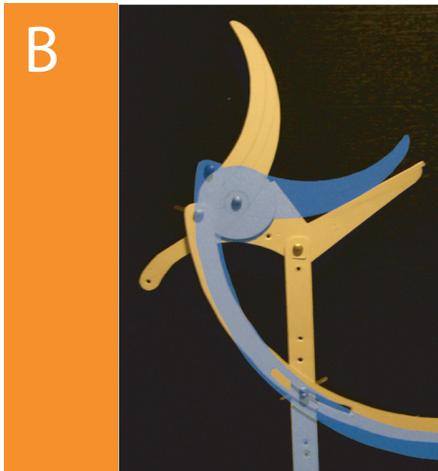
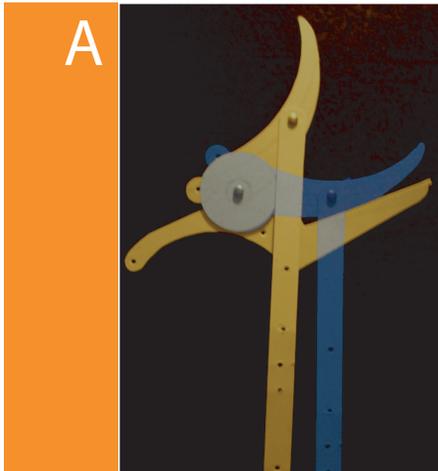


Sistemas propuestos:

Sistema vertical



Sistema con eje central

Sistema tipo caimán
descomposición
de fuerzas-Datos obtenidos

El sistema A no suma ni resta a la fuerza aplicada por el peso del cuerpo y el rango de movimiento del pedal es proporcional a la apertura de la garra.

La opción B complica la aplicación de la fuerza por medio del pie ya que al tener un eje que no está centrado, amplía el radio de movimiento del pedal que está abajo. Lo que añade más material y amplitud de movimiento para efectuar el agarre.

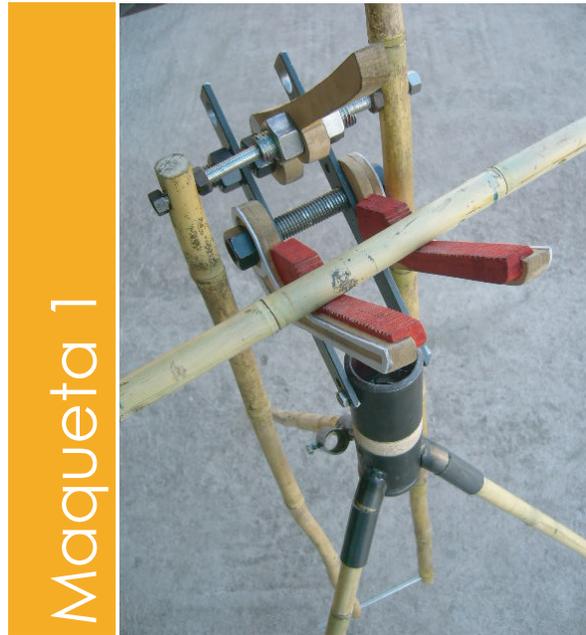
Para ejecutar la aplicación de fuerza con el sistema C se provoca una descomposición de fuerzas hasta la ejecución de la presión, pero el eje de movimiento es menor que la propuesta B.

-Decisiones

Se pondrá a prueba el sistema A y C, para verificar las reacciones con las fuerzas ejercidas, ya que el sistema A posee una conservación de la fuerza proporcionada y permite ser ejecutada con un apoyo en el piso. Además esta solución puede ser ejecutada con la elaboración de un sistema menos engorroso, que añada más piezas y peso al objeto aunque eventualmente podría complicar el paso del mango de las herramientas entre la horquilla. Por otro lado el sistema C si bien descompone la fuerza amplía la posibilidad de diseños al dejar libre la zona de la horquilla.

Fig. 28 Esquema de plantillas utilizadas

Segunda propuesta y verificaciones



Verificación de formas, sistema de funcionamiento y medidas
(Maqueta 1 / modelos en madera y fierro)

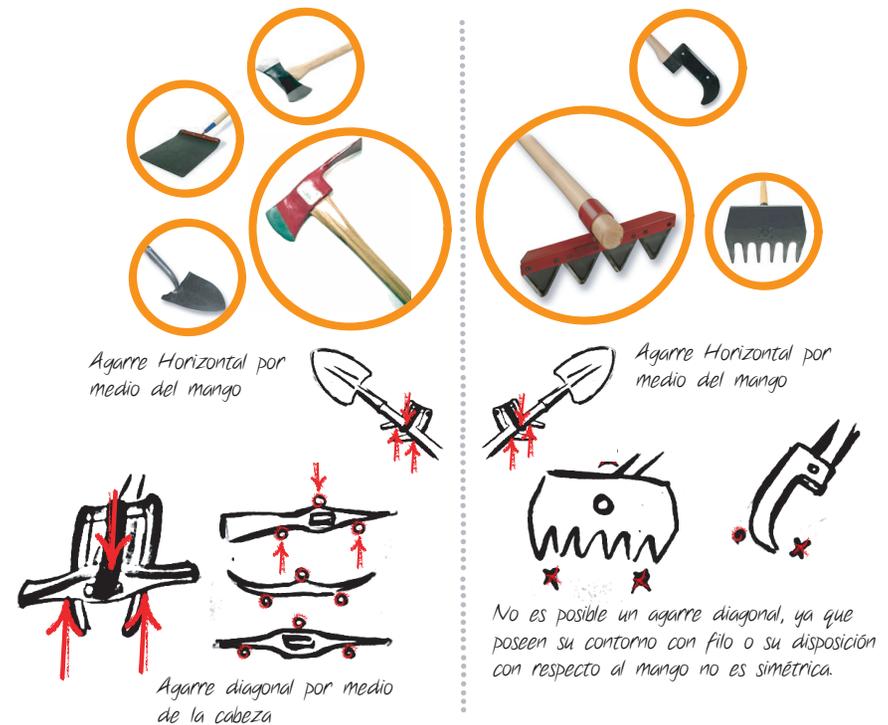
Se realiza una maqueta simple en donde se evalúa un sistema de horquilla, la cual permita el agarre de las diferentes formas existentes en las herramientas simples. Además se emplea un sistema que ejecute el agarre por medio del bloqueo en el caso de los mangos ya que estos pueden ser astillados al ser sensibles a la compresión. Finalmente se pone a prueba y perfecciona el sistema elegido con el método de plantillas.

Procedimiento:

Se determinan las formas y disposiciones de agarre en común de las herramientas para luego diseñar las primeras formas inspiradas en la naturaleza, en donde se aplican sistemas oponibles y relaciones de estas para la aplicación de fuerzas de agarre. Se diseñan los primeros aprontes de sistemas para la ejecución del agarre por medio del peso de cuerpo del brigadista. Y se prueban sistemas de estabilización.

En el sistema de horquilla se prueba el sistema A y C para determinar la elección del sistema.

Puntos disposición de agarre



Desarrollo de piezas

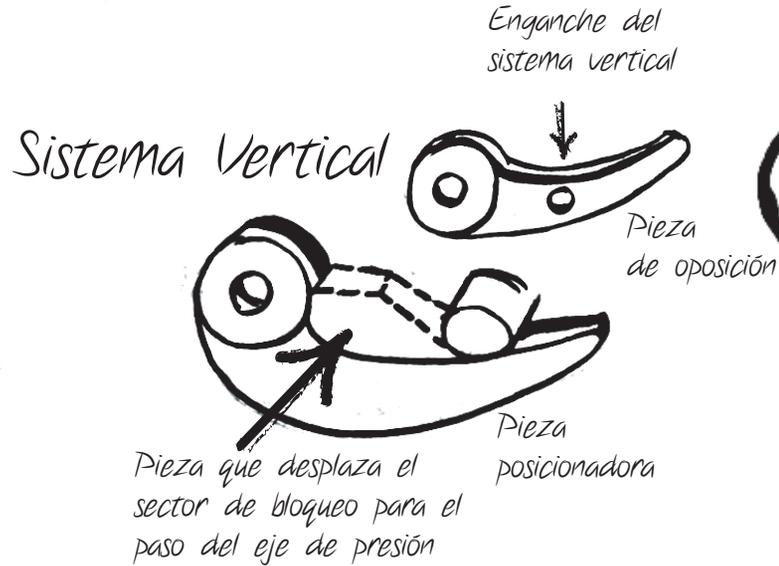
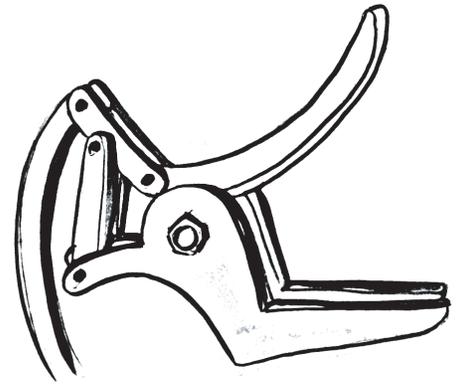
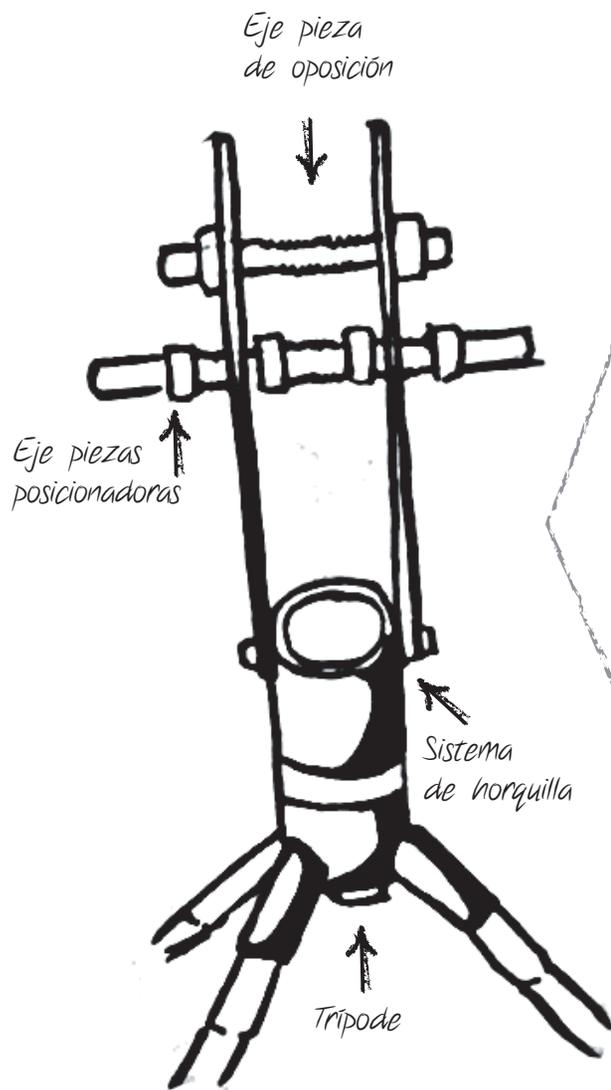
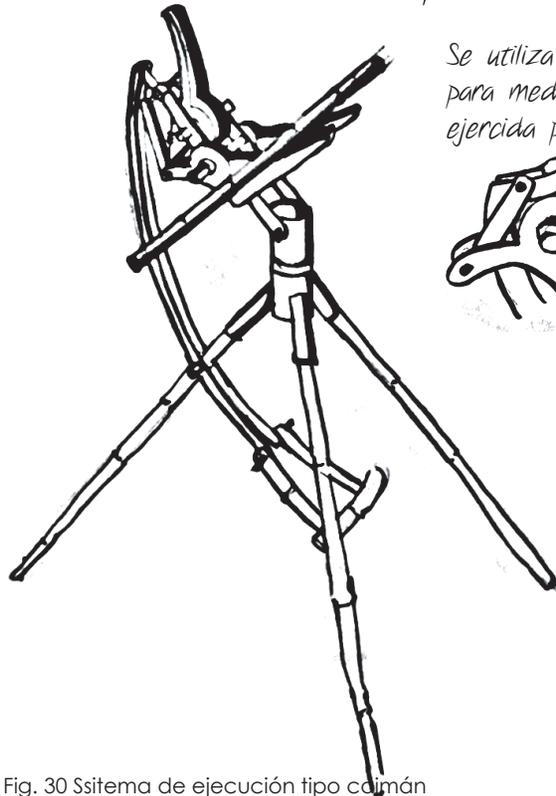


Fig. 29 Desarrollo de piezas para prueba de sistemas

Sistema tipo Caimán



Se utiliza una pesa para medir la presión ejercida por el pie.

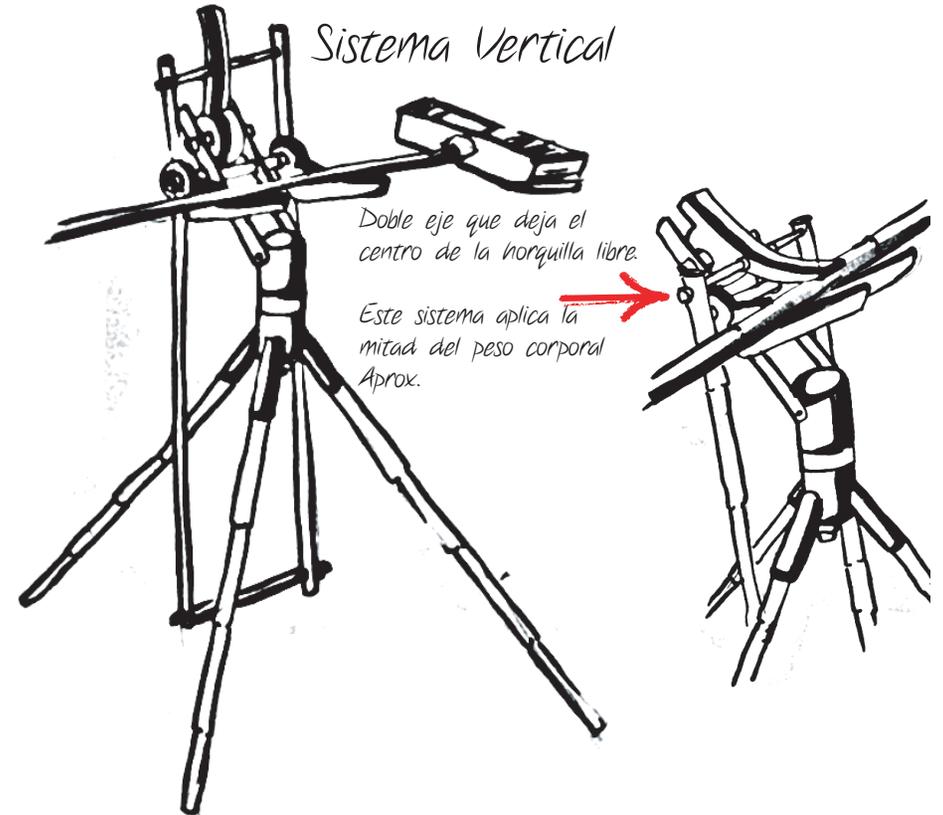


Una persona ejerce la mitad de su peso corporal por medio del pie, este sistema al descomponer las fuerzas ejerce 1/4 del peso corporal

Fig. 30 Sistema de ejecución tipo caimán

Por efectos de una reducción del 50% aprox. de la fuerza aplicada para el agarre, este sistema queda descartado. Por lo que se considera el sistema vertical como sistema definitivo.

