

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Mejoramiento de la experiencia del uso de muletas para subir y bajar gradas en usuarios con lesiones temporales en las extremidades inferiores"

PROYECTO DE GRADO

**MARIANO ESCOBAR IRIARTE**  
CARNET 10068-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Mejoramiento de la experiencia del uso de muletas para subir y bajar gradas en usuarios con lesiones temporales en las extremidades inferiores"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR  
**MARIANO ESCOBAR IRIARTE**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO  
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ  
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ  
DIRECTORA DE CARRERA: LIC. MARIA REGINA ALFARO MASELLI

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. JUAN PABLO SZARATA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

LIC. ALFREDO RAÚL BERGER SALAZAR  
LIC. DOUGLAS OMAR RAMIREZ GOMEZ  
LIC. LUIS EDUARDO MEDRANO GARCÍA



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño  
Departamento de Diseño Industrial  
Teléfono: (502) 24 262626 ext. 2775  
Fax: 2474  
Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16  
Guatemala, Ciudad. 01016  
jpszarata@url.edu.gt

Guatemala, 29 de junio de 2018

Señores  
Miembros del Consejo de Facultad  
Facultad de Arquitectura y Diseño  
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado "MEJORAMIENTO DE LA EXPERIENCIA DEL USO DE MULETAS PARA SUBIR Y BAJAR GRADAS EN USUARIOS CON LESIONES TEMPORALES EN LAS EXTREMIDADES INFERIORES", elaborado por el estudiante Mariano Escobar Iriarte con número de carnet 1006812, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,

Mgtr. Juan Pablo Szarata  
Asesor



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante MARIANO ESCOBAR IRIARTE, Carnet 10068-12 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03113-2018 de fecha 10 de septiembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Mejoramiento de la experiencia del uso de muletas para subir y bajar gradas en usuarios con lesiones temporales en las extremidades inferiores"

Previo a conferírsele el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 días del mes de septiembre del año 2018.



**MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
Universidad Rafael Landívar**

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **A Dios:**

Por darme la vida, y llenarme de bendiciones para culminar esta etapa de mi vida porque sin Él nada sería posible, No se mueve una hoja de un árbol sino es por tu voluntad.

### **A mis papas y hermanos:**

Porque son la fuente de lucha y han estado para mi en todo momento y en cada etapa de mi vida han estado, están y estarán. Y siempre estarán dispuestos a apoyarme y a luchar conmigo en cada paso.

### **A mi familia completa:**

Porque la familia es lo primero y siempre se preocuparon por mi avance y me apoyaron en todo momento y cualquier ayuda extra que necesite se que van a estar para mí, en cualquier circunstancia.

### **A mis abuelos:**

Porque todo lo que se acerca de dedicación y de como rendirme no era una opción lo aprendí de ellos, se que en el cielo están celebrando junto conmigo este triunfo y porque a pesar de que no están físicamente conmigo nunca los he dejado de sentir cerca, esto va por ustedes también.

### **A mi cómplice y todo:**

Porque fue una fuente inagotable de luz, amor y paciencia que me apoyo desde los primeros momentos y porque codo a codo terminamos esta etapa, a diferente tiempo, pero juntos y nunca me dejaste que las dificultades me detuvieran o vencieran. Y juntos venceremos.

### **A la aventura:**

Porque fue la que me enseñó y ayudó a descubrir mi pasión por ayudar a los demás a través del servicio, y me enseñó a tener Fe en que mis acciones son semillas que crecen.

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
	<b>ANÁLISIS.</b>	
	A. ANTECEDENTES	5
	Movilidad	5
	Lesiones	11
	Equipo Médico	17
	B. DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD	23
	C. ACTORES INVOLUCRADOS	25
	D. ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES	28
<b>II.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>37</b>
<b>III.</b>	<b>MARCO LÓGICO DEL PROYECTO</b>	<b>43</b>
<b>IV.</b>	<b>REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS</b>	<b>44</b>
<b>V.</b>	<b>CONCEPTUALIZACIÓN</b>	
	a) RECURSOS PARA EL DISEÑO	47
	b) PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA SOLUCIÓN	50
	1. PARTE I	50
	2. PARTE II	59
	3. PARTE III	66
	4. PARTE IV	69
<b>VI.</b>	<b>MATERIALIZACIÓN</b>	
	a) MODELO SOLUCIÓN.	78
	1. PARTE I -Descripción verbal del modelo solución	78
	2. PARTE II – Descripción visual o gráfica del modelo solución.	80
	b) SECUENCIA DE USO Y/O INSTALACIÓN	83

	c) PROCESO DE PRODUCCIÓN	89
	1. PARTE I – Tabla de materiales y procesos	89
	2. PARTE II – Flujo de Producción	90
<b>VII.</b>	<b>VALIDACIÓN</b>	
	a) PARTE I – Documentación del proceso de validación	94
	b) PARTE II – Conclusiones del proceso de validación	110
<b>VIII.</b>	<b>PLANOS TÉCNICOS</b>	<b>112</b>
<b>IX.</b>	<b>COSTOS</b>	
	a) MODELO DE UTILIDAD	124
	1. PARTE I- Definición del rol del diseñador en el proyecto desarrollado	124
	2. PARTE II – Establecimiento del modelo de cobro	125
	b) TABLAS DE COSTEO	126
	1. PARTE I – Tabla Subtotal de materiales	128
	2. PARTE II - Tabla Subtotal mano de obra por proyecto	128
	3. PARTE III – Sumatoria	128
<b>X.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>130</b>
<b>XI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>131</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>133</b>



## **RESUMEN EJECUTIVO**

A lo largo de los años la forma de movilizarse o trasladarse de un punto a otro cuando se sufre una lesión en las extremidades inferiores ha sido un tema relevante para los diseñadores y empresas que se dedican a vender la clase de producto que benefician a los usuarios que presentan esta situación por lo que la búsqueda de materiales y formas más amigables para los usuarios han ido evolucionando. Pero siguen existiendo muchas problemáticas sin resolver, por la cantidad de obstáculos que se pueden presentar. Por lo que es de suma importancia que por medio del Diseño Industrial se busquen alternativas para solucionar a esas problemáticas.

A través de este proyecto se busca atacar la problemática de subir y bajar gradas utilizando muletas, para que los usuarios se puedan sentir más seguros cuando sufren alguna de estas lesiones.

# I. INTRODUCCIÓN

El diseño Industrial es una herramienta que permite la posibilidad de trabajar de cerca con las personas y logra adaptarse a cada uno de ellos; de forma ilimitada. Es por eso que existe un sinnúmero de oportunidades para desarrollar proyectos que impacten en la vida de los usuarios directa o indirectamente en base a diferentes contextos, usuarios, necesidades, etc.

En la actualidad existe una variedad incalculable de especializaciones dentro del diseño industrial. Y una de ellas es el diseño centrado en el usuario, que converge con el diseño de experiencias.

Esta es una metodología que según D’Hertefelt “Representa un cambio emergente del propio concepto de usabilidad” donde el objetivo no se limita a mejorar el rendimiento del usuario en la interacción-y facilidad de aprendizaje, sino que se intenta resolver de forma estratégica la usabilidad del producto y el factor psicológico del uso (Fuente: “Diseño de Experiencias” – Jaime Valero.).

El diseño de experiencias busca soluciones a problemáticas de forma más inclusivas e integradas, por lo que en el presente proyecto se utilizó dicha metodología como herramienta principal para resolver la problemática de la experiencia de los usuarios que utilizan muletas para movilizarse a causa de una lesión temporal en una de las extremidades inferiores.

Para un desarrollo más apropiado del proyecto, se utilizaron 4 fases que se documentan en el documento para brindar una estructura. Se presentan de la siguiente manera.

1. **Análisis:** En esta fase se investiga toda la información teórica requerida, partiendo de lo general a lo específico, desarrollando 3 grandes temas: Movilidad, Lesiones y Equipo médico.
2. **Conceptualización:** Posterior a la etapa de investigación y análisis, la información recabada en dicho segmento es el punto de partida para comenzar el proceso de ideación creativa. Donde se realiza una fase de bocetaje, maquetación y evaluación para posterior desarrollar los requerimientos y parámetros del proyecto.
3. **Materialización:** Tomando como base los requerimientos planteados se procede llevar a cabo de forma tangible la idea final el cual da el nacimiento a “Mus-E”
4. **Validación:** La última fase revela los resultados de todo un proceso de investigación comenzando por análisis y terminando en materialización. Poniendo a prueba las muletas “Mus-E”, evaluadas en base a los requerimientos establecidos para resolver la problemática planteada.



**ANÁLISIS**



## A) ANTECEDENTES

### MOVILIDAD

El hombre, desde sus inicios, ha buscado desplazarse de un lugar a otro, para buscar comida, para luchar, para proteger una tierra o simplemente por curiosidad, puesto que la movilidad es un factor importante para los seres humanos, ya que constantemente, necesita trasladarse de un punto a otro abarcando grandes distancias, como lo hacían las antiguas civilizaciones, que recorrían ciudades completas, a pie, por cientos de kilómetros o en distancias cortas como movilizarse dentro del hogar.

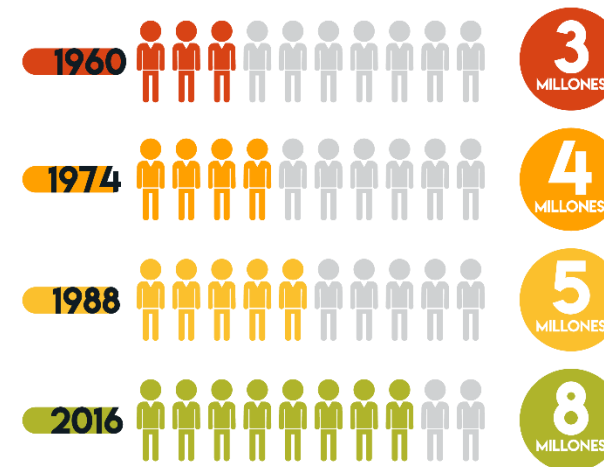
A lo largo de la historia han surgido una gran cantidad de alternativas que contribuyen a la movilización de las personas en trayectos largos, bajo diferentes situaciones, contextos y épocas; desde utilizar animales de carga y carretas, hasta el uso de vehículos y los medios de transporte que se conocen en la actualidad; todos buscando solucionar la movilización de una forma más presurosa y cómoda.

La facultad de caminar ha sido la forma de movilizarse con mayor relevancia para el ser humano, durante su historia, ya que, por naturaleza, es una de las primeras cosas que el ser humano aprende a hacer dentro de sus etapas de crecimiento.

### Algunos datos sobre movilidad

1. Según fuentes del Banco Mundial, en la Ciudad de Guatemala se movilizan cerca de 8 Millones de personas. (Datos publicados en el 2016.)<sup>1</sup>

### POBLACIÓN CIUDAD DE GUATEMALA



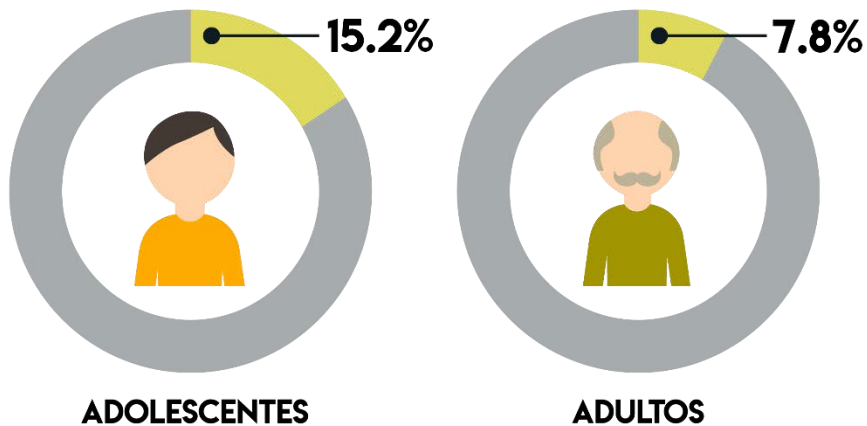
Gráfica 1: Cantidad en millones de personas en la Ciudad de Guatemala  
Fuente: Propia.

2. Hoy en día, una persona con actividad física moderada camina aproximadamente 7,500 pasos por día, que equivale aproximadamente a 7 km. (Según la fuente de ZMSCIENCE).<sup>2</sup>



3. Según un estudio publicado en [www.guioteca.com](http://www.guioteca.com), las personas más jóvenes caminan dramáticamente más que los grupos de mayor edad. Cinco adolescentes de 15 años de edad tienen casi el doble del porcentaje de viajes a pie que el de 40 a 64 años de edad, 15,2% y 7.8%, respectivamente.<sup>3</sup>

## PORCENTAJES DE VIAJES A PIE



Gráfica 2: Cantidad en porcentaje de viajes a pie.  
Fuente: Propia

*“Todos los pensamientos verdaderamente grandes se conciben mientras caminamos”.* Friederich Nietzsche


Actualmente se vive en un mundo donde cada vez existe mayor actividad física, por lo que las personas se encuentran en

movilidad constante, desde un niño que está aprendiendo a caminar, hasta un adulto que se encuentra físicamente utilizando sus capacidades músculoesqueléticas.

Por ejemplo, según un artículo publicado en [www.healthychildren.org](http://www.healthychildren.org), la adolescencia es la etapa más importante del ser humano que se caracteriza por un ritmo acelerado de crecimiento y otros cambios que abarca desde los 12 a los 17 años.

“Es una etapa en la que se producen varias experiencias de desarrollo, como la independencia social, ya que no necesita supervisión constante de sus padres o encargados como en las etapas anteriores”-Afirman en el artículo. Además del crecimiento físico y el desarrollo racional, los adolescentes se sienten más fuertes e independientes, llevándolos a tener mucha energía y a querer experimentar cosas nuevas. Así que comienzan a desenvolverse en nuevos ambientes y a desarrollarse más en los cotidianos de las etapas anteriores.<sup>4</sup>

A continuación, se presenta una infografía, donde muestra los ambientes en los que generalmente se desenvuelven y comienzan a tomar un papel fundamental durante esta etapa, tanto para el desarrollo social, como el físico y mental.



Es donde los adolescentes más tiempo pasan después del colegio y realizan actividades como:


- Subir y/o bajar gradas (si la casa es de 2 niveles)
- Acostarse
- Sentarse
- Ir al baño.

**EN EL HOGAR**




Una persona pasa cerca de 35 horas a la semana en el colegio; y realizan actividades como:

- Salir a receso
- Subir/bajar gradas
- Sentarse
- Bajarse/subirse del autobús o automóvil




**COLEGIO**

- Caminar por las aceras desiguales
- Trasladarse
- Atravesarse la calle.



**EN LAS CALLES**



En este ambiente es donde más irregular es su visita pero por tiempos prolongados.

- Subir/Bajar gradas
- Recorrer medianas distancias.
- Permanecer de pie.

**C. COMERCIALES**

Infografía 1: Actividades que realizan los usuarios en sus diferentes ambientes.  
Fuente: Propia

Se puede concluir de la gráfica anterior, que una de las actividades más recurrentes que los usuarios tienden a realizar dentro de sus ambientes cotidianos, es la de subir y bajar gradas. Esta actividad se observa en centros comerciales, hogares, colegios, etc. En estos lugares resulta indispensable la necesidad de poder utilizar las escaleras para trasladarse de un nivel a otro dentro de un edificio o inmueble.

## ESCALERAS

Un escalón es la parte de una escalera en la que se apoya el pie para subir o bajar de un desnivel que comunica varios espacios situados a diferentes alturas.

Existen diferentes tipos de escaleras:

### 1. Escaleras de un tramo.



Imagen 1: Escaleras de un tramo.  
Fuente: Abtiaredecoración.com

### 2. Escaleras con descanso



Imagen 2: Escaleras con descanso.  
Fuente: Habitissimo.com

### 3. Escaleras cuadradas:



Imagen 3: Escaleras cuadradas  
Glosario Ilustrado de Arte arquitectónico.

#### 4. Escalera de ida y vuelta:



Imagen 4: Escaleras de ida y vuelta:  
Fuente: Squareit/Inmobiliaria.com

#### 5. Escalera caracol:

Las escaleras tipo caracol se utilizan usualmente para espacios más pequeños o para lograr tener habitaciones más amplias además de un aporte decorativo que puede usarse en exterior o interior.<sup>5</sup>



Imagen 6: Escaleras tipo caracol  
Fuente: Es.photoshop.com

#### 6. Escalera Imperial:



Imagen 5: Escaleras tipo imperial.  
Fuente: Vidaycasa.com.mx

Las escaleras cumplen una función muy importante dentro de la arquitectura; separan ambientes de diferentes alturas; también deben brindar seguridad para las personas que las utilizan y ser cómodas para los diferentes perfiles de usuarios.

Cada arquitecto o maestro de obra dispone de su experiencia y de su conocimiento para fabricar las escaleras de la mejor forma, existiendo ciertas normas básicas que deben tomarse en cuenta a la hora de diseñarlas como las que se mencionan a continuación:



1. Conocer las partes de una escalera:

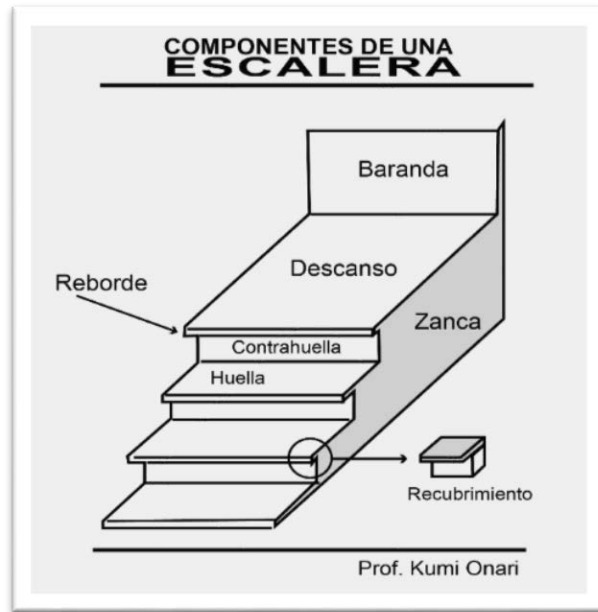


Imagen 7: Partes de una escalera.  
Fuente: Prof. Kumi Onari.

2. Una escalera es más cómoda y segura cuando mantiene la relación de la huella y la contrahuella en cada uno de sus peldaños, y que la inclinación de la rampa no sea mayor a  $15^\circ$ .
3. Se considera que la altura promedio de una contrahuella es de 17 centímetros y la

profundidad de la huella es de 26 centímetros, aproximadamente.

4. Existe un mínimo y un máximo recomendable para utilizar en escaleras con más de 5 peldaños.



Imagen 8: Medidas máximas y mínimas de huella y contrahuella.  
Fuente: Dt.dibujotecnico.blogspot.com.

5. Se recomienda utilizar descansos, utilizando entre 10 ó 13 huellas.
6. El diseño de la escalera depende del espacio del inmueble y de la función de esta.<sup>6</sup>

Para una persona es de suma importancia, como se mencionó anteriormente, la capacidad de movilizarse con la libertad deseada dentro de sus ambientes, incluyendo aquellos donde se hace uso de escaleras.

Subir y bajar gradas puede ser una tarea fácil para los usuarios, pero implica ciertas condiciones como esfuerzo, equilibrio, seguridad y energía.

Todas estas condiciones encuentran su auge durante la pre-adolescencia y adolescencia, ya que para estas personas la libre locomoción forma una parte vital de su forma de vivir.

Dado este estilo de vida que llevan los adolescentes, se pueden encontrar en situaciones que afecten o condicionen la libertad de su movilización por sufrir un accidente que provoque un golpe o lesión.

La ausencia de libre movimiento de una persona puede causar que se vea limitado en desarrollarse como ser humano en los ambientes en los que se rodea. Esto puede provocar que necesite utilizar gran parte del tiempo, la ayuda de otra persona o algún accesorio, generando que su actividad sea muy escasa o nula.

Para comprender las repercusiones que representa para el usuario el sufrir de alguna lesión, a continuación, se expone el tema sobre lesiones.

## LESIONES

La Real Academia Española define una lesión como: *“Daño o detrimento corporal causado por una herida, golpe o una enfermedad.”*

Las lesiones, si bien es cierto, son condiciones que no distinguen edad, género o rango socioeconómico, en un artículo titulado “Los tipos de lesiones en niños y jóvenes más frecuentes” publicado en [www.Ertheo.com](http://www.Ertheo.com) plantea que existe un patrón de incidencia que se da en la fase de crecimiento de los pre-adolescentes y adolescentes. Y pueden perjudicar cualquier parte del cuerpo, privando de ciertos movimientos naturales necesarios para el desempeño de la persona.<sup>7</sup>

El aparato locomotor puede verse afectado por lesiones musculoesqueléticas que afectan en 4 grupos del cuerpo humano,

1. Hombros, cuello y cabeza.
2. Extremidades inferiores- mano, muñeca, brazo y codo.
3. Torso
4. Extremidades inferiores- cadera, pierna, rodilla, tobillo y pie.

Existe una ciencia dentro de la rama de la medicina que se dedica al estudio de estas lesiones, llamada Traumatología<sup>(1)</sup> u Ortopedia.

Enseguida se presentan el tipo de lesiones que se tomaron en cuenta para la elaboración del proyecto

Las lesiones que se dan en las extremidades inferiores afectan la movilidad de los usuarios, por ser las que limitan la facultad de caminar. De manera que, en diversas ocasiones se necesita del auxilio de equipo ortopédico que ayude al usuario a poder trasladarse de un punto a otro por el impedimento de no poder hacerlo por sus propios medios.

Estas lesiones son tratadas dentro de la especialidad de traumatología en las que se necesita la intervención de un ortopedista para curar, sanar y describir el procedimiento que se tiene que seguir para la adecuada recuperación. Y se incluyen los siguientes aspectos, extraído del Manual de Ortopedia y Traumatología, primera edición electrónica, por Carlos A. N. Firpo (2010):

- **Contusión:** Traumatismo<sub>(1)</sub> de partes blandas en la cual la piel permanece indemne, comprometiéndose planos más profundos.

Procedimiento Clínico: Se observa el dolor, edema, equimosis y hematoma.

Tratamiento: Analgésicos, antiinflamatorios, hielo y reposo.



Imagen 9: Área de inflamación por lesión

Fuente: Neomedicaperu.com

- **Esguince:** Alteraciones de las partes blandas de una articulación por movimientos bruscos que superan los límites normales de movilidad de esta. La articulación más afectada es el tobillo.

Procedimiento Clínico: Se observa dolor, impotencia funcional; se utiliza una resonancia magnética para verificar el estado ligamentario y detectar si es leve o grave.

Tratamiento: si es un esguince leve, se trata con analgésicos, antiinflamatorios, crioterapia y vendaje inmovilizador por 21 días; si se trata de un esguince

grave, analgésicos, bota de yeso u órtesis y si hay una ruptura ligamentaria, cirugía.

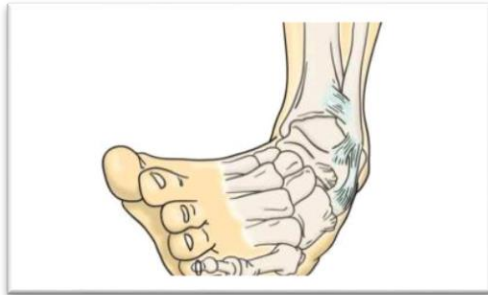


Imagen 10: Apariencia de los huesos, por una torcedura.  
Fuente: Sportlife.com, autor Iván Pérez.

- **Lesión Tendinosa:** Puede ser: A) directa (por elemento cortante que seccione el tendón); B) indirecta (fuerza excesiva que divide al tendón)

Procedimiento Clínico: Con o sin herida, comprobar si hay dolor e impotencia funcional según el tendón afectado.

Tratamiento: Sutura del tendón por medio de la tenorrafia<sup>(2)</sup>.

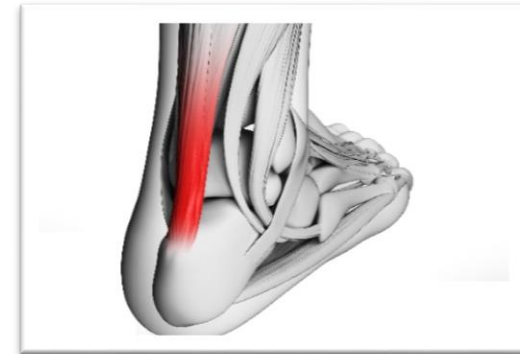


Imagen 11: Remarcado el tendón dañado.  
Fuente: Dr. Mauricio Arouesty, ¿Qué son las lesiones tendinosas?

- **Lesión Muscular (distensión o desgarro):** Similar a lo anterior en cuanto al origen; se diferencia por el hematoma que acompaña a la lesión, que se proporciona a la cantidad de fibras musculares destruidas.

Procedimiento Clínico: Dolor<sup>(3)</sup>, edema<sup>(4)</sup>, hematoma<sup>(5)</sup>, y para determinar el tipo y magnitud de la lesión es necesario recurrir a la ecografía<sup>(6)</sup>.

Tratamiento: Antinflamatorios, reposo, hielo, y fisioterapia. Su tiempo de recuperación es de un mes.

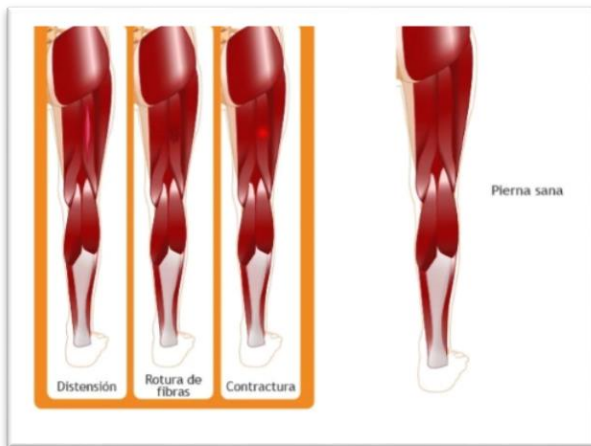


Imagen 12: Diferencia de distensión, contractura y desgarro.  
Fuente: Tulesión.com

- **Luxación:** Pérdida total y permanente del contacto de las superficies articulares. Es una lesión de urgencia terapéutica (entre una fractura y una luxación, se trata primero la luxación y luego la fractura).  
Subluxación: Pérdida parcial del contacto articular.

Procedimiento Clínico: Verificar el nivel del dolor, la impotencia funcional y si las típicas actitudes patológicas están según la articulación comprometida.

Tratamiento: Se requiere de intervención quirúrgica y tiene un tiempo de recuperación post-operatorio cerca de las 12 semanas o más, dependiendo del daño ocasionado.



Imagen 13: Reacción del hueso por una luxación.  
Fuente: Musculoesqueleticotec.blogspot.com

- **Fractura:** Vocablo proveniente del latín “fractus”, que consiste en la ruptura del tejido óseo causada por el aumento de la distribución interna de fuerzas o cargas que un cuerpo sólido pueda soportar. La fractura es una de las lesiones musculoesqueléticas más complejas que se puede presentar, por lo que existe una clasificación de fracturas.
  - Por su etiología.
  - Por su localización en el hueso.
  - Por su patogenia.

- Por el trazo.
- Por el número de fragmentos.
- Según exista o no exposición.

Para el tratamiento se necesita corregir los desplazamientos de los cuerpos óseos, inmovilización y recuperación; que dura cerca de 2 meses y medio.<sup>8</sup>

Para la correcta y eficiente recuperación, las lesiones que representan alguna ruptura parcial o total de alguno de los tejidos blandos o duros requieren la inmovilización de la parte afectada.

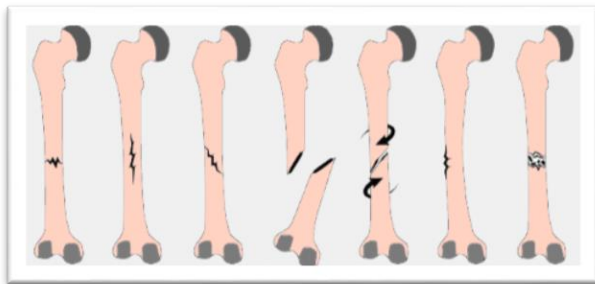



Imagen 14 Tipos de fracturas.  
Fuente: fisioterapiaonline.com

A continuación, se enlistan los diferentes inmovilizadores y enyesados que existen para el tratamiento de las extremidades inferiores, dónde se localiza el área de lesiones y cuáles son sus características.

Inmovilizador o enyesado	Área de lesión	de Características.
<b>Pelvipéldico.</b> 	Lesiones en la cadera o fémur	Es un enyesado que se coloca desde el pie hasta la cadera inmovilizando completamente la pierna afectada
<b>Bota alta</b> 	Rodilla, tibia o peroné	Se coloca como fijador desde el pie hasta un poco debajo de la parte de la ingle.

Fuente: Community.e-baptisthealth.com.

Fuente: Stanfordchildrens.org

<p><b>Bota corta</b></p>  <p>Fuente: Stanfordchildrens.org</p>	<p>Pie o tobillo</p>	<p>Se inmoviliza el área del tobillo y el pie</p>
<p><b>Bota ambulatoria.</b></p>  <p>Fuente: Reactiv.com</p>	<p>Pie o tobillo</p>	<p>Es otro tipo de inmovilizador que se utiliza para lesiones leves o para la fase de recuperación después de una lesión.</p>

Tabla 1: Tabla sobre tipos de inmovilizadores. Fuente: [www.stanfordchildrens.org](http://www.stanfordchildrens.org) 9

La importancia de utilizar un inmovilizador o enyesado radica en la necesidad que la parte afectada necesite reposo y esfuerzo reducido.

Dentro de la disciplina de la fisioterapia existe una rama llamada mecanoterapia<sup>(8)</sup>, que se dedica a: *“La utilización terapéutica de aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud”*. (Fuente: Fisioterapiaonline.com – A.A).

Para una mejor recuperación de las lesiones planteadas, la mecanoterapia recomienda una serie de aparatos médicos que auxilia el desplazamiento del usuario durante el tiempo que establezca el/la ortopedista y mecanoterapeuta.

## **EQUIPO MÉDICO.**

El principal problema que afecta a una persona después de haber sufrido una lesión, intervención quirúrgica o fractura de las extremidades inferiores, es la libertad de trasladarse de un lugar a otro dentro de los diferentes contextos en los que se desenvuelven. Por lo que la industria médica a lo largo de los años a considerado ayudar a estas personas para que se puedan movilizar durante su tiempo de recuperación. Evitando que puedan sufrir un accidente que interrumpa o perjudique el proceso de curación requerido.

De manera que la diversidad de equipo médico que existe actualmente para que el usuario pueda movilizarse dependiendo de sus necesidades, tipo de lesión, y proceso de recuperación dentro de los diferentes entornos a los que se enfrentan día a día, es de suma importancia para que una lesión no sea impedimento para la persona. Dentro de las opciones que existen, se utilizan diferentes mecanismos de movimientos, como ruedas, sujeción a la pierna afectada, o puntos de apoyo extra para poder reemplazar o reforzar el soporte de la extremidad que se ve limitada en cuanto a su movilidad.

A continuación, se enlistarán las principales opciones de equipo médico que apoyan en el desplazamiento, utilizados por los usuarios durante el tiempo de recuperación de una lesión en las extremidades inferiores.

## **La silla de ruedas.**

Se utiliza para personas que tienen lesiones de forma permanente en la columna, cadera o piernas. O ya bien, lesiones temporales en una o ambas piernas. La forma de utilizarla es que el usuario se sienta en la silla y se desplaza con el uso de sus manos, o con la asistencia de otro individuo.

Existen 2 clases de sillas, eléctricas y manuales.<sup>10</sup>



Imagen 15: Silla de ruedas manual.

Fuente: Casamedica.com.gt



## Andador

El andador es un utensilio para usuarios que necesitan apoyo para sostener y mantener el equilibrio mientras caminan.

Generalmente se hace uso de este equipo cuando el paciente presenta problemas en los huesos como artritis, osteoporosis u otras lesiones que atrofian la movilidad; especialmente en el adulto mayor y las muletas o el bastón les es insuficiente para asegurar el equilibrio que requieren. o bien para la recuperación después de una lesión, falta de equilibrio o una operación quirúrgica.<sup>11</sup>



Imagen 16: Andador sin ruedas.

Fuente: [Ortopedialowcost.com](http://Ortopedialowcost.com)

## Bastón

Es un equipo médico que el usuario lleva en una de las manos para apoyarse en él y utilizado como un soporte secundario a una de las extremidades inferiores que presentan problemas para apoyar el peso completo de la persona.