Sistema Vertical



Doble eje que deja el centro de la horquilla libre.

Este sistema aplica la mitad del peso corporal Aprox.

Fig. 31 Sistema de ejecución vertical

Diseño de maquetas con dos tipo de ejes para la aplicación de la fuerza

Pruebas de formas de agarre en el caso de una pala jardinera



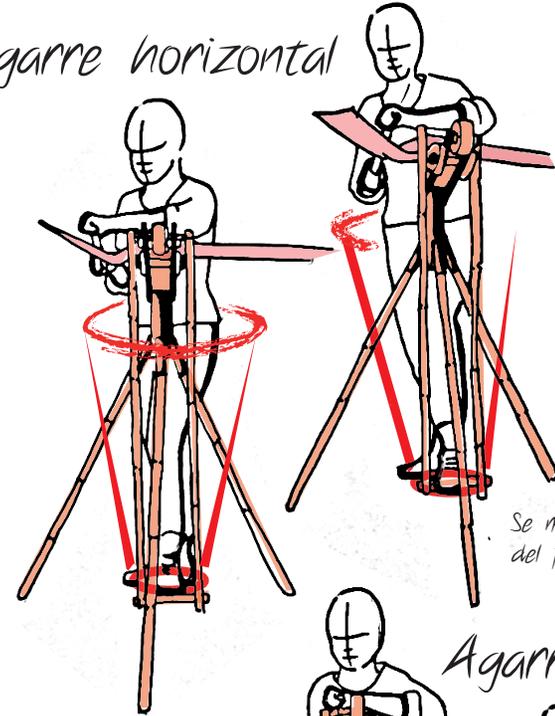
Maqueta con 1 eje



Maqueta con 2 ejes

TIPOS DE AGARRE

Agarre horizontal

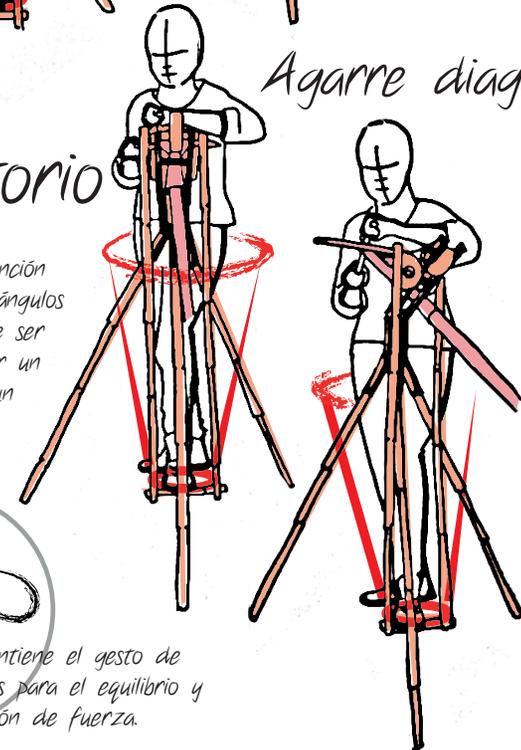


Se mantiene el gesto del pie como pivote

Agarre diagonal

Eje giratorio

Permite la intervención desde diferentes ángulos y la posibilidad de ser utilizado tanto por un zurdo como por un diestro

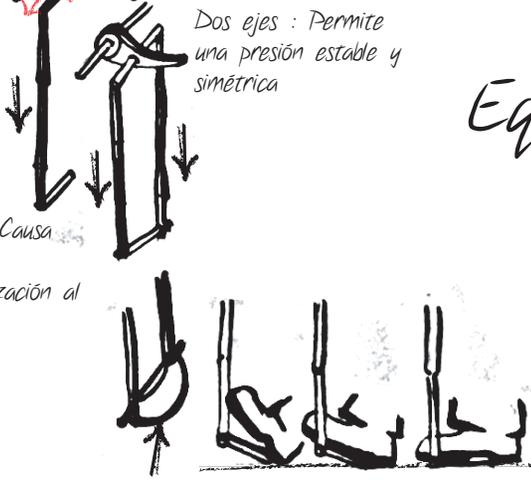


Se mantiene el gesto de los pies para el equilibrio y ejecución de fuerza.

Eje de presión

Dos ejes : Permite una presión estable y simétrica

Un eje : Causa torsión y desestabilización al presionar



Sistema con eje giratorio, permite estabilizar el pie en el terreno y mantener el equilibrio

Equilibrio

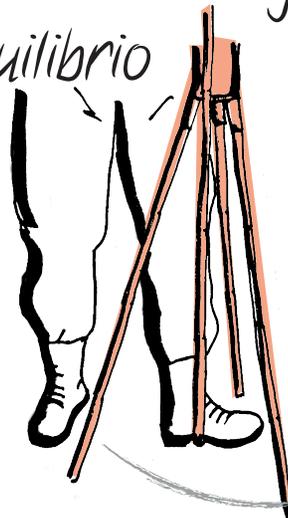


Fig. 32 Esquema de prueba de maquetas

La altura de la superficie de trabajo que se genera en la maqueta es de 1 metro, pero es superada al poner el objeto que se presiona, por lo que se considera nuevamente la altura de acuerdo al "manual de ergonomía forestal"¹³ donde se expresa:

Características antropométricas de hombres chilenos de 17 a 60 años de edad					
Dimensiones	Numero de la figura	Percentiles			
		Media	D.E	5	95
Altura codo suelo	4	104.5	4.9	96.4	112.5



De acuerdo a esto es que se decide estandarizar la altura a 90 cm. dada las recomendaciones de posicionar la superficie de trabajo 10 cm. bajo la altura codo suelo, quedando el percentil más bajo 3.6 cm. bajo lo ideal y el percentil más alto 12.5 cm. sobre lo recomendado. Siendo para el percentil más bajo una diferencia poco significativa dado el tiempo de trabajo y para el percentil más alto la posibilidad de utilizar la variación de altura en la inclinación para volcar el peso del cuerpo sobre la cuerda metálica.

-Datos obtenidos

El ángulo de 140° generado en las piezas laterales de la horquilla (piezas de posicionamiento) y proporcionándole un ángulo de 30° como mínimo a la misma horquilla, proporciona la ubicación de la herramienta y la aplicación de la fuerza en el centro del trípode y la opción de ejecutar el agarre de cualquier tipo de forma por medio de la pieza de presión, ejecutando el sistema de bloqueo y agarre por medio de tres puntos de contacto.

Al estabilizar ese sistema por medio de un trípode, este responde bien a todo tipo de terrenos al contar con solo tres puntos de apoyo, siendo innecesario la prueba de otros sistemas.

El sistema de aplicación de fuerza por medio del pedal vertical se modifica con un sistema giratorio en su parte superior, lo que permite que el eje del pedal siempre quede en el centro, sin importar la apertura del sistema.

Se obtienen los primeros aprontes ergonómicos, postura para la ejecución de la fuerza y se define una altura fija que no sobre pase el metro de altura.

Se hace presente la necesidad de un eje giratorio, dando la opción para diestros y zurdos, también así la posibilidad de una mayor amplitud de posiciones.

-Decisiones

Se opta por el Sistema Vertical

Se determina un ángulo de 30° para la horquilla, lo que permite que se pueda posicionar la herramienta por concepto de gravedad.

Se mantiene como sistema de estabilización el trípode

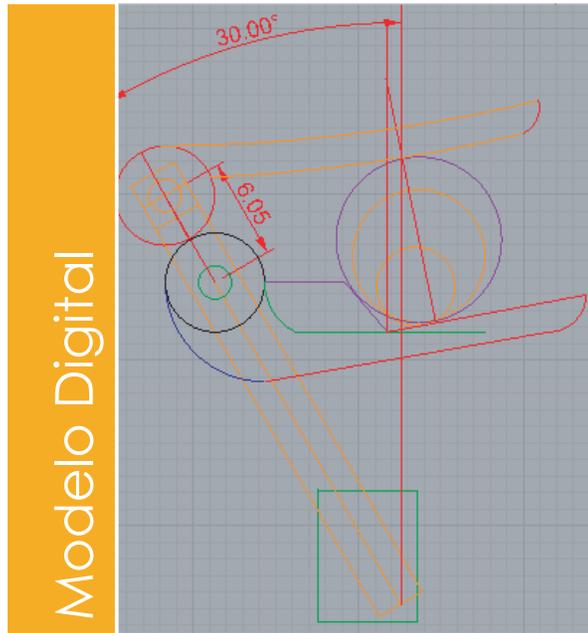
Se establece una altura definitiva de 90 cm. para efectos de prueba.

Se establece un eje giratorio, que permita girar el sistema de agarre, para proporcionar diferentes ángulos de trabajo.

Se utiliza un pedal que permite un apoyo inicial del pie antes de ejercer la presión para generar estabilidad.

¹³ "Manual de ergonomía forestal" pág. 18

Tercera propuesta y verificaciones



Verificación ángulos máximos y mínimos

(Modelo 2D digital / vectorización del modelo)

Se proyecta el sistema de agarre para la verificación de ángulos y ejes necesarios. Entendiendo que el ancho máximo de un mango es de 7.4 cm.

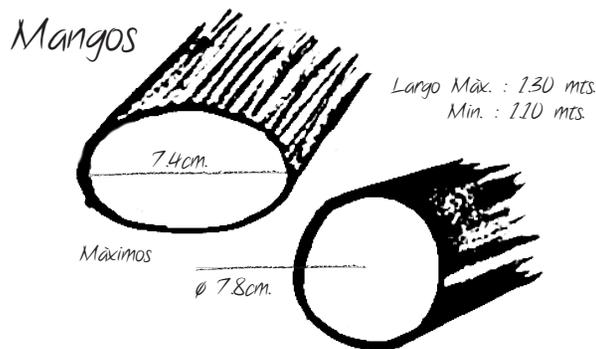


Fig. 33 Medidas máximas y mínimas de los mangos

Procedimiento:

Se proyecta vectorialmente el sistema, definiendo la distancia de los ejes para una apertura mínima de 7.4 cm comprobando el real bloqueo de las piezas.

-Datos obtenidos

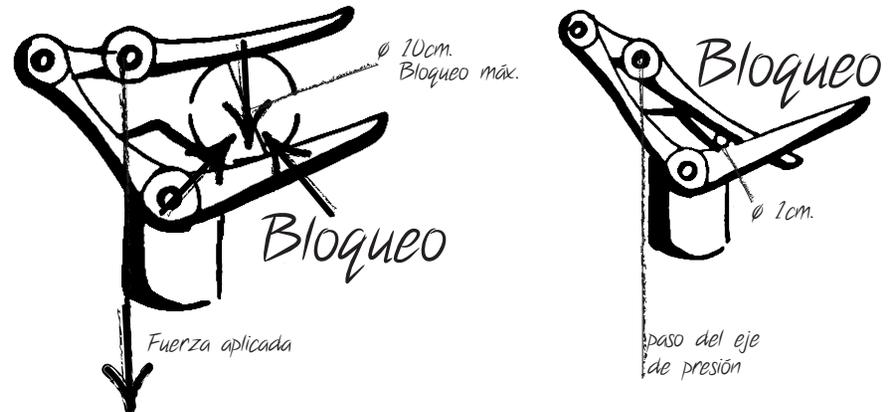
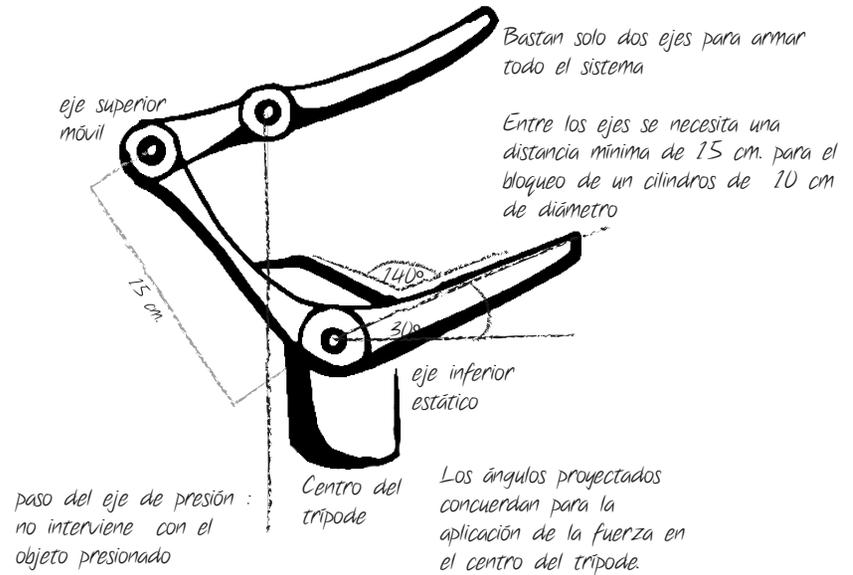


Fig. 34 Esquema de medidas determinadas

-Decisiones

Se elimina un eje dejándolo como soporte de la horquilla,
 Se decide dar un agarre cilíndrico de 10 cm. como máx., pudiendo este ser modificado con el cambio de horquilla.

Se considera necesaria la aplicación de un sistema de resorte para mantener la apertura del sistema.

Se proyectan nuevas formas de las piezas las que funden la horquilla con las piezas de posicionamiento. Disminuyendo peso, material y procesos.

Finalmente se aplican las medidas y ángulos definitivos al diseño tomando como referencia la mano humana y su dedo oponible.