Generalmente se utiliza como apoyo por una lesión en una de las piernas o la cadera.

Existen diferentes tipos de bastón que se utilizan dependiendo del área de la lesión y el grado de esta. Y algunos de estos tipos son, el bastón con codera, bastón de 4 patas, bastón plegable, entre otros.<sup>12</sup>



Imagen 17: Diferentes tipos de bastón.

Fuente: [www.carethy.es](http://www.carethy.es)

Dentro de las opciones de equipo médico utilizado para auxiliar el desplazamiento del usuario, existen otras opciones que benefician a la persona, en diferentes circunstancias

A continuación, se abordará el tema de muletas y bastones canadienses, que son indispensables para el desarrollo del proyecto por su funcionamiento similar.

### **Muleta**

Las muletas son un equipo ortopédico que los doctores recomiendan utilizar mientras el usuario o paciente se encuentra en tiempo de recuperación por una lesión u operación y no pueda apoyar alguno de los pies o bien cuando solamente lo pueda apoyar de forma parcial. El uso de este equipo médico queda en repetidas ocasiones a discreción del ortopedista o traumatólogo verificando en conjunto con el paciente afectado, existiendo circunstancias en las que para poder movilizarse, es indispensable el uso de las muletas o del bastón inglés según la información previamente planteada sobre las diferentes lesiones.

- Para una fractura o una luxación que se requiera de enyesado, se restringe apoyar la pierna lastimada al menos las primeras 3 ó 4 semanas.
- En una ruptura de ligamentos parcial o completa.

- En la primera fase del proceso post-operación de una lesión ósea.
- De igual manera existen situaciones en las que el uso de muletas, como el bastón, donde la pierna afectada puede tener un leve apoyo, pero se recomienda no apoyar todo el peso del cuerpo, por lo que este equipo se utiliza como un refuerzo.
- Utilizar yeso con tacón.
- Sufrir un esguince leve o de grado 1.<sup>13</sup>

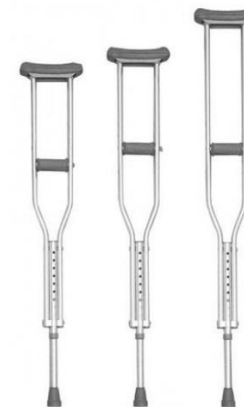


Imagen 18: Muleta de aluminio.  
Fuente: Taringa.net

## Bastón Inglés/canadiense

El bastón inglés/canadiense es un producto híbrido entre un bastón y una muleta; en donde el apoyo principal está únicamente en la empuñadora, para que el usuario coloque su mano, y a diferencia de las muletas convencionales, no cuentan con un apoyo para la parte axilar, sino que cuentan con un elemento que se sujeta al antebrazo del usuario. Generalmente este tipo de producto se utiliza en lesiones más prolongadas o que son de manera permanente. Ya que pueden ser utilizadas como un bastón, es decir apoyo extra para no apoyar el peso completo del cuerpo en una o ambas piernas lesionadas.<sup>14</sup>



Imagen 19: Bastón Inglés/Canadiense.  
Fuente: [www-elsevier.es](http://www-elsevier.es)

## Bota Ambulatoria

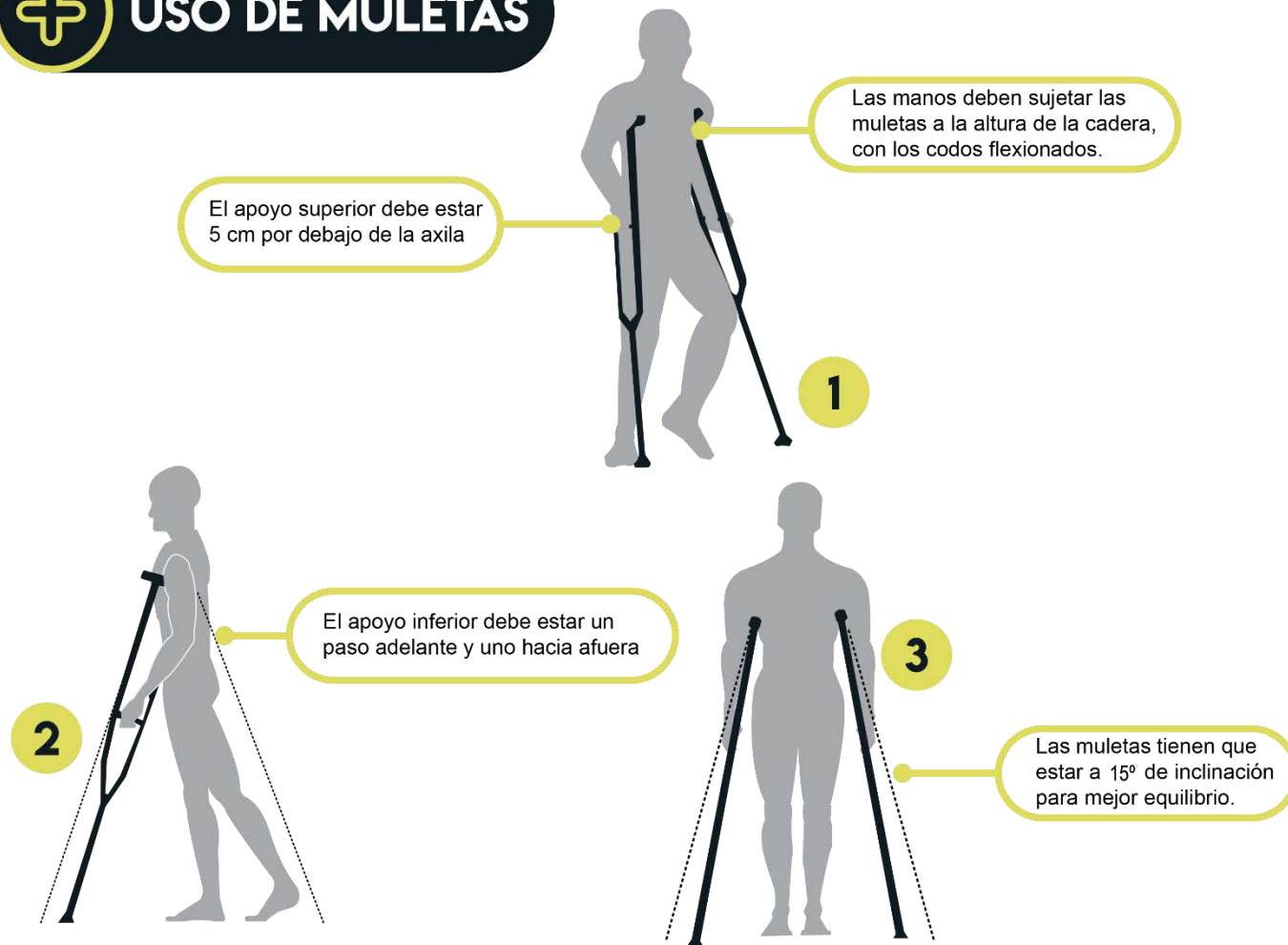
Por último, se encuentran los eventos en los que utilizar este equipo es opcional; generalmente se da en una fase avanzada de la lesión, donde el paciente puede comenzar a apoyar la pierna afectada paulatinamente.<sup>15</sup>



Imagen 20: Bota ambulatoria.  
Fuente: [Zonamedicasureste.com](http://Zonamedicasureste.com)

A continuación, se muestran unas infografías donde se muestra el uso de las muletas y del bastón inglés/canadiense que muestran los puntos importantes a tomar en cuenta al momento de requerir el uso de cualquiera de estas opciones de equipo médico.

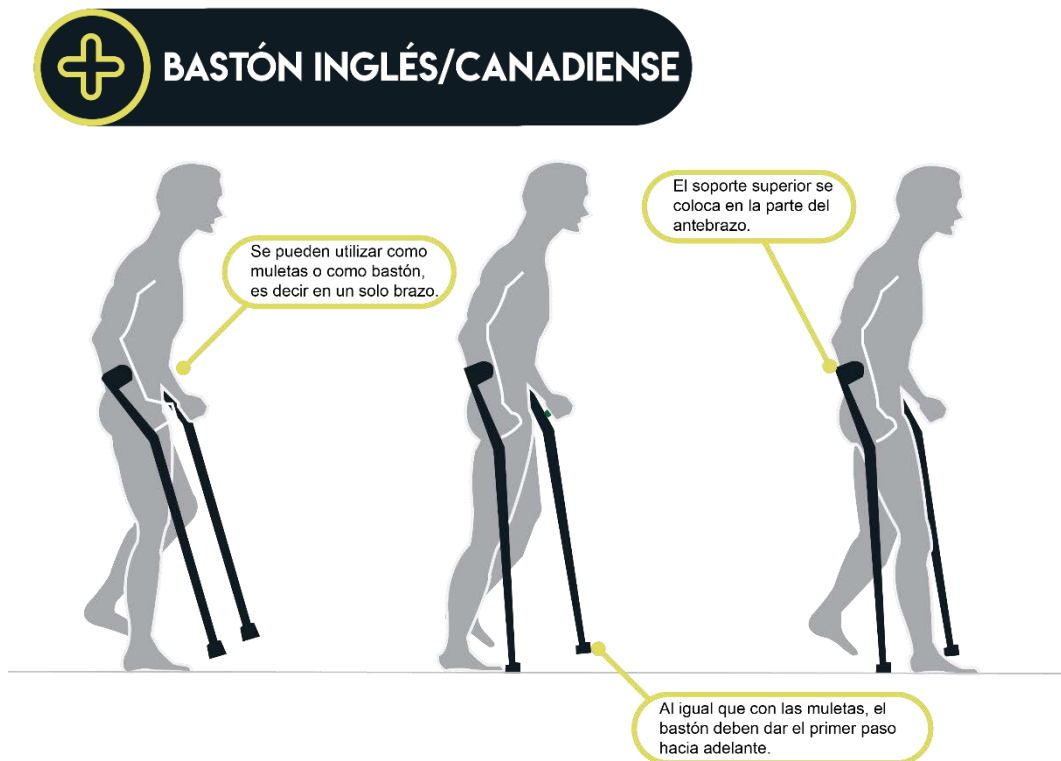
## USO DE MULETAS



Infografía 2: Infografía del uso de muletas.  
Fuente: Propia.

Una alternativa que sustituye el uso de las muletas la constituye el bastón inglés.

Este equipo puede utilizarse para que el paciente pueda movilizarse, apoyándose en el antebrazo en lugar de la axila.



Infografía 3: Infografía del uso del bastón inglés.  
Fuente: Propia.

## B) NECESIDAD:

La capacidad de moverse de un punto a otro es un factor fundamental para un ser humano y desplazarse dentro de sus entornos. Las personas merecen una apropiada movilización de forma independiente. Los obstáculos que se encuentran en algunos ambientes como las escaleras, hacen que los usuarios requieran realizar esfuerzos, como equilibrio extra para poder llevar a cabo la tarea de subir y bajar las gradas de la mejor forma.

Sin embargo, cuando una persona ve sus movimientos limitados debido a una lesión por traumatismo, específicamente en las extremidades inferiores, puede verse comprometido en su desplazamiento, provocando una experiencia adversa.

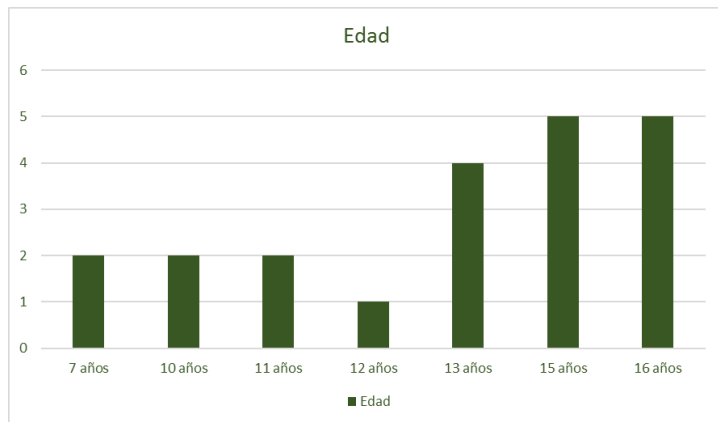
Según el censo publicado en el 2016 por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, Estadísticas Hospitalarias. En Guatemala existen cerca de 1,040 hombres que han solicitado asistencia médica por traumatismo y 873 mujeres.<sup>16</sup>

Edad	Código CIE-10	Causa de atención	Total	Hombres	Mujeres	Ignorado
Todas las edades	S80-S89	Traumatismo de regiones no especificadas del cuerpo	1.917	1.040	873	4

Imagen 21: Estadísticas hospitalarias en Guatemala por el INE  
Fuente: INE

Sólo en el departamento de Guatemala son cerca de 614 hombres y 550 mujeres. Es decir que, 1164 personas han visitado un centro de salud, hospital o clínica por consulta de traumatismo.

Según encuestas realizadas, se estimó que la edad en que se observa más propensión a sufrir una lesión de este tipo es en la etapa de la adolescencia, aproximadamente desde los 13 a los 16 años.



Gráfica 3: Resultados de encuesta propia.

Concluyendo que existe una oportunidad de Diseño, para desarrollar un sistema que mejore la movilidad de los adolescentes que están en el proceso de recuperación de una lesión en las extremidades inferiores, permitiendo el desplazamiento del afectado dentro de su entorno cotidiano, realizando tareas diarias como el subir y bajar gradas, ya que como se puede evidenciar en la -Ilustración 3-, ésta es de suma importancia dentro de la movilidad del paciente.

Durante el tiempo de recuperación, utilizar muletas u otro equipo para movilización genera incomodidad e inseguridad. Por medio del Diseño Industrial, se puede desarrollar una solución que aporte innovación a la manera de subir y bajar gradas, de una forma más propicia para los usuarios.

### C) ACTORES INVOLUCRADOS

- PERFIL DE CONSUMIDOR:

Los consumidores pueden ser las personas que se ven afectadas por lesiones en las extremidades inferiores, o ya bien los padres de los adolescentes que precisan del producto, puesto que es un accesorio de uso universal.

#### Ubicación de los consumidores.

Los consumidores se encuentran principalmente en áreas urbanas, que es donde se encuentra la mayor cantidad de inmuebles con escaleras.

El nivel socioeconómico que se busca atraer con la solución final se encuentra en un rango entre Medio (C2) y Medio alto (C1), que según datos publicados por la Unión Guatemalteca de Agencias de Publicidad (UGAP), en Guatemala el 11.6% de la población se encuentra en el primero y un 5.9% se encuentra en el segundo. Los ingresos respectivos son de aproximadamente de Q17,500.00 y Q25,600.00 al mes, respectivamente.<sup>17</sup>

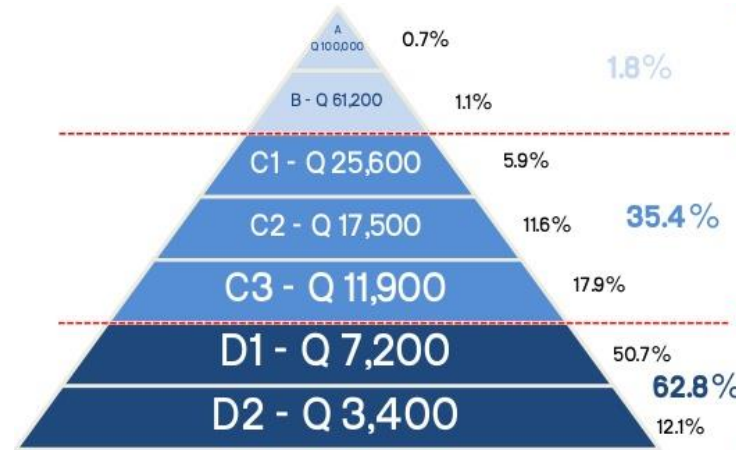


Imagen 22: Nivel Socioeconómico Guatemala  
Fuente: es.slideshare.net, Rene cotto Stremis

#### Frecuencia de la compra del producto.

Los consumidores adquieren el producto una vez, pues es de uso temporal y si requiere de usar el producto nuevamente por una nueva lesión, se puede utilizar el ya adquirido. Además de ser un producto que puede utilizarse por otros usuarios.

#### Motivación para la compra del producto.

Según la pirámide del psicólogo Abraham Maslow, se observa la jerarquía de las necesidades humanas





Imagen 23: Pirámide de Maslow.  
Fuente: Ceolevel.com

El proyecto, por su origen, proyecta mejorar el equipo médico que existe actualmente, satisfaciendo principalmente el segundo escalón de la pirámide, el de seguridad, ya que la necesidad plantea mejorar la seguridad física del paciente al utilizar la nueva propuesta.



Imagen 23: Apartado de la pirámide de Maslow.  
fuente: Ceolevel.com

- **PERFIL DE USUARIO:**

Se identifica como usuario a los adolescentes que presentan una lesión, fractura o cirugía en las extremidades inferiores. Estos pacientes necesitan de forma temporal, el uso de muletas para moverse.

**Rango de edad:**

El rango de edad donde existe mayor tendencia para sufrir lesiones/fracturas es entre 13 y 16 años, por lo que se infiere que el usuario al que está dirigido el producto es aquel que asiste desde el 6to. grado primaria a 3er. grado básico.

**Perfil Psicográfico:**

Son personas muy activas, con mucha energía que les gusta hacer muchas actividades físicas, correr, saltar, practicar algún deporte, hacer travesuras, estar con sus amigos; y donde más se movilizan estas personas son principalmente en sus hogares, en colegios, en centro comerciales de una forma con menor frecuencia, pero por el rango de edad es una actividad que puede realizar, o en la calle.

Viven en la ciudad de Guatemala, y visitan centros de salud u hospitales privados.

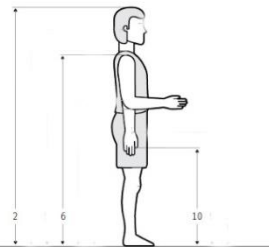
## Factores Humanos:

Para poder llevar a cabo el proyecto es importante conocer los datos antropométricos del usuario, por ser un artículo que tiene una alta interacción en la persona.

A pesar de ser un producto que va a contar con tallas diferentes para distintos rangos de altura se parte de la talla mediana para elaborar el prototipo.

A continuación, se muestran una tabla informativa con los datos de factores humanos que se consideran necesarios para la elaboración del proyecto en base a las edades correspondientes.

En posición de pie  
Adolescentes  
Sexo masculino  
12 a 14 años



Dimensiones	12 años (n=228)					13 años (n=148)					14 años (n=141)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
1 Paso (Kg)	42.7	10	26.2	41.1	59.2	49.4	11	31.3	48.9	67.6	55.5	10	39.0	54.6	72.0
2 Estatura	1480	74	1358	1476	1602	1542	80	1410	1540	1674	1611	78	1482	1604	1740
6 Altura hombro	1193	68	1081	1188	1305	1249	74	1127	1250	1371	1308	72	1189	1304	1427
10 Altura nudillo	636	42	567	633	705	672	43	601	674	743	697	45	623	695	771

Imagen 24: Factores humanos en adolescentes de 12 a 14 años

Fuente: Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana

En estas tablas se muestran las medidas de la altura del hombro, la altura total, el largo del brazo frontal y lateral, y la altura del suelo a los nudillos para abarcar las partes del cuerpo que tienen contacto con el producto, con el fin de tener un punto de partida para desarrollar el producto final.

A continuación, se muestra una tabla donde se resume el máximo y el mínimo de las medidas antropométricas de los usuarios entre 13 y 16 años, utilizando el percentil 50<sup>18</sup>. Tomando en cuenta la talla mediana de las muletas convencionales.

Medida	Mínimo(13 años)	Máximo(16 años)
Estatura	153cm	169
Altura hombro	124	138
Altura de nudillos	67	73
Profundidad max. cuerpo	22	23
Alcance brazo frontal	60	66
Alcance brazo lateral	69	77

Tabla 2. Medidas mínimas y máximas de Factores Humanos.  
Fuente: Propia.

Se realizó un margen de medidas antropométricas utilizando la dimensión mínima entre hombres y mujeres en la edad de 13 años, y máxima con la edad de 16 años, y se utilizó el percentil 50 porque existe la alternativa de utilizar diferentes tallas de muletas para abarcar el mayor rango de medidas antropométricas posibles, para que se ajusten a los diferentes usuarios. (ver tablas en anexos).

## D). ALTERNATIVAS EXISTENTES

A lo largo de los años, la necesidad del uso de muletas ha sido una circunstancia en la que se han visto afectados miles de personas en todas las épocas y circunstancias, por lo que en los últimos años el diseño de equipo médico es parte de la evolución tecnológica, mecánica e industrial con el fin de generar alternativas que se ajusten a las necesidades de los diferentes usuarios, atravesando por un proceso de innovación como la búsqueda de materiales más livianos, mecanismos que realicen más fáciles las diferentes tareas y mejorar los sistemas de seguridad.

A continuación, se presentan una serie de alternativas que actualmente existen en el mercado para solucionar la necesidad planteada, donde se evaluará algunas de las fortalezas y debilidades de los productos con el fin de tener un amplio panorama de como se ha buscado solucionar dicha circunstancia hasta ahora.

### Alternativa 1 – Bastón inglés/canadiense



Imagen 29: Bastón Canadiense

Fuente Helpingmas.es

Se le conoce como “Bastón tipo canadiense” o bastón inglés. El apoyo superior no se da en la parte de la axila del usuario, sino que cuentan con sujetador para el antebrazo. Este tipo de muletas están hechas con aluminio y con recubrimiento de vinil en el mango y el sujetador de antebrazo, además se utilizan los mismos tacos que en las muletas y bastones, ya que todos usan el mismo diámetro de tubo. Tiene un costo de Q290.00 el par en tiendas médicas como casa médica.

Tiene la ventaja de que como existe la sujeción al antebrazo, permite que, al realizar tareas donde requiera el uso de las manos, las muletas no se caigan. Soporta un peso máximo, aproximado de 265 lbs. Y utiliza las mismas medidas que las muletas convencionales.

Cuenta con la desventaja de que tiene una única forma de graduar la altura, siendo en la parte inferior. Por lo que la relación del antebrazo – mano que no puede ser graduado, puede existir un grupo de usuarios a los que no se adecuen bien sus medidas antropométricas. Para subir y bajar gradas cuentan con un solo apoyo al igual que las muletas convencionales, de manera que tiene menos agarre al suelo.

### Alternativa 2 - CrutCHair



Imagen 30: Muletas con descansador.

Fuente: [www.yankodesign.com](http://www.yankodesign.com)

Esta alternativa diseñada por Yong lok kim, llamada “CrutCHair” Son muletas, estilo canadiense, porque se apoyan en el antebrazo; cuentan con la peculiaridad de que se pueden ensamblar las 2 muletas por medio de pequeños puntos que cazan una con la otra, para que se pueda recostar en una pared y pueda funcionar como un asiento para que el usuario que se sienta fatigado después de haber caminado por un tiempo pueda descansar.

Lo que se intenta mejorar con este producto es la experiencia de utilización, al buscar una solución para el usuario agotado.

La altura al igual que en la propuesta anterior se realiza únicamente en la parte inferior del producto, de misma forma, no se puede graduar la relación de antebrazo – mano, y a una persona le puede quedar corto, como a otra persona le puede quedar largo.

### Alternativa 3 – S Crutch

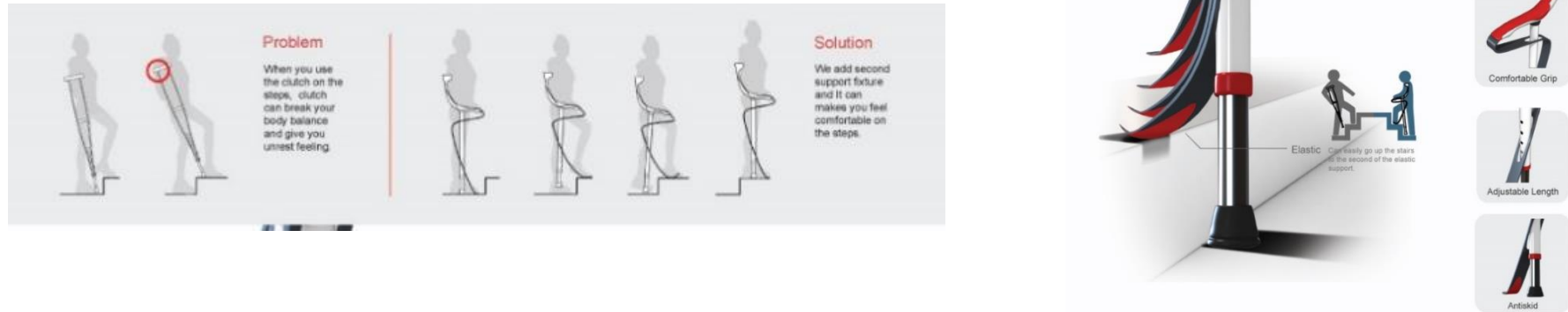


Imagen 31: Muletas para subir y bajar gradas.

Fuente: [fworlddesignguide.com](http://fworlddesignguide.com)

Las muletas “S-Crutch” son muletas que fueron diseñadas en Corea del Sur, específicamente para ayudar a subir gradas de una forma donde los usuarios se puedan sentir más seguros al contar con un apoyo extra que se ajusta a la grada siguiente, de manera que, al momento de estar parado sobre un escalón, el usuario cuenta con mínimo 3 puntos de apoyo, los 2 puntos que brindan las muletas, más el pie de apoyo. En este caso, la propuesta se utiliza como un apoyo secundario, es decir, como si fuera un bastón donde el usuario presenta una lesión como un esguince leve grado 1, o un golpe superficial, o ya bien, una persona con algún problema crónico como artritis, que se da principalmente en el adulto mayor en la cual si puede apoyar ambas piernas

Cuenta con un elemento extra en la parte de la punta de la muleta, de fibra de carbono elástico y puede soportar un peso de 147 Kg. Estéticamente tiene un diseño ligero y fluido que le da un aspecto simple. Tiene altura ajustable en la parte inferior y la forma del apoyo está diseñado de manera que tenga contacto con la mayor parte del brazo, desde el antebrazo, hasta la mano.

Es una idea conceptual que no ha llegado a materializarse, pero cuenta con la ventaja de que el punto de apoyo de fibra de carbono flexible no tiene suficiente contacto con el escalón superior, además que no se puede utilizar para bajar gradas.

#### Alternativa 4 – Muleta I\_walk



Imagen 32: Muleta libre de manos.  
Fuente: [keystonemobility.com/product](http://keystonemobility.com/product)

Este tipo de muleta llamada “Iwalk2.0” funciona como un reemplazo temporal de la pierna lesionada, hecha de aluminio y esponja para apoyar la pierna, tiene cinchos para ajustar de manera correcta a la pierna tanto en la parte superior como inferior para mayor estabilidad. Tiene un costo de \$169.00 (Q1,238). Y actualmente solo se consigue en mercados internacionales.

Su principal ventaja es que la forma de ajustarse a la pierna del usuario permite que se liberen las manos para su uso, ya que tiene la posibilidad de apoyar la parte baja de la pierna y la rodilla. Este producto representa una mayor comodidad para movilizarse, incluyendo el subir y bajar gradas.

Su principal desventaja y su mayor restricción es que este tipo de producto se utiliza cuando existen lesiones en el tobillo, es decir que una persona con yeso de bota alta, o lesión en la rodilla no puede utilizar este producto y puede que mantener la posición de la pierna en un ángulo de 90°, después de un tiempo de uso, comience a incomodar al usuario. Además, para sentarse implica retirarse el producto y al ponerse de pie, colocárselo de nuevo, provocando que sentarse y ponerse de pie sea una tarea complicada.

#### Alternativa 5 – Apoyo antebrazo



Imagen 33: Bastón canadiense.  
Fuente: [www.asister.es](http://www.asister.es)

Esta alternativa bastón tipo inglés, se centra más en la ergonomía de la empuñadora y en la parte donde se apoya el antebrazo, asimismo posee un cuerpo de aluminio y soporta un peso máximo de 130 Kg. y 14 niveles de regulación para abarcar una mayor cantidad de usuarios posibles. Tiene un costo de 17.95€ (Q175) en mercados internacionales.

Cuenta con extrusiones que ayudan a que exista cierta ventilación en el área del antebrazo para que el espacio no sea tan cerrado y el brazo del usuario no se sude. Cuenta con un recubrimiento en la empuñadora como antideslizante la cual es intercambiable Tiene la ventaja, a diferencia de las alternativas de bastones anteriores, que el área del apoyo para el antebrazo es más extensa para abarcar más antropometrías de los usuarios.

Una desventaja es que la forma de colocarse la muleta en el antebrazo, a diferencia de las otras opciones de bastones es que no se ajusta al antebrazo de manera que, si el usuario suelta la empuñadura, el bastón puede caerse.

## Alternativa 6 – MD Crutch



Imagen 34: Bastón MD crutch

Fuente: [www.technoneo.com](http://www.technoneo.com)

Las muletas conocidas como “MD Crutch” diseñadas por “mobility designed” se puede utilizar como bastón es decir solo 1 o como muletas, es decir el par. Tiene un costo aproximadamente de €18.00(Q153.60). en el mercado internacional.

Tiene la ventaja de que en lugar que las axilas soporten el peso, los codos y antebrazo lo harán, en una posición de 90°, a diferencia de los bastones ingleses que tienen un grado de inclinación para colocar el antebrazo; liberando el peso de las axilas. Busca aliviar el dolor que puede provocar en la axila el utilizar muletas, o en la muñeca o mano al recaer todo el peso cuando se utilizan los bastones ingleses. Las patas disminuyen el impacto del choque y están fabricadas con caucho retráctil que proporciona más área de superficie, por lo tanto, un mejor agarre en el suelo. El largo del apoya brazo respecto a la empuñadora se puede ajustar para que las personas tengan más opciones; tiene un diseño orgánico y curvilíneo. y se puede utilizar tanto para fracturas de forma temporal, como de forma permanente por una amputación.

Cuenta con un solo taco o apoyo al suelo, por lo que para subir gradas no representa una innovación significativa, sencillamente cuenta con una estética más agradable y mayor área de soporte.

### Alternativa 7 – Prótesis.



Imagen 35: Prótesis a prueba de agua.

Fuente: [www.harry-teng.com/lytra/](http://www.harry-teng.com/lytra/)

Esta alternativa llamada Lytra diseñada por Harry Teng presenta una prótesis elaborada con tecnología de impresión 3D y láminas de acrílico.

Esta propuesta cuenta con la particularidad de que el usuario puede ingresar a la ducha sin dañar el producto, a diferencia de la mayoría de las prótesis, que no se pueden utilizar para realizar esta tarea básica, y permite limpiar la parte amputada del paciente.

La altura se puede ajustar para los diferentes niveles de amputación como el “socket” como le llama el diseñador es una pieza es intercambiable por propósitos higiénicos y una esponja en su interior para mayor comodidad del usuario. En la parte inferior, que tiene contacto con el suelo cuenta con una suela antideslizante para suelos mojados. La estética lejos de buscar algo completamente revolucionario, intenta mantener relación con su forma para su parecido a una pierna real.

Es un prototipo que sigue en fase de desarrollo por lo que no hay información de costos y resistencia de los materiales.

### Alternativa 8 – Muleta Stryder Hybrid

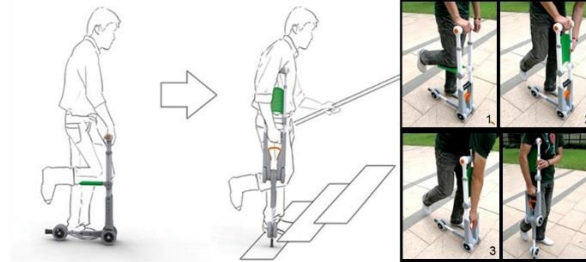


Imagen 36: Muleta Stryder hybrid

Fuente: [www.tuvie.com](http://www.tuvie.com)

Esta alternativa diseñada por Dat Huynh se diferencia en la manera en la que el paciente se moviliza en terrenos planos, ya que tiene un sistema de ruedas y un espacio para apoyar la pierna lesionada; cuando se encuentra en situaciones donde se requiere el uso de muleta convencional como subir y bajar gradas, cuenta con un sistema plegable que se puede modificar, teniendo 2 sistemas en un mismo producto. Está fabricado con aluminio, acrílico de alto impacto y poliuretano.

Tiene la ventaja que, al utilizar 2 mecanismos para moverse, con escaleras y en terrenos planos o inclinados. Y puede ser más rápido el traslado.

Y cuenta con la desventaja de que, al momento de moverse en un terreno más campestre, las ruedas pueden representar un impedimento para el usuario. El aumento de cantidad de mecanismos puede hacer el producto más pesado y puede resultar complicado para el usuario realizar el cambio de muleta a andador si no tiene donde apoyarse. Al igual que si el usuario necesita subir escaleras que no tengan baranda, puede representar complicaciones porque el producto está pensado para escalera con barandas.



### Alternativa 9 – Bastón con resorte.



Imagen 37: Bastón con resorte en el taco.

Fuente: [www.core77.com](http://www.core77.com)

Esta alternativa diseñada por Kevin Chiam en la Universidad Nacional de Singapur es un bastón en la cual sus características más relevantes son que el diseñador se enfocó en la parte del agarrador, y en el taco estudiando formas y texturas para encontrar la manera más cómoda de innovar ambas partes. Utilizando un cuerpo de aluminio para darle estructura y recubriendo el agarrador con silicón. Utilizó la forma del agarrador que se puede observar para que el usuario tuviera un mejor y más cómodo agarre.

La parte del taco cuenta con un sistema de resortes que busca reducir el impacto del bastón con el suelo, además de genera un mejor agarre al suelo y logra cierto pivote para el movimiento del bastón cuando el usuario se moviliza con él.

Una ventaja es que a pesar de que buscó innovar en función y en forma se mantiene la simplicidad base de los bastones.

La forma en la que el taco que se abre cuando se le aplica peso, puede representar en un futuro problemas como estancamiento de la pieza o rompimiento de este. Es un proyecto conceptual que no ha llegado a materializarse.

### Alternativa 10 – Bastón Ergobaum



Imagen 38: Bastón Ergobaum

Fuente: [www.ergoactives.com](http://www.ergoactives.com)

Las muletas “Ergobaum Dual” son una propuesta con una forma bastante simple; fabricada de aluminio y silicón la innovación de su producto radica en las partes que tienen contacto directo con el cuerpo del usuario.

Tiene un costo de \$220 (Q1,716) y no se encuentra en el mercado local, y resiste 380 lbs.

La altura de las peronas que lo pueden usar va de 1.52 a 1.83 mts.

Su mayor ventaja es que tiene un apoyador en las axilas flexible con un sistema de resortes para mayor amortiguación y pueda adaptarse mejor al usuario para mayor comodidad.

Cuenta con un agarrador para la mano más ergonómica que se ajusta a ella.

Cuenta con un taco con mayor agarre y área de contacto con el suelo.

## CONCLUSIONES:

El análisis sobre las propuestas consideradas como alternativas existentes permiten concluir que actualmente se busca experimentar con ideas que intenten revolucionar el área de muletas en cuanto a forma, materiales, sensaciones, estética y puntos de apoyo.

Con la intención de mejorar la experiencia en utilizar equipo médico para movilizarse por lesiones en las extremidades inferiores, se pretende que el usuario se beneficie considerando una gama de opciones, adaptándolo a su contexto, necesidades y estilo de vida.

Algunos de los puntos más interesantes para tomar en cuenta son:

- Los puntos de apoyo que tienen contacto con el cuerpo del usuario recaen sobre la axila.
- A pesar de la variedad de formas que se presentan, sigue existiendo un punto de partida para cada propuesta, donde el aspecto fundamental es mantener un diseño minimalista y sencillo como han sido las muletas y el equipo médico en general evitando formas complejas y visualmente cargadas.
- Los factores que buscan aliviar las nuevas propuestas es la de comodidad, seguridad y ergonomía.
- La comodidad es un factor que busca innovarse insistentemente para que la experiencia de utilizar un producto de esta índole no sea negativa, por el contrario, busca satisfacer mejor dicha necesidad.
- Constantemente se actualizan los materiales que se utilizan para lograr productos más livianos que requieran de menos esfuerzo para el usuario, utilizando material predominante como aluminio, y en algunos casos fibra de carbono.
- En la mayoría de las alternativas se mantiene una forma simple y limpia que busca ser un producto poco invasivo a la vista, que llame mucho la atención de las personas.
- Existen propuestas que solucionan diferentes problemáticas, como el descanso cuando se utilizan muletas, la comodidad, la eficiencia de movimiento, la ergonomía y el peso del sujeto, pero no existe mucha variedad en cuanto a alternativas que se resuelvan la situación de subir y bajar gradas cuando se sufre una lesión en alguna de las extremidades inferiores
- En la mayoría de las propuestas cuentan con un solo apoyo en la parte del taco, con la excepción de la muleta "S-Crutch" que cuenta con 2 puntos, para subir gradas.
- Se utilizan materiales que resistan las diferentes situaciones climáticas como es la lluvia y el calor.

Además de utilizar para la parte del taco materiales antideslizantes para que se puedan utilizar tanto en suelos lisos, como ásperos.

- En las partes donde recae el peso del usuario, o donde se aplica la mayor fuerza están recubiertas con elementos acolchonados para mayor comodidad

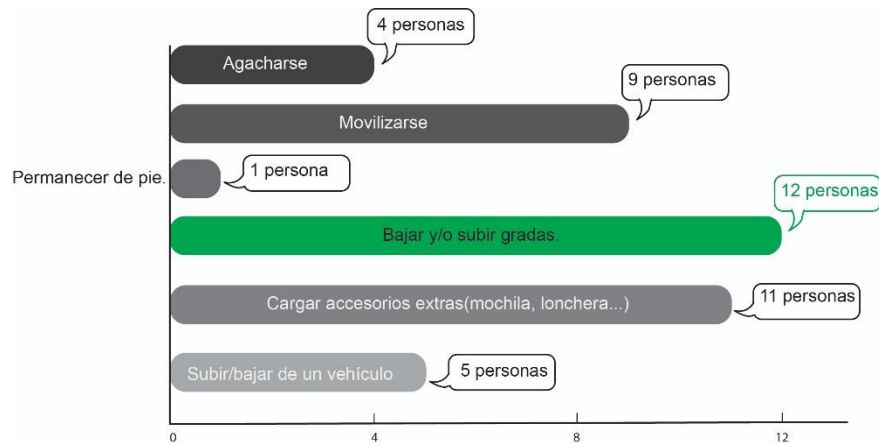
## I. PROBLEMA

Posterior a la investigación y la necesidad anteriormente planteada se definió que la problemática es la forma de moverse que sufre un adolescente de 13 a 16 años mientras se recupera de una lesión en las extremidades inferiores por traumatismo; Por lo que la facultad de poder caminar con ambas piernas de forma natural se ve perjudicada. De manera que requiere el uso de muletas para poder ayudar a realizar esta necesidad de trasladarse dentro de sus ambientes cotidianos, y que no represente un riesgo para la recuperación de la lesión.

Tomando en cuenta que para dicho usuario desplazarse conlleva diferentes contextos y situaciones, cuyas opciones de muletas que se encuentran actualmente en el mercado que fueron estudiadas en el análisis de alternativas existentes no satisfacen las necesidades de seguridad, comodidad y equilibrio al momento de subir o bajar gradas en lugares en los que se puedan desenvolver. Considerando que puede existir una variedad de situaciones como, el diferente tráfico de personas por diferentes circunstancias, escaleras a la intemperie hechas de distintos materiales, inclinaciones diferentes y medidas de huellas y contra huellas variadas.

Para que no limite su libre desplazamiento, el usuario que se encuentra en la etapa de crecimiento, precisa de un producto que brinde la debida seguridad al moverse de un punto a otro librando distintos obstáculos para trasladarse de un nivel superior o inferior, a otro.

Se realizó una encuesta a diferentes usuarios que han utilizado muletas en algún período de su vida, donde se preguntó: ¿Cuáles son las situaciones en las que el uso de este producto ocasiona más incomodidad y genera menor seguridad? A continuación, se presentan los resultados.



Gráfica 4: Resultados de encuesta (edad de los entrevistados, en la fase previa).

Fuente: Propia.

A partir de la gráfica mostrada se definió que el problema que perjudica con mayor incidencia en los usuarios es el de subir y bajar las escaleras.

El contexto en el que se desenvuelven los usuarios durante el tiempo de recuperación de una lesión de las extremidades inferiores puede conllevar la necesidad de moverse en diferentes ambientes cotidianos como el colegio y el hogar. Además de visitar lugares ocasionalmente como un centro comercial o ya bien, transitar por la calle; considerando el rango de edad y las actividades que realizan se pueden presentar diferentes situaciones como:

- Si el **hogar** cuenta con varios niveles y se presenta la necesidad de utilizar escaleras, puede llegar a ser una tarea que se puede evitar realizarlo más de una vez al contar con la ayuda de su familia, tomando en cuenta que los movimientos de suma importancia se dan en los traslados de la habitación al baño y viceversa. Permitiendo así evitar el subir o bajar de un nivel si no es necesario, aprovechando el tiempo para la pronta recuperación del usuario. Se pueden encontrar escaleras de madera, de granito, o de azulejo, con mayor frecuencia.
- En el **colegio** puede existir una mayor cantidad de esfuerzo empleado, por la cantidad de escaleras que se pueden encontrar en ese tipo de edificaciones. Que, sin la ayuda de una 2da persona, puede representar muchas complicaciones. Además, existe la situación que en ciertos momentos de la jornada puede existir un mayor tráfico de personas, como durante los recesos provocando que el usuario pueda sufrir otro accidente a causa de recibir empujones involuntarios. En este contexto se pueden encontrar escaleras de cemento, de granito, de azulejo, a la intemperie y en el interior, y el usuario puede que tenga que hacer el uso de estas, en varias ocasiones.
- En la **calle** puede incluir ambientes como centros comerciales, restaurantes, tiendas y demás. Donde

existe un mayor tráfico de personas. Que, en algunas ocasiones, el utilizar escaleras se puede evitar al utilizar ascensores o escaleras eléctricas. O pueden existir graderíos de 2, 3 ó 10 escalones donde requiere menor esfuerzo en relación a subir y bajar de un nivel a otro dentro de un inmueble.

Para poder trasladarse utilizando las escaleras en cualquiera de estos ambientes, cabe destacar que puede existir la posibilidad de que se encuentren escaleras que cuenten con una baranda, para que el usuario pueda utilizarla como un apoyo mientras sube o baja. Pero se pueden ver en la situación donde las escaleras no cuenten con dicho apoyo, o que el tráfico de personas aumenta según el ambiente u hora en el que estén ubicados. Además, que el usuario en ciertas condiciones busca la ayuda de una persona que le pueda brindar seguridad extra.

Otra circunstancia importante que tomar en cuenta son los materiales de los que puede estar fabricadas las escaleras, a las que se puedan enfrentar los usuarios dependiendo de su uso, ubicación o afluencia de personas. Se enlistan a continuación:

- **Madera:** Es un material que se utiliza en escaleras que generalmente están dentro del hogar, o en construcciones antiguas pues se usa generalmente donde existe poco tráfico de personas. Puede ser

resbaladizo para los usuarios, causando inseguridad dependiendo del acabado que tenga el material como madera pulida y barnizada y el mantenimiento de este como cuando se aplica cera para pulir.

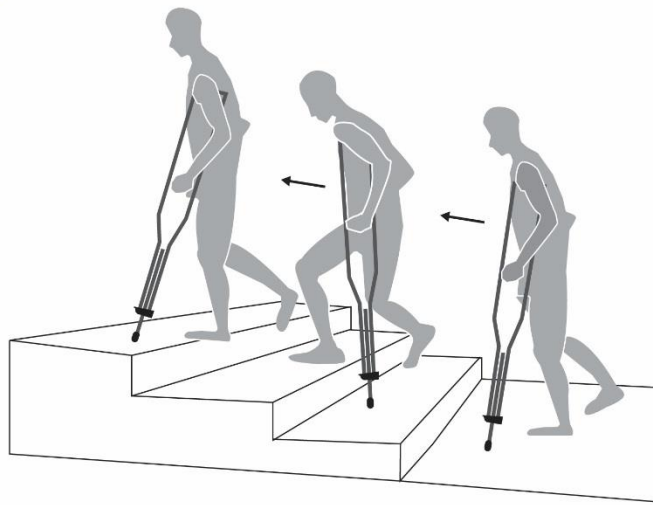
- **Piedra o cemento:** Debido a su resistencia se utilizan donde existe una mayor afluencia de personas, como en centros educativos o edificaciones comerciales, u otros y pueden estar en el interior o ya bien en el exterior. Añadiendo que al encontrarse en la intemperie puede estar mojada debido a la lluvia u otras situaciones. Por la textura que brinda una escalera de piedra o cemento, representa un mayor agarre para los usuarios que transitan por estas escaleras, aún en diferentes situaciones climáticas.
- **Metal:** Este tipo de material se encuentra en menor medida para el contexto principal dirigido. Ya que se pueden encontrar en áreas industriales. Sin embargo, también se puede encontrar en escaleras donde existe una alta afluencia de personas, como pasarelas en las calles, o en el exterior de algún edificio. Algunas escaleras pueden ser fabricadas con diferentes metales, pues son escaleras que no buscan la estética sino la funcionalidad. Es un material no resbaladizo.
- **Cerámica:** Se utiliza en interiores y puede ser un material que se utiliza también dentro de instalaciones de centro educativos, centros comerciales u otras

edificaciones donde tenga una gran cantidad de escalones.

Es un material que se encuentra más comúnmente en las diferentes escaleras y presenta la desventaja que al utilizar alguna cera para pulir u otro método de pulir, el material se puede volver bastante resbaladizo para algunos materiales que tengan contacto con él, de parte de los usuarios, como algunas suelas de zapatos que no cuenten con textura que ayude a que sea antideslizante. Además que la capacidad de agarre del piso cerámico cambia cuando se moja, representando que bajo esta circunstancia, puede ser inseguro para el usuario.

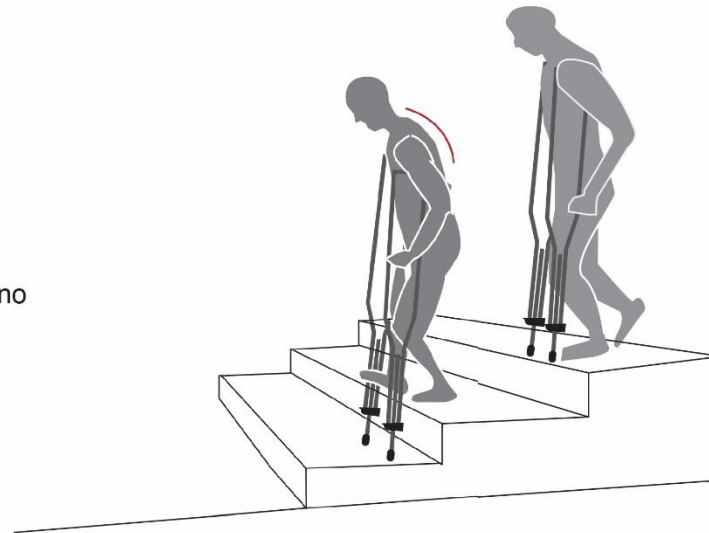
En algunas de estas circunstancias planteadas, la tarea de subir o bajar escaleras puede realizarse de manera sencilla, pero bajo las condiciones e impedimentos que sugiere una lesión aumentan el grado de complejidad y riesgo para el usuario.

A continuación, se muestra una gráfica donde se demuestra como el usuario necesita principalmente bajar un graderío utilizando las muletas que existen y que se utilizan actualmente.



- La forma de las muletas obliga al usuario a disponer de una postura incorrecta que lo haga perder el equilibrio.
- Puede representar incomodidad en la parte de la axila.

- Para bajar por las escaleras al igual que para subir toman posturas que representan riesgo de caída.
- La forma en la que se planta el taco no representa suficiente seguridad.





Al momento de realizar esta tarea es más recomendable si se cuenta con la ayuda de una persona. Pero muchas veces se dan situaciones donde, como en el hogar, se puede encontrar sin compañía en ciertos momentos del día donde el usuario no puede recibir esa ayuda, y se busca reducir la incidencia de que otra persona sea indispensable.

Por otra parte, existe el problema de que muchas veces estos usuarios están acostumbrados a cierta independencia, que, al sufrir estas lesiones, aún con el uso de equipo médico, se ve perjudicada.

### Factores por las que se produce la problemática



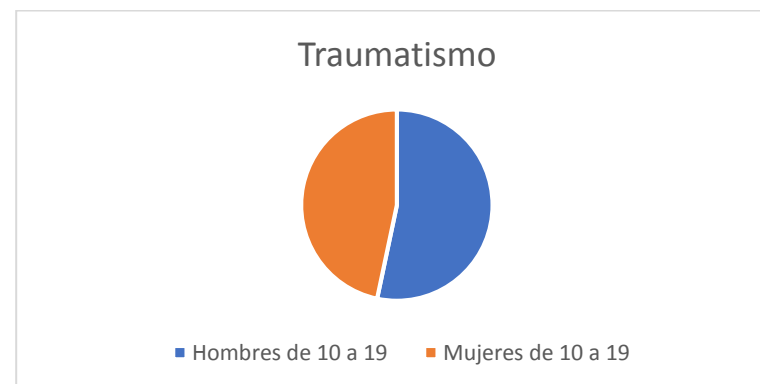
**Seguridad:** La falta de seguridad hace que el usuario califique la experiencia, de, no desplazarse naturalmente, como negativa. Ya que el soporte y equilibrio adecuado al que está acostumbrado no se presenta.



**Comodidad:** Para los usuarios, la comodidad en el uso de las muletas, el carecer del apoyo en una de las extremidades inferiores origina molestias al paciente, por lo que el soporte de la axila tiene que ser cómodo al igual que el agarrador.

### Datos sobre la problemática en la población

En el departamento de Guatemala según estadísticas comprendidas por datos sobre los servicios externos e internos de los distintos hospitales, sanatorios y casas de salud del sector privado publicadas por el INE en el 2016, se estiman que cerca de 514 pre- adolescentes y adolescentes de 10 a 19 años visitaron un centro de salud, clínica, u hospital por alguna lesión de traumatismo de las cuales 275 eran hombres y 239 mujeres, los datos representan el 46% de mujeres y 51 % de hombres.



Gráfica 5: Gráfica hombres y mujeres que han sufrido lesiones  
Fuente: Propia.

En niños de 10 a 14 años, se encuentran 113 varones y 107 mujeres que equivale a 51% de niños y 49% de niñas respectivamente.

En jóvenes de 15 a 19 años, se encuentran 162 varones y 132 mujeres, que equivale a 55% de niños y 45% de niñas.

## II. MARCO LÓGICO

### OBJETIVO GENERAL:

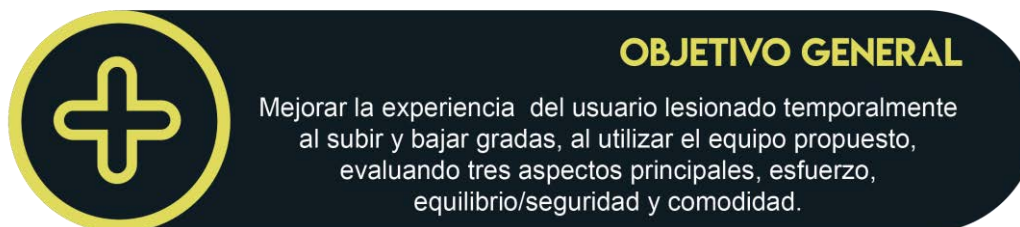


Ilustración 1: Objetivo General  
Fuente: Propia.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

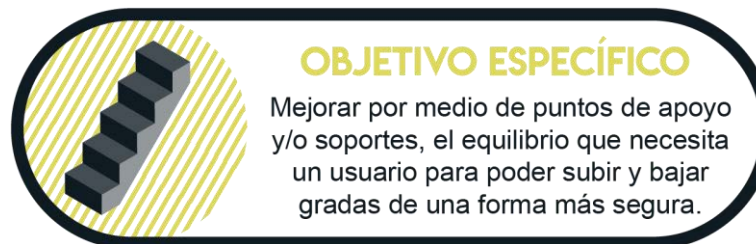
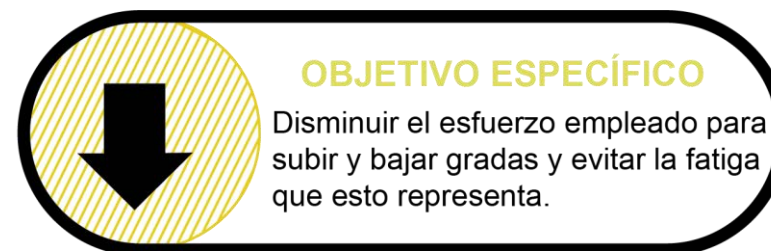
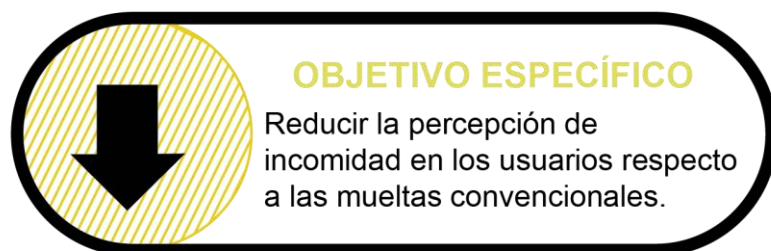


Ilustración 2: Objetivos Específicos  
Fuente: Propia.

### III. REQUERIMIENTOS:

A continuación, se plantean los requerimientos, los parámetros y la validación del producto, en base a los objetivos y metas del proyecto con el fin de realizar un proyecto viable.

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN
Que el producto sea capaz de utilizarse en las diferentes medidas de contrahuella que se utilizan para subir o bajar gradas.	Las medidas de las contrahuellas estándar son de 15 a 19 cm.	Ponerlo a prueba en diferentes escaleras para que las suban y bajen y demostrar mediante fotografías..
Debe ser agradable a la vista del usuario.	Que exista una mejor percepción de la estética del producto en el usuario, en un mínimo de 10%, con relación a las muletas convencionales.	Realizar una encuesta sobre su percepción de la estética, comparando las muletas convencionales, versus la nueva propuesta.
La altura debe ajustarse a las diferentes medidas de los usuarios.	Graduar la altura general de la muleta y la altura de la empuñadura en relación de la axila con percentil 50. Además, elaborar diferentes tallas de personas para abarcar así más medidas antropométricas generales.	Utilizar las muletas con personas de diferentes estaturas y fotografiar.

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN
El producto debe ser ergonómico.	<p>Reducir en un 50% la percepción de incomodidad utilizando como punto de comparación el uso de las muletas convencionales, cuando el usuario cuando utiliza las muletas para movilizarse a través de las escaleras.</p> <p>Que el peso no sobrepase, el peso de las muletas convencionales.</p>	<p>Realizar una encuesta previa a la utilización de la nueva propuesta; realizar una encuesta al haber utilizado las muletas convencionales; realizar una encuesta post prueba para realizar comparaciones.</p> <p>Comparar pesos.</p>
Fácil de producir y ensamblar.	Utilizar menos o igual número de uniones de ensamblado y mecanismos o herrajes que las muletas convencionales.	Fotografías cantidad de uniones y ensamblajes relacionando la nueva propuesta y la convencional
Que sea capaz de resistir diferentes pesos.	Que tenga una estructura que soporte una cantidad máxima de 250 libras del peso del usuario.	Realizar pruebas con usuarios de diferentes pesos.
Evitar la pérdida de equilibrio al momento de subir gradas y mejorar su seguridad.	Que el usuario siempre tenga 2 o 3 puntos de apoyo en contacto con las escaleras.	Evidenciar por medio de fotografías y/o videos los puntos de apoyo en cada paso que realiza el usuario para subir y bajar gradas con las muletas convencionales y posteriormente con las nuevas propuestas.
Disminuir el esfuerzo empleado para movilizarse y especialmente para subir y bajar escaleras.	Reducir en un 10% el esfuerzo empleado para subir y bajar gradas en los usuarios utilizando como punto de comparación las muletas convencionales.	Realizar encuestas comparando el uso de las muletas convencionales y las propuestas.

Tabla 4: Requerimientos y parámetros. Fuente: Propia.



**CONCEPTUALIZACIÓN**

---

## IV. CONCEPTUALIZACIÓN

Para la elaboración del proyecto se utilizaron como fundamentos teóricos y prácticos los términos de la teoría del diseño que se han aprendido a lo largo de la carrera con el fin de generar un producto integrado.

A continuación, se presentan los temas y la relación con el proyecto:

### 1) TEORÍAS DE DISEÑO

#### **Diseño de Experiencias.**

“Un fragmento del tiempo por el que uno ha vivido... Percibir por medio de sonidos y de la vista, sentimientos y pensamientos, motivos y acciones, unidos cercanamente, almacenados en la memoria, para luego ser revividos y contados por otros”. (Hassenzahl 2010).

El diseño de experiencias en el usuario debe enriquecerse haciendo del uso del producto un momento agradable, interesante y memorable.

La experiencia del usuario es una sub-categoría de la experiencia, enfocado en un mediador particular: Producto Interactivo.

Experiencia = Intangible

Producto interactivo = Tangible

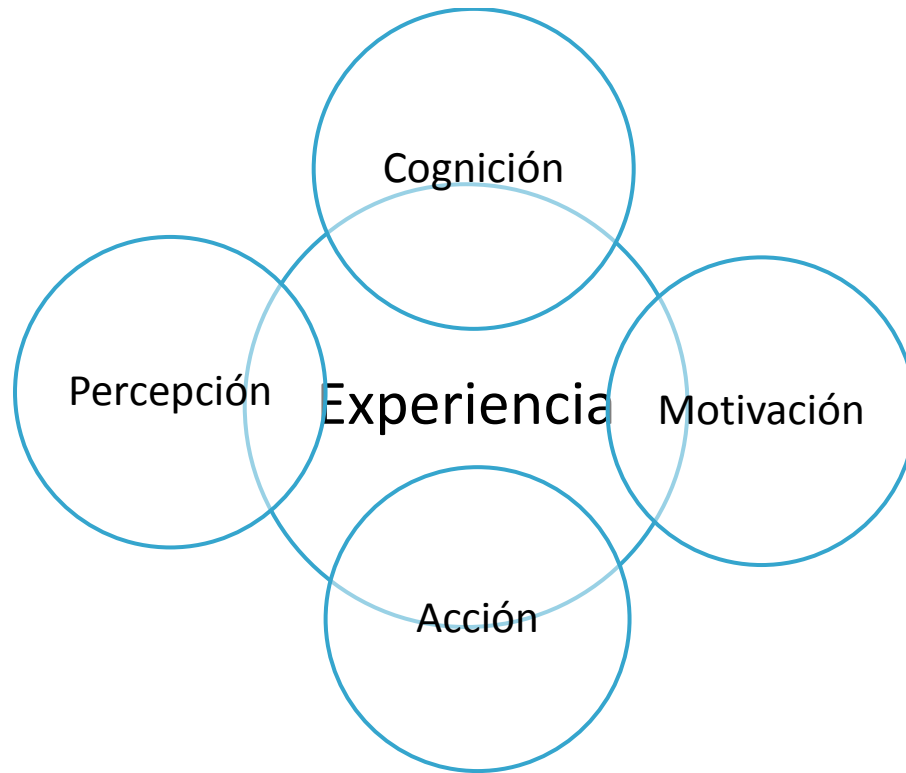
En esta teoría de diseño se propone un modo conceptual de la experiencia según 3 niveles:

- ¿Por qué?
- ¿Cómo?
- ¿Qué?

**¿Por qué? →** Expone la necesidad y las emociones, significados y la experiencia que intervienen en la actividad.

**¿Cómo? →** Hace que la funcionalidad sea accesible de una manera estéticamente placentera.

**¿Qué? →** Las cosas que las personas pueden hacer a través de un producto. El proceso de cómo el aprendizaje, razonamiento, atención, memoria/recuerdo y toma de decisiones funciona en el cerebro.



Mapa Conceptual 1: Diseño experiencia.  
Fuente: Curso Teorías del Diseño

### ¿Cómo se aplica al proyecto?

El diseño de experiencias puede relacionarse con el presente proyecto por el trasfondo de la problemática a la que se enfrentan los usuarios; el sufrir una fractura o lesión en

cualquier parte del cuerpo puede resultar en una situación complicada e incómoda ya sea por inseguridad o vergüenza.

Como se expone en los 3 niveles de experiencia, se pregunta “¿Por-qué?”

¿Por qué es una situación que representa inseguridad para los usuarios el tener que subir y bajar las gradas con esta limitación? Porque a pesar de utilizar equipo médico para ayudarse a realizar estas tareas, las soluciones actuales no brindan la mayor seguridad. El usuario necesita tomar ciertas posturas sin poder asegurar su integridad física y fácilmente puede perder el equilibrio y sufrir otro accidente.

“¿Cómo?”

¿Cómo se puede mejorar o solucionar esto? Por medio de un producto que estéticamente sea innovador para cambiar el estereotipo generalizado de quien utiliza una Muleta es igual a que está “enfermo”; y se busca que la nueva solución brinde mayor seguridad.

“¿Qué?”

¿Qué van a poder hacer con el producto? Se van a poder movilizar de una forma más segura, movilizarse de un punto a otro, subir y bajar gradas, sentarse y pararse.

## Diseño Emocional

Según Donald Norman, en su libro, Diseño Emocional expresa *“...el objetivo del diseño emocional es hacer que nuestras vidas sean más placenteras. Nos sentimos más vinculados a aquellos productos que nos son cercanos, por tanto, la verdadera personalización marca una gran diferencia. Tan pronto como establecemos algo de compromiso o involucración respecto a un producto, es nuestro para siempre.”*

El diseño emocional se relaciona con la interacción de los objetos a través de los sentidos, la experiencia que generan en el contexto donde se utilizan.

Se caracteriza por tener 3 niveles de diseño emocional, según Norman.

- a) **Diseño Visceral:** → Es la primera reacción ante el objeto y se juzga por la apariencia física y estética.
- b) **Diseño Conductual:**→ Se relaciona con el uso y la interacción, si es fácil de usar, crea satisfacción.

- c) **Diseño Reflexivo:** → Es un nivel más cerebral y se enlaza con el mensaje, significado y transmisión de valores.

En resumen, Norman plantea que el diseño está siempre relacionado con las emociones de distintas formas, a veces nos divertimos usando ciertos objetos, otras nos enfadamos cuando nos cuesta usarlos. Disfrutamos contemplando algunas cosas y nos encanta lucir otras porque nos hacen sentir distintos.

### ¿Cómo se aplica al proyecto?

El problema que se da en utilizar las muletas que existen actualmente es la percepción o la sensación de inseguridad que les da en las escaleras, que puedan caerse, ya sea porque en ocasiones anteriores han estado cerca de sufrir otro accidente realizando esta actividad o simplemente perciben que van a sufrir una caída.

El proyecto, por medio del Diseño Conductual, busca principalmente, generar un doble soporte o mecanismo para poder bajar gradas de una forma más segura, cambiando su actitud y su percepción de inseguridad.



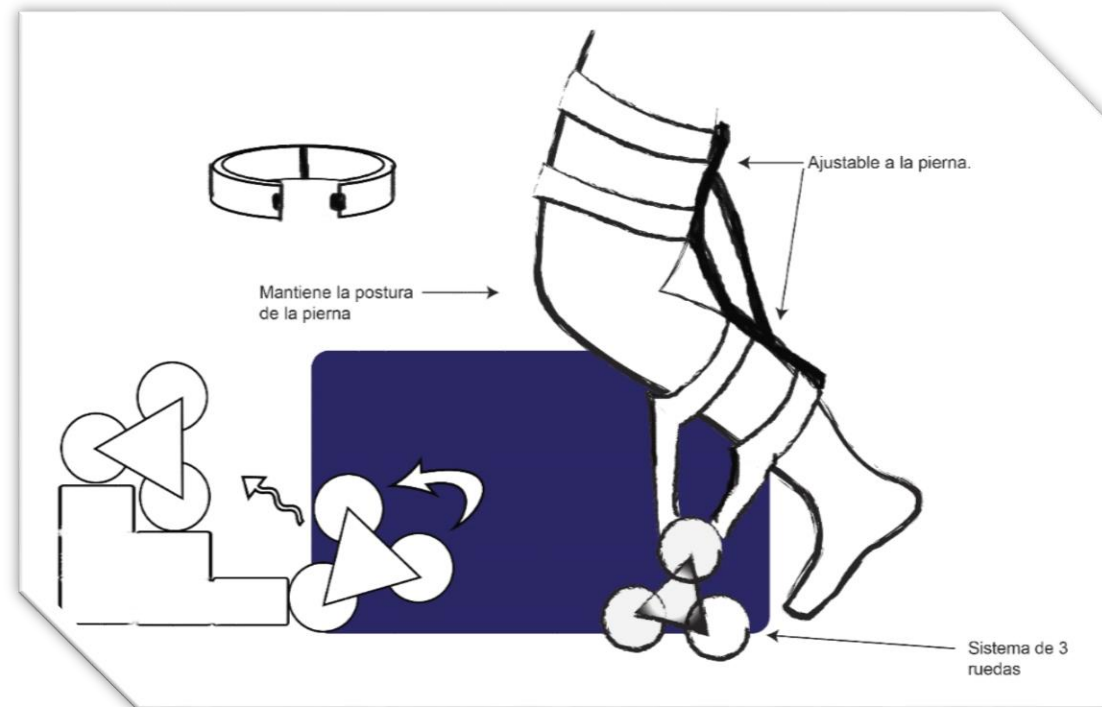
## PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN

### 1.) PARTE I

A continuación, se desarrollaron una serie de bocetos e ideas posterior a plantear los requerimientos y objetivos del proyecto, donde se tiene como objetivo, explorar mecanismos para desplazarse por los escalones, y desarrollar los ajustes respectivos.