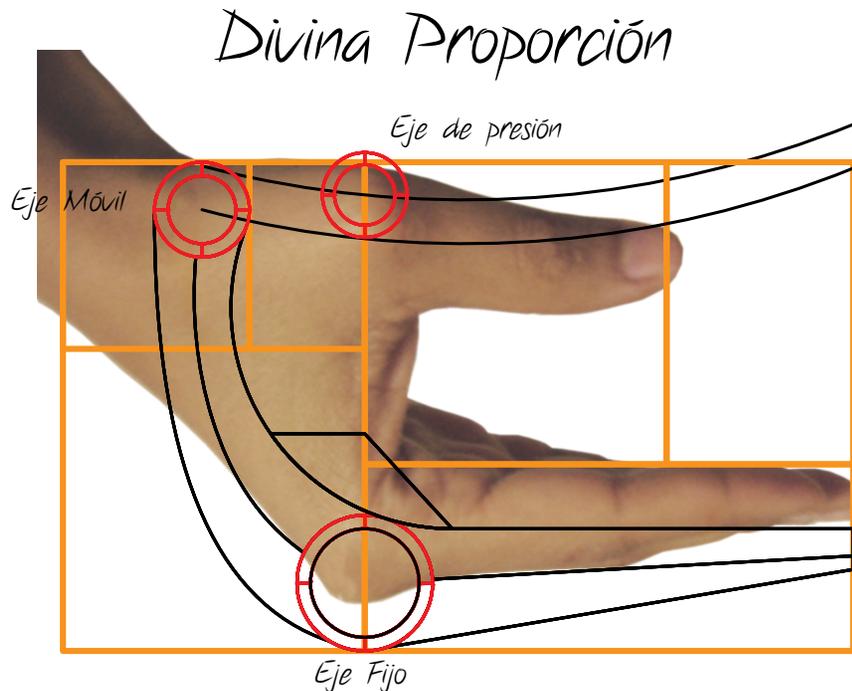


Fig. 35 Comparación de ejes principales

Cuarta propuesta y verificaciones



Verificación de fundido de piezas , fuerzas y resistencia del material en terreno

(Maqueta 2 / aluminio, poliamida y acero / verificación de fuerzas y uso)

Se realiza una segunda maqueta, esta vez con piezas rediseñadas y del material definitivo, así también se incluyen materiales que estarán a prueba para verificar su pertinencia. Por otro lado se van modificando piezas para un manufacturado y mecanizado simple.

Procedimiento:

Para efectos de ensayo se mantiene un trípode de prueba el que es construido de fierro.

Se prueba la poliamida en los ejes, el aluminio fundido en las piezas de posicionamiento y presión y se incorporan piezas de poliuretano como sistema antideslizante



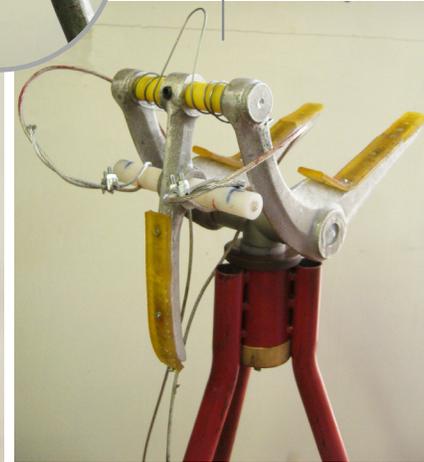
Se prueba una cuerda metálica de 2.5 mm de diámetro la que soporta hasta 80 Kg. como conductor de la fuerza ejercida por el pie



Se articula un cabezal y un trípode por separado, generando el sistema de eje giratorio con una palanca tipo prisionero



Se diseña un resorte para el eje superior



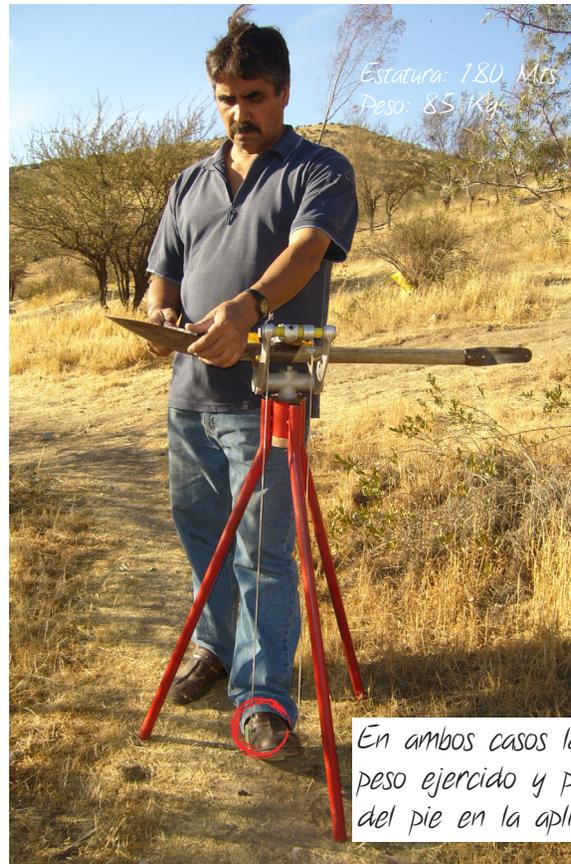
-Comprobación en terreno (usuario inexperto)

Se realiza la prueba inicialmente con un usuario inexperto, para identificar rasgos generales y testeo de materiales, en un sector con pendiente. Luego se realiza un test de esfuerzos tanto al cabezal como al trípode sometiénolo a sobreesfuerzos.

-Datos obtenidos

En la comprobación... el sistema fue utilizado en un cerro, respondiendo bien en su posicionamiento en el terreno escarpado, sin presión psicológica ni expertiz del brigadista.

Sector sin pendiente



Sector con pendiente



En ambos casos la cuerda metálica resiste el peso ejercido y permite el posicionamiento del pie en la aplicación de fuerza.

La poliamida, el aluminio y el poliuretano resisten sin complicaciones el peso ejercido y no se registran problemas con el sistema de prisioneros y encaje para cada pieza. La aplicación del resorte permite una herramienta con una mejor interfaz al posicionarse sola para el agarre.

Se observa un buen posicionamiento del trípode en pendiente, al ser estabilizado por el cuerpo mediante la cuerda de presión, sin embargo se recomienda la incorporación de puntas en los extremos del trípode.

En el test de esfuerzos...

Se realizan test de esfuerzo para el cabezal y el trípode por separado

Cabezal: se utilizan materiales reales en todo el cabezal

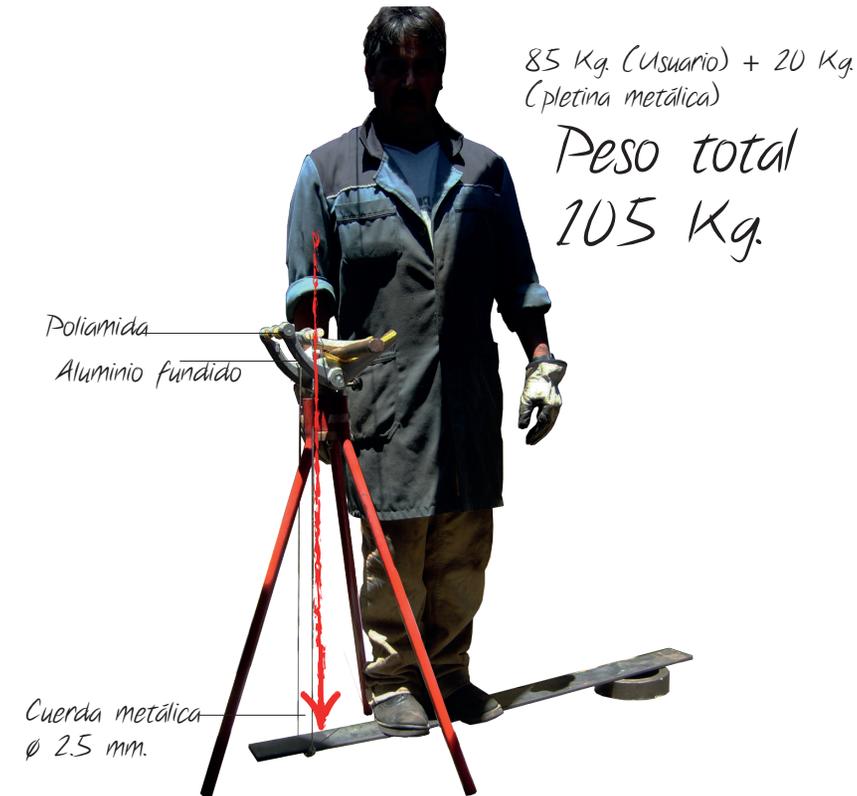
El cabezal resiste la fuerza aplicada, sin daños en las piezas fundidas ni las de poliamida.

Es importante añadir que la aplicación de un peso de esta magnitud al momento de la actividad sería poco probable, ya que el usuario tendría que volcar todo su peso corporal solo apoyándose en la cuerda metálica.

Decisiones:

en el diseño final se empleará un eje fundido de mayor espesor, generando una mayor resistencia aun a la presión y torsión de los ejes de la pieza de presión.

Por otro lado se empleará una cuerda metálica de mayor diámetro solo por concepto de sensación de seguridad.



Trípode: se utilizan tubos y conectores del material real

El trípode resiste sin alteraciones la fuerza total ejercida verticalmente, sin embargo se observa una torsión en el eje central producido por la flexión de los tubos. Este gesto interfiere al ser utilizado con el cabezal, ya que al limar o cortar se ejerce una fuerza tangencial con respecto al eje central del trípode, por lo que al aplicar la fuerza con la herramienta de desbaste el trípode no genera una resistencia óptima para estabilizar y permitir el desbaste.

Decisiones:

Si bien la torsión no impide el trabajo lo hace más engorroso, por lo que se opta por cambiar a un tubo de aluminio de $\phi 1\ 1/4 \times 3.0 \times 800$ mm, triplicando su espesor y aumentando su diámetro para conceptos funcionales y estéticos.



-Decisiones

Se determina el pasador ciego como elemento de sujeción óptimo, ya que no permite la fricción entre las piezas, evitando el desgaste por el uso y la necesidad de soldadura.

Se contempla el uso de poliamida en el sistema, aportando resistencia y liviandad.

Se mantiene el eje giratorio central, para una mayor posibilidad de posturas, así también la cuerda metálica como sistema de presión, la que aporta una mayor posibilidad de movimiento y reducción de material.

De acuerdo al test en el trípode se hace pertinente el cambio de los tubos de aluminio.

Validación y verificaciones en terreno



Verificación de la propuesta en terreno

Se realizan dos tipos de validación en terreno, una en cuartel y otra directamente en la línea de fuego, utilizando la actividad de limado del filo por ser la actividad más requerida en terreno.

Validación en cuartel (terreno parejo y sin situación de presión)

Procedimiento:

Se realiza con dos brigadistas forestales

Brigadista 1 (Jorge Arriagada): Asistente de Operaciones del Departamento Manejo del Fuego de CONAF Región Metropolitana, Encargado de instrucción de mantenimiento y jefe de brigada.

Brigadista 2: Jefe de Brigada

Luego de una breve explicación del funcionamiento, se deja la herramienta a libre disposición para que el usuario disponga las herramientas del modo que estime conveniente.

La lima debe ser utilizada de forma contraria y la fuerza debe aplicarse hacia el cuerpo restando estabilidad y precisión

Apoyos del cuerpo desprotegidos en el terreno generan riesgos de quemaduras

Torsión completa del cuerpo para poder llegar a la zona de desbaste

Necesidad de un compañero extra

Se reiteran los riesgos de la posición 2

Sin equipo



Posición 1



Posición 2



Posición 3

Con equipo



Posición



Pala Corazón

Con la garra prensil, este tipo de herramienta puede tomar una posición diagonal, la que permite tener todo el sector con filo frente al brigadista, pudiendo intervenir todo el perímetro afilado por medio del pivote de la herramienta o del propia brigadista

Pulasky

Necesidad de equilibrio y pérdida de fuerza en el tren superior

Búsqueda de algún soporte natural (piedras, tronco, etc.)

Torsión completa del cuerpo para poder llegar a la zona de desbaste

Sin equipo



Rastrillo segador

Necesidad de un compañero extra



Con equipo



Filo por el lado tipo hacha, posición horizontal y pivoteo cuando se requiera

Filo por el lado tipo azadón posición diagonal



Posición horizontal y frente al trípode. Permite el trabajo ejecutando el pivoteo

Posición diagonal y presionando desde un lateral del trípode, permitiendo limar ambos lados de cada diente

Rastrillo McLeod

Torsión completa del cuerpo para poder llegar a la zona de desbaste

Apoyo de la rodilla como pieza de presión



Posición

Rozón

Torsión completa del cuerpo para poder llegar a la zona de desbaste
Apoyos del cuerpo desprotegidos en el terreno generan riesgos de quemaduras

Búsqueda de algún soporte natural (piedras, troncos, etc.)



Posición

Sin equipo

Con equipo



Posición



Esta herramienta al no necesitar filo en sus dientes fue posicionada de manera diferente utilizando su mango para dar mayor estabilidad



Posición 1

Se utiliza la posición horizontal para filo externo



Posición 2

Se utiliza la posición horizontal para filo interno

OBSERVACIONES Y CONSTATAIONES EN LA VALIDACIÓN EN TERRENO

Posibilidad de otros tipos de disposición, utilizando más puntos de apoyo



En la posición horizontal el cuerpo se apoya en el mango, añadiendo un punto de soporte tanto para el cuerpo como para la herramienta



La rodilla del pie utilizado para la presión tiende a posicionarse en una pata del tripode añadiendo un punto de soporte para el cuerpo



Se confirma el talón como eje de pivoteo



Posibilidad de otros tipos de disposición, del usuario con respecto al tripode utilizándolo por uno de sus costados sin ocupar el pivote.

Utilización de la forma de cada herramienta para su posicionamiento evitando el giro

Se utiliza tanto el pivote desde el talón de apoyo como el pivote incorporado en la herramienta.

-Conclusiones:

La interfaz no generó problemas ni dudas para ser utilizada, por su parte el total de las herramientas simples pudieron ser inmovilizadas para ejecutar la actividad de limado. Es importante añadir que en la exploración del sistema se presentaron aun mayores posibilidades de uso generando posiciones más cómodas y con mayor seguridad corroborando la topografía del sistema, si bien se detectaron otras posibilidades de agarre estas no invalidan las ya propuestas, por lo que el brigadista puede utilizar la que estime conveniente y le dé una mayor seguridad.

El llevar esta actividad a una posición bípeda, disminuyó todos los riesgos que se generan con las actuales posiciones utilizadas, en las que se encuentran los riesgos de quemadura, los cortes al tratar de estabilizar la herramienta y problemas musculares generados por tratar de equilibrar la posición, la utilización de herramientas de desbaste en el sentido contrario, el trabajo en cuclillas, etc.

Por otro lado el cambio de un eje de presión rígido por una cuerda metálica fue aceptada por los brigadistas, ya que, generó una mayor amplitud de pivote y la utilización de los otros dos lados del trípode, así también la posibilidad de restar material y por lo tanto peso.

Finalmente los usuarios al terminar su prueba expresaron que actualmente en terreno el limado de las herramientas puede llegar aproximadamente a un 60 % en su calidad de filo, y con este sistema consideran que la calidad del filo llegaría a fluctuar entre el 90% y el 100% ya que les permite mantener los ángulos establecidos para cada filo. Es por ello que este sistema se vería traducido en una mayor eficiencia tanto en la actividad de mantención como en la actividad de construcción de líneas.

Validación en la línea de fuego (terreno adverso y con situación de presión)

Se realiza una prueba a una brigada verificando en terreno datos respecto al usuario, su manejo con la interfaz y tiempos, procurando así recolectar datos que ayuden a la interpretación de la interacción con el usuario real en una condición real. Para finalmente detectar si hay una aceptación por parte del personal y cuantificar beneficios.



Fig. 36 Construyendo línea de fuego

EN TERRENO...



Fig. 37 Fotografías de la prueba de maqueta en la línea de fuego

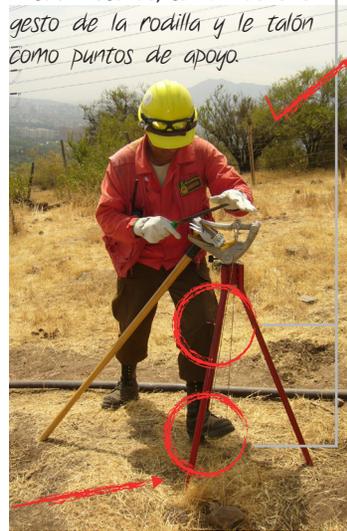
Crestos en el equilibrio y la aplicación de fuerza.

-Posición de los pies para el trabajo en pendiente.
-Utilización de las rodillas como punto de apoyo y ayuda para ejecutar la fuerza



La Pendiente

Trabajo en contra de la pendiente
Postura estable, se mantiene el gesto de la rodilla y le talón como puntos de apoyo.



Trabajo a favor de la pendiente. Postura inestable



Actualmente

-Zonas que causan dolor por la presión y corte del torrente sanguíneo.



El filo

-Agarre inestable por lo que la lima tiende a girar y redondear el filo



En zonas de pendientes muy pronunciadas se detecta una nueva posición, la que engancha la pierna con el tripode sin perder la posición de equilibrio en los pies.

Se mantiene el uso del cuerpo como tope de la herramienta.



Se recomiendan la apertura de la horquilla a una distancia de 11 cm. para la entrada de 3 dientes del McLeod y su mejor posicionamiento

Datos obtenidos

Antes de comenzar la actividad el Jefe de Brigada indicó lo siguiente:

	Tiempo de reparación	Calidad de filo	Posición para la reparación
Herramientas	2-3 Min por herramienta	Entre un 60%	Básicamente cuclillas

Terminado el cortafuego y realizado mantenencias con el objeto de agarre ,algunos resultados obtenidos son:

Ejemplos:

	Tiempo de reparación	Calidad del filo	Posición para la reparación
McLeod	1:01 Min.	Entre el 90% y 100%	En posición bípeda
Pala	0:47 Min.		
Rozón	0:24 Min. por lado		

Entendimiento: El tiempo en lograr posicionar las herramientas para su desbaste fue despreciable.

Tiempo de mantención: El tiempo de reparación fue reducido en más de un 50% del 100% de las herramientas. Llegando tener una reparación del filo en todas las herramientas en un lapso no superior al minuto y medio por cada una.

Esfuerzo realizado: Los brigadistas indicaron que el esfuerzo realizado mientras sostuvieron la actividad de limado, fue mínimo en comparación a como se realiza actualmente la actividad.

Calidad de trabajo: Los brigadistas indican que al poder posicionarse pueden dar el ángulo requerido para el desbaste, por lo que a simple vista la calidad del filo cumple con los estándares requeridos.

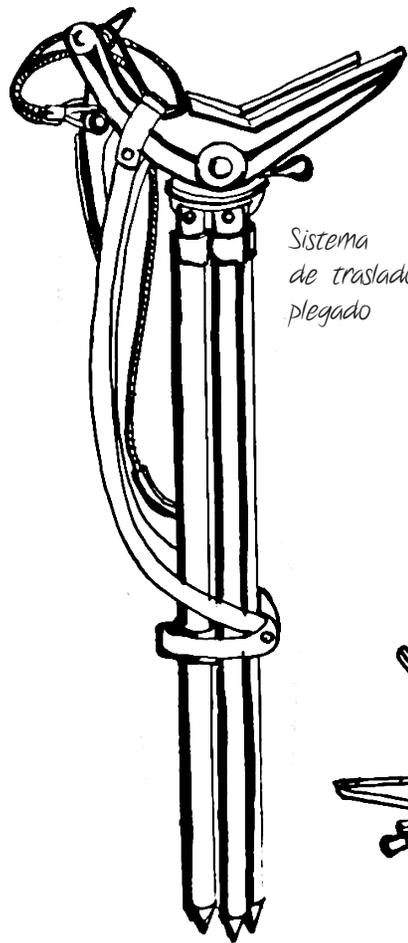
Opinión del sistema: Al preguntar la opinión del sistema que utilizó, esta fue positiva, refiriéndose a términos como reducción de tiempo,

comodidad, seguridad y la posibilidad de utilizarlo en cualquier lugar.

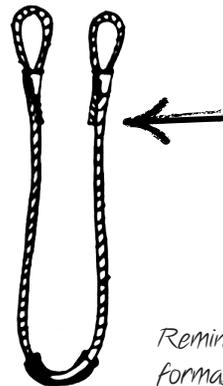
Finalmente se determina que la incorporación de este sistema a la carga de herramientas forestales, proporciona seguridad y eficiencia en el trabajo.

Se cubren todos los aspectos del trabajo, línea de fuego, puesto cero y cuartel para la reparación y se incorpora la posición bípeda en la actividad eliminando todos los riesgos de quemaduras por el contacto con el suelo y sobreesfuerzos por trabajo en cuclillas. Por otro lado la reducción de 2 Min. en la reparación puede llegar a significar el avance aprox. de 2 metros cuadrados por brigadista, si a esto le sumamos el mejoramiento de su herramienta y por consiguiente una mayor eficiencia en el avance esta cifra va en alza. Reduciendo así la cadena de pérdidas de incalculable valor que se producen cada año.

Aplicación de conclusiones y diseño final del producto



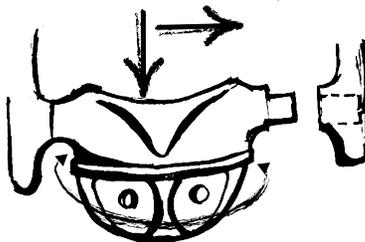
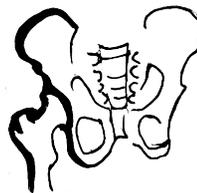
Sistema de traslado plegado



Sistema de estrobo tipo cesta de ojo simple

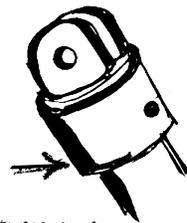
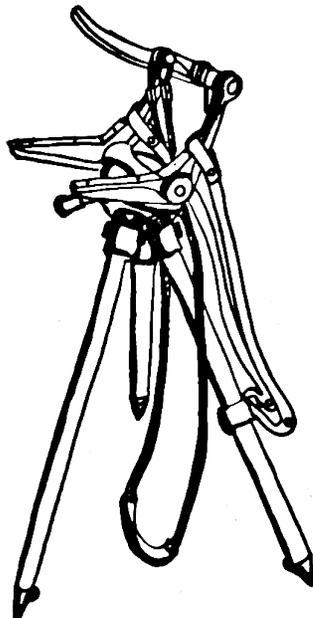
Duplica la resistencia de la cuerda metálica

Reminiscencia de formas orgánicas para concepto de fundido



Sistema de giro central con 3 posiciones

Sistema en posición de acción



Conectores para articulación

PRODUCTO FINAL





Cabezal



..... MODO TRASLADO



..... MODO NEUTRO



..... MODO TRABAJO

Ficha Técnica

Ficha Técnica

Nombre : Prensil

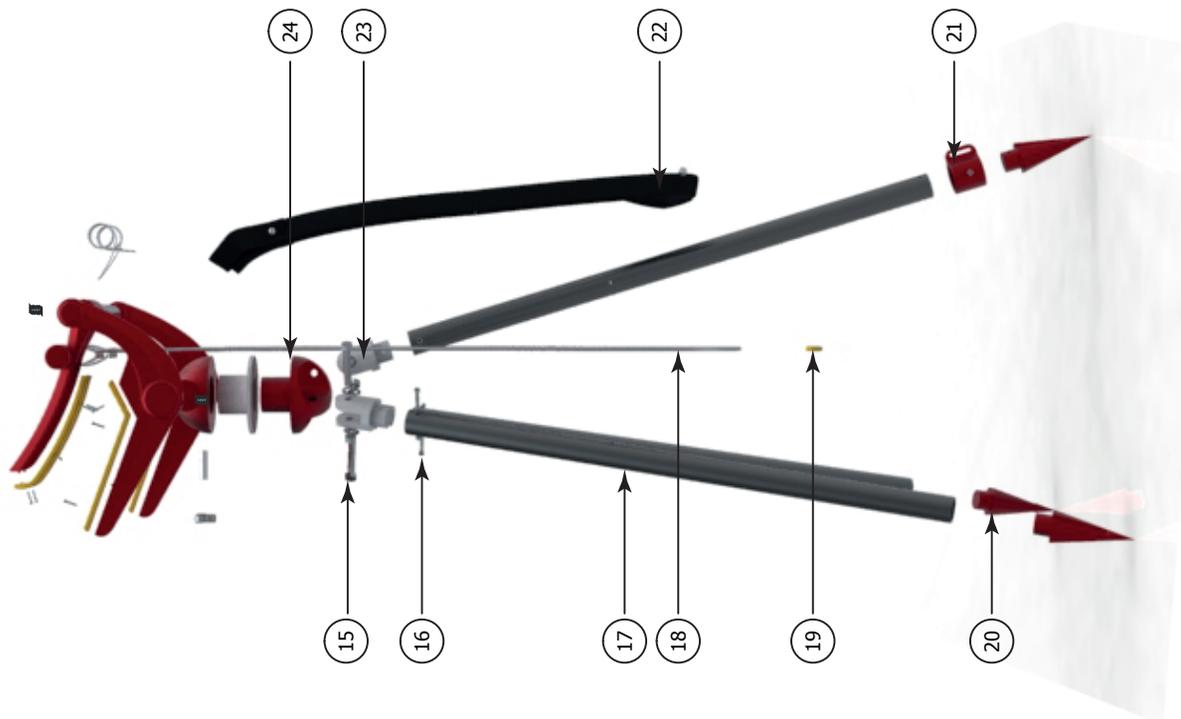
Altura abierto : 105 cm.

Altura cerrado : 100 cm.

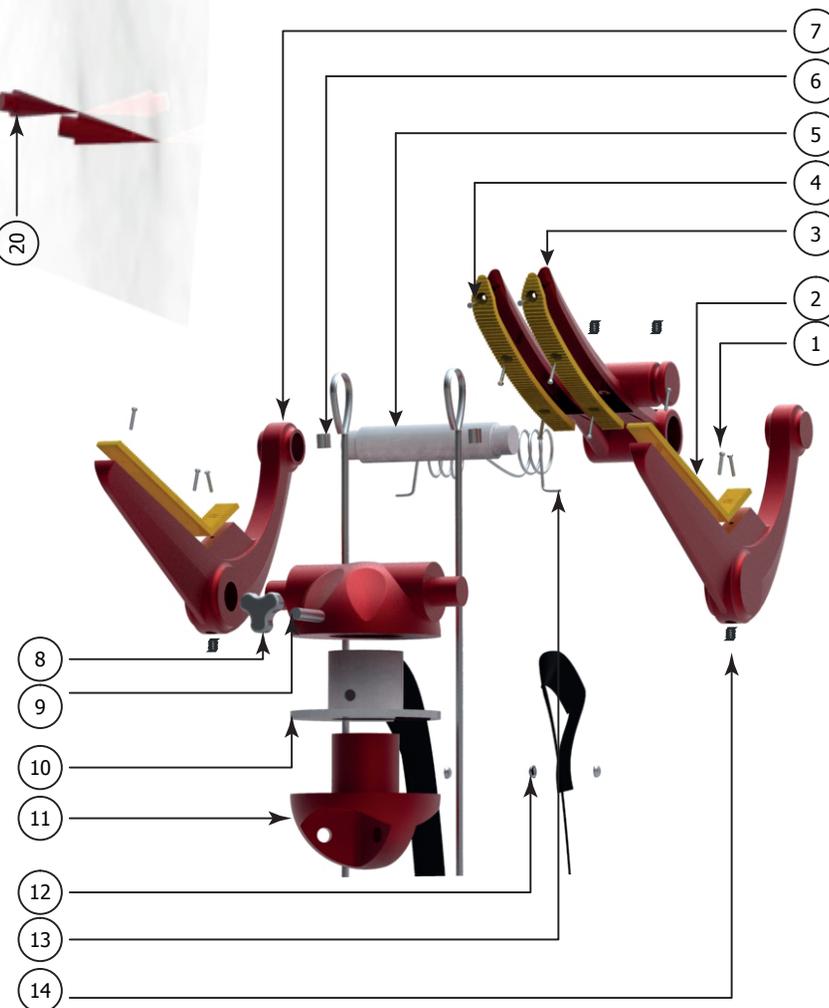
Peso : 6 Kg.