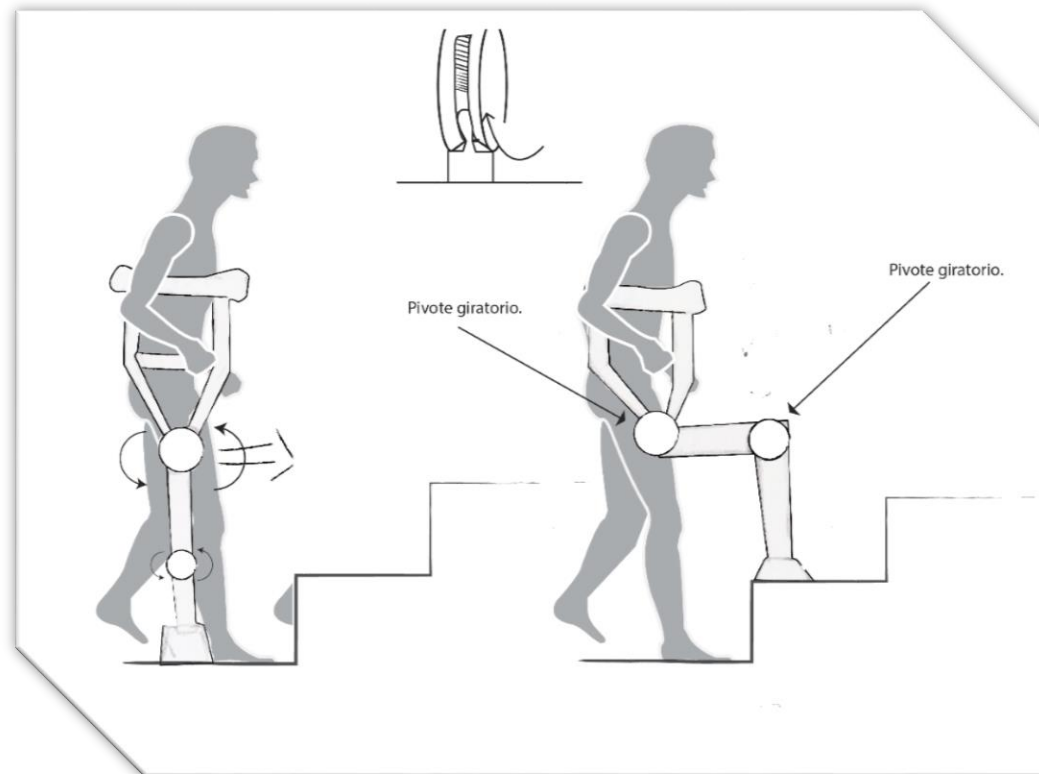
La primera propuesta consiste en que cuenta con una pieza principal que se ajusta a la pierna y la mantiene inmóvilizada con platinas metálicas recubiertas de esponja, tela y cinchos para asegurar de mejor manera a la extremidad inferior afectada. Además cuenta con un sistema de 3 ruedas colocadas de forma triangular con un mecanismo que permite rotar la base y poder subir las escaleras.

1



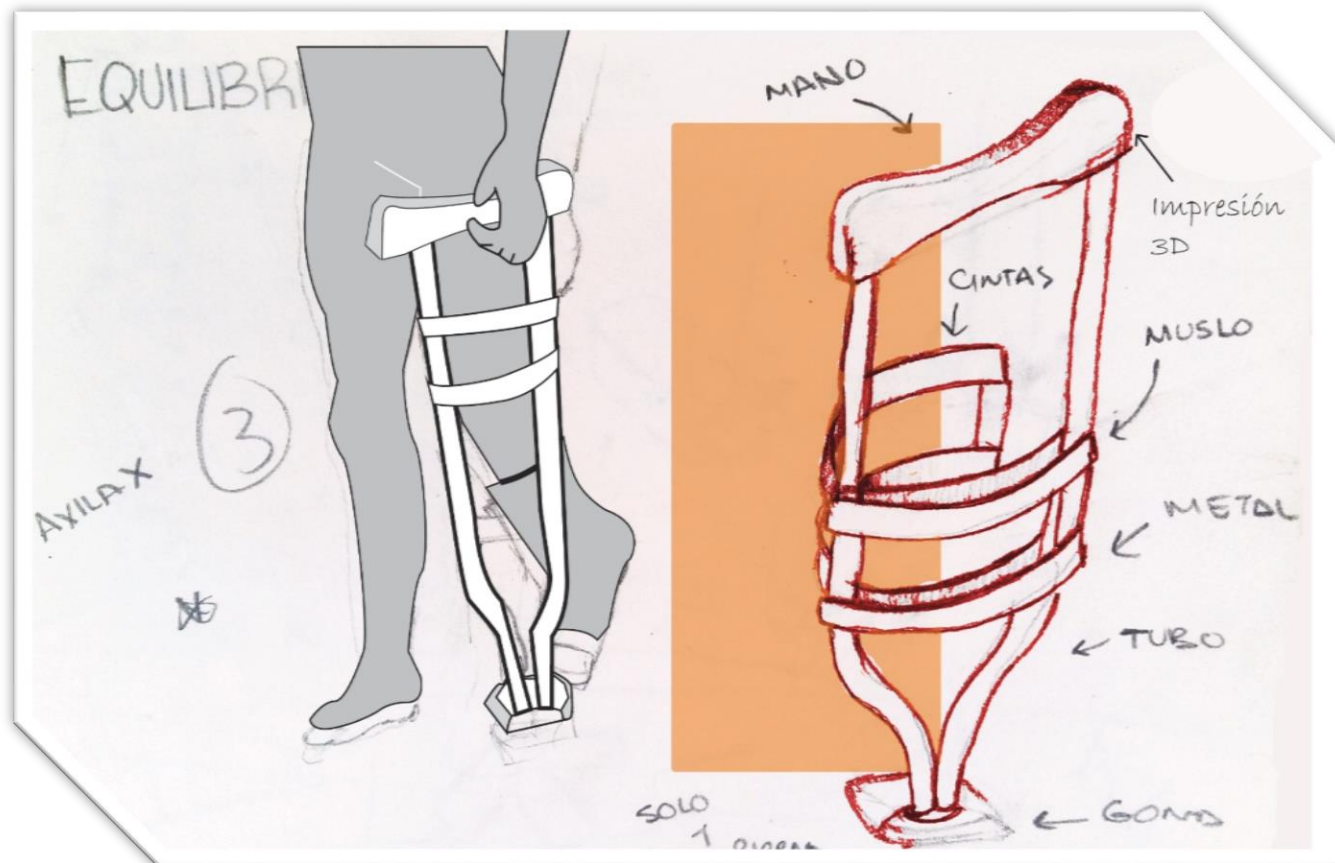
Esta propuesta, presenta una alternativa de muleta que por medio de un mecanismo de pivote giratorio colocado en 2 puntos, busca simular y asemejarse al movimiento de una pierna humana con las articulaciones de cadera y rodilla; de manera que el usuario emplea menor esfuerzo para subir y bajar gradas con muletas que realicen movimientos similares al de las extremidades inferiores de una persona.

2



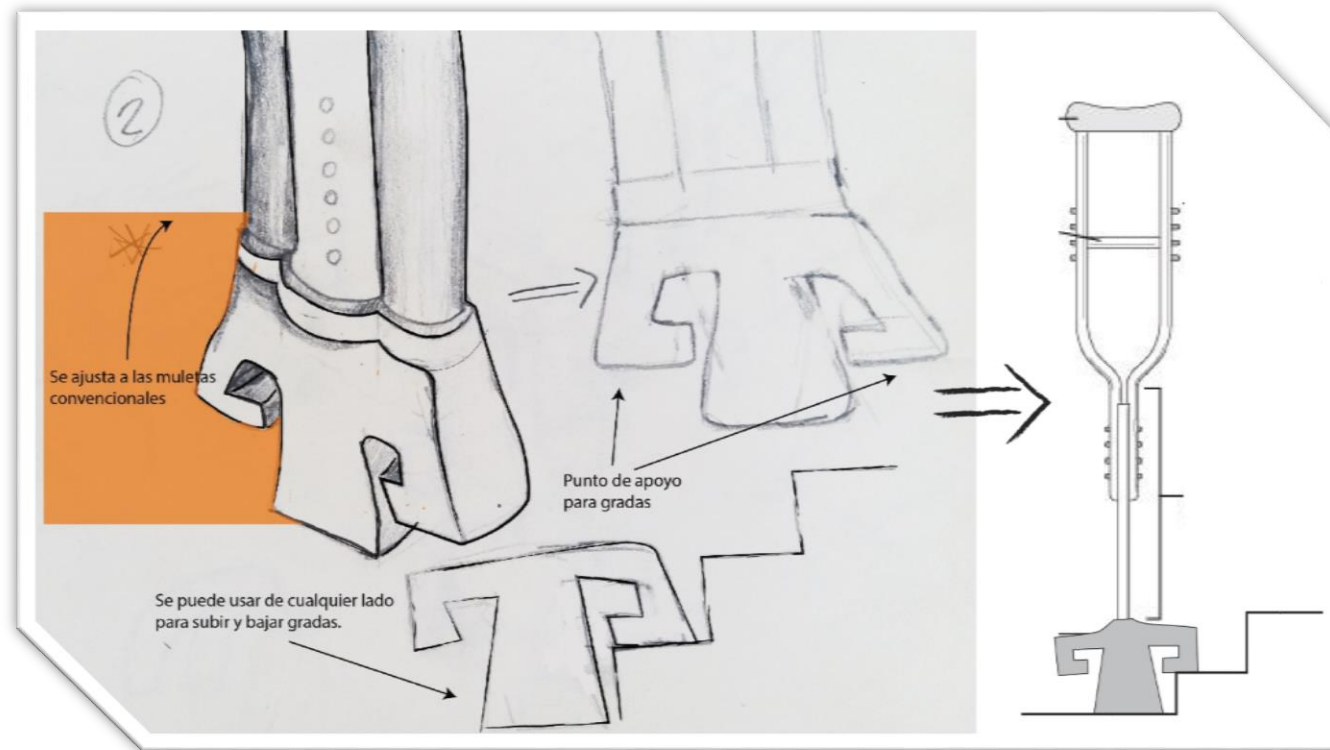
En la siguiente propuesta se busca proponer liberar al menos una de las manos por medio de un producto que se pueda utilizar como si fuera un bastón que se puede ajustar a la pierna lesionada por medio de cinchos para impedir su movilización involuntaria durante el tiempo de recuperación. De misma manera se evita el apoyo en la axila, o en el antebrazo para que sea un producto que unicamente requiera el uso de una de las manos. Fabricada de tubos y platina de aluminio, taco de goma.

3



En esta propuesta se propone un accesorio que se puede ajustar a las muletas convencionales. Tiene 2 apoyos para que el usuario pueda utilizarlo para subir y bajar gradas, con un apoyo en el escalón superior y otro en el escalón en el que esta parado. Estaría fabricado de silicón o goma por la flexibilidad que aporta este material, además de la elasticidad para ajustarse a los movimientos de las muletas subiendo y bajando gradas.

4



## Evaluación de propuestas

Se tomaron en cuenta, 4 ideas de propuestas, con mecanismos y sistemas diferentes, para poder evaluar en base a los requerimientos, cuál es el mejor camino a seguir.

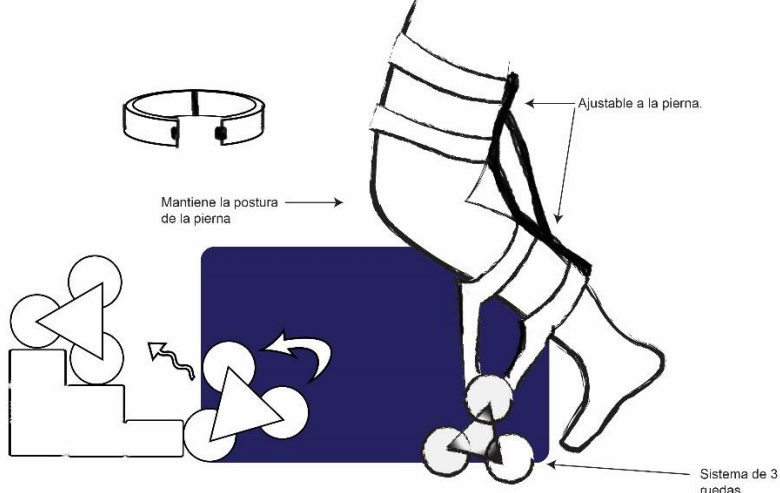
Propuesta 1	Positivo	Interesante	Negativo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se prescinde de utilizar las manos al tener una forma en la que se ajusta a la pierna del usuario.</li> <li>○ Con el sistema de las 3 ruedas el desplazamiento puede ser más sencillo y requiere de menos esfuerzo para el usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tiene un sistema de ruedas que facilita la movilización en terrenos planos.</li> <li>○ La forma triangular de la base y el trío de ruedas hace que se pueda subir y bajar gradas con un mecanismo de rotación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es complicado de ensamblar y de producir al requerir de tantas piezas que necesitan soldarse, o unirse por medio de herrajes.</li> <li>○ Toma más tiempo instalarse y ajustarse, comparado a las muletas convencionales.</li> <li>○ Requiere de mantenimiento en la parte inferior que cuenta con las ruedas y el pivote giratorio.</li> <li>○ Las personas que sufren una lesión e la rodilla y necesitan inmovilizar esa parte del cuerpo no pueden utilizar esta propuesta.</li> </ul>

Tabla 2: Evaluación de primeras propuestas.

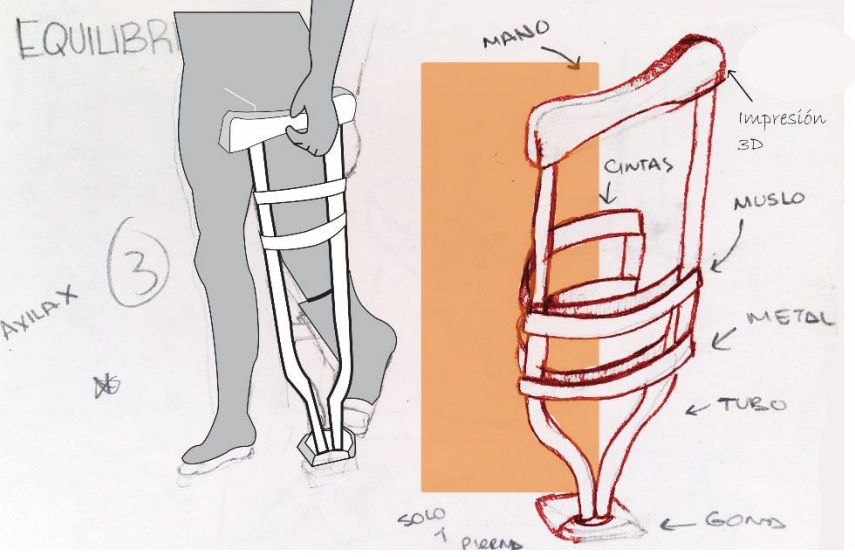
Propuesta 2	Positivo	Interesante	Negativo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ De igual manera se ajusta a la pierna de cada usuario.</li> <li>○ Su punto de apoyo cubre una mayor área brindando mejor estabilidad.</li> <li>○ .Se necesita unicamente utilizar 1 unidad, a diferencia de las muletas convencionales que se necesitan 2 unidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No se prescinde totalmente del uso de las manos, utiliza una a modo de bastón ajustable.</li> <li>○ El material que utiliza en la parte del agarrador estaría construido con impresión 3D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Al igual que en la propuesta anterior en tiempo de producción y ensamblado puede requerir de tiempo considerando la cantidad de piezas que presenta en relación a las alternativas existentes.</li> <li>○ La posición de la mano, al estar tan rígida puede ser incómoda para el usuario, perjudicando su movilidad.</li> </ul>

Tabla 3: Evaluación de primeras propuestas.

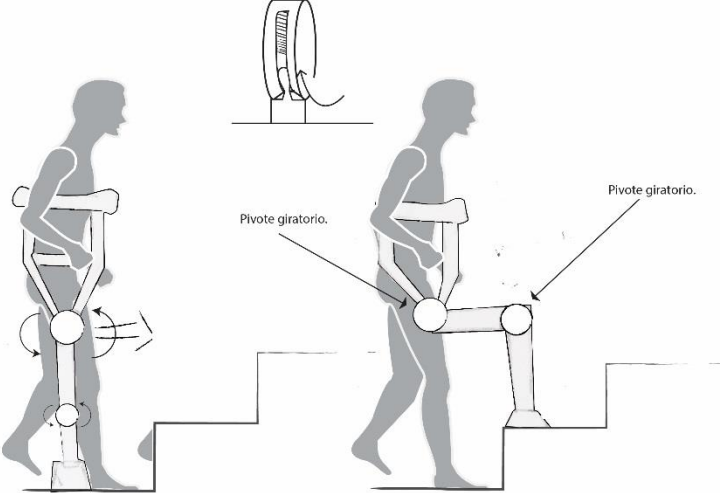
Propuesta 3	Positivo	Interesante	Negativo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mantiene la simplicidad en cuanto a la forma del producto convencional.</li> <li>○ Su mayor beneficio es la ayuda que brinda para subir y bajar gradas.</li> <li>○ Su mecanismo de pivotes giratorios permite que exista una mayor facilidad para subir o bajar escaleras, realizando menos esfuerzo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El usuario hace menos esfuerzo, ya que la propuesta hace la mitad del trabajo.</li> <li>○ Tiene principios de una prótesis para simular el movimiento de las rodillas</li> <li>○ El aprovechamiento máximo de su uso se da especialmente para subir escaleras, ya que en planos rectos funciona igual que una muleta regular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El mecanismo es complejo de producir y ensamblar por el sistema de seguridad que podría requerir; para que al momento de rotar los ejes se puedan asegurar de forma que el usuario pueda subir o bajar sin riesgos de caídas.</li> <li>○ Requiere de cuidados y mantenimientos para que no se dañe el pivote.</li> </ul>

Tabla 4: Evaluación de las primeras propuestas

Propuesta 4	Positivo	Interesante	Negativo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es un accesorio que se ensambla en las muletas existentes,.</li> <li>○ Es más sencilla de producir.</li> <li>○ Su forma y diseño permite que que se pueda ajustar a las diferentes tallas de muletas y bastones ya que usan una medida de tubo estandar de 3/4" abarcando mayor cantidad de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Su forma se basa en la funcionalidad</li> <li>○ No es invasivo</li> <li>○ Estaría fabricado de goma para que cuente con cierta flexibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estéticamente no le agrega mayor aporte.</li> <li>○ Su aporte de innovación es casi nulo</li> <li>○ Para que el taco pueda apoyarse en el escalón de arriba tiene que pegarse la muleta a la contrahuella, pudiendo provocar tropiezos tanto para subir como para bajar.</li> <li>○ Los puntos de apoyo para las escaleras tendrían insuficiente área de contacto con el suelo.</li> </ul>

Tabla 5: Evaluación de primeras propuestas(bocetos) Fuente: Propia.



## Conclusión

A partir de la previa evaluación de las propuestas donde se consideraron los aspectos más relevantes de cada una, se puede concluir que:

- A partir de la propuesta 4 se puede considerar la posibilidad de agregar puntos de apoyo extra que se adapten a la huella del escalón siguiente, tanto para subir como para bajar.
- Es conveniente evitar que la propuesta no tome mucho tiempo para poder utilizarla y que no requiera de un esfuerzo extra para el usuario el tener que ajustar la pierna afectada por medio cintas u otros sistemas que eviten la practicidad de otras alternativas.
- La propuesta debe tener un mejor apoyo y brindar mayor seguridad para que el usuario no pierda el equilibrio con tanta facilidad para subir y bajar gradas.
- El usuario debe realizar la actividad con menor esfuerzo.
- Para la elaboración del proyecto es más conveniente realizar un producto con una pequeña cantidad de ensambles para que en un futuro, su producción sea eficiente. Y así, el producto final no tenga un precio muy elevado en relación a la competencia.
- No utilizar mecanismos que requieran de mantenimiento, o que en algún momento puedan presentar algún fallo mecánico. Como los pivotes giratorios
- Se pueden tomar en cuenta una combinación de diferentes elementos de las propuestas para lograr una solución más completa.
- Aprovechar la tecnología de impresión 3D que se considera una herramienta útil para la elaboración de prototipos y lograr un acercamiento a un producto que puede ser producido en mediana escala.

## 2.) PARTE II

Se llevó a cabo la generación de maquetas, partiendo de las conclusiones planteadas, para una mejor visualización de tamaños, materiales como aluminio, tubo proceso, esponja, tela, acero dulce, goma, etc. y formas.

Las maquetas permiten visualizar diferentes formas básicas de muletas, como el apoyador de la axila y el taco.

### **Evolución de Forma.**

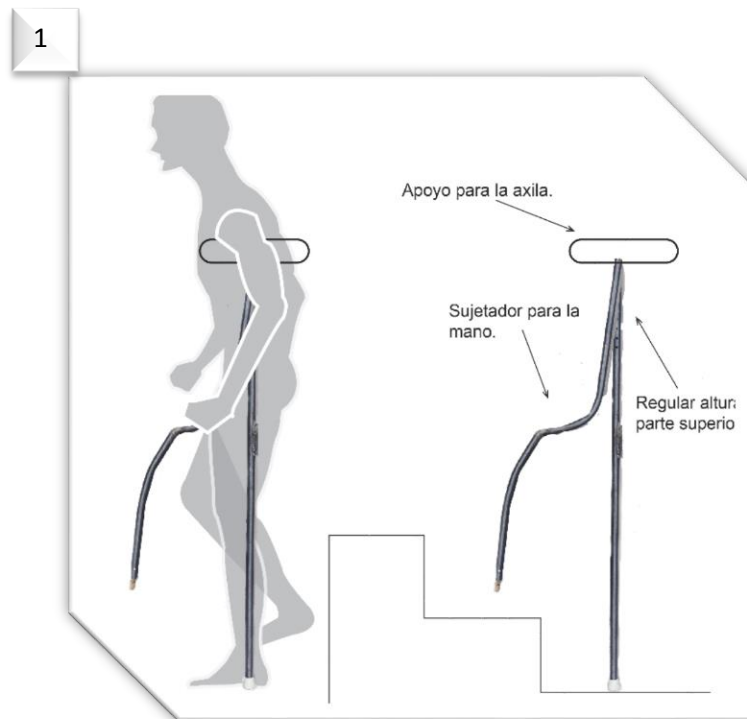


Imagen 39: Primera Maqueta.  
Fuente: Propia.

Esta propuesta busca implementar que la forma del producto brinde un apoyo extra a diferente altura del punto principal, para que se pueda utilizar en las gradas, y de igual manera, moverse en plano sin que el taco extra entorpezca la movilidad.

En la parte superior se unen para que solo exista un único tubo que gradúe la altura. La misma forma de la estructura permite que se funcione como el sujetador para la mano, sin agregar una pieza extra, más que esponja o algún recubrimiento.

Se busca que el soporte extra pueda integrarse con el soporte, a modo de que siempre tenga contacto con el suelo.

Esta maqueta fue realizada con tubo proceso de ½ pulgada.

2

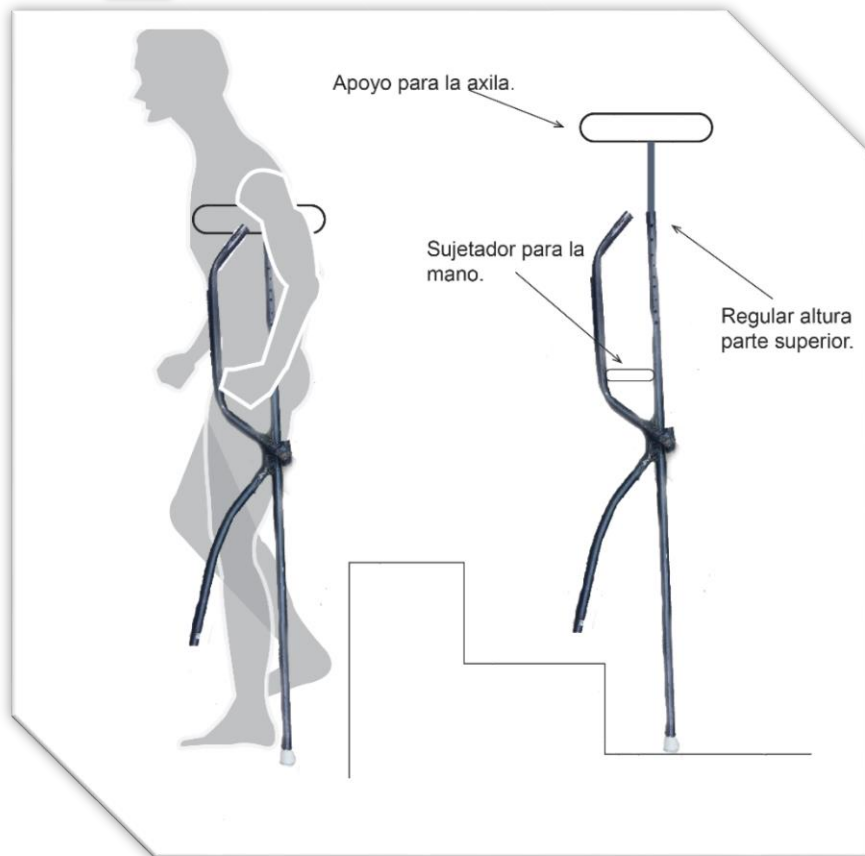


Imagen 40: Segunda maqueta. con doble soporte  
Fuente: Propia.

Esta propuesta consiste en una evolución de la propuesta anterior. Se buscó una forma más integrada y simetría, que a diferencia de la anterior no terminaba de verse completamente integrada.

Para graduar la altura que se ajusta a los usuarios cuenta con 2 puntos reguladores, el primero se encuentra en la parte superior, donde está el apoyo para la axila, para la talla general; y el segundo se encuentra en el sujetador para la mano, y adaptarse al largo del brazo de los usuarios

Cuenta con 2 tacos para apoyarse en 2 escaleras, para subir y bajar gradas.

Maqueta fabricada de tubo proceso de ½ pulgada.

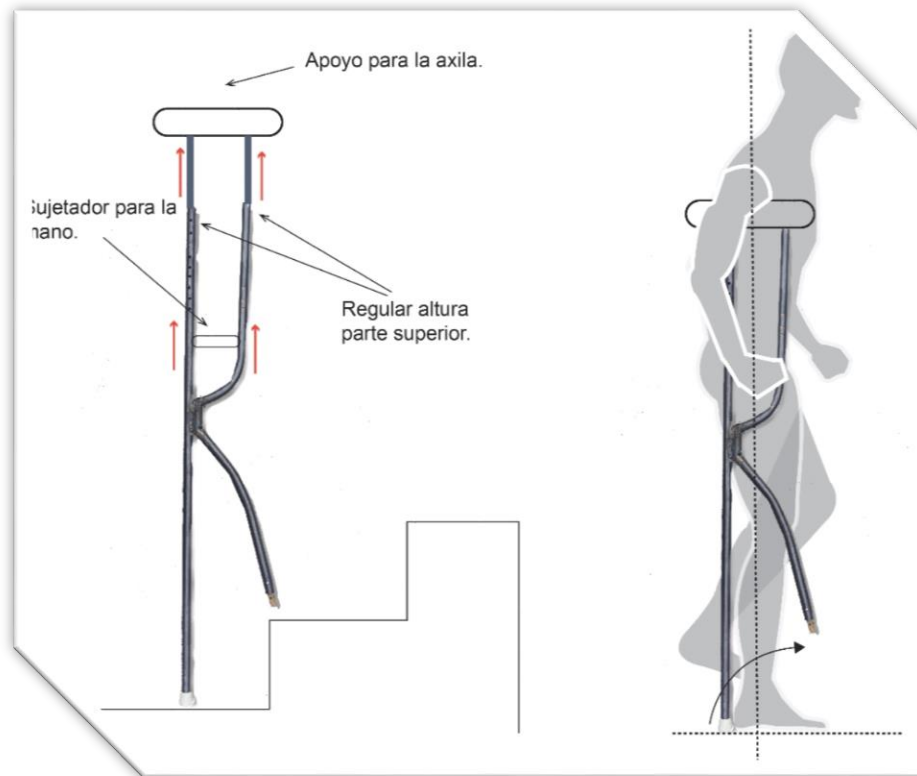


Imagen 41: Tercera maqueta.  
Fuente: Propia.

Esta propuesta presenta la diferenciación respecto a la propuesta anterior, que tiene dos puntos de apoyo donde se coloca el apoyador de axila para que exista un mayor soporte y se distribuya de mejor manera el peso del usuario.

Las últimas ideas tienen únicamente un punto de soporte. De manera que, al igual que en la anterior, el regulador de altura se encuentra en la parte superior por medio de 2 tubos paralelos.

De igual manera, se regula la altura en la parte superior y en el sujetador de la mano para no modificar la relación de altura entre ambos tacos, que van a estar de acuerdo a la medida de las contrahuellas.

Maqueta fabricada de tubo proceso de ½ pulgada.

La propuesta planteada en la imagen busca una idea completamente diferente, donde, el apoyo de la axila es parte de la forma principal de la muleta.

En lugar de apoyar el peso sobre la mano, esta propuesta apoya el peso sobre el antebrazo, representa la fusión de una muleta y un bastón canadiense y el apoyo de la axila es un elemento para asegurar que la muleta no se separe del usuario.

La forma de los apoyos que van en el suelo se mantiene como en las otras propuestas. Y la forma de regular la altura es de igual manera en la parte superior, para evitar tener que graduar la altura en 2 niveles diferentes en la parte inferior donde cuenta con la medida para que se ajusta a las diferentes contrahuellas.

4

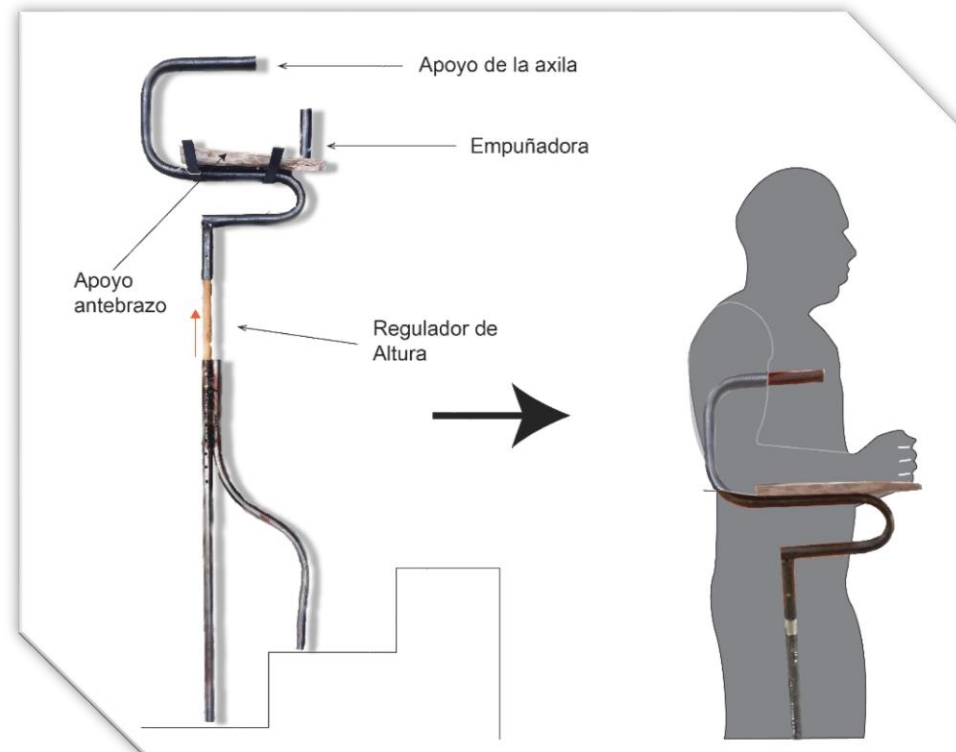


Imagen 42: Cuarta maqueta, con apoya brazo.  
Fuente: Propia.