Materiales : Aluminio / Poliamida

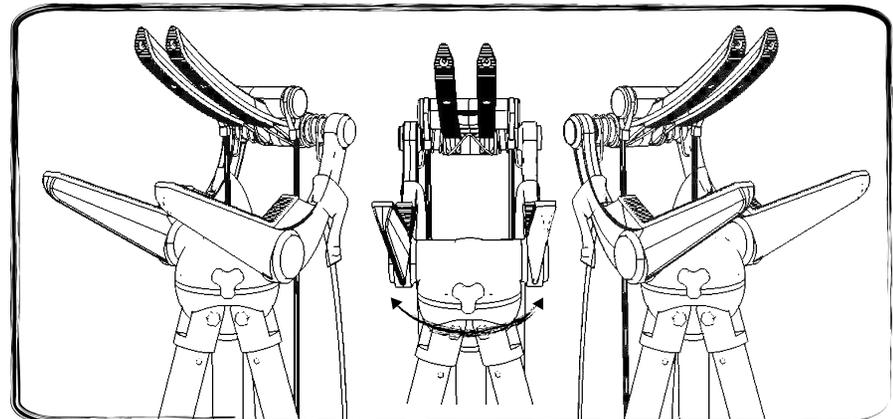
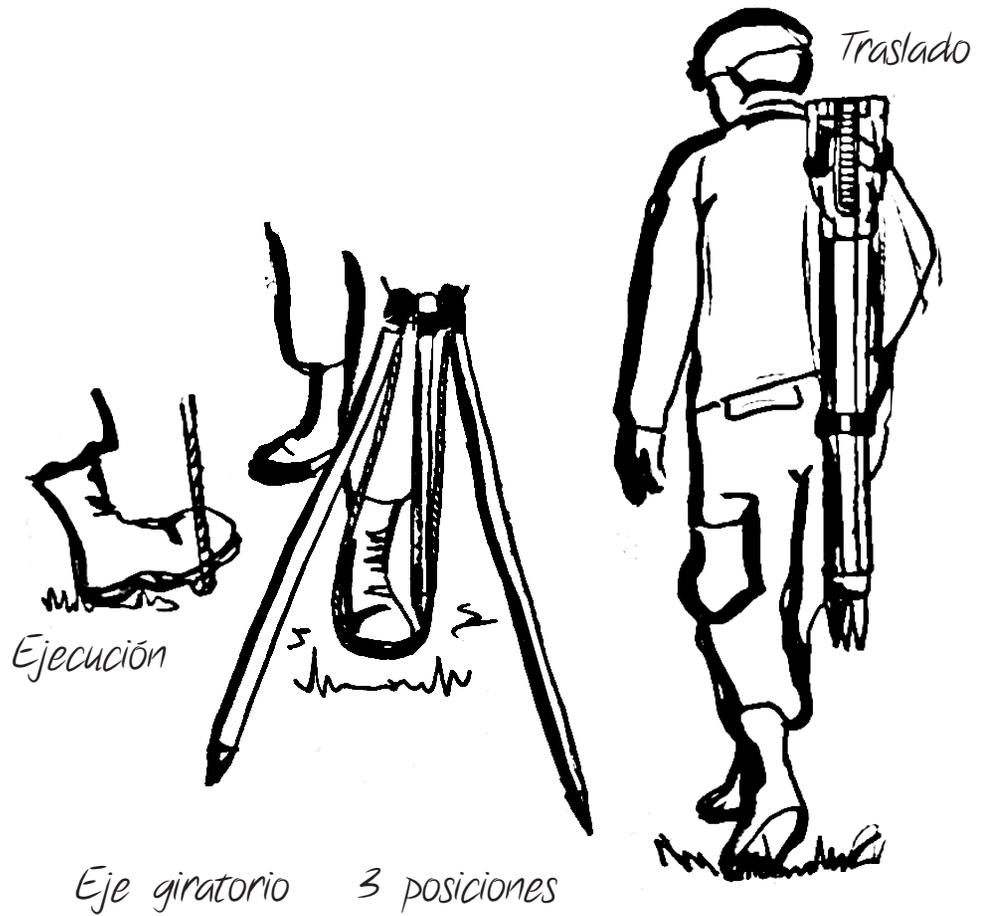
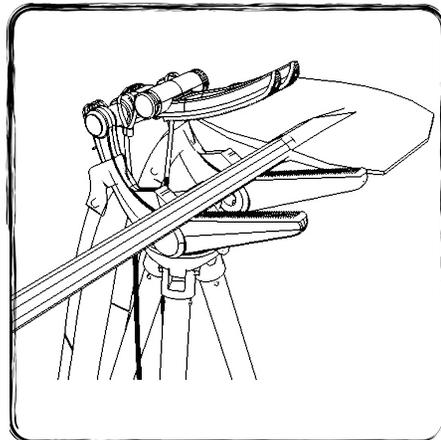
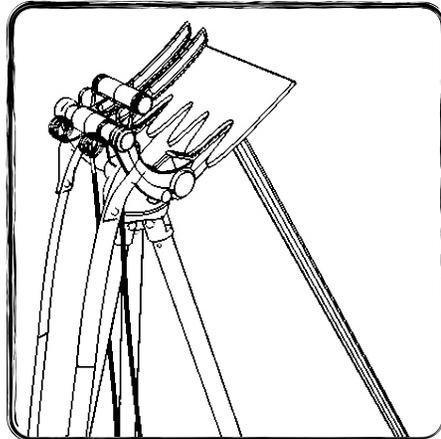
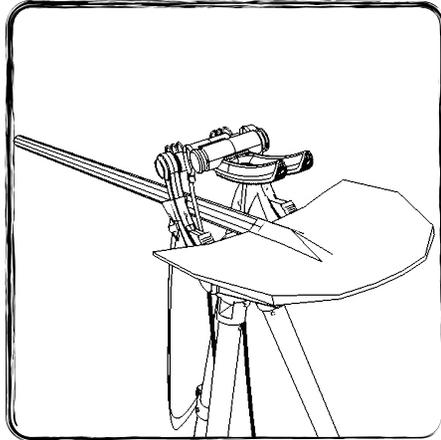




Número	Nombre de la pieza	Cantidad	Unidad de control	Observaciones
1	Perno	12	milímetros	1/8"*1/2"
2	Poliuretano inferior	2	milímetros	
3	Pieza prensil	1	milímetros	
4	Poliuretano superior	2	milímetros	
5	Eje de poliamida	1	milímetros	
6	Abrazador tubular	2	milímetros	
7	Lateral horquilla	2	milímetros	
8	Perilla de ajuste	1	milímetros	
9	Hilo	1	milímetros	Hilo simple \varnothing 5/16"
10	Buje	1	milímetros	
11	Pieza central inferior	1	milímetros	
12	Broche hembra /macho	3	milímetros	
13	Resorte	1	milímetros	
14	Prisionero	4	milímetros	3/8"*3/8" hilo simple
15	Perno + golilla + tuerca (1)	3	milímetros	3/8"*2" hilo simple
16	Perno + golilla + tuerca (2)	4	milímetros	1/8"*1 1/2"
17	Tubo aluminio	3	milímetros	\varnothing 1 1/4"*3.0*700 mm.
18	Cable metálico	1	milímetros	galvanizado \varnothing 3/16"
19	Tubo poliuretano	1	milímetros	\varnothing 5/16" (pedal)
20	Puntas	3	milímetros	
21	Pasador cinto	1	milímetros	
22	Cinto	1	milímetros	
23	Conector poliamida	3	milímetros	
24	Pieza central superior	1	milímetros	



Posiciones de las herramientas



Modo de uso



Fig. 38 Fotomontaje

ASPECTOS DE PRODUCCIÓN

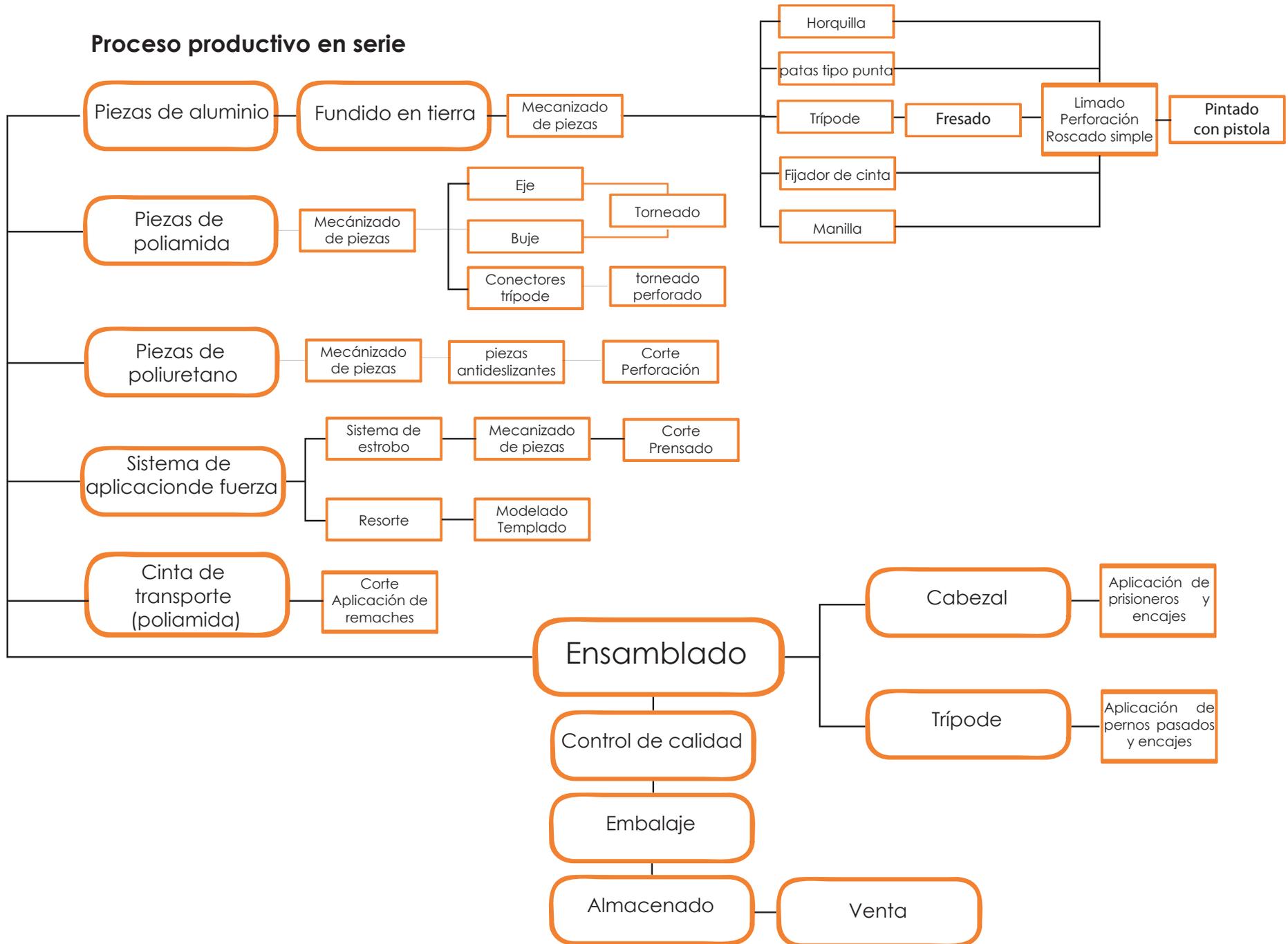
Aspectos estructurales, materiales y procesos productivos

Se diseñan piezas pensando inicialmente en una producción para micro empresas, la cual pueda ser ejecutada sin la necesidad de mitigar costos por efectos de matrices.

Teniendo como base el método de fundición en tierra y el mecanizado simple de piezas

También el sistema de producción y armado utilizado permite tener repuesto de cada una de las piezas del sistema por separado.

Proceso productivo en serie



Costos, beneficios y proyecciones.

La estimación de costos se hará bajo la supuesta necesidad de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), tomando solo las unidades operativas a la fecha, ya que existen más de las mencionadas en esta estimación.

Brigadas de Combate de Incendios Forestales

Temporada 2010-2011

(Operativas a la Fecha)

Total nacional de brigadas	Total de brigadistas
61	909

Estimando que puede ser utilizada una herramienta por cada cuadrilla como mínimo esto arroja un total de 122 herramientas.

Tratándose de una producción inicialmente para una micro-empresa¹⁴ se proyecta una evaluación de costos por partes fabricadas en distintas empresas las que luego serán ensambladas.

Costos	Valor Neto	IVA	Valor total
Costo Unitario Materia Prima	\$ 29.703,82	\$ 5.643,7258	\$ 35.347,55
Costo Unitario Maquila (Mecanizado + Armado)	\$ 17.219,32	\$ 3.271,67	\$ 2.0491
Costo Total Primo Unitario	\$ 46.923,14	\$ 8.915,396	\$ 55.838,55

Proyección de Costos, EERR y Ventas

Estado de Resultados Proyectado Primeros 6 meses	
Ingreso por ventas	\$ 13.279.212,00
Costo Por Ventas	(\$ 6.639.623,08)
Margen de Contribución	\$ 6.639.588,92
Gasto Diseñador (Costo Fijo)	\$ 4.800.000
Resultado Operacional	1.839.588,92
Impuesto a la Renta 18,5%	(\$ 340.323,95)
Resultado del Ejercicio	\$ 1.499.264,97

Datos:

Metodología Utilizada:	Costeo Directo o Variable.
Precio de Venta Unitario:	\$ 108.846.-
Cantidad de Unidades Producidas:	122 unidades
Costo de Venta Unitario:	\$ 54.423,14.-
CIF Variables Unitarios:	\$ 5000.-

¹⁴Se considera micro empresa a toda entidad que ejerce una actividad económica de forma regular, ya sea artesanal u otra, a título individual o familiar o como sociedad, y cuyas ventas anuales son inferiores a 2.400 UF

Estado de Resultados Proyectado 6 meses siguientes	
Ingreso por ventas	\$ 21.769.200
Costo Por Ventas	(\$ 10.884.628)
Margen de Contribución \$	10.884.572
Gasto Diseñador (Costo Fijo) 0	
Resultado Operacional	\$ 10.884.572
Impuesto a la Renta 18,5%	(\$ 2.013.646)
Resultado del Ejercicio	\$ 8.870.926

Datos:

Metodología Utilizada:	Costeo Directo o Variable.
Precio de Venta Unitario: \$	108.846.-
Cantidad de Unidades Producidas:	200 unidades
Costo de Venta Unitario: \$	54.423,14.-
CIF Variables Unitarios: \$	5000.-

Detalles:

Costo unitario de materiales

Parte	Item	Costo estimado	Unidad	Cantidad	Total
Cabecal	Fundido de piezas aluminio (horquilla y pieza de presión)	\$4.500	Kg.	2 Aprox.	\$9.000
	Barra poliamida ø 1"	\$4.284	Mt.	0.12	\$ 514
	Resorte			1	\$3.500
	poliamida ø 4" (buje)	\$ 15.136	Mt.	0.3	\$ 454
	Poliuretano 1.5*0.5*18.5 cm.			2	\$1200
	Poliuretano 1.5*0.5*15 cm.			2	\$ 900
	Hilo ø 5/16"	\$ 600	Mt.	0.4	\$ 24
	Cable acero galvanizado ø 3/16"	\$ 690	Mt.	2	\$1.380
	Poliuretano ø 5/16" (pedal)			15 cm	\$ 650
	Pintura con pistola oleo sintético + diluyente				\$ 115
trípode	Tubo aluminio ø 1 1/4"*3.0*7250 mm.	\$23.931	Mm.	2.100	\$6.931
	Barra poliamida ø 41mm	\$ 5.355	Mt.	0.21	\$ 1.124,55
	Fundido de pieza en aluminio (conector de tubos, fijador cinta y patas tipo punta)	\$ 4.500	Kg	1.5 Aprox.	\$ 6.750
Uniones	Prisionero 3/8"*3/8"	\$ 180	Uni.	4	\$ 720
	Perno 1/8"*1/2"	\$ 5	Uni.	12	\$ 60
	Perno 3/8"*2" + tuerca hilo corriente	\$ 150	Uni.	3	\$ 450
	Perno + golilla + tuerca 1/8"*1 1/2"	\$ 90	Uni.	4	\$360
	Abrazadera tubular para cables	\$ 150	Uni.	2	\$ 300
Sistema de traslado	Cinta nylon	\$ 300	Mt.	3	\$ 900
	Remache metálico	\$ 5	Uni.	3	\$ 15

*Valores con IVA incluido

Se considera prorratear el costo por diseño, tomándolo como una inversión inicial solo para las primeras 122 unidades, dejando las siguientes producciones libres de este concepto.

Diseñadores	Tiempo	Sueldo	Total
1	6 meses	\$ 800.000 mensuales	\$ 4.800.000

Costo por diseño por unidad: \$ 39.344

El costo por diseño está por debajo del margen de contribución, por lo que la primera partida de 122 unidades no genera pérdidas.