## Evolución de tacos.

A continuación se presentan las diferentes propuestas de tacos que se maquetarón, principalmente para el punto de soporte que se le agrega al prototipo que tiene contacto al utilizar las gradas.

1



Imagen 43: Taco ergocap.  
Fuente: Ergoactive.com

La propuesta que se presenta no es un producto o maqueta realizada dentro del proyecto, sino que es un producto ya existente en el mercado, llamado Ergocap® utilizado para muletas, bastones y otros productos de esta rama. Está fabricado con silicón, lo que brinda mayor flexibilidad y mayor punto de agarre para cualquier ángulo de inclinación.

2



Imagen 44: Propuesta de taco con forma icosaedro.  
Fuente: Propia.

Esta propuesta busca mayor área de sujeción al suelo. Utiliza una 3era. parte de icosaedro truncado para que exista un punto de en contacto con la superficie en cada dirección en la que se mueva la muleta; izquierda, derecha, adelante, atrás.

El material con el que sería elaborada esta pieza para el prototipo final sería utilizando una impresión 3D considerando que para elaborar una única muestra puede elevar el costo. Y en una producción en masa se realizaría de caucho o algún material similar que también puede ser fabricado con impresión 3D con fopolímeros PolyJet con la familia de pómeros tango<sup>18</sup>

3



Imagen 45: Taco con resorte en forma de U.  
Fuente: Propia.

Se ideó un taco que se ajusta al cuerpo de la muleta para que cubriera mayor área de sujeción al suelo, proponiendo uno con forma de U, para que el movimiento que produce la muleta, hacia adelante y hacia atrás no se levante del suelo y exista riesgo de caída por parte de usuario.

Adicionalmente se le agregó un resorte para que exista una mayor amortiguación además de ajustar automáticamente la altura al momento de tener contacto con un escalón.

### **Evolución apoyo para la axila.**

A continuación, se presenta una serie de propuestas para la parte donde se apoya la axila, buscando mejorar la comodidad que no brindan las muletas convencionales.

1



El apoyo de la axila fabricado de madera se puede hacer de forma artesanal, dando al producto una apariencia distinta, utilizando aluminio y madera dentro de un mismo producto.

La comodidad no mejora en comparación a la ya existente de plástico por la razón que tienen la misma forma, variando unicamente el material.

Imagen 46: Apoyo para axila, de madera.  
Fuente: Propia.

2



En esta propuesta la forma es cilíndrica, ya que busca adaptarse mejor a la anatomía humana pues la forma de la axila no tiene ángulos rectos.

Esta forma se ajusta de una mejor manera a la forma de la axila. Para esta maqueta se utilizó esponja de alta densidad, pero en la propuesta final se elaboraría con plástico inyectado con un recubrimiento de silicón.

Imagen 47: Apoyo para axila hecho con esponja.  
Fuente: Propia.



3



Imagen 48: Apoyo para axila, Impresión 3D.  
Fuente: Propia.

Como una combinación de la propuesta original y la propuesta anterior, se desarrolló esta idea, donde se utiliza de forma base, un cilindro para que se ajuste mejor a la axila y a los costados del cuerpo, con una mayor longitud, para que más áreas del cuerpo tengan contacto con este elemento.

Para el prototipo final se realizará con impresión 3D, filamento de PLA que es un filamento orgánico. Para una producción en masa se desarrollaría con TPU, o LPDE inyectado.

### PARTE III

#### Evaluación de propuestas.

Posterior a realizar la fase de bocetaje, maquetación y desarrollo de evoluciones de las diferentes partes para una muleta se procede a evaluar y combinar las mejores opciones con el fin de generar una propuesta que cumpla con los requerimientos y pueda cumplir con la problemática planteada.











Propuesta	1	2	3	4	
Forma					En esta sección se descartó la opción 4, porque la estructura genera muchos puntos de fragilidad y representaba complicaciones para fabricarla con aluminio por las uniones y dobleces del material.
Taco				En esta sección se descartan las opciones 2 y 3, porque la primera propuesta es una combinación que existe actualmente en el mercado de las alternativas presentadas.	
Axila				En esta sección la opción 2 se descartó porque se desarrolló una evolución de la misma, teniendo como resultado la 3era opción que parte de su forma inicial como un cilindro, por las características que anteriormente se presentaron.	

Tabla 6: Evaluación de propuestas

Fuente: Propia.

Después de haber evaluado cada propuesta por medio de un análisis individual, se determinó que:

- De la sección de el rediseño del taco superior, se definió como alternativa más viable, la propuesta 1, que es el producto que se encuentra actualmente en el mercado, para que los procesos de producción sean más cortos. Y para el taco que se encuentra en la parte inferior se utilizaría el taco convencional que utilizan las muletas actualmente porque la forma de utilizar las muletas en terrenos planos se realizaría de la misma manera que las soluciones actuales. Mientras la forma y flexibilidad del otro taco benefician en la tarea de subir y bajar gradas por su adaptación a diferentes inclinaciones.
- En la sección de la parte de la axila se contempló la 3era propuesta que tiene una forma innovadora, pero al mismo tiempo, no se desliga por completo de las muletas convencionales, siendo un producto de aspecto familiar para el usuario. Alterando pequeños detalles como el alto de la pieza y partir de una base cilíndrica de fondo.

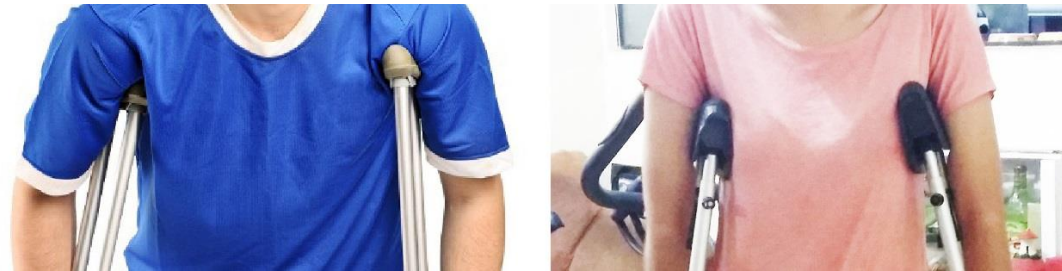


Imagen 49: Soportes para axilas.

Fuente: Propia

- De la primera sección de la evaluación, la de forma, se escogió la propuesta existente (propuesta 3) con pequeños cambios. De la sección del apoyador para la axila, tomando en cuenta que se busca mejorar la comodidad del usuario, buscando ser más ergonómica para el usuario ya que se ajusta a diferentes alturas de usuarios y a la postura natural del cuerpo cuando se utilizan muletas.

Se fusionaron elementos integrando varias propuestas, escogiendo aquel producto que tenga una mejora en cuanto a forma, seguridad y comodidad, logrando que su método de ensamblaje no representara complicaciones para la producción, llegando de esta forma a la propuesta final.

### 3.) PARTE IV

#### Propuesta Final

Luego de combinar los diferentes elementos desarrollados durante la previa etapa de conceptualización donde se buscó cumplir con los requerimientos y problemática, se definió como propuesta final, una muleta que unifica algunos elementos que se analizaron en la alternativa de soluciones existentes y bocetos, como un soporte añadido que se utilice para subir y/o bajar gradas.

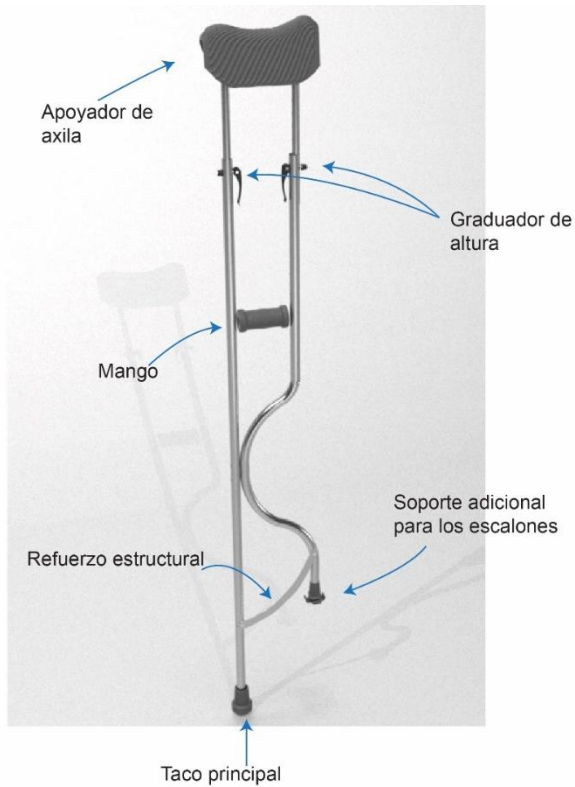


Imagen 50: Render de propuesta final.  
Fuente: Propia.

A continuación, se presentan una serie de imágenes donde se explica más a detalle los elementos con los que cuenta la propuesta planteada.

En este render se puede visualizar el mecanismo que se va a utilizar para graduar la altura, a diferencia de las muletas convencionales, éste se va a graduar en la parte superior, con 2 tornillos de aguja. Aportando además de funcionalidad, un valor estético, al estar en una posición más visible para el usuario en relación con las muletas convencionales (Se encuentra este mecanismo en la parte inferior)



Imagen 51: Render de mecanismo para ajustar altura.  
Fuente: Propia.

Este render muestra el apoyador de axila con detalle texturizado para ofrecer estética y como método antideslizante ya que los usuarios a diario pueden utilizar muletas, posterior a un baño, donde el contacto de la piel húmeda o mojada con esta parte puede provocar que se vuelva resbaladizo.

Mantiene la figura orgánica del diseño completo.

Para el desarrollo del prototipo se elaborará por medio impresión 3D con filamento PLA.

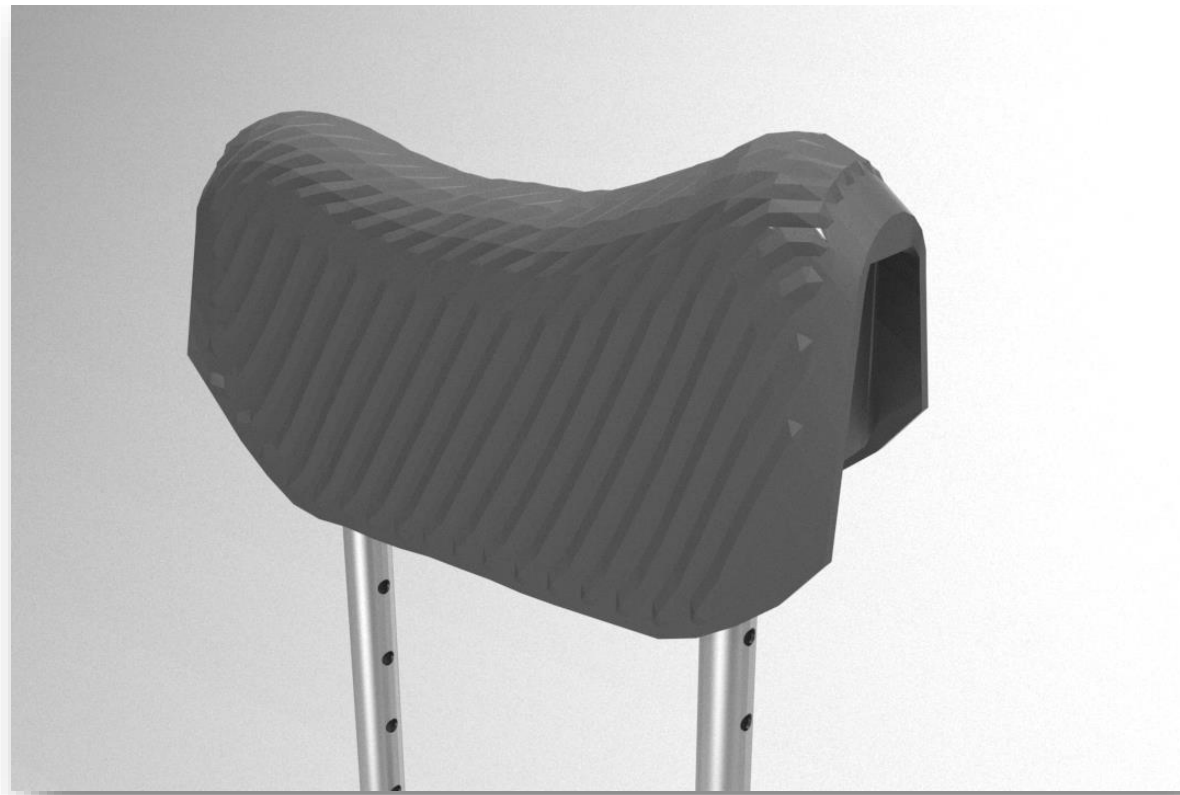


Imagen 52: Render de apoyo para axila.  
Fuente: Propia.

En el presente render se muestra el accesorio que va a utilizar el producto final. Considerando que los mangos que existen actualmente se utilizan para las muletas convencionales, y cumplen con dar soporte a la mano del usuario. Se definió como propuesta utilizar lo que se encuentra en el mercado de accesorios médicos. Además de ahorrar tiempos y procesos de producción.

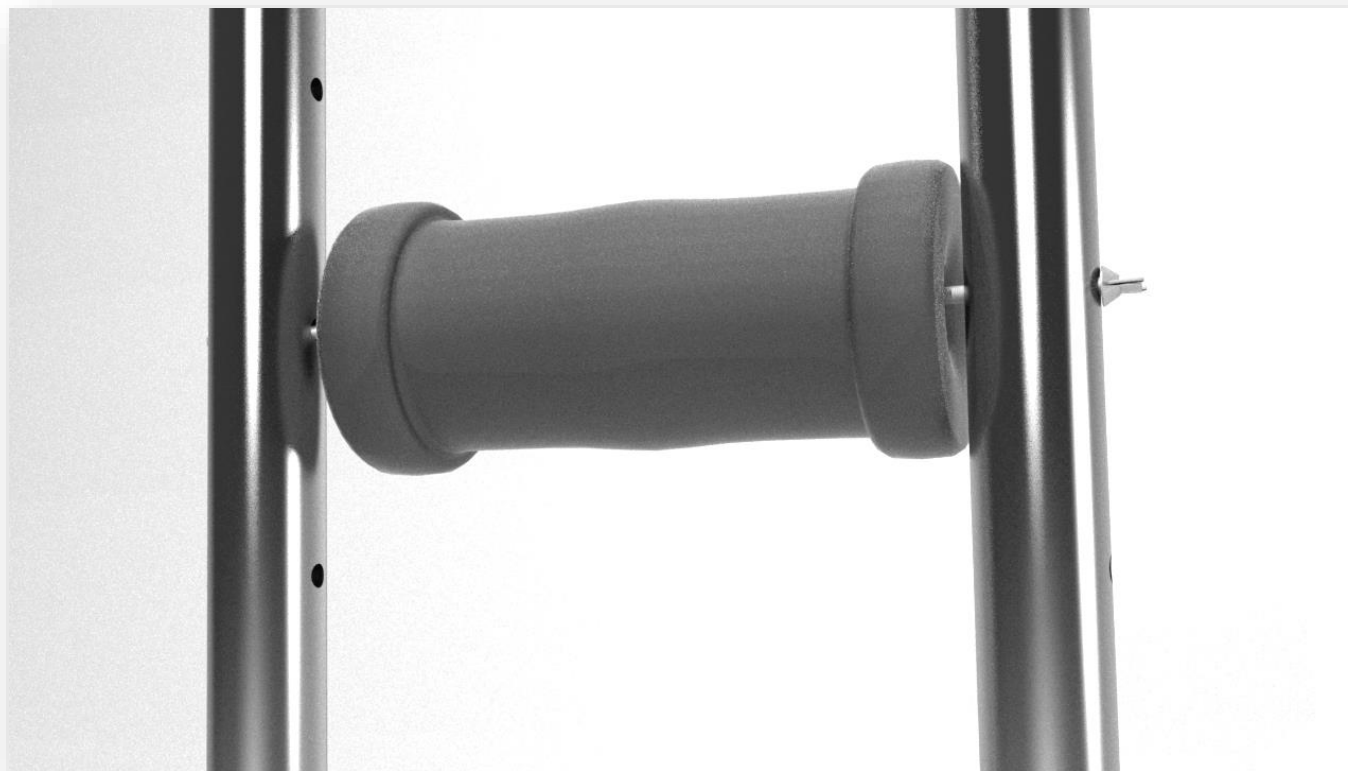


Imagen 53: Render de agarrador.  
Fuente: Propia.

En el presente render muestra los 2 tacos, tanto superior como inferior, y la pieza que brinda el soporte estructural.



Imagen 54: Render de tacos.  
Fuente: Propia.



En los renders que se presentan a continuación, se muestra como adaptan ambos tacos con las escaleras, donde existe un punto de apoyo en uno de los escalones, y el otro en el escalón siguiente, brindando mayor soporte y seguridad.



Imagen 55: Render tacos en escaleras.  
Fuente: Propia.

En este render se muestra como la pieza estructural unido por medio de remaches a la estructura principal.



Imagen 55: Render de pieza estructural.  
Fuente: Propia.

## **Conclusiones.**

Finalmente se puede concluir luego de integrar todas las propuestas y finalizar con la etapa de conceptualización que:

Las muletas Mus-E combinan una serie de elementos que recuerdan las muletas convencionales, aunque la innovación del producto demuestra al usuario, que el equipo médico puede tener una propuesta de valor más allá de la funcionalidad, logrando una visualización que llama la atención del usuario por su diferenciador en cuanto a forma, elementos agregados y función, reduciendo el prejuicio de que el equipo médico tiene que ser “feo”.

La propuesta responde a los requerimientos de ajuste a las diferentes alturas de las gradas que el usuario debe subir y bajar de un nivel a otro en las edificaciones, pudiendo utilizarse también en terrenos planos, como una muleta convencional.

Además, utiliza métodos de ensamblaje sencillos que un herrero local puede llevar a cabo, por lo que lo hace un producto de fácil elaboración, pensando en una futura producción en masa

Por otro lado, la propuesta ofrece comodidad, que es uno de los grandes problemas de las muletas que existen en el mercado, según las encuestas, ofreciendo mayor percepción en la seguridad física y mental del usuario cuando requiera utilizarlas en escaleras.



**MATERIALIZACIÓN**



## V. MATERIALIZACIÓN

### a) MODELO SOLUCIÓN

#### 1. DESCRIPCIÓN VERBAL DEL MODELO SOLUCIÓN.

La propuesta de diseño titulada **Mus-e** es una muleta diseñada con el fin de brindar mayor seguridad al usuario, mejorando su experiencia de utilizar este equipo médico durante el tiempo de recuperación de una lesión en las extremidades inferiores. El hecho de sufrir una lesión, que limite sus movimientos habituales representa una experiencia negativa; por lo tanto, el proyecto propone que utilizar muletas no tiene que ser una experiencia negativa, incómoda e insegura.

Partiendo desde la idea de mejorar la seguridad para subir y bajar gradas, la nueva propuesta cuenta con un soporte extra, es decir que cada muleta tiene 2 puntos de apoyo, a diferencia de las convencionales que solo cuentan con 1. El soporte extra se acomoda a la altura del escalón siguiente cuando el usuario está ascendiendo por las escaleras. Y cuando el usuario está por descender, el apoyo extra se acomoda en el escalón en el que el usuario está situado.

#### **Materiales Y Acabados**

Los materiales que se utilizaron para las diferentes partes del producto final para que el proyecto se pudiera materializar son:

- **Estructura principal:** Se utilizaron tubos de aluminio con medida de  $\frac{3}{4}$ " para la estructura del prototipo, con un proceso de doblado para lograr la forma deseada. Y

con un acabado de anodizado color gris. Por otra parte, se utilizaron tubos con medida de  $\frac{5}{8}$ " para graduar la altura en el apoyo de la axila.

- **Tacos:** Los tacos que se utilizaron en el apoyo superior están fabricados de caucho para que el impacto tenga mayor flexibilidad, además de una forma que se adecúa al movimiento que produce al subir y/o bajar gradas con la muleta., es un ejemplar de la marca ErgoCap®. Y para el taco del apoyo inferior se utilizaron los productos ya existentes que se utilizan en las muletas convencionales.
- **Apoyo de axila:** Para la elaboración del prototipo en el apoyo para la axila se realizó por medio de la tecnología de la impresión 3D con plástico PLA para producir un elemento que tenga resistencia y sea liviano.

Se utilizó PLA como material para el prototipo porque es el más común que se utiliza en Guatemala ya que se puede imprimir en casi todos los modelos de impresoras 3D y existe un mayor rango de colores que se pueden utilizar. Por otra parte, además de resistir temperaturas menos altas en relación al ABS u otros filamentos, se determinó que las temperaturas más altas en las que el producto podía someterse en ámbitos naturales, es dentro de un vehículo; que según un estudio publicado en [www.abc.es](http://www.abc.es) la temperatura que alcanza dentro de un

vehículo es de 50°C con 35°C en el exterior después de 60 minutos<sup>19</sup>. Y la resistencia a la temperatura que tolera el PLA es de 60<sup>a</sup> para comenzar a descomponerse según artículo publicado en [www.impresoras3d.com](http://www.impresoras3d.com) <sup>20</sup> En un proceso de producción en serie se reemplazaría la impresión 3D por un molde de plástico LPDE inyectado. O ya bien filamento TPU para la impresión 3D que aumenta el costo y el tiempo de producción de la pieza.

- **Agarrador:** Para el puño, agarrador o mango de la muleta, la parte que tiene contacto con la mano del usuario, de la misma manera que los tacos, se obtuvieron en el mercado local fabricados de esponja.
- **Soporte estructural:** Para la pieza que le brinda un soporte en la estructura se utilizó una platina de aluminio de 3/16" por 5/8".

### Fundamentos De Características Formales.

Para la forma del prototipo se utilizaron líneas orgánicas para generar un diseño con mayor dinamismo y mayor fluidez visual buscando renovar la percepción de, —citando a uno de los

usuarios entrevistados, Javier Palacios— “*aspecto de hospital*”. que manifiestan las muletas convencionales.

Se utilizan formas asimétricas regidas algunas, por la función del producto al tener 2 puntos de apoyo a diferentes alturas. Sin embargo, se buscó la asimetría de manera que no tuviera un peso visual que causara ruido, pero que al mismo tiempo centrara la vista en el punto focal donde se añade el apoyo adicional, ya que es el diferenciador principal del proyecto.

### CONCEPTO

El producto se ha diseñado bajo la teoría de diseño de experiencias. Ya que se utilizó la interrogante, “¿cómo a través del Diseño se puede mejorar la experiencia de utilizar muletas?”

Bajo los procesos que utiliza el cerebro para decodificar un producto y decidir que lo quieren utilizar, se trabajó principalmente el proceso de percepción, que es un reflejo sensorial directo de la naturaleza por el hombre. Y cómo se puede mejorar la sensación de inseguridad que tiene un usuario a consecuencia de una lesión, buscando disminuir la inestabilidad que provoca utilizar muletas.

## 2. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL MODELO SOLUCIÓN.



Imagen 55: Fotografía propuesta final.  
Fuente: Propia.



Imagen 56: Fotografía propuesta final con referencia humana.  
Fuente: Propia.



Imagen 57: Tornillos de aguja para regular la altura.  
Fuente: Propia.

Imagen 58: Tornillo y mariposa para graduar la altura del mango  
Fuente: Propia.





Imagen 59: Apoyo de axila donde se introducen los tubos que gradúan la altura.  
Fuente: Propia.



Imagen 60: Taco inferior y superior, Además de la pieza estructural unida por medio de remaches.  
Fuente: Propia.

## B) SECUENCIA DE USO.

### MANUAL DE USO.

A continuación, se enlistan una serie de pasos que son necesarios para poder utilizar el producto del presente proyecto para un apropiado uso.

En la sección de anexos se puede encontrar un video donde muestre la secuencia de uso con mayor claridad.

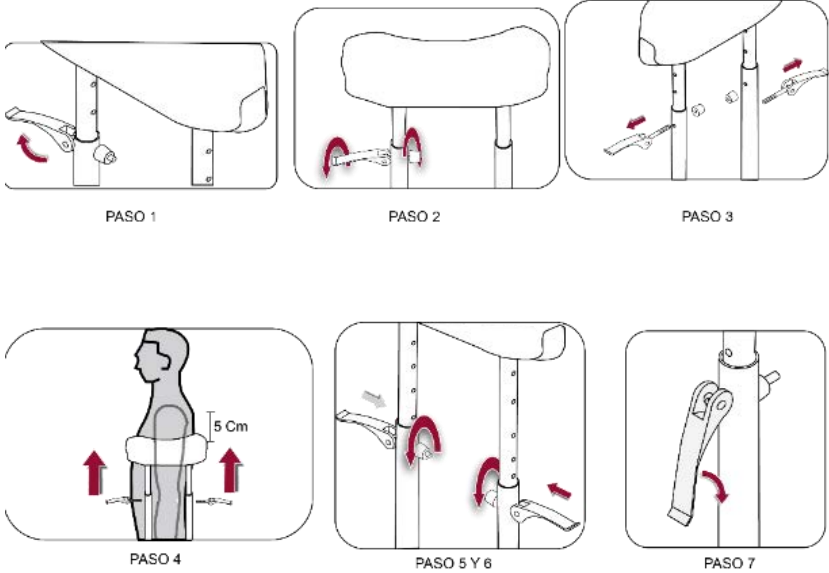
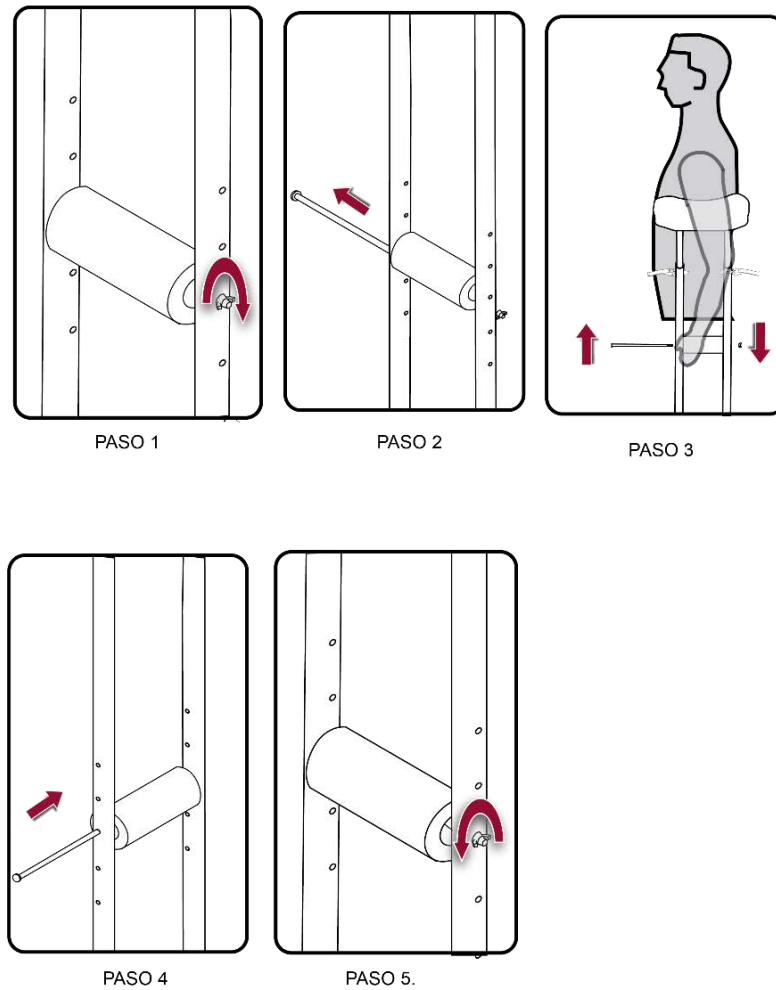
FASE 1 - Ajustar alturas		
Paso	Imagen	Descripción.
Ajustar altura axila.	 <p>PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 4 PASO 5 Y 6 PASO 7</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Liberar el seguro.</li><li>2. Girar tornillo.</li><li>3. Retirar tornillo</li><li>4. Elevar el apoyo de la axila a la altura de 5 Cm. Por debajo del sobaco.(9)</li><li>5. Insertar el tornillo dentro del orificio.</li><li>6. Girar tornillo</li><li>7. Asegurar.</li></ol>

Ilustración 7: Gráfica para ajustar altura de axila.  
Fuente: Propia.

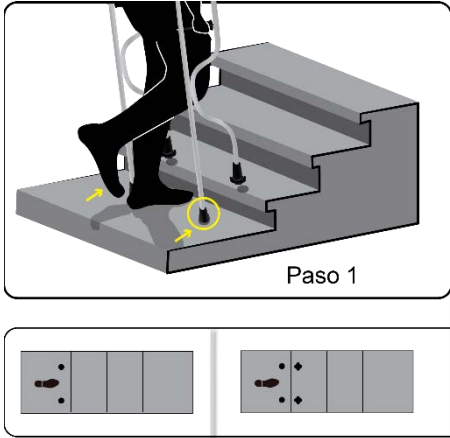
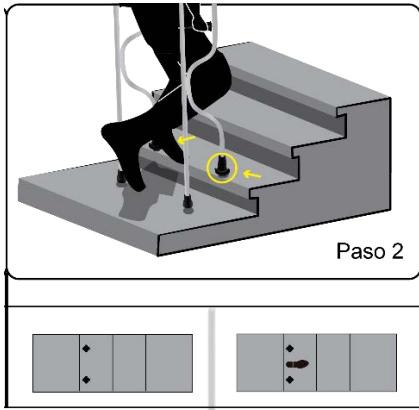
## Ajustar altura Agarrador.



1. Girar tuerca tipo mariposa.
2. Retirar tornillo.
3. Colocar el agarraador de manera que la mano quede a la altura de la cadera con el codo ligeramente flexionado.
4. Insertar tornillo dentro del orificio.
5. Asegurar con la tuerca tipo mariposa

Ilustración 8: Gráfica para graduar altura de agarraador.  
Fuente: Propia.

**FASE 2 – Subir escaleras.**

Paso	Imagen	Descripción.
Apoyar tacos inferiores (punto A)	 <p>Ilustración 9: Paso uno, para subir escaleras. Fuente: Propia.</p>	<p>Se sitúan los tacos inferiores en el mismo escalón en el que se planta el pie de apoyo.</p>
Apoyar tacos superiores (Punto B)	 <p>Ilustración 10: Paso dos, para subir escaleras. Fuente: Propia.</p>	<p>Seguido de realizar el paso anterior, se acomodan los tacos superiores sobre el escalón que se encuentra posterior al escalón donde está ubicado el pie de apoyo.</p>

Acomodar pie.

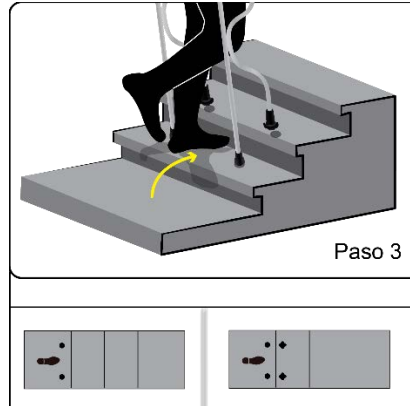


Ilustración 11: Paso tres, para subir escaleras.  
Fuente: Propia.

El pie de apoyo de un paso hacia el siguiente escalón, de forma ascendente.

### FASE 3 – Bajar escaleras.

Apoyar tacos superiores (Punto B)

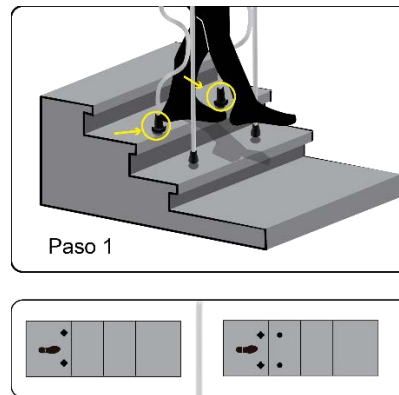


Ilustración 12: Paso uno para bajar escaleras  
Fuente: Propia.

Se sitúan los tacos superiores en el mismo escalón en el que se planta el pie de apoyo.

Apojar tacos inferiores (Punto A)

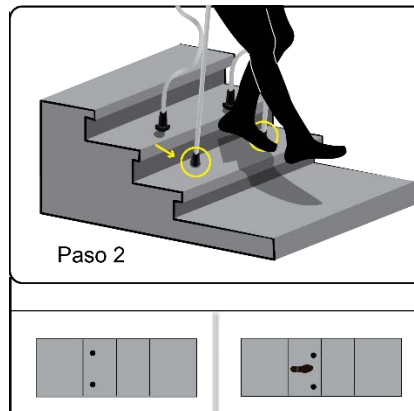


Ilustración 13: Paso dos, para bajar escaleras.  
Fuente: Propia.