Alcances:

- Las herramientas utilizadas por los brigadistas forestales, fluctúan entre los \$30.000 y \$40.000 cada una.
- Un tornillo mecánico más un banco de trabajo tiene un valor superior a los \$ 100.000

Proyecciones en el mercado

Mercado Interno:

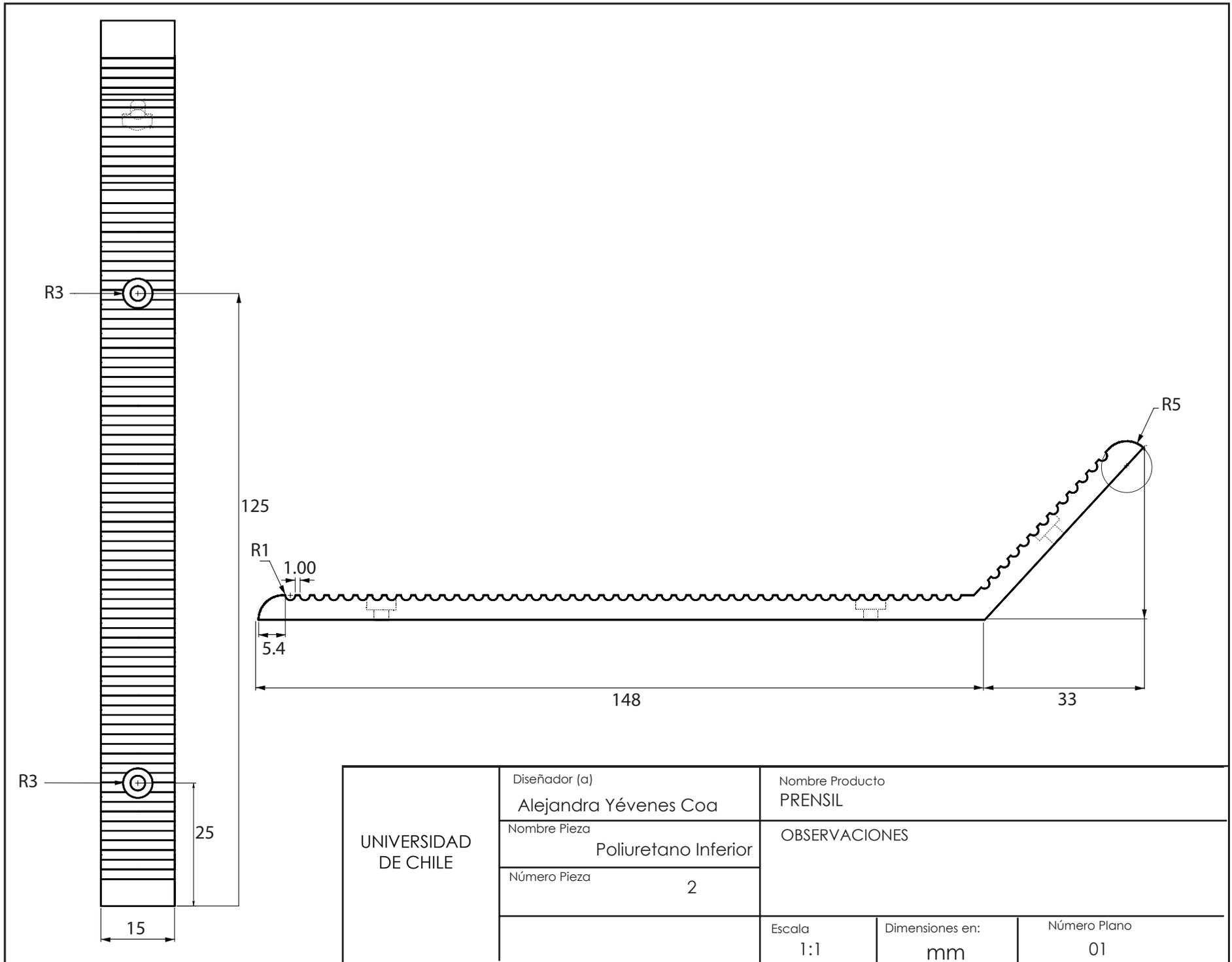
- CONAF
- Empresas forestales : Las empresas forestales se ven en la misma necesidad de mantener sus herramientas en las jornadas laborales, solo en Chile las empresas dedicadas al rubro forestal contratan 4.000 trabajadores a comienzos de cada temporada y por los meses de Octubre a Marzo para enfrentar los incendios forestales. Siendo estas la segunda actividad económica más grande del país.
- Uso doméstico (por definir).

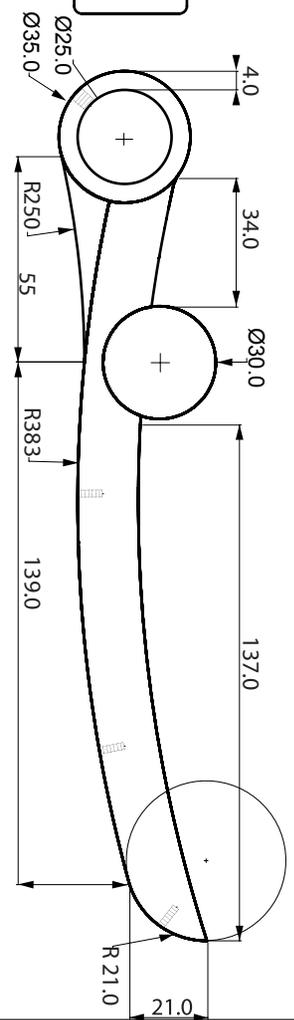
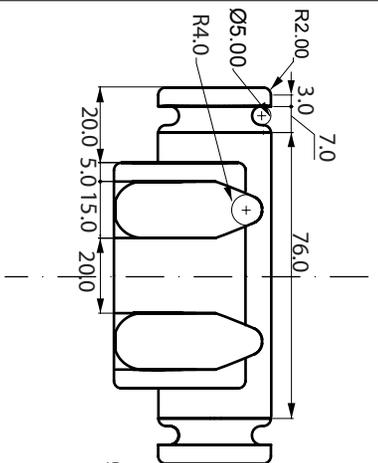
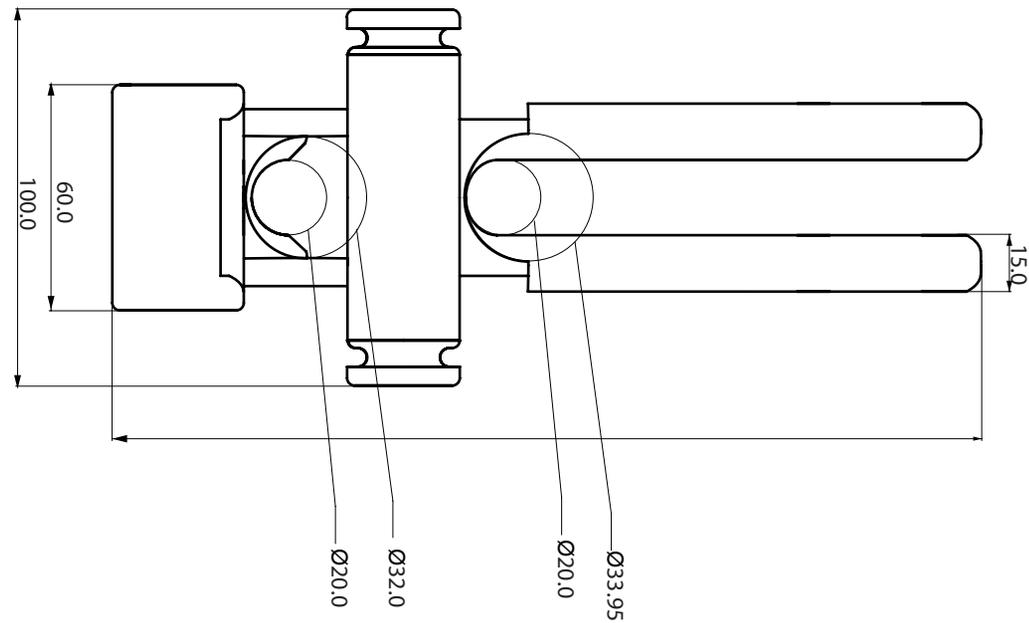
Mercado externo:

Buscar la certificación para exportación para mercados como :

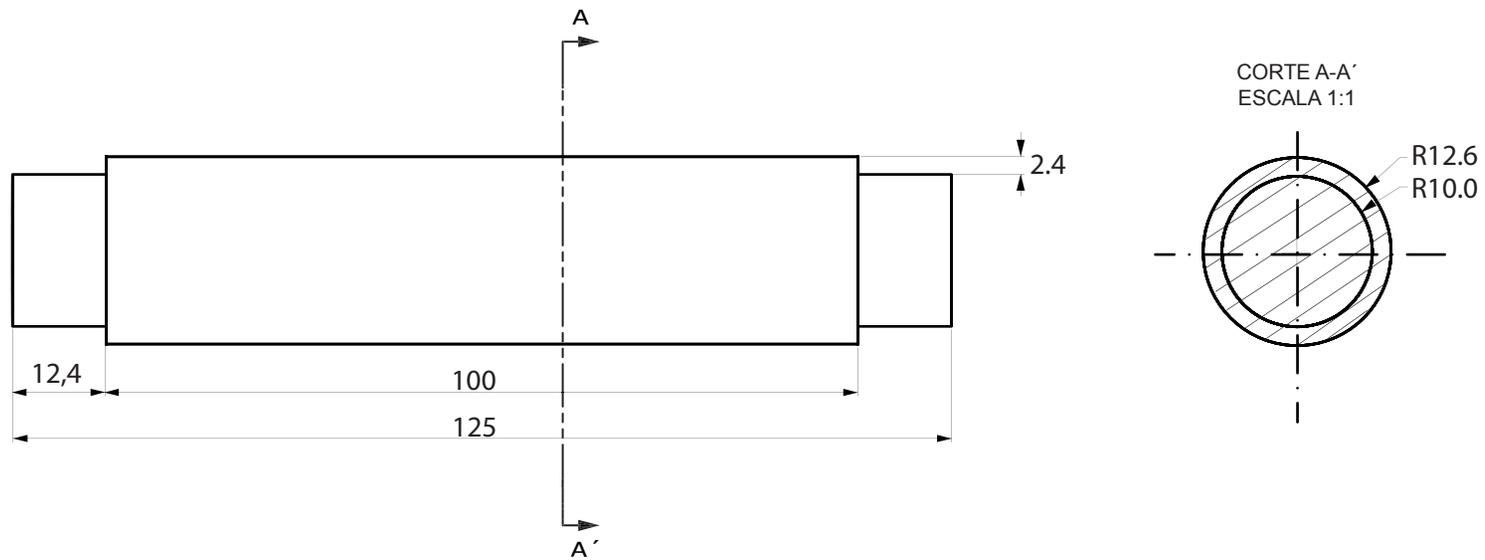
- Brigadas de control del fuego en el país que lo requieran.
- Empresas forestales a nivel mundial.

PLANIMETRÍA

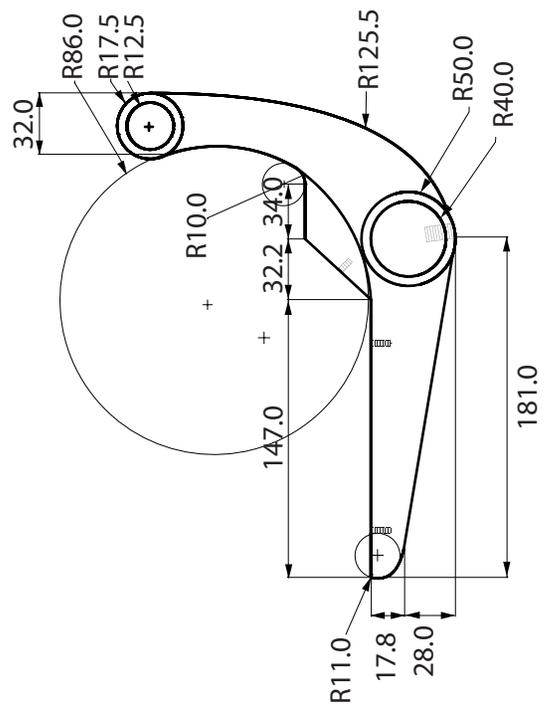
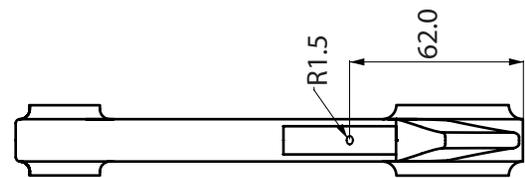
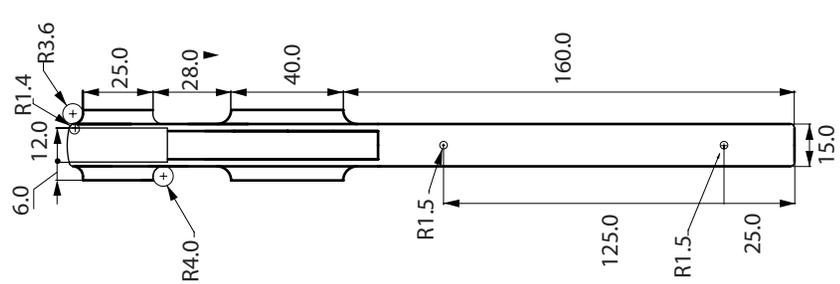




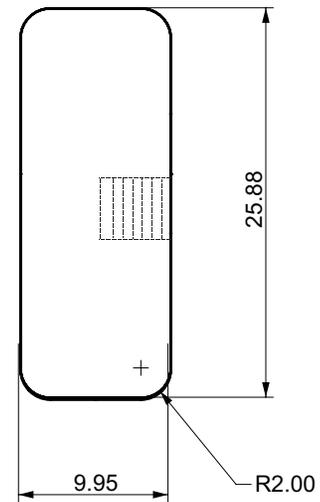
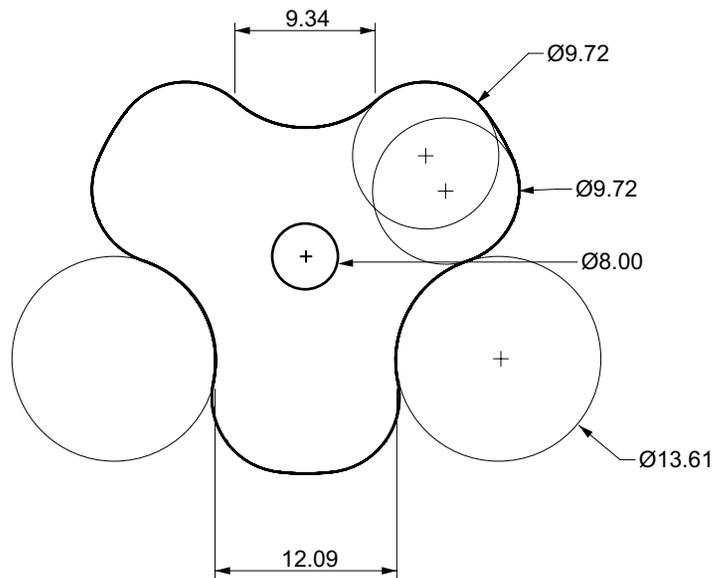
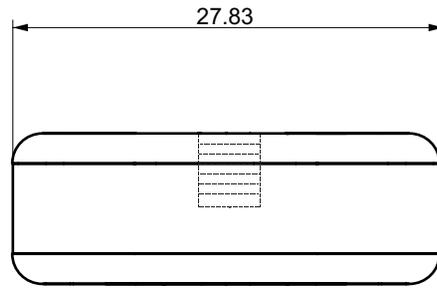
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa	Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Pieza Prensil	OBSERVACIONES		
	Número Pieza 3			
	Escala 1:2	Dimensiones en: mm	Número Plano 02	