Seguido de realizar el paso anterior, se acomodan los tacos inferiores sobre el escalón que se encuentra inmediatamente debajo al escalón donde está ubicado el pie de apoyo.

Acomodar pie.

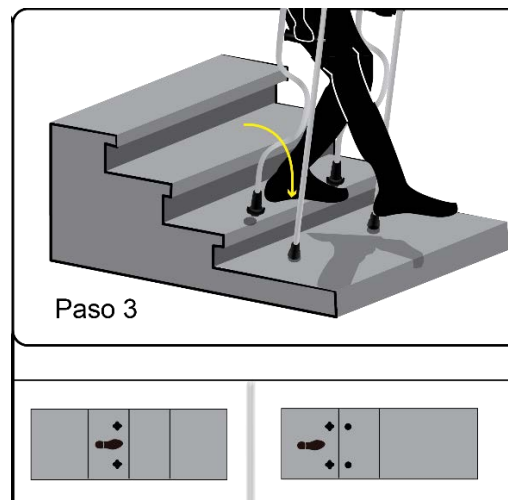
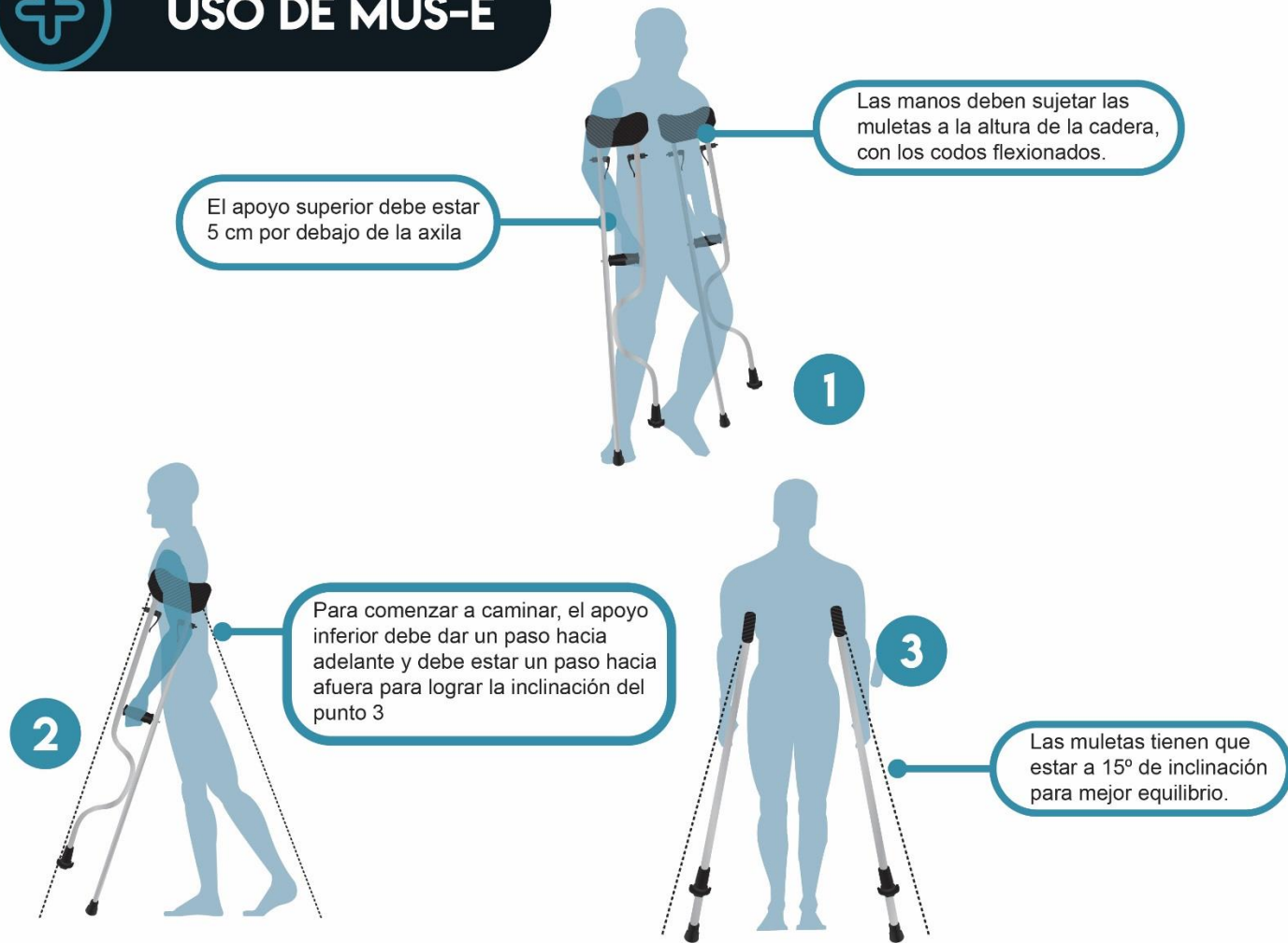


Ilustración 14: Paso tres, para bajar escaleras.  
Fuente: Propia.

El pie de apoyo de un paso hacia el siguiente escalón, de forma descendente.

## USO DE MUS-E



### C). PROCESO DE PRODUCCIÓN.

#### 1. TABLA DE MATERIALES Y PROCESOS.

El proceso de producción de las muletas Mus-e se llevó a cabo utilizando diferentes materiales, aprovechando sus características y propiedades para una más eficiente producción y con resultados satisfactorios. A continuación, se presenta una serie factores que se deben tomar para fabricar las muletas con los materiales seleccionados y sus procesos de transformación

Elemento del modelo	Materia prima-estructural, compuesta o consumible.	Procesos de transformación.	Tomar en cuenta
Apoyo de axila.  Pieza A	Plástico PLA	Impresión 3D	Las piezas deben quedar sin desperfectos en su superficie.
Estructura del cuerpo de la muleta:  Pieza B y Pieza C	Tubo de aluminio de 3/4" de diámetro exterior y 6 mts. de largo.	<p>Se cortaron secciones de 1.00 y 1.15 Mts</p> <p>El material pasó por un proceso de doblado en uno de los tubos, para alcanzar la forma deseada.</p> <p>Se efectuaron una serie de perforaciones para colocar el tornillo que ajusta la altura del apoyo de la axila, y para el tornillo que mide la altura del agarrador.</p> <p>Las piezas B y C se unieron entre sí, por medio de remaches.</p>	Es importante considerar la precisión de las perforaciones para que el funcionamiento de ajustar las diferentes alturas se realice de manera óptima.



<p>Tubos para ajustar las distintas alturas.</p> <p>Pieza D</p>	<p>Tubo de aluminio de 5/8" de diámetro exterior, y 6 mts de largo.</p>	<p>Se cortaron secciones de 0.33 mts, y se efectuaron una serie de perforaciones que indican los distintos niveles de altura.</p>	<p>Al igual que con los elementos anteriores, la precisión de las perforaciones es indispensable.</p>
<p>Soportes del cuerpo principal.</p> <p>Pieza E</p>	<p>Platina de aluminio de 3/4" por 3/16" de grosor.</p>	<p>Se cortaron secciones de 21 cm. Y pasaron por un proceso de doblado. Se unieron a la estructura de las piezas B y C por medio de remaches.</p>	

## 2. FLUJO DE PRODUCCIÓN.

Para definir el proceso de producción se tomó en consideración la cantidad de piezas que llevan un proceso de transformación y el tiempo que toma efectuarlos. Puesto que la pieza que más complejidad representa en cuanto a su proceso es la pieza B; y las piezas que más alteraciones recibe, en cuanto a cantidad, es la pieza D.

Para el desarrollo de producción se comienza transformando la pieza B y la pieza C, con sus correspondientes transformaciones, posterior a eso se unen por medio de remaches de 1/4" por 1". Seguido de eso prosigue reforzar la estructura con la pieza E y se introducen las dos piezas D, ya con sus respectivas perforaciones.

Seguidamente se encaja el apoyo de la axila (Pieza A) con las piezas D. Por último, se instalan los diferentes accesorios que fueron adquiridos en el mercado.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo representando gráficamente el proceso de producir el producto.

Producción por lote.	Diagrama de Flujo.
<p>El proceso que se lleva a cabo para poder realizar un artículo, tomando en cuenta que, por el tipo de producto, se venden 2 artículos por usuario. Se estimó que el sistema de producción puede llegar a producir 4 pares de muletas por día.</p>	<pre> graph TD     Inicio([Inicio]) --&gt; Adquirir[Adquirir Materiales]     Adquirir --&gt; Cortar58[Cortar a medida tubo 5/8]     Adquirir --&gt; Cortar34[Cortar a medida tubo 3/4]     Adquirir --&gt; CortarPlatina[Cortar a medida platina.]          Cortar58 --&gt; Perforaciones58[Realizar las perforaciones.]     Cortar34 --&gt; Perforaciones34[Realizar las perforaciones.]     CortarPlatina --&gt; Doblar[Doblar.]          Perforaciones58 --&gt; Dec58{perforaciones completas.}     Dec58 -- No --&gt; Perforaciones58     Dec58 -- Si --&gt; Ensamblar[Ensamblar]          Perforaciones34 --&gt; DoblarTubo[Doblar tubo de la pieza B]     DoblarTubo --&gt; Dec34{perforaciones completas.}     Dec34 -- No --&gt; Perforaciones34     Dec34 -- Si --&gt; Ensamblar          Doblar --&gt; PerforacionesPlatina[Realizar las perforaciones.]     PerforacionesPlatina --&gt; Impresion3D[Impresión 3D - 15 hrs]     Impresion3D --&gt; Ensamblar          Ensamblar --&gt; Fin([Fin.])   </pre>
<p>Se lleva a cabo mediante combinación de procesos manuales y herramientas, Pues el proceso de doblado de tubo se hace de forma manual, al igual que las perforaciones con ayuda de maquinaria. Y el proceso de impresión 3D, es un sistema mecanizado.</p>	
<p>La optimización de materiales y tiempos pueden influir en el diseño, Ya que el aluminio es un material que presenta un alto costo y se vende en presentaciones de 21 Pies, se recomienda el aprovechamiento máximo del material.</p>	
<p>Por otra parte, la impresión 3D es un proceso que para fabricar la pieza mencionada toma aproximadamente 15 hrs, logrando que el volumen posible de fabricación es de 1 pieza por día; por lo que se considera para una más eficiente producción utilizar plástico LDPE inyectado con el propósito de lograr más eficiente la producción.</p>	
<p>El método que representa de una mejor manera el proceso de producción es el diagrama de flujo. Que se presenta a continuación.</p>	

Ilustración 16: Diagrama de flujo.  
Fuente: Propia.

A continuación, se presenta una tabla de ensamble de las piezas posterior al flujo y procesos de producción.

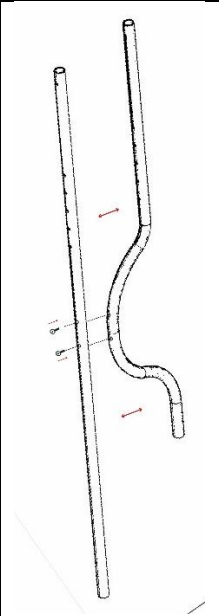
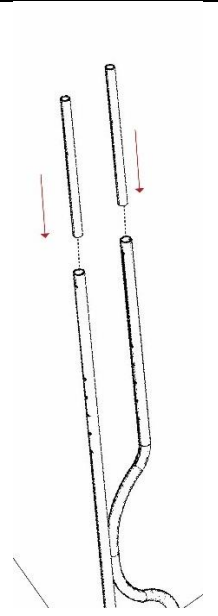
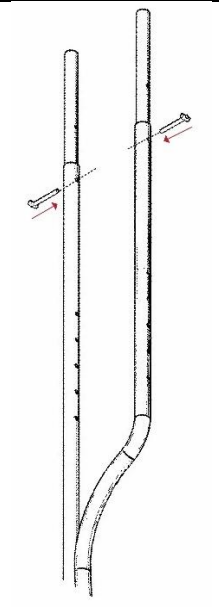
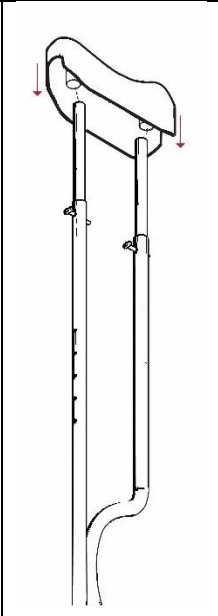
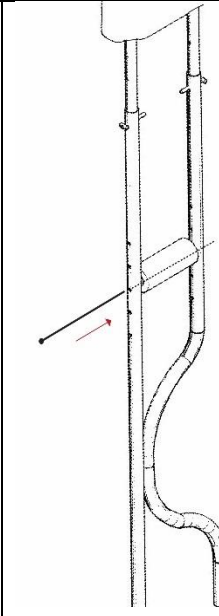
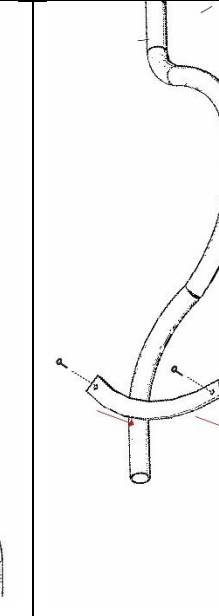
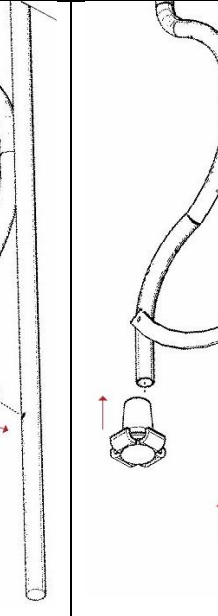
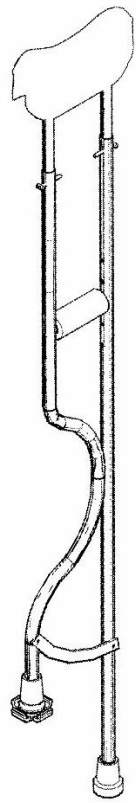
Tabla de ensamble						
Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5	Paso 6	Paso 7
Se unen por medio de remaches las piezas principales de la estructura	Se insertan los 2 tubos pieza D dentro de la estructura principal.	Se insertan los tornillos de aguja para asegurar los tubos pieza D	Se introducen los tubos pieza D, dentro de la pieza A a presión.	Se coloca el agarrador para la mano, con el tornillo.	Se coloca la platina por medio de remaches a la estructura principal.	Se insertan los tacos, el taco ergocap en la pieza B.
						
						

Tabla 7: Tabla de ensamble

Fuente: Propia.



**VALIDACIÓN**

---

## VI. VALIDACIÓN

A continuación, se presenta la documentación correspondiente evidenciando la validación de las muletas Mus-E. Por medio de fotografías y resultados de entrevistas.

Para verificar el correcto funcionamiento del producto se realizaron 2 tipos de validaciones:

1. Se le pidió a un grupo de personas entre 17 a 21 años que no habían utilizado muletas anteriormente que ascendieran y descendieran por las escaleras, utilizando las muletas convencionales en 2 ocasiones sucesivamente, es decir, bajar y subir por las escaleras 2 veces.  
Luego, se le pidió que respondieran una encuesta sobre su experiencia subiendo y bajando gradas con dichas muletas. **(Anexo 1)**

Posterior a eso, al mismo grupo de personas se le pidió que nuevamente ascendieran y descendieran por las mismas escaleras en la misma cantidad de veces que la prueba anterior (2 veces), esta vez, utilizando la nueva propuesta de muletas. Luego de nuevo se le pidió que respondieran la encuesta con las mismas preguntas de la anterior, esta vez, en base a su experiencia con la nueva propuesta. **(Anexo 2)**

A continuación, algunas fotografías evidenciando las pruebas.

Prueba con muletas convencionales.

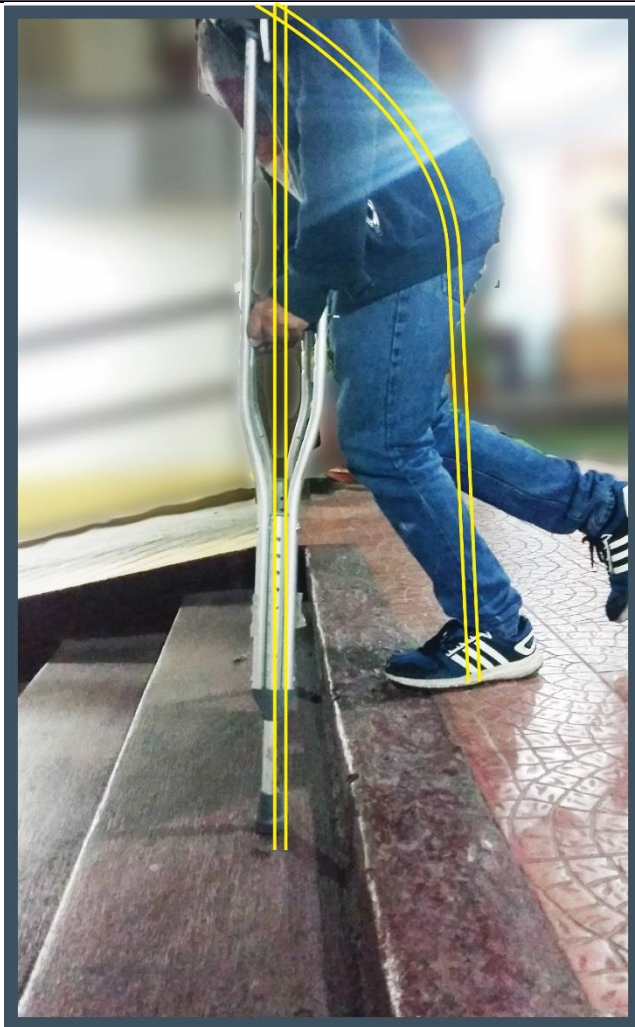


Imagen 87: Usuario Descendiendo.  
Fuente: Propia.

Prueba con nueva propuesta.

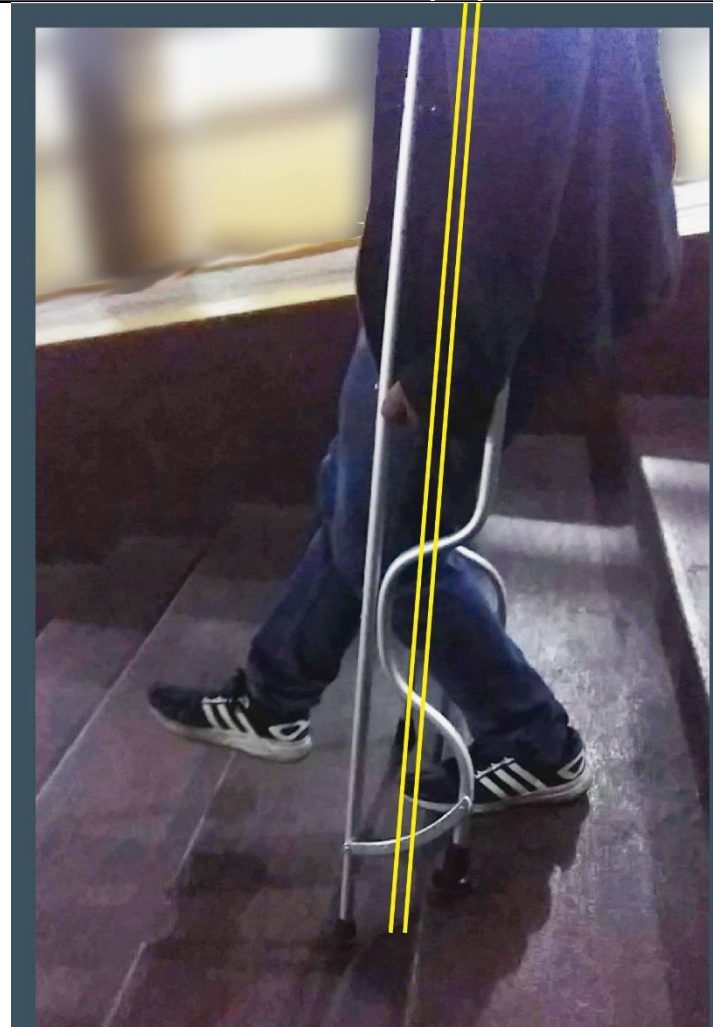


Imagen 88: Usuario Descendiendo  
Fuente: Propia.

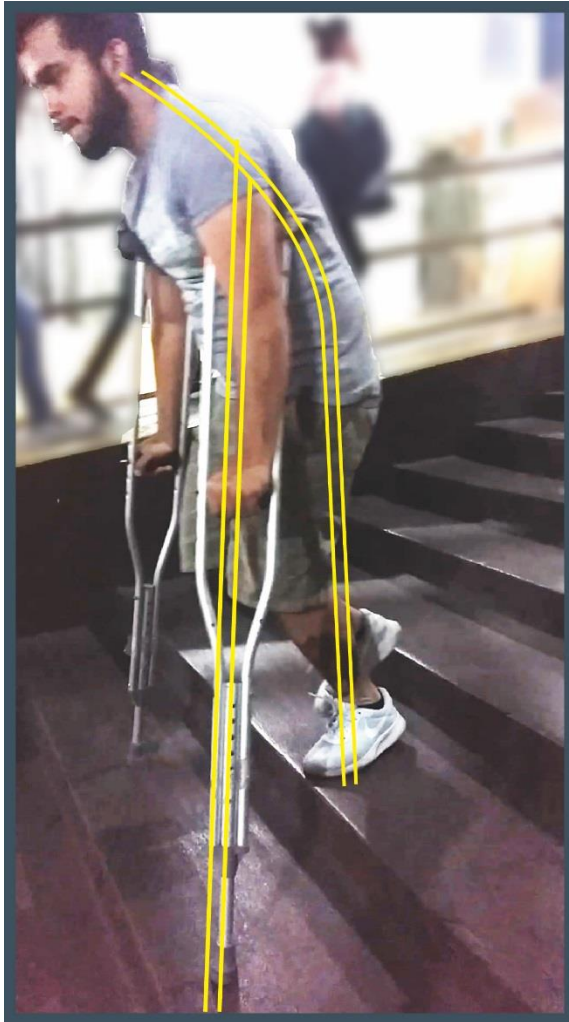


Imagen 89: Usuario 2 Descendiendo  
Fuente: Propia.



Imagen 90: Usuario 2 descendiendo  
Fuente: Propia.

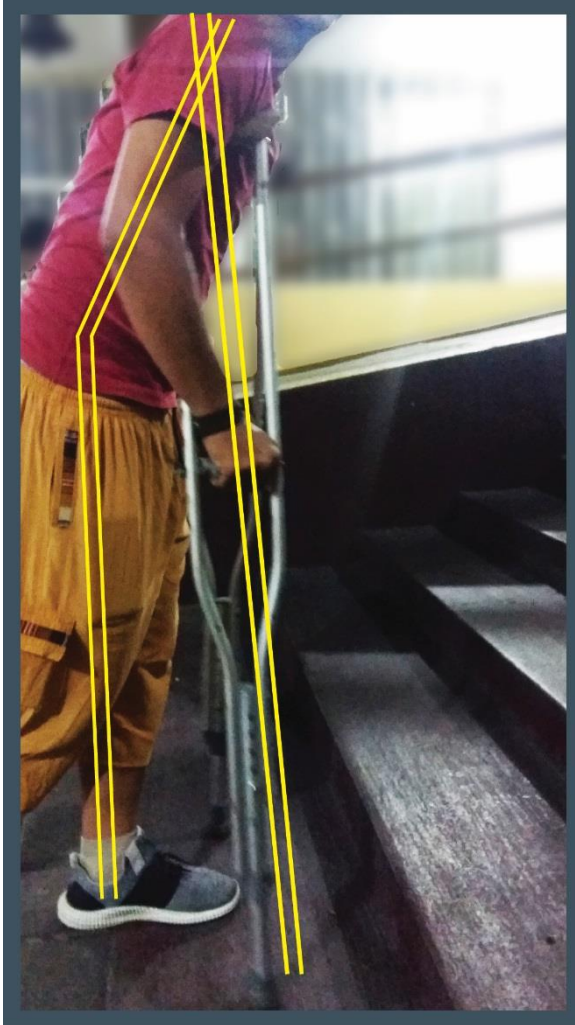


Imagen 91: Usuario Ascendiendo.  
Fuente: Propia.

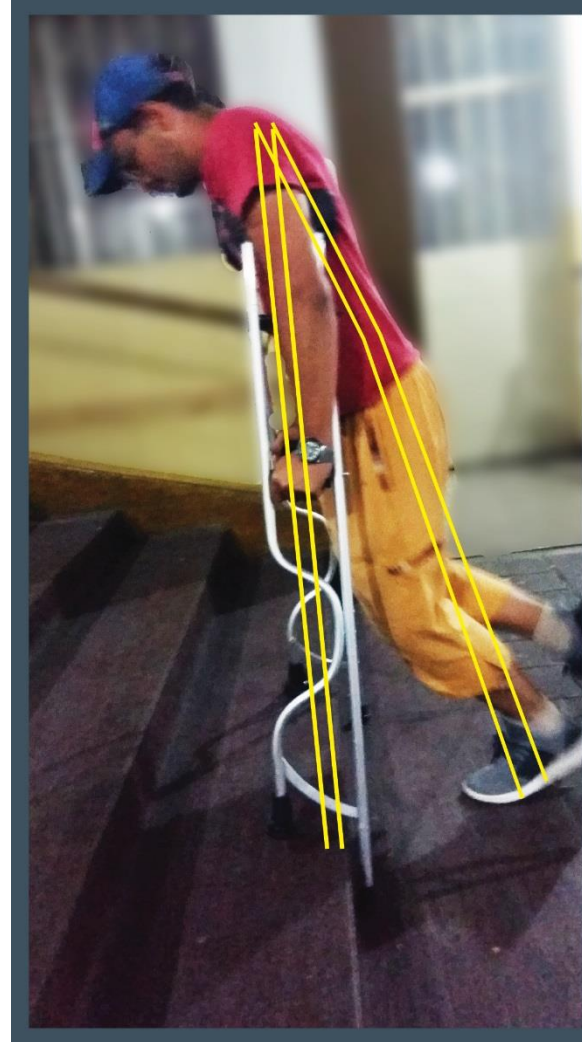


Imagen 92: Usuario Ascendiendo.  
Fuente: Propia.





Imagen 93: Usuario Descendiendo  
Fuente: Propia

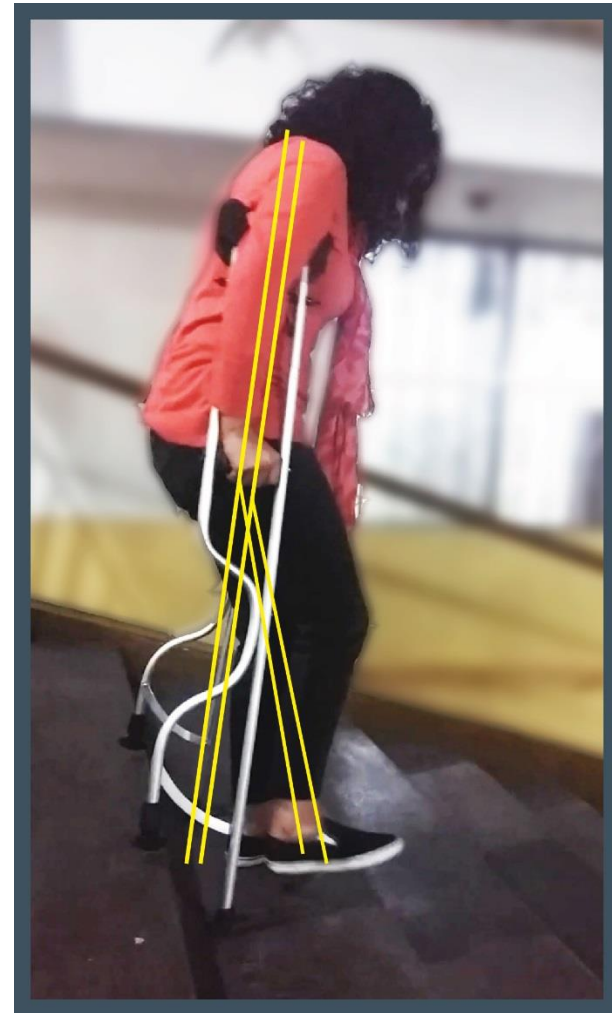


Imagen 94: Usuario Descendiendo  
Fuente: Propia.

El total de usuarios que fueron parte de la primera validación fue de 12 personas. (ver resultados tabla de validación contra requerimientos).

2. El segundo tipo de validación se realizó con usuarios que habían utilizado las muletas convencionales en situaciones pasadas por alguna lesión o golpe.

La forma de validar fue proporcionando la nueva propuesta de muletas a 8 personas diferentes, durante 1 día completo cada persona, de manera que pudieran moverse dentro de sus ambientes, utilizando dicho producto.

De igual manera, a estos usuarios se les ha pedido responder una encuesta en relación con su experiencia pasada con muletas antes de entregarle la nueva propuesta (**Anexo 3**), y posterior a transcurrir el día utilizando las muletas Mus-E, nuevamente respondieron una encuesta en base a su experiencia con dicho producto. (**Anexo 4**).

A continuación, una serie de fotografías evidenciando dicha validación.



Imagen 95: Fotografía usuario durante validación.  
Fuente: Propia.



Imagen 96: Fotografía usuario durante validación.  
Fuente: Propia.

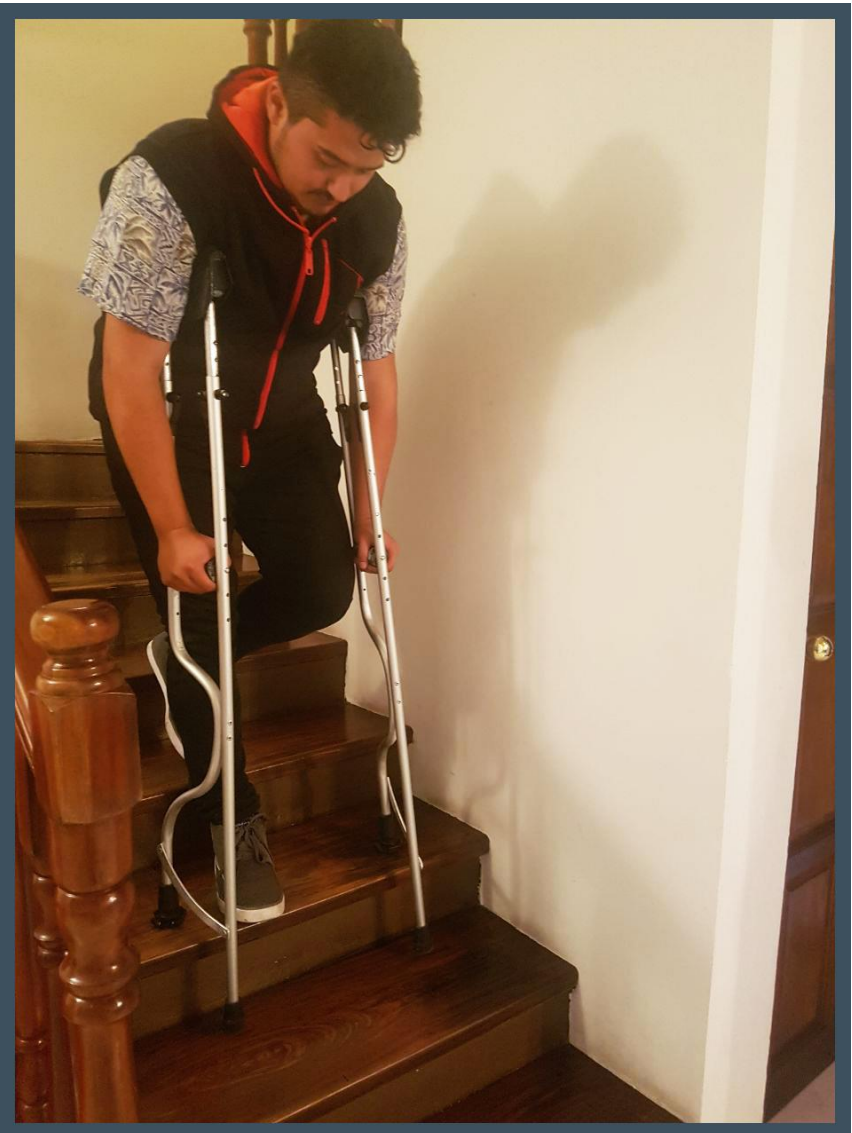


Imagen 97: Fotografía usuario bajando escaleras.  
Fuente: Propia.



Imagen 98: Fotografía usuario bajando escaleras.  
Fuente: Propia.

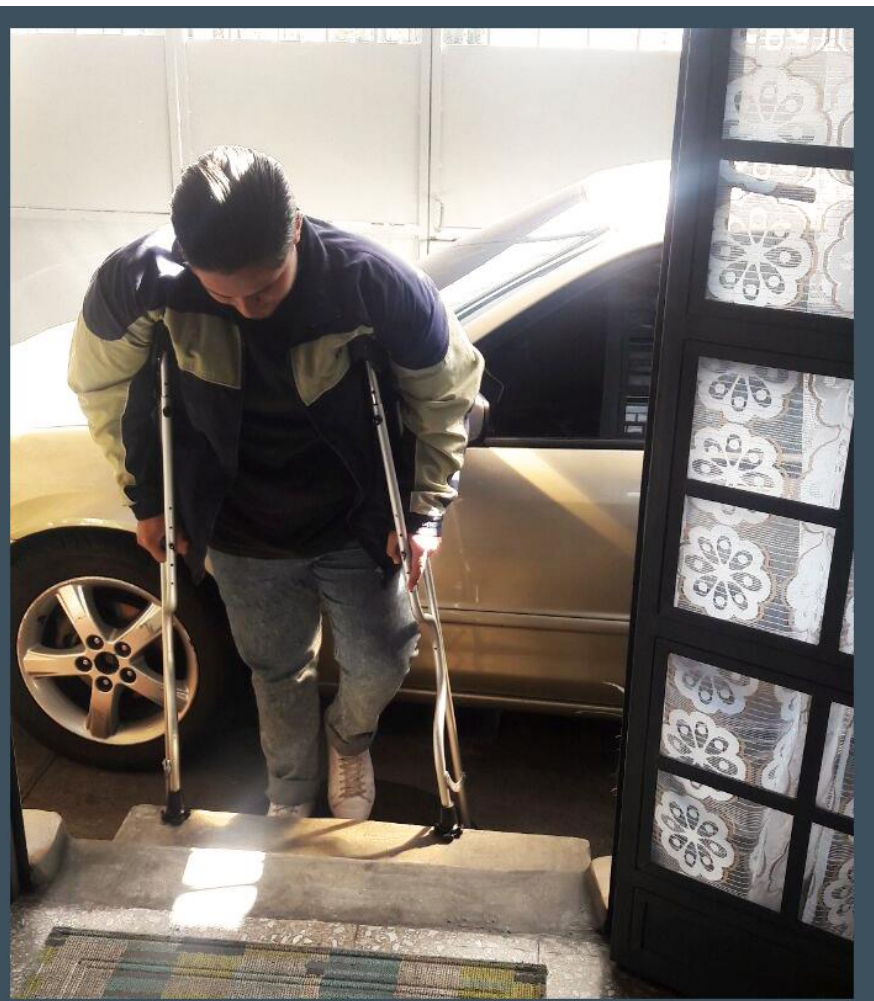


Imagen 99: Fotografía usuario utilizando la nueva propuesta.  
Fuente: Propia.

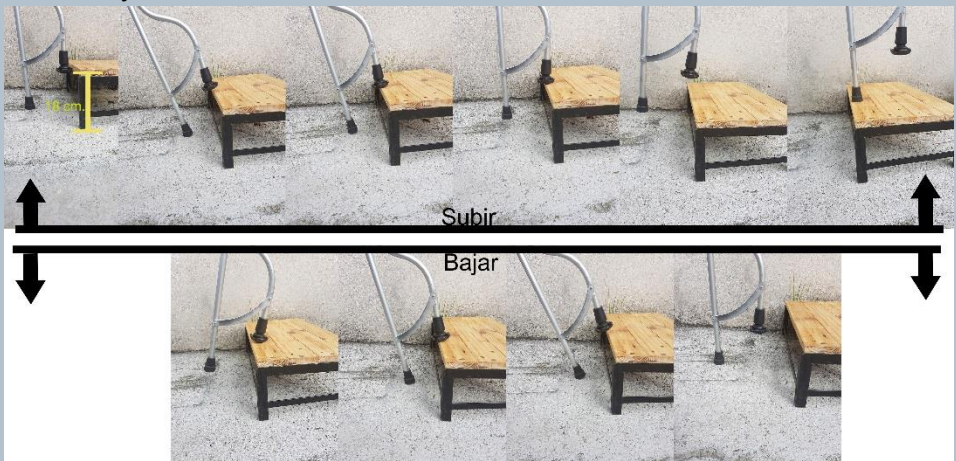


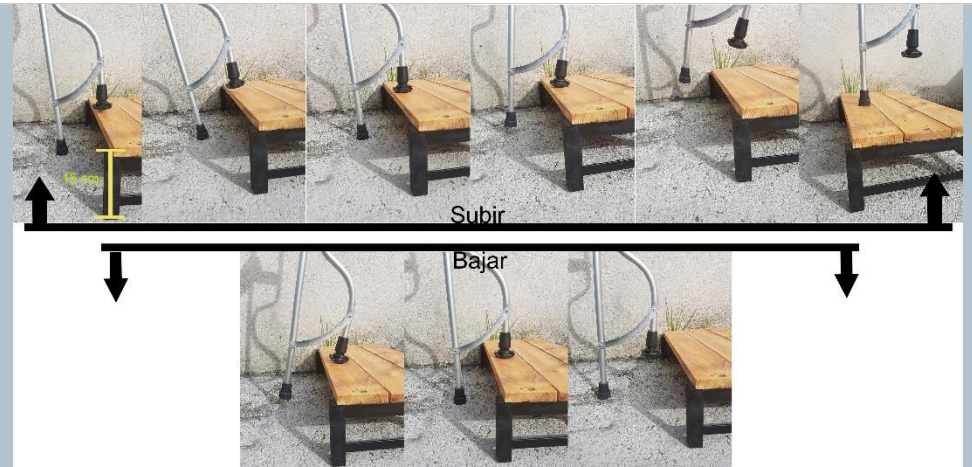
Imagen 98: Fotografía usuario utilizando muletas.  
Fuente: Propia.



Imagen 99: Fotografía usuario lesionado utilizando muletas.  
Fuente: Propia.

VALIDACIÓN CONTRA REQUERIMIENTOS.

REQUERIMIENTO	¿SE VALIDÓ?	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESULTADOS
<p>Que el producto sea capaz de utilizarse en las diferentes medidas de contrahuella que se utilizan para subir o bajar gradas.</p>	<p>Si.</p>	<p>Se pusieron a prueba en diferentes tamaños de huellas y contrahuellas, como se puede evidenciar en las imágenes previas.</p>	<p>Existen algunas medidas de contrahuellas que favorecen de mayor manera poder subir gradas, como las que miden entre 16 y 15 cm, o menos. y otras medidas que favorecen bajar gradas, como las que miden entre 17 y 19 cm.</p> 

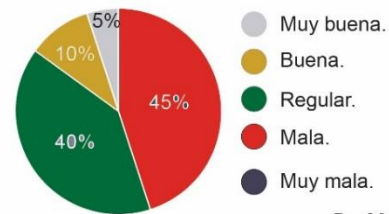


Debe ser agradable a la vista del usuario.

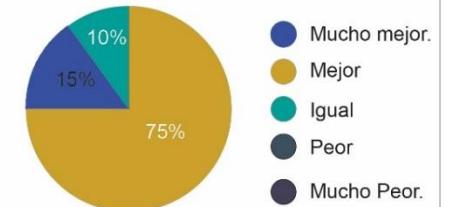
Si. Se realizaron 2 encuestas en cada tipo de validación, para contrastar la percepción de la estética de las muletas convencionales contra la nueva propuesta.

**ESTÉTICA**

**MULETAS CONVENCIONALES.**



**MULETAS MUS-E**



De 20 personas entrevistadas

Ilustración 17: Gráfica resultado de encuesta

Fuente: Propia

La altura debe ajustarse al percentil 50 de los usuarios. Considerando que las muletas presentan diferentes tallas para ajustarse a la mayor cantidad de usuarios.

Si. Se utilizó la muleta ajustando la altura con una persona de 1.80m, que es la altura máxima de la presente talla de muletas, y de igual manera se hizo con una persona de 1.60m, que es la altura mínima de las muletas Mus-E.



Imagen 100: Usuarios utilizando las muletas a diferentes alturas.  
Fuente:Propia.

El producto debe ser ergonómico para mejorar la comodidad del

Si. Se realizaron encuestas en la cual se les preguntó “De 1 a 5, ¿Qué tan incómoda te parecieron las muletas? (Donde 1 es lo más



usuario, utilizando materiales, formas y accesorios como el silicón, goma o formas redondas en las partes donde se contacta más el cuerpo con el producto, como en las axilas y manos.

cómodo y 5 lo más incómodo) Luego de utilizar las muletas convencionales, y posterior a utilizar la nueva propuesta.

En el apartado de parámetros se indicaba reducir en un 50% la incomodidad de las muletas utilizando como punto de comparación el uso de las muletas convencionales

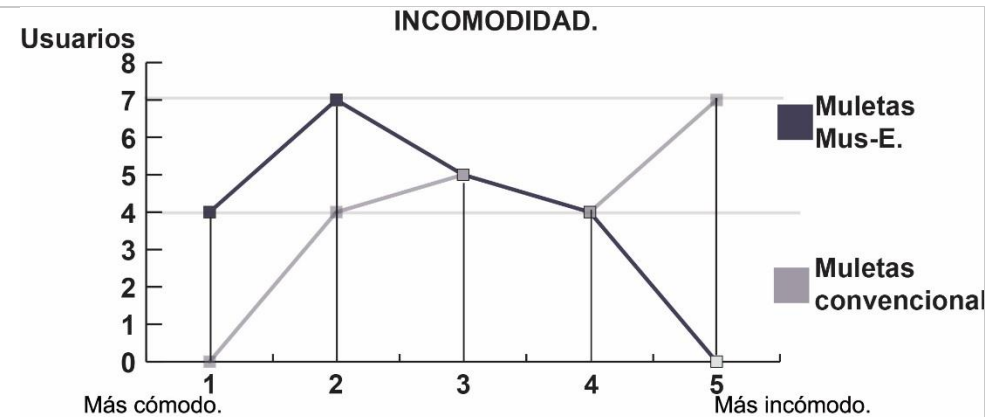


Ilustración 18: Gráfica de resultados de encuesta sobre incomodidad.  
Fuente: Propia.

Esto quiere decir que 7 usuarios entrevistados consideraron que 2/5 era la calificación en cuanto a la incomodidad de las muletas Mus-E. Mientras que 7 personas consideraron que 5/5 era la calificación en cuando a incomodidad sobre las muletas convencionales.

Es decir que se redujo en un 60% la incomodidad con las muletas Mus-E, con relación a las muletas convencionales, en base a las respuestas de los usuarios.

Fácil de producir y ensamblar.

Si. Se fotografían los ensamblajes y herrajes de cada propuesta.



Que sea capaz de resistir diferentes pesos.

Si. Las muletas fueron utilizadas por diversos usuarios. En el segundo tipo de validación, se colocó un apartado para colocar el peso aproximado del usuario.

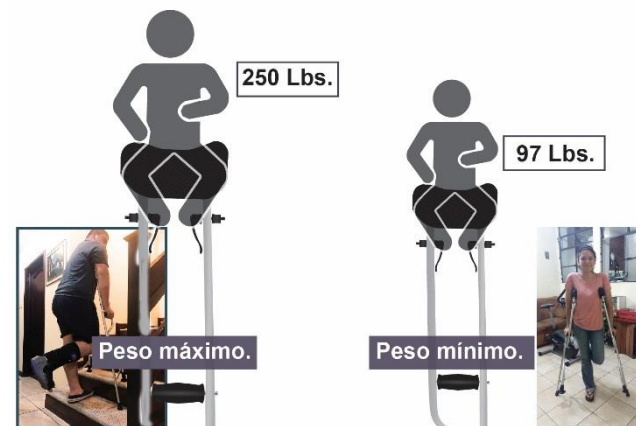


Ilustración 19: Peso máximo y mínimo que se validó  
Fuente: Propia.

Evitar la pérdida de equilibrio al momento de subir gradas y mejorar su seguridad.

Si. Se evidenció por medio de fotografías, la cantidad de puntos de apoyo para subir y bajar por las escaleras.

Se realizaron 2 encuestas en base al uso de las muletas convencionales. Posteriormente en base a las muletas Mus-E. (Ver Resultados de encuesta en conclusiones)

En la parte de anexos se encuentra video sobre este requerimiento.



Ilustración 20: Contabilización de puntos de apoyo.  
Fuente: Propia.

Disminuir el esfuerzo empleado para moverse y especialmente para subir y bajar escaleras.

Si. A los usuarios de la validación 1, se les pidió que contestaran 2 preguntas:

1. ¿Te sentiste fatigado?
2. Del 1 al 5, ¿Qué tan fatigado?

1. 7 personas de 12, de la primera validación dijeron que, si se sintieron fatigados al utilizar las muletas convencionales, y 3 personas se sintieron de la misma manera con la propuesta Mus-E.
2. En la escala del 1 a 5, el número predominante en las muletas convencionales era de 3/5. Y en las muletas MUS-E fue 2/5.

Por lo que se pudo reducir el número de personas que se sentían fatigadas, y el esfuerzo empleado también.

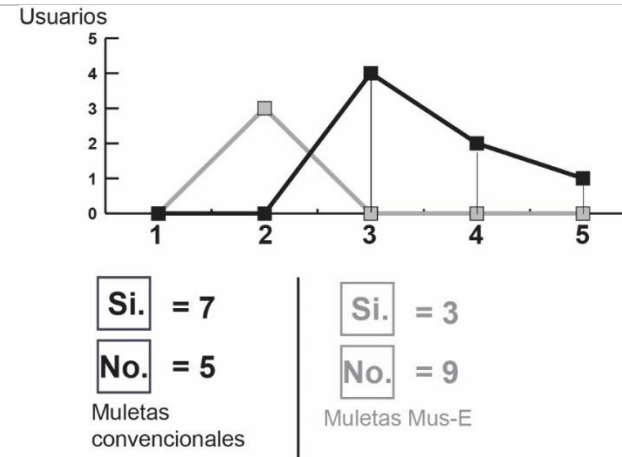


Ilustración 21: Resultado de encuesta sobre esfuerzo.  
Fuente: Propia.

Y a los usuarios de la validación 2, se les pidió que contestaran una pregunta: ¿Cuánto esfuerzo físico necesitaste para movilizarte con la nueva propuesta?

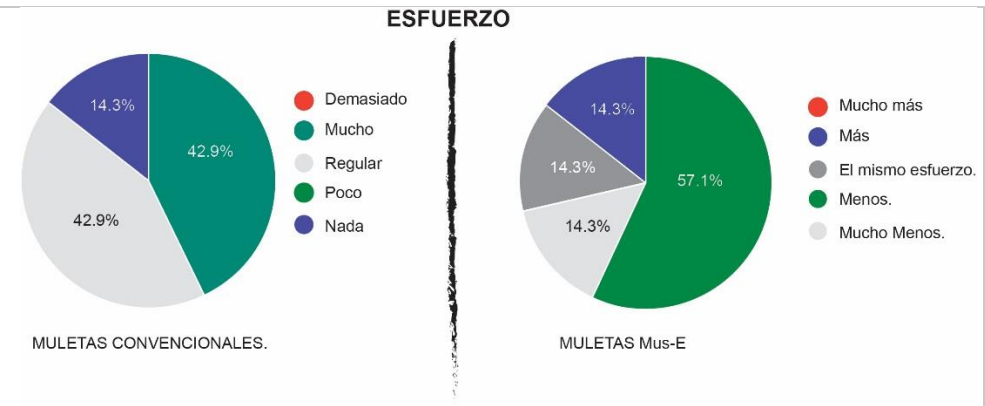


Ilustración 22: Gráfica sobre encuesta de esfuerzo.  
Fuente: Popia

## CONCLUSIONES.

Posterior a verificar los resultados de la validación contra los requerimientos se puede concluir que:

- La forma utilizada para la elaboración de la muleta tuvo gran aceptación en los usuarios, los cuales están acostumbrados a que el diseño o la estética de los productos médicos tienen que desatender la parte de forma, centrándose únicamente en función.
- Para algunos usuarios se les facilitó la acción de subir gradas, mientras que, para otros, ocurrió al momento de bajar gradas, por cuestiones personales, y por la relación en las medidas de huellas y contra huellas.
- Los resultados en cuanto a la percepción de seguridad fueron: En la escala de 1 a 5, donde 1 era lo más seguro, y 5 lo más inseguro; 9 personas se sintieron con una seguridad de 2/5 con las muletas MUS-E y 9 personas escogieron 3/5 con las muletas convencionales. Logrando que utilizar la nueva propuesta aumentara la percepción de seguridad.

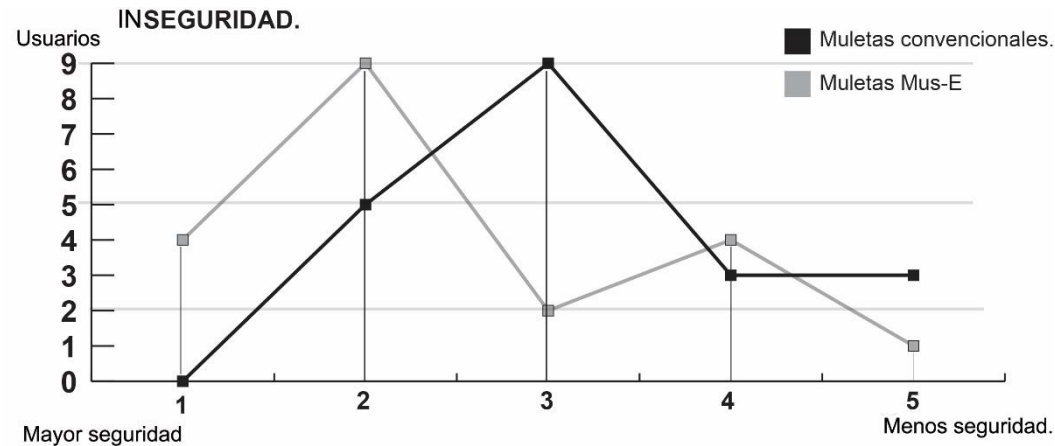
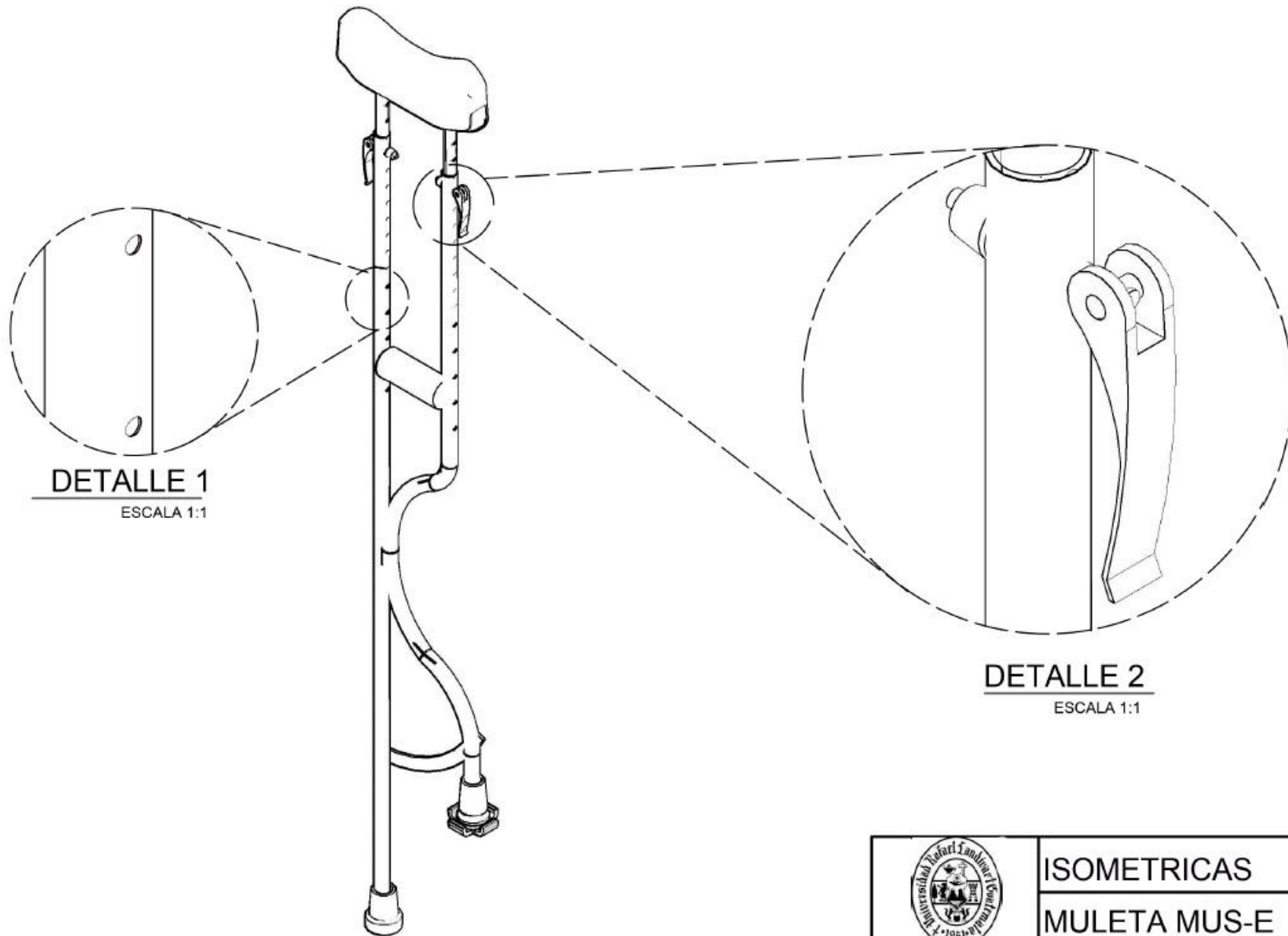


Ilustración 23: Gráfica de resultados sobre seguridad.  
Fuente: Propia.

- Se logró reducir en un 60% la de Incomodidad del uso de las muletas convencionales, con la nueva propuesta. Según los resultados de las encuestas, donde el número predominante fue de un 2/5 (menor incomodidad) en las muletas Mus-E, y un 5/5 (mayor incomodidad) en las muletas convencionales.
- Un factor para tomar en cuenta es el tiempo que le tomaba a los usuarios el acostumbrarse a la forma de uso de la nueva propuesta, puesto que las personas que fueron parte de los usuarios que se movilaron por 1 día con la muleta, dieron mejores resultados en cuanto a la seguridad. A comparación de las personas que realizaron la otra parte de la validación.
- Algunos comentarios de parte de los usuarios para tomar en cuenta fueron:
  - “Para que sea más cómoda la parte de la axila, poner esponja u otro recubrimiento”
  - “La forma de ajustar la altura toma mucho tiempo, en comparación de las otras muletas”
  - “Se podría ajustar la altura de los tacos inferiores”.
- El aspecto que mayor aceptación se recibió por parte de los usuarios fue la sensación de seguridad que brinda las muletas Mus-E.

## **VII. PLANOS TÉCNICOS.**



**DETALLE 1**

ESCALA 1:1

**DETALLE 2**

ESCALA 1:1

**ISOMETRICA GENERAL**

SUPERIOR DERECHA - ESCALA 1:7



UNIVERSIDAD  
RAFAEL LANDIVAR

**ISOMETRICAS**

**MULETA MUS-E**

DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE

ASESOR: JUAN PABLO SZARATA

DISEÑO  
INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADO

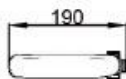
UNIDAD DE MEDIDA:  
MM

ESCALA:  
1:5

PLANO  
1/11



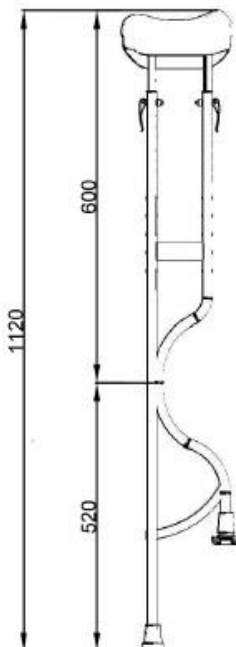
# VISTAS ORTOGONALES



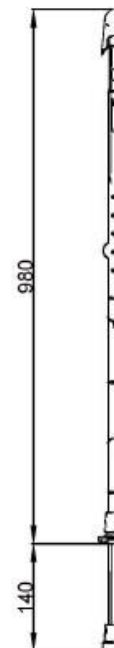
VISTA SUPERIOR



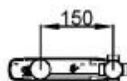
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



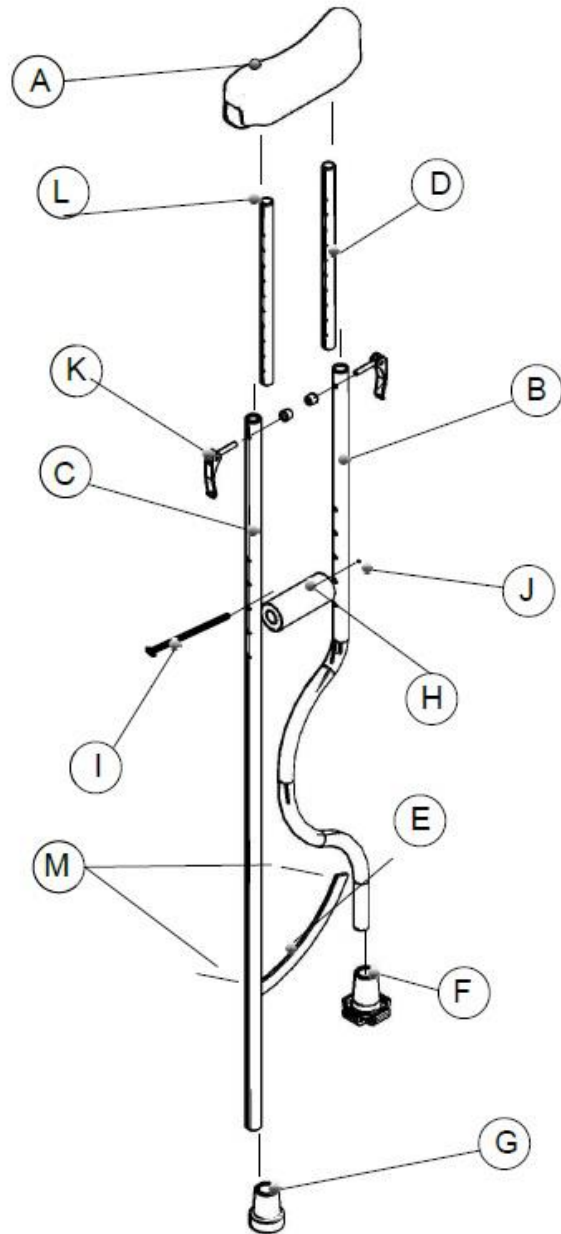
VISTA LATERAL DERECHA



VISTA INFERIOR

	VISTAS ORTOGONALES		
	MULETAS MUS- E		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE		
	ASESOR: JUAN PABLO SZARATA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:25	PLANO 2/11

## DESPIECE GENERAL



## DESPIECE

ÍTEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	APOYO AXILA	DETALLES EN PLANO 4, IMPRESIÓN 3D PLA	1
B	ESTRUCTURA PRINCIPAL	TUBO DE ALUMINIO DE $\frac{3}{4}$ DE DIÁMETRO	1
C	ESTRUCTURA PRINCIPAL	TUBO DE ALUMINIO DE $\frac{3}{4}$ DE DIÁMETRO	1
D	PIEZA PARA AJUSTAR ALTURA	TUBO DE ALUMINIO DE $\frac{5}{8}$ DE DIÁMETRO	2
E	REFUERZO ESTRUCTURAL	PLATINA DE ALUMINIO DE $\frac{3}{4}$ POR $\frac{1}{8}$	1
F	TACO APOYO SUPERIOR	TACO PARA MULETA $\frac{3}{4}$ "ERGOCAP® ULTRALITE"	1
G	TACO APOYO SUPERIOR	TACO PARA MULETA $\frac{3}{4}$ NEGRO.	1
H	AGARRADOR	MANGO DE HULE PARA AGARRADOR.	1
I	TORNILLO DE AGARRADOR	TORNILLO DE $5\frac{3}{4}$ " POR $\frac{1}{4}$	1
J	TUERCA TIPO MARIPOSA	ACERO INOXIDABLE, PARA TORNILLO $\frac{1}{4}$	1
K	TORNILLO PARA GRADUAR ALTURA	ALUMINIO, DE 2" POR $\frac{1}{4}$	2
L	ROSCA PARA TORNILLO	TUERCA TIPO TAPÓN PARA TORNILLO $\frac{1}{4}$	2
M	REMACHE	REMACHE DE 1" POR $\frac{1}{4}$	1



DESPIECE.