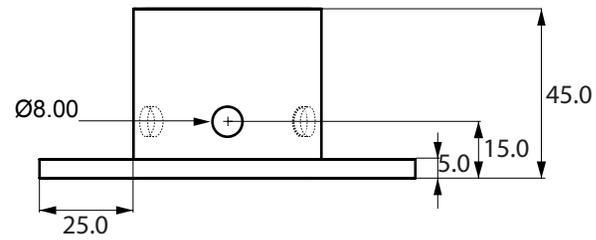
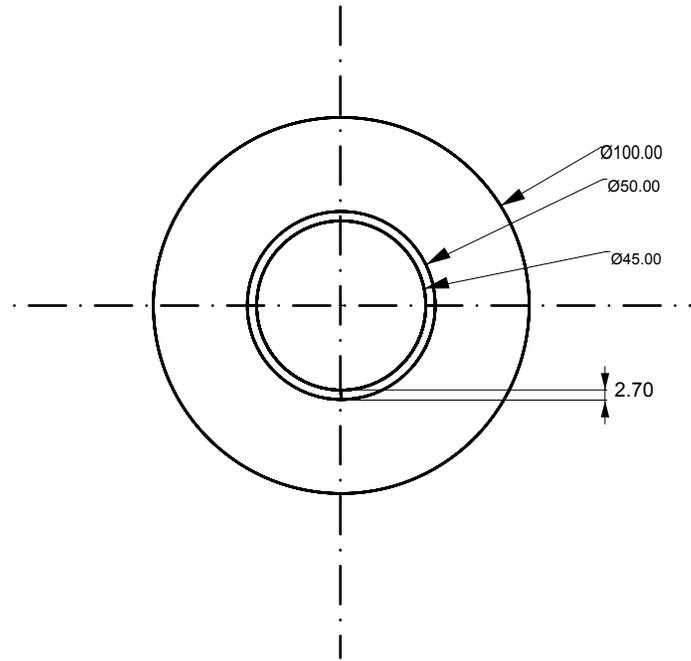
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa	Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Eje de poliamida	OBSERVACIONES		
	Número Pieza 5			
		Escala 1:1	Dimensiones en: mm	Número Plano 03



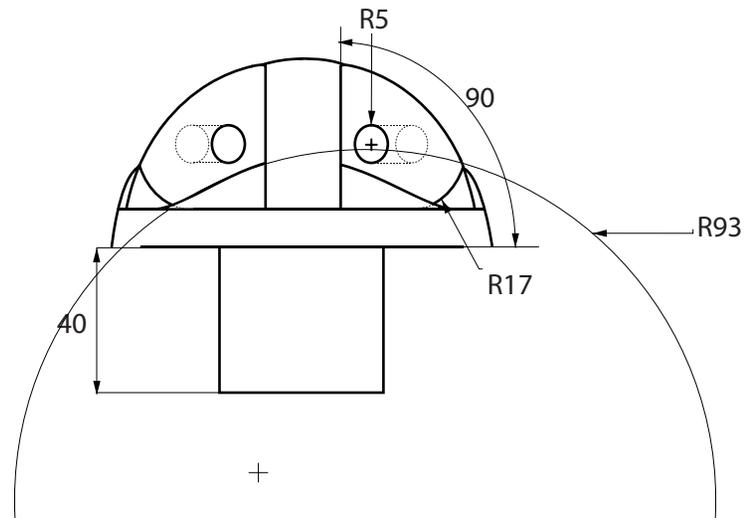
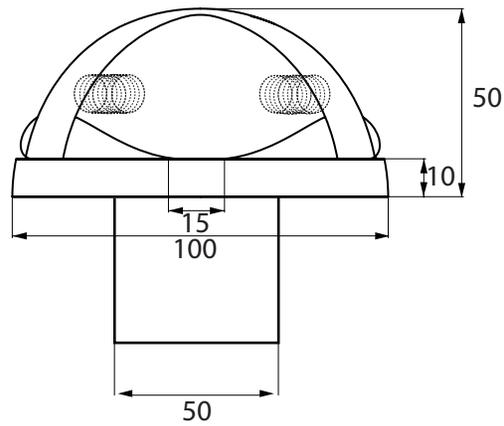
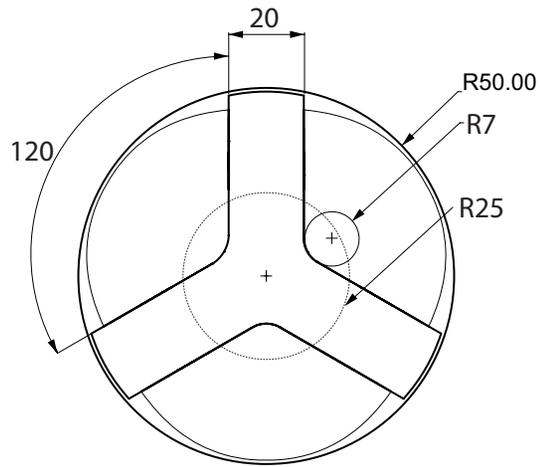
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa		Nombre Producto PRENSIL	
	Nombre Pieza Lateral Horquilla		OBSERVACIONES Al ser mecanizada la pieza pasa a ser izquierda o derecha	
	Número Pieza 7			
			Escala 1:3	Dimensiones en: mm



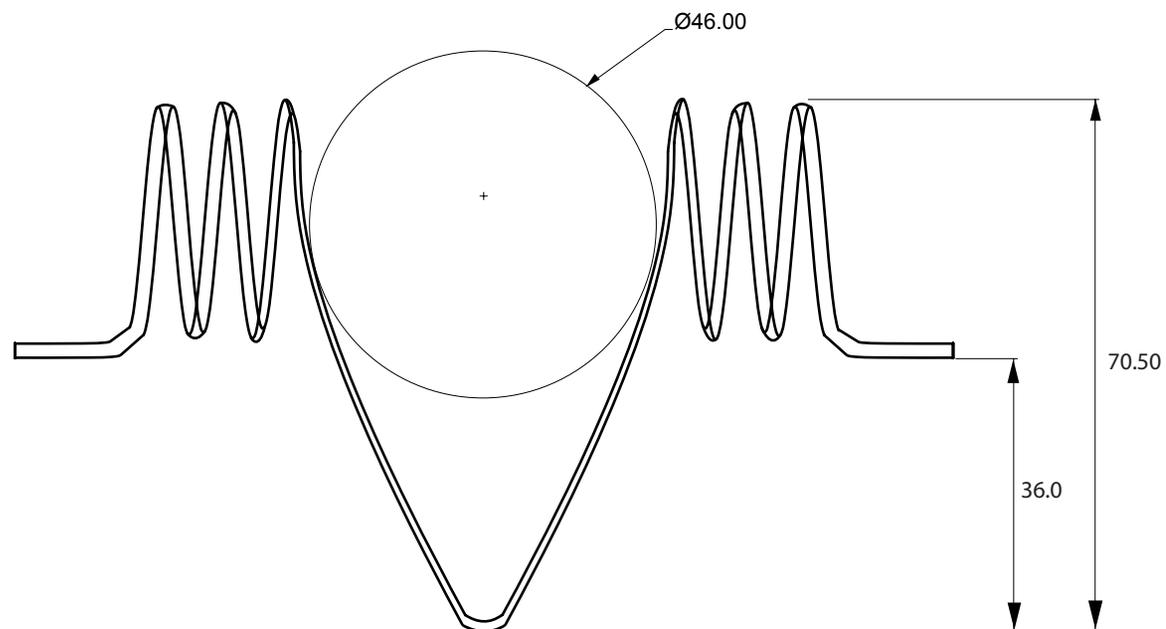
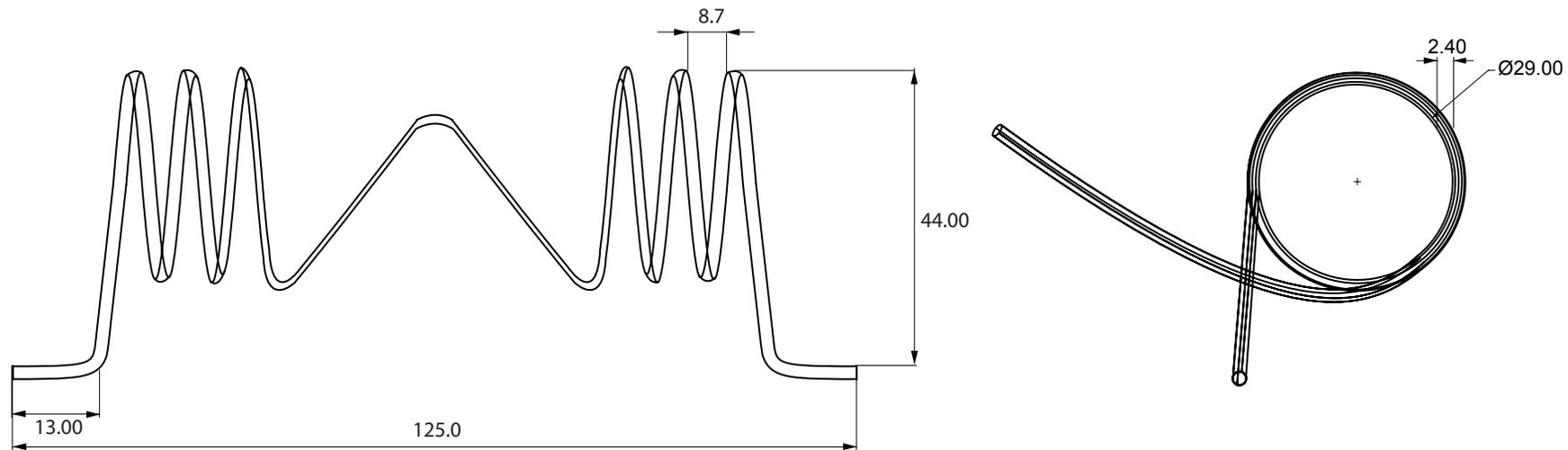
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa		Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Perilla de ajuste		OBSERVACIONES		
	Número Pieza 8				
			Escala 1:1	Dimensiones en: mm	Número Plano 05



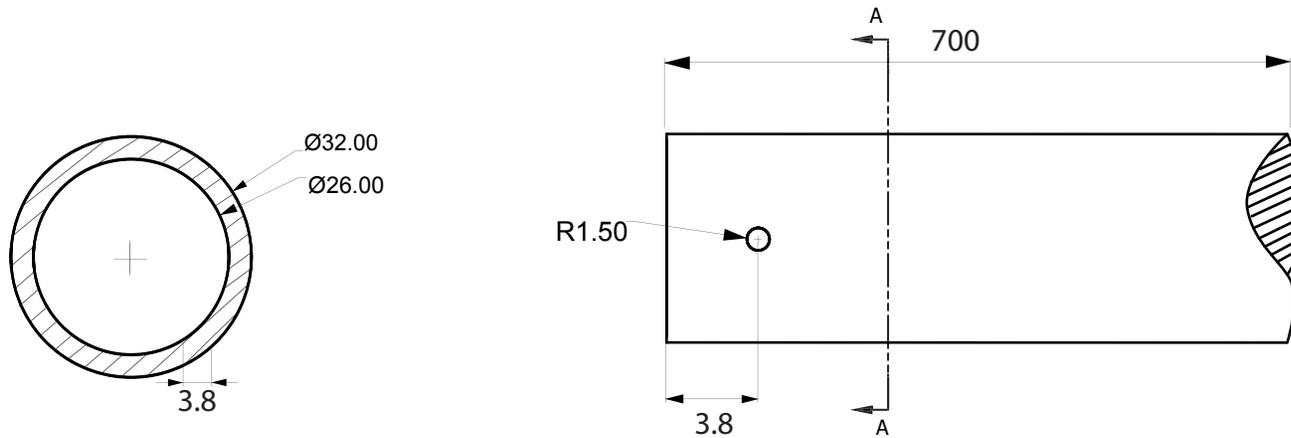
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa		Nombre Producto PRENSIL	
	Nombre Pieza Buje		OBSERVACIONES	
	Número Pieza 10			
			Escala 1:2	Dimensiones en: mm



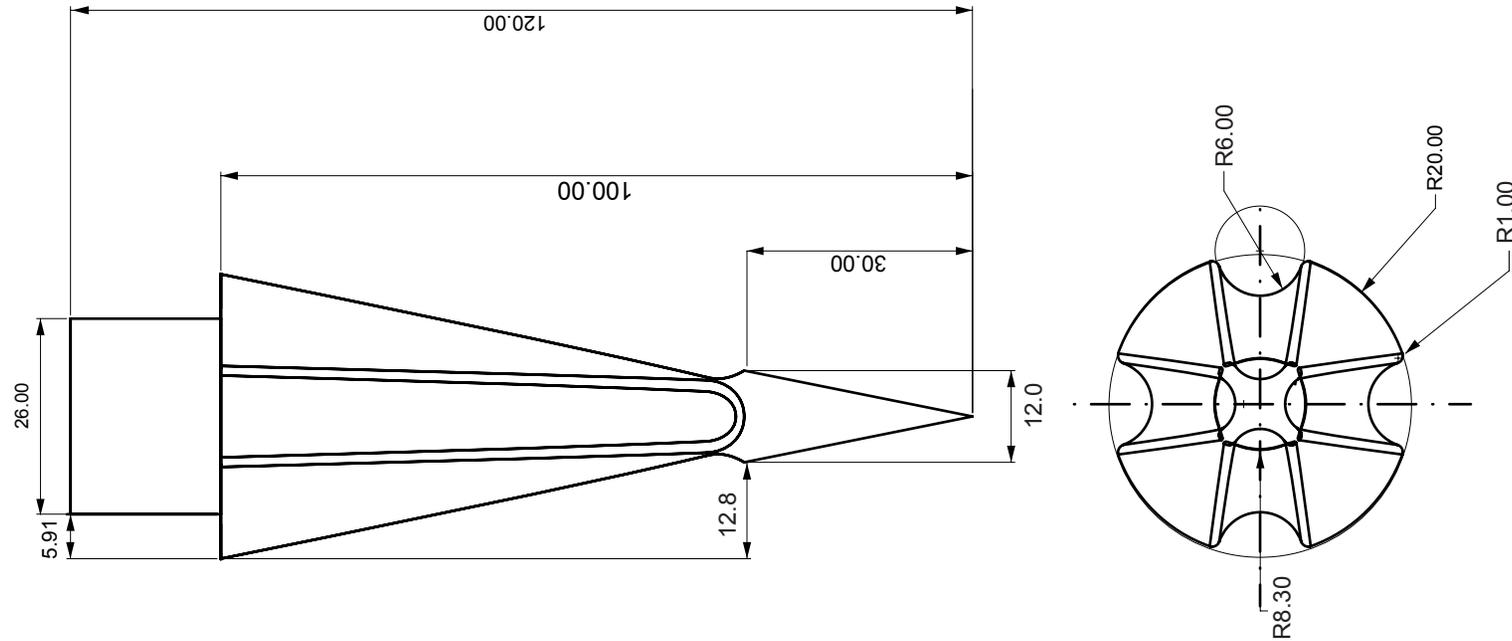
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa	Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Pieza central inferior	OBSERVACIONES		
	Número Pieza 11			
		Escala 1:2	Dimensiones en: mm	Número Plano 07