MULETAS MUS-E

UNIVERSIDAD  
RAFAEL LANDÍVAR

DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE

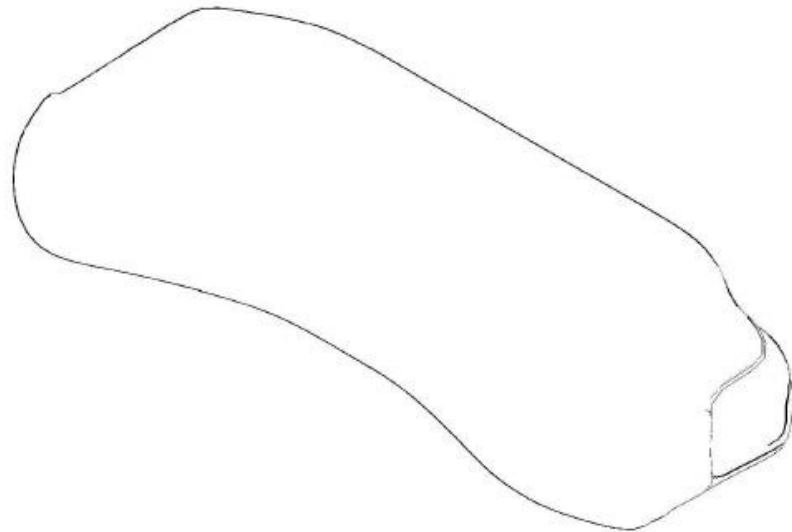
ASESOR: JUAN PABLO SZARATA

DISEÑO  
INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADO

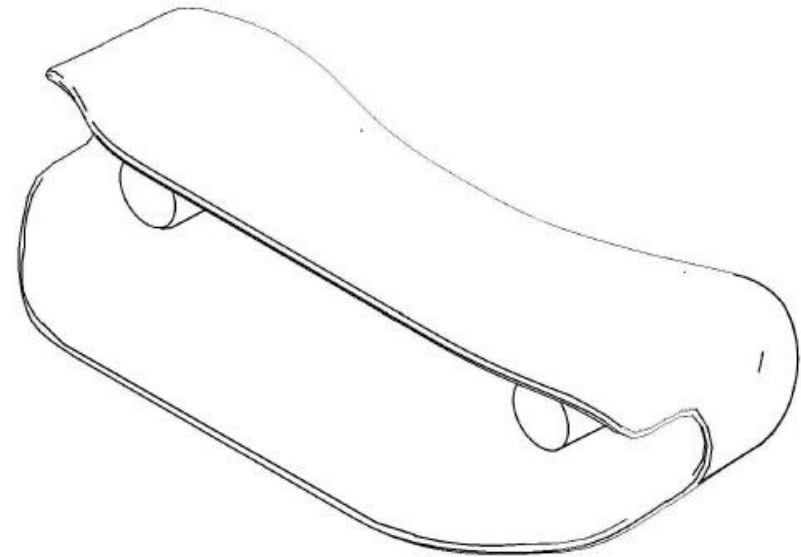
UNIDAD DE MEDIDA:  
MM

ESCALA:  
1:10

PLANO  
3/11

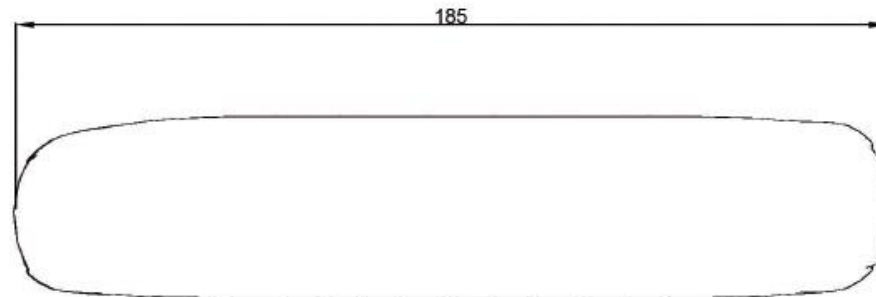


**ISOMÉTRICA PIEZA A**  
SUPERIOR - VISTA LATERAL IZQUIERDA

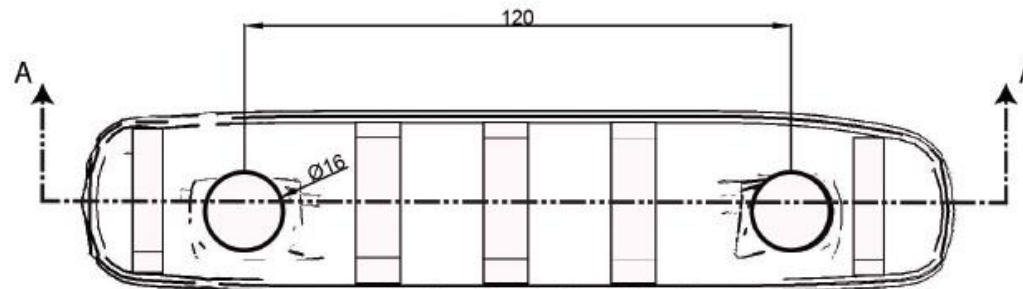


**ISOMÉTRICA PIEZA A**  
INFERIOR - VISTA LATERAL DERECHA

	<b>ISOMÉTRICA PIEZA A</b>		
	<b>MULETAS MUS- E</b>		
<b>UNIVERSIDAD</b> <b>RAFAEL LANDÍVAR</b>	DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE		
	ASESOR: JUAN PABLO SZARATA		MATERIAL: PLA
<b>DISEÑO</b> <b>INDUSTRIAL</b> PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:2	PLANO 4/11




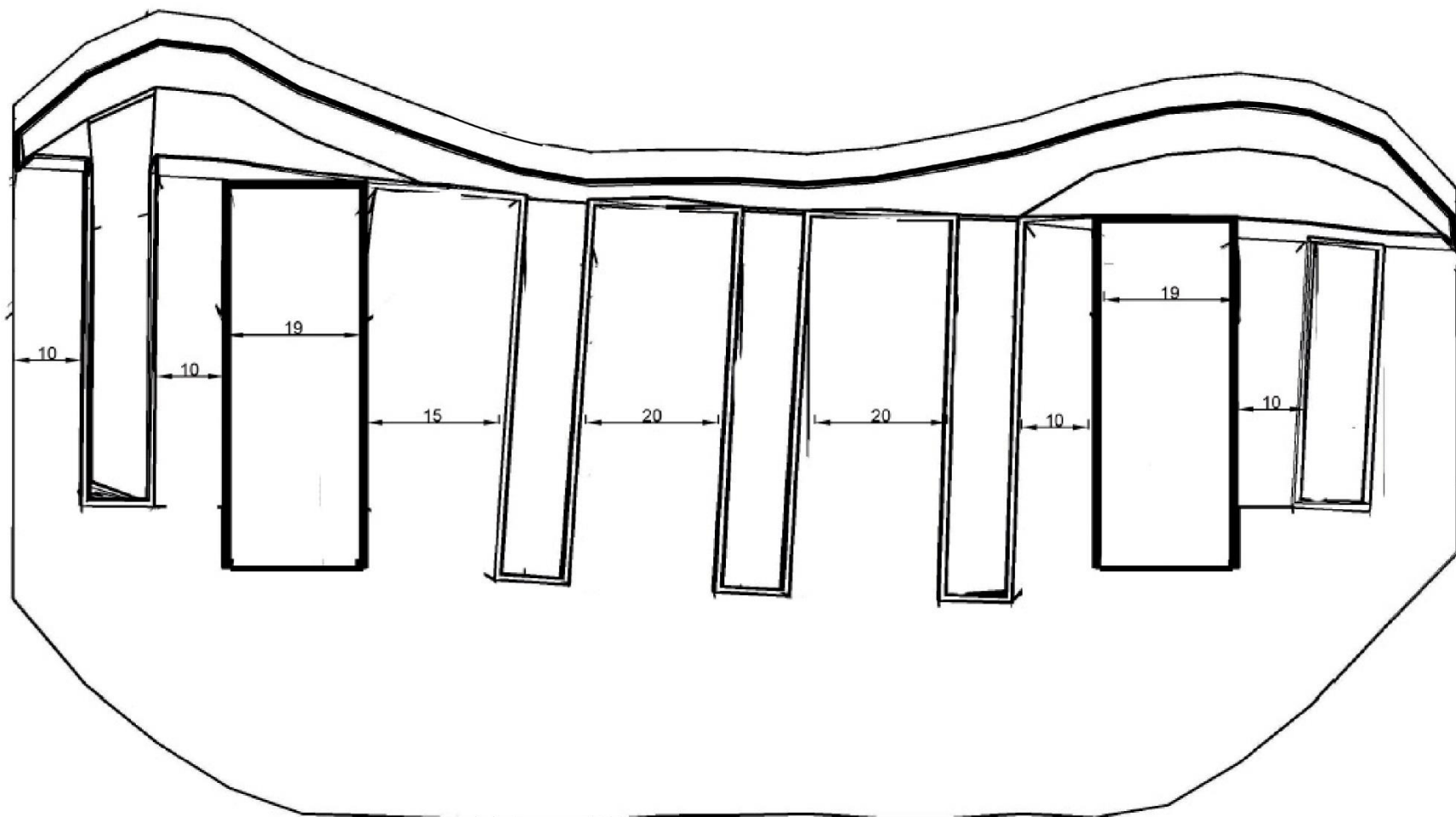
VISTA SUPERIOR



VISTA INFERIOR

VISTAS ORTOGONALES  
PIEZA A.

	ORTOGONALES PIEZA A		
	MULETAS MUS- E		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE		MATERIAL: PLA
	ASESOR: JUAN PABLO SZARATA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:2	PLANO 5/11



**CORTE PIEZA A  
VISTA FRONTAL**

ESCALA 1:1



UNIVERSIDAD  
RAFAEL LANDÍVAR

DISEÑO  
INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADO

**CORTE PIEZA A**

**MULETAS MUS- E**

DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE

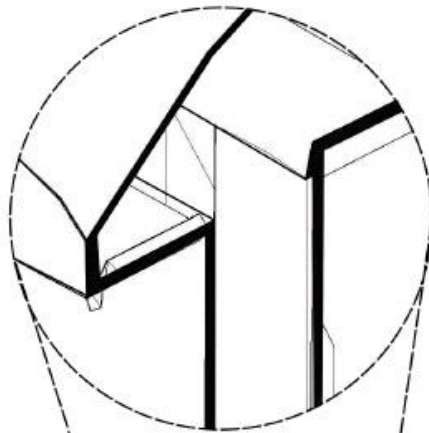
ASESOR: JUAN PABLO SZARATA

MATERIAL: PLA

UNIDAD DE MEDIDA:  
MM

ESCALA:  
INDICADA

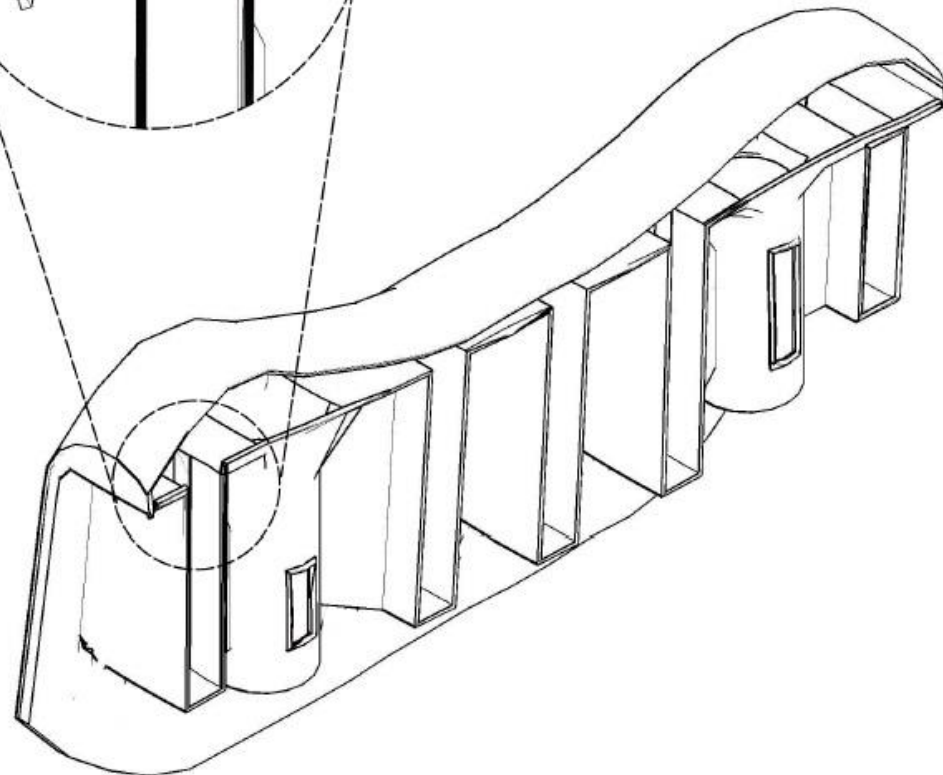
PLANO  
6/11



**DETALLE**

ESCALA 2:1

Nota: Grosor 3mm



**CORTE PIEZA A  
ISOMÉTRICA**

ESCALA 1:1.5



**VISTA SUPERIOR**

Escala 1:4



UNIVERSIDAD  
RAFAEL LANDÍVAR

DISEÑO  
INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADO

**CORTE PIEZA A**

**MULETAS MUS- E**

DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE

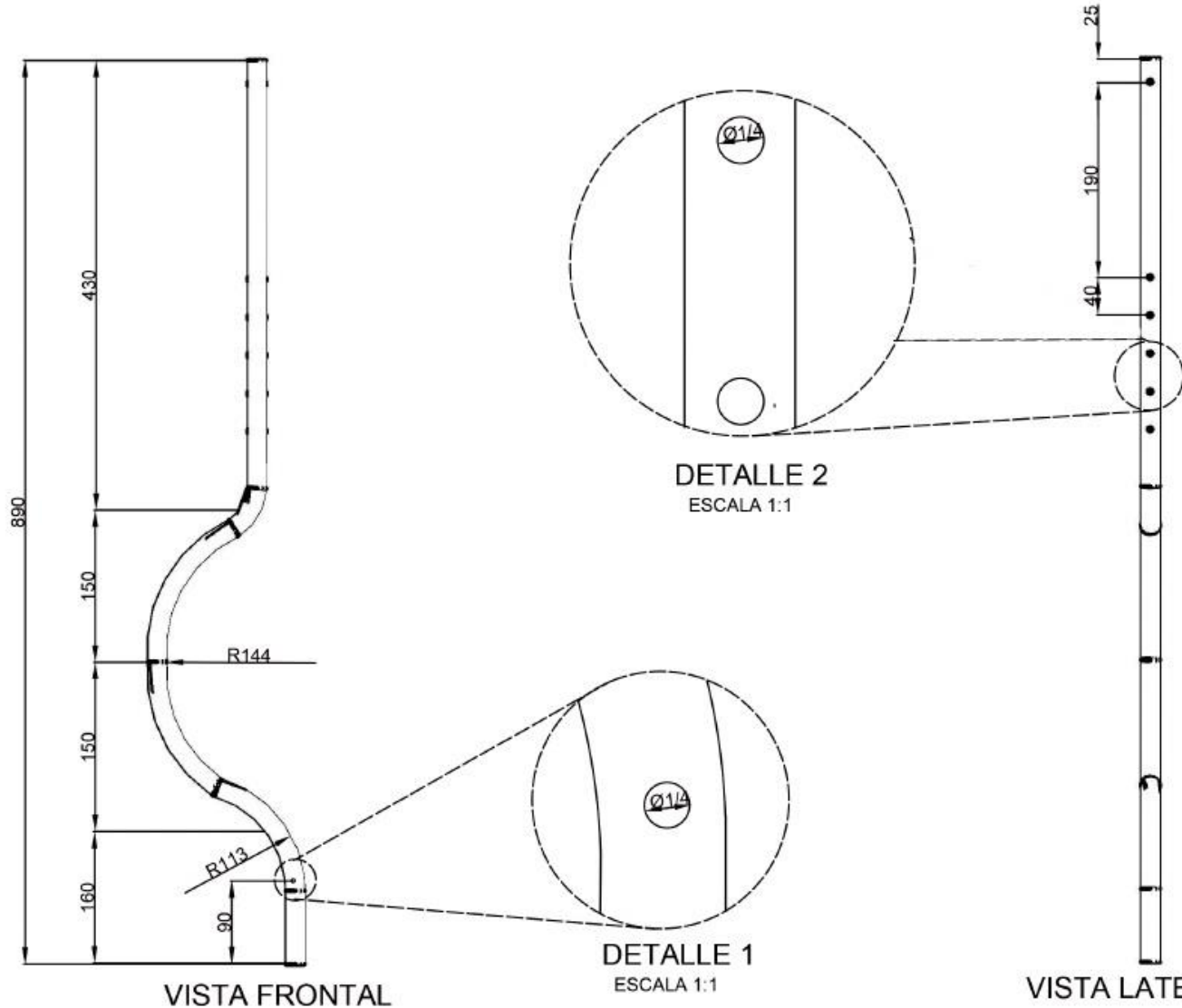
ASESOR: JUAN PABLO SZARATA

MATERIAL: PLA

UNIDAD DE MEDIDA:  
MM


ESCALA:  
INDICADA

PLANO  
7/11



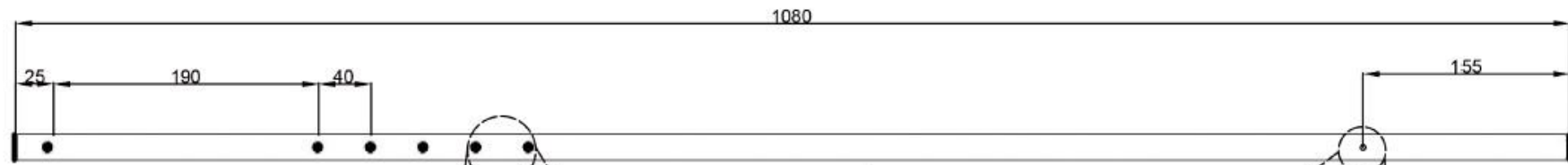
**Nota:** La distancia de las perforaciones, son equivalentes. Y son 5 perforaciones con 40 mm de separación en línea.

## VISTAS ORTOGONALES PIEZA B.

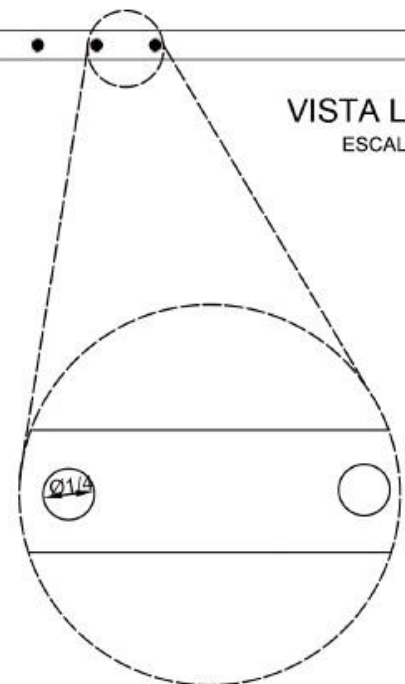
	ORTOGONALES PIEZA B		
	MULETAS MUS- E		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE		
	ASESOR: JUAN PABLO SZARATA		MATERIAL: ALUMINIO
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:7	PLANO 8/11

# VISTAS ORTOGONALES PIEZA C

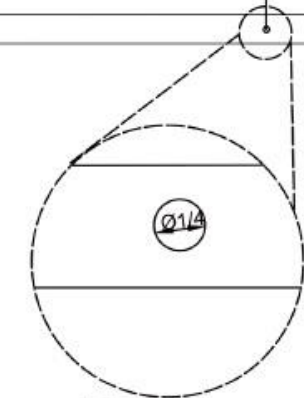
**Nota:** La distancia de las perforaciones, son equivalentes. Y son 5 perforaciones con 40 mm de separación en línea.



VISTA LATERAL  
ESCALA 1:5.



DETALLE 1  
ESCALA 1:1



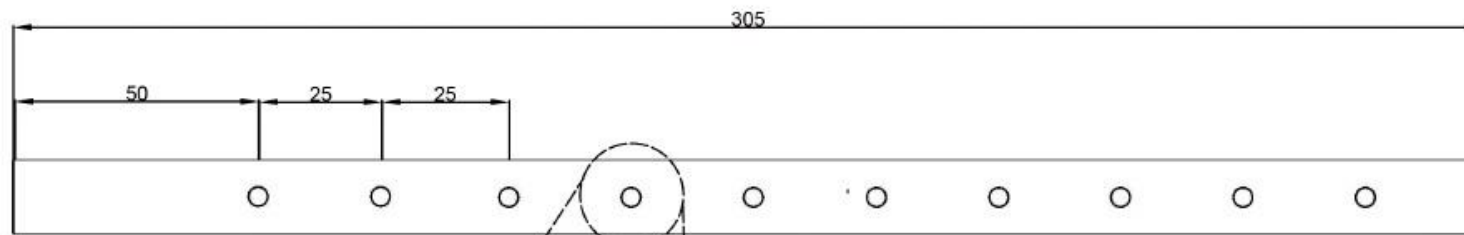
DETALLE 2  
ESCALA 1:1

	ORTOGONALES PIEZA C		
	MULETAS MUS- E		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE		
	ASESOR: JUAN PABLO SZARATA		MATERIAL: ALUMINIO
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: ESCALA INDICADA	PLANO 9/11

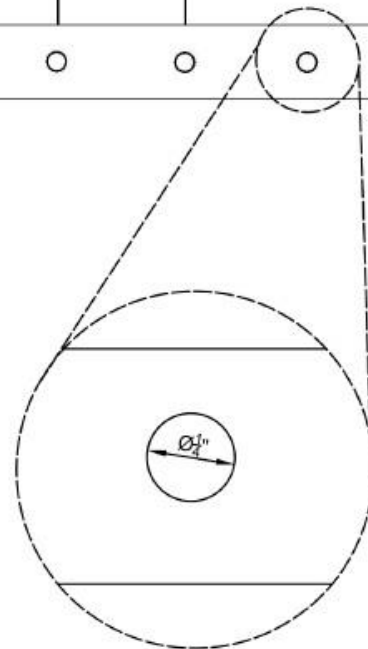


# VISTAS ORTOGONALES PIEZA D


**Nota:** La distancia de las perforaciones, son equivalentes. Y son 10 perforaciones con 25 mm de separación en línea.



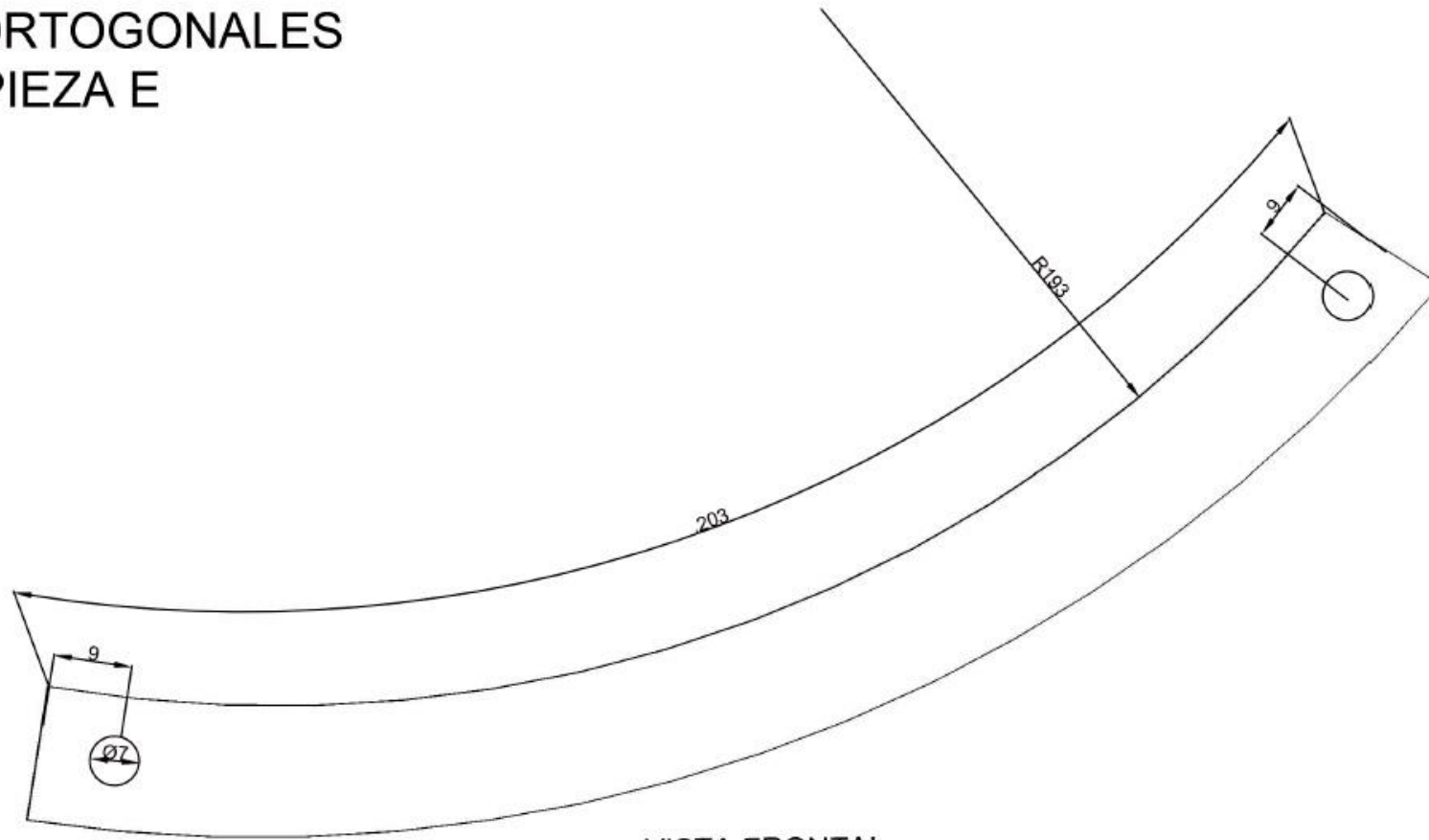
VISTA LATERAL  
ESCALA 1:1.5




DETALLE 1  
ESCALA 2:1

	ORTOGONALES PIEZA D		
	MULETAS MUS- E		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE		
	ASESOR: JUAN PABLO SZARATA		MATERIAL: ALUMINIO
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: INDICADA	PLANO 10/11

# VISTAS ORTOGONALES PIEZA E



VISTA FRONTAL

	ORTOGONALES PIEZA E		
	MULETAS MUS- E		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: MARIANO ESCOBAR IRIARTE		
	ASESOR: JUAN PABLO SZARATA		MATERIAL: ALUMINIO
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:1	PLANO 11/11

## **VIII. COSTOS**

### **A) MODELO DE UTILIDAD.**

#### **1. Definición del rol como Diseñador.**

Se ha definido el rol del diseñador, como el de un emprendedor por el tipo de proyecto que se desarrolló, tomando en cuenta que la necesidad y problemática planteada, no fue requerida por ningún cliente específico. Por otra parte, tampoco existió un financiamiento o cooperación de ninguna entidad o persona externa para llevar a cabo la solución a la problemática.

El rol de emprendedor se desempeñó de una manera en la cual la relación para investigación y validación se realizó de una forma directa (Usuario – Diseñador y Diseñador – Usuario). De manera que no existieron intermediarios que intervinieron en la comunicación con los usuarios, logrando un mayor nivel de empatía.

Algunos de los beneficios que se obtiene a partir de este rol:

- Puede ser el comienzo de una idea de negocios que es posible desarrollar en un futuro de mediano plazo y obtener los mejores resultados seleccionando la ruta deseable para conseguir un proyecto más completo.
- Existe la libertad de seleccionar los aliados y distribuidores considerando los aspectos que pueden favorecer de mejor manera a la idea de negocios.
- El diseñador tiene la libertad de poder tomar las decisiones que se crean necesarias para decidir el rumbo del proyecto.

El desarrollo del proyecto, bajo el rol seleccionado cobra importancia al tomar en cuenta que es una problemática repetitiva que afecta a una cantidad considerable de usuarios y no existe una solución en el mercado local que responda a las necesidades planteadas, tampoco una institución o empresa que esté interesada en desarrollar una idea para dicho problema. Por lo que se necesita de una idea de negocios por parte de un emprendedor que pueda innovar en el mercado.

## **2. Establecimiento del modelo de cobro.**

En base al rol planteado anteriormente se definió que el tipo de modelo de cobro que se aplicará para el proyecto será, cobro por proyecto.

El cobro por proyecto se seleccionó por la relación que existe entre el diseñador/emprendedor – usuario, puesto que el usuario paga por recibir un producto, y eso es lo que será entregado.

B) TABLAS DE COSTEO.

MATERIA PRIMA	MANO DE OBRA
Tubo de aluminio de 3/4 de diámetro – 21 pies.	Perforaciones y doblado.
Tubo de aluminio de 5/8 de diámetro – 21 pies.	Perforaciones.
Platina de aluminio de 3/4 por 3/16 – 21 pies.	Perforaciones y doblado.
PLA por gramo.	Impresión 3D

**1. Tabla subtotal de materiales.**

Es importante definir, previo a la elaboración de las tablas de costeo; es que los precios se calculan en base a un juego de muletas, es decir dos muletas.

Elemento	Material	Característica	Precio Unitario	Unidades	Subtotal	Subtotal sin iva
Estructura muleta. (Piezas B y C)	Aluminio	Diámetro de 3/4"	GTQ 64.80 Por un juego de muletas.	1 juego de muletas.	GTQ 64.80	GTQ 58.00
			GTQ 32.40 por 1 muleta.	2 muletas.		
Pieza para graduar altura (Pieza D)	Aluminio	Diámetro de 5/8"	GTQ 12.60 las 4 piezas para 2 muletas.	1 juego de muletas.	GTQ 12.60	GTQ 11.25
			GTQ. 6.30 las 2 piezas para 1 muleta	2 muletas.		

Soporte estructural	Aluminio	Platina de ¾ por 3/16	GTQ 8.00	1 juego de muletas.	GTQ 8.00	GTQ 7.14
Apoyo de axila.	Plástico	Filamento PLA	GTQ 2.00 por metro.	140 metros por las dos piezas para el juego de muletas.	GTQ 280.00	GTQ 250.00
Taco para apoyo superior.	Goma antideslizante.	Tipo Ultralite.	GTQ 119.00	2	GTQ 238	GTQ 212.50
Taco para apoyo inferior.	Goma.	Taco universal para muletas.	GTQ 17.50	2	GTQ 35.00	GTQ 31.25
Agarrador.	Caucho	Para muletas con montaje de perno.	GTQ 30.00	2	GTQ 60.00	GTQ 53.57
Perno agarrador	Perno de acero inoxidable	15 ¾ por 3/16	GTQ 2.00	2	GTQ 4.00	GTQ 3.50
Tuerca para perno	Acero inoxidable	Tipo mariposa 3/16	GTQ 0.50	2	GTQ 1.00	GTQ 0.80
Remaches	Galvanizado.	1" por 1/4	GTQ 0.25	8	GTQ 2.00	GTQ 1.78
				<b>TOTAL</b>	<b>GTQ 705.40</b>	<b>GTQ 629.79</b>
				El costo total por 1 muleta	GTQ 352.70	GTQ 315.00

## 2. Tabla subtotal mano de obra por proyecto

Elemento	Referencia	Proveedor	Precio Unitario	Unidades	Subtotal	Subtotal Sin Iva.
Doblado y perforado de pieza B	Planos – pieza B	Multi servicios JHIRE	GTQ 150.00	2	GTQ 300.00	GTQ 267.80
Perforación Pieza C	Planos – Pieza C	Multi servicios JHIRE	GTQ 15.00	2	GTQ 30.00	GTQ 44.64
Perforaciones tubos para ajustar altura.	Planos – Pieza D	Multi servicios JHIRE	GTQ 25.00	4	GTQ 100	GTQ 89.30
Doblado y perforado soporte estructural	Planos – Pieza E	Multi servicios JHIRE	GTQ 10.00	2	GTQ 20	GTQ 17.85
Ensamblado de la estructura.	Planos – Pieza B, C, D y E.	Multi servicios JHIRE	GTQ 50.00	1	GTQ 50.00	GTQ 44.64
<b>TOTAL</b>					GTQ 500.00	GTQ 446.46
<b>TOTAL 1 MULETA.</b>					GTQ 250.00	GTQ 223.23

## 3. Sumatoria

<b>COSTEO</b>	<b>TOTAL, SIN IVA.</b>
Materiales	GTQ 629.79
Mano de obra por prototipo.	GTQ 446.46
<b>TOTAL</b>	GTQ 1076.25
<b>TOTAL, CON IVA.</b>	GTQ 1205.40

## CONCLUSIONES

- El precio del proyecto sobrepasa el costo de venta de las muletas convencionales, pero está compensado con la mejora de percepción de seguridad y comodidad.
- Se debe tomar en cuenta que los datos presentados en las tablas son para el desarrollo y elaboración de un solo juego de muletas como prototipo, pero una producción por lote, o en masa, puede modificar los precios finales.
- Luego del desarrollo del proyecto se puede interpretar que existe una idea de emprendimiento que se puede llevar a cabo en un tiempo a mediano plazo, puesto que como se ha mencionado repetidamente en espacios anteriores, no existen soluciones en el mercado local hacia dicha problemática.



## **IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Para un diseñador es importante el diseño inclusivo pensando ese grupo de personas que son la minoría. entender sus necesidades, aspiraciones, sueños, fortalezas e impedimentos para que, por medio de un proceso de diseño, se desarrollen ideas y productos que mejoren su calidad de vida.

En el mercado local actual existen muy pocas opciones que resuelven problemáticas de esta índole, pues se basan principalmente en solucionar el problema básico del usuario. Ya sea movilización temporal, inmovilizar determinada parte del cuerpo, sujetar, o demás.

Este proyecto busca dar un impulso para ese nicho de mercado que posee tantas necesidades y que pocas veces reciben un producto que el usuario merece, o que mejoren su tiempo de recuperación por una lesión.

Con el desarrollo del proyecto se aumentó la percepción de seguridad en los usuarios que fueron parte de la validación, con una disminución del 20%. Logrando un beneficio para los usuarios al utilizar las muletas Mus-E

El producto final tuvo gran aceptación dentro de los usuarios, ya que no esperaban que un producto tan convencional y común podría ser modificado a través del diseño.

Se recomienda para un futuro buscar alternativas de materiales para ciertos componentes del producto, tal es el caso de el apoyo de la axila, ya que, de una producción corta, bajo pedido y por cuestión de prototipo se puede utilizar impresión 3D. Pero al momento de una fabricación en masa en grandes cantidades se contempla que se puede realizar por medio de plástico inyectado u otro proceso industrial para reducir costos, y tiempo de fabricación. O ya bien de algún material flexible para una comodidad óptima.

Por parte de varias personas se recomendó la idea de generar un negocio o emprendimiento a partir del proyecto, patentando la idea y registrándola como innovación de forma.

De igual forma se recomienda realizar más validaciones y pruebas donde el usuario pueda utilizar las muletas por tiempo de 3 días o más. O ya bien, durante el tiempo completo de recuperación de usuarios que estén usando muletas actualmente para dilucidar si el producto final genera una experiencia más positiva en relación a la solución ya existente.

## X. BIBLIOGRAFÍAS.

- Instituto Nacional de Estadística, (febrero 2006) Perfil sociodemográfico de la Población con discapacidad en Guatemala, de <http://www.ine.gob.gt>
- Carlos A. N. Firpo(2010) Manual de ortopedia y traumatología, primera edición electrónica.
- Mecanoterapia tema 1 (2013) Muletas. Antonio Ortiz Sitio web: <http://es.slideshare.net/tucortiz/mecanoterapia-1ii-muletas>
- Norman, Dorman (2004). Emotional Design -why we love or hate everyday things.
- Valero, Jaime (s.f) Diseño de Experiencias Sitio web: <http://ftp.unipamplona.edu.co>
- ¿