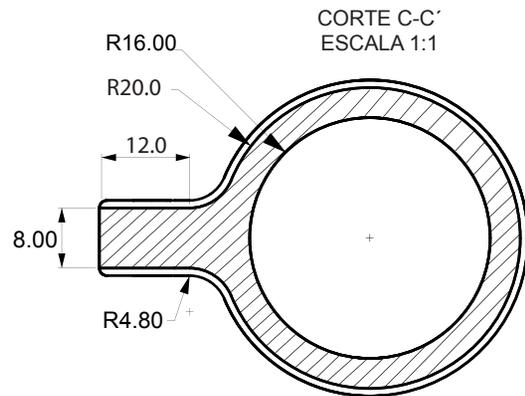
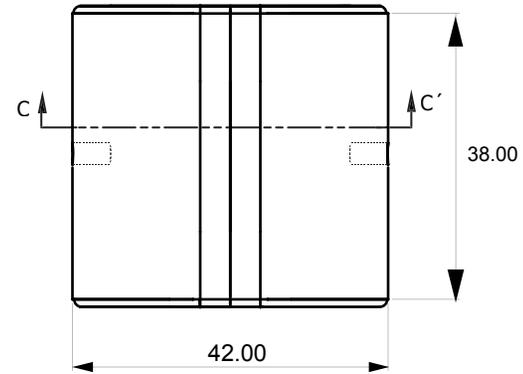
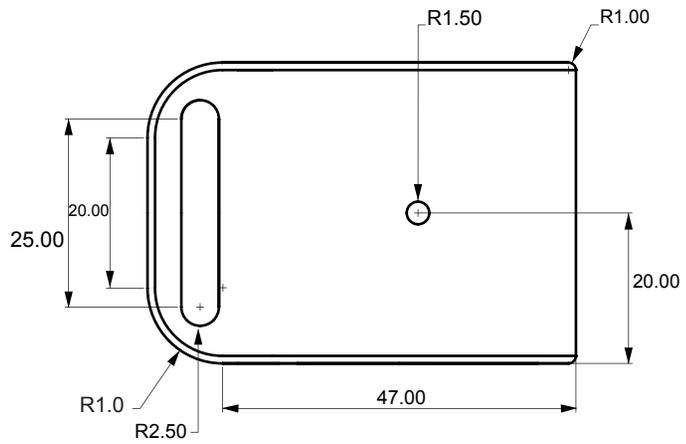
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa	Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Resorte	OBSERVACIONES		
	Número Pieza 13			
		Escala 1:1	Dimensiones en: mm	Número Plano 08



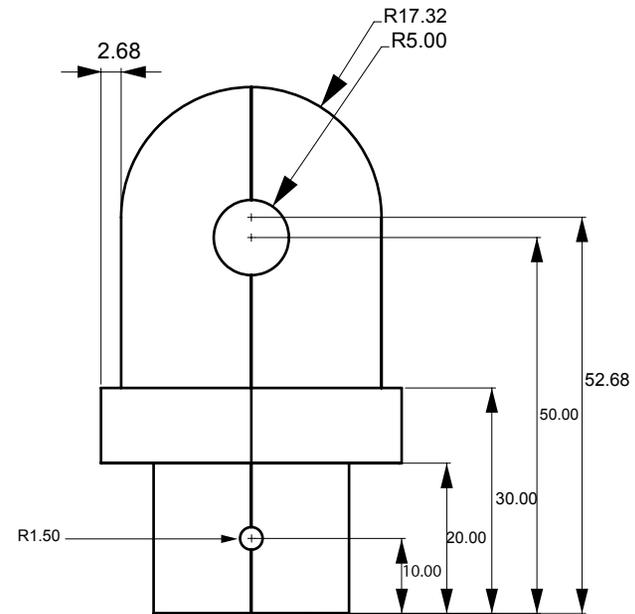
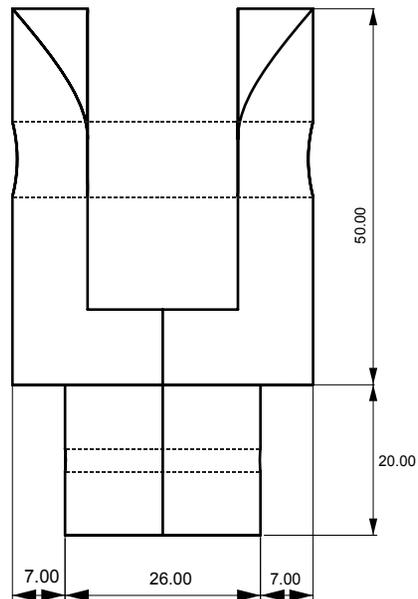
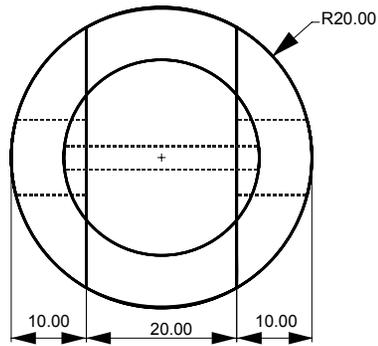
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa	Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Tubo aluminio	OBSERVACIONES		
	Número Pieza 17			
		Escala 1:1	Dimensiones en: mm	Número Plano 09



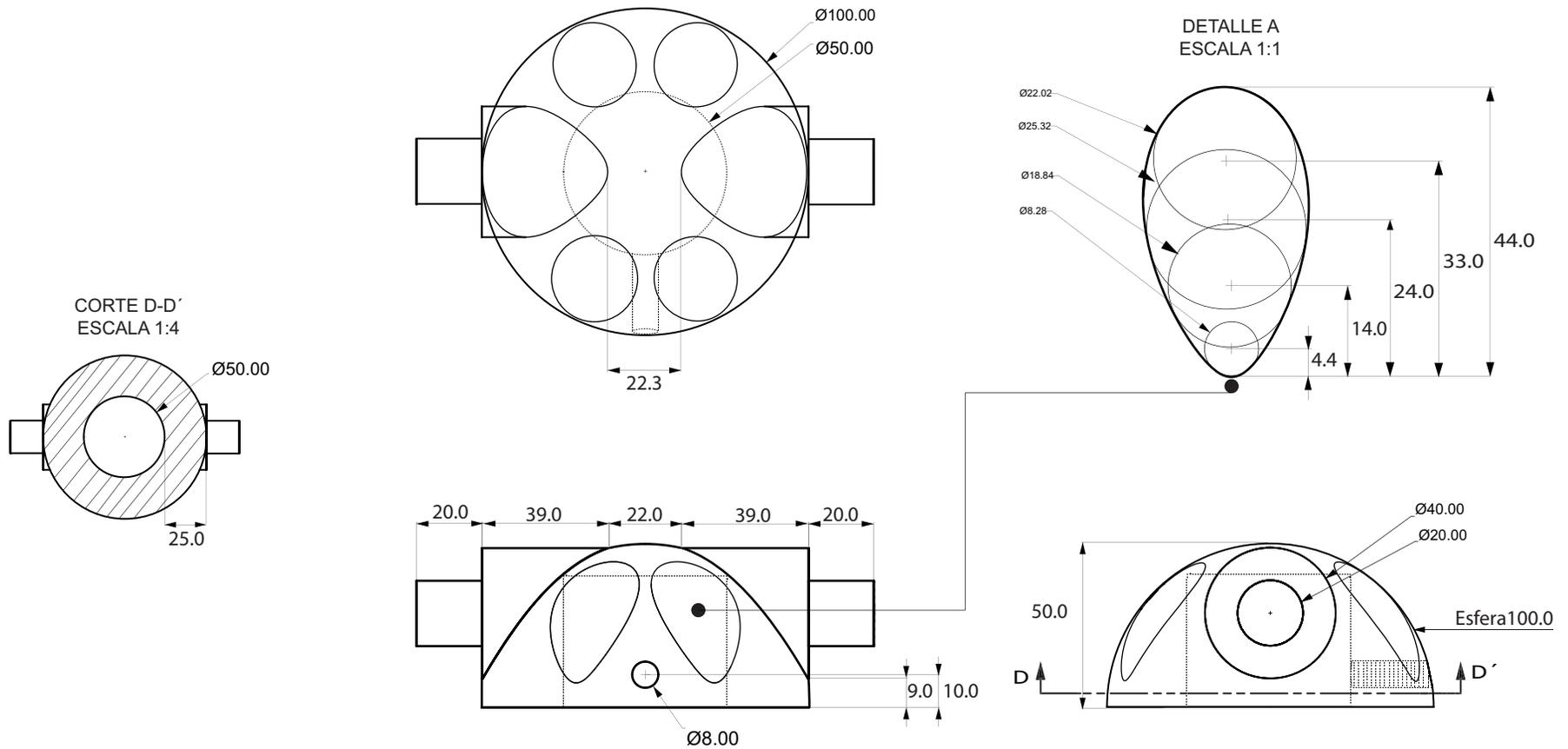
UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa	Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Punta	OBSERVACIONES		
	Número Pieza 20			
	Escala 1:1	Dimensiones en: mm	Número Plano 10	



UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa	Nombre Producto PRENSIL		
	Nombre Pieza Pasador cinto	OBSERVACIONES		
	Número Pieza 21			
		Escala 1:1	Dimensiones en: mm	Número Plano 11



UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a) Alejandra Yévenes Coa		Nombre Producto PRENSIL	
	Nombre Pieza Conector poliamida		OBSERVACIONES	
	Número Pieza 23			
			Escala 1:1	Dimensiones en: mm



UNIVERSIDAD DE CHILE	Diseñador (a)	Nombre Producto		
	Alejandra Yévenes Coa	PRENSIL		
	Nombre Pieza	OBSERVACIONES		
	Pieza central superior			
Número Pieza	24	Escala	Dimensiones en:	Número Plano
		1:2	mm	13

BIBLIOGRAFÍA

Libros y manuales

APUD, E., Gutiérrez, M., Lagos, S., Maureira, F., Meyer, F., y Espinoza, J., "Manual de ergonomía forestal" 1999

DUPONCHELLE, J., Manual del fundidor de metales, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1932

CHAVES, Norberto, El diseño Invisible: siete lecciones sobre la intervención culta en el hábitat humano. Buenos Aires, Paidós, 2005, 136 p.

MUNARI, Bruno, ¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual, 10ª edición, México, Editorial Gustavo Gili, SA, 2004, 383 p.

NORMAN, Donald., El Diseño Emocional: Por Que Nos Gustan(O No) los Objetos Cotidianos, Barcelona, Paidós, 2005

NORMAN, Donald., La psicología de los objetos cotidianos, Ed. cast, Madrid, Editorial NEREA S.A., 1990, 299 p.

KAPANJI A., Fisiología articular, tomo 1, Miembro superior, 6ª edición, Panamericana, [s.a], 376 p.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Tecnología básica en operaciones forestales, Roma, FAO,1983

Artículos y Papers

ACKERKNECHT Ihl, C., Mendoza Olavarria, S. Diagnóstico y Estrategias para la Gestión de Prevención de Riesgos en Incendios Forestales (a) [En línea] Ciencia & Trabajo año 7, número 18, octubre/diciembre 2005 , Pág : 123/126 <www.cienciaytrabajo.cl>

URBINA POLO, I. ,Biónica. Rescate de Sistemas Naturales. Parte 1, Diario Economía Hoy, sección de Arquitectura, 1997

CASTILLO Soto, M., Incendios Forestales y Medio Ambiente: Una síntesis global, Laboratorio de Incendios Forestales, Universidad de Chile, Santiago, [s.a]

CAÑADA, J., Van Hou, M., Donald Norman y el diseño emocional, [s.a], 74-77 p.

CARBALLO Leyenda, A., Ávila Ordás, M., López Satué, J., Pernía Cubillo, R., Rodríguez-Marroyo, J., Villa Vicente,J., Sobreesfuerzo en personal especialista en extinción de incendios forestales (P.E.E.I.F.), [s.a]

HEKKERT VIP P., VAN DIJKT M., Diseñando desde el contexto Bases y aplicación del acercamiento ViP [s.a]

LAGOS Padilla S., Orellana Yáñez A., APUD SIMON ,E., Evaluación fisiológica de postulantes a brigadistas forestales como proceso preventivo en seguridad y salud ocupacional ,Ciencia y Enfermería XV (1) 2009, pág.: 89-97

LÓPEZ, J., Diez principios para un buen diseño según Dieter Rams, Revista Zona publicación semestral, N° 2, 2007, 38-43 p.

MEYER COHEN F., APUD SIMON ,E. , Aplicaciones ergonómicas para la mejoría del rendimiento de los brigadistas de incendios forestales.

Revista Ingeniería Industrial - Año 2, N°1 - Segundo Semestre 2003

Catálogos y folletos

Ackerknecht Ihl, C., Manual Prevención de riesgos en el combate de incendios forestales [En línea] Segunda revisión actualizada en 2010. Programa Prevención de Riesgos Forestales y Madereros. Asociación Chilena de Seguridad <www.achs.cl>

ACKERKNECHT,C., Folleto, Prevención de Riesgos en Combate de Incendios Forestales Uso y Mantenimiento de Herramientas de Mano (b), publicaciones ACHS.

Entrevistas

ARRIAGADA, J., Asistente de Operaciones del Departamento Manejo del Fuego de CONAF Región Metropolitana, Encargado de instrucción de mantenimiento y jefe de brigada, Cuartel Roble 1 y 2, 2011

FLORES Donoso, J., Ingeniero forestal, Jefe unidad de gestión manejo del fuego, región metropolitana de Santiago.Cuartel Roble 1. 2011

Sitios web (www: world wide web)

Creación de emociones, [en línea] <http://www.revistafaz.org/articulos_2/Faz_creacion_emociones_web.pdf>

Estándares de rendimiento y precios de insumos [en línea] <http://www.gestionforestal.cl:81/mg_03/gestion/heapg/costos/txt/02.htm>

Estrobos, [en línea], <<http://www.bruening.cl/catalogo> página 28 >

Herramientas manuales para combate de incendios forestales, [en línea] <<http://www.alertaforestal.com.uy/productos/herramientas.html>>

Incendios forestales, [en línea] <http://www.conaf.cl/proteccion/seccion-incendios_forestales.html>



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO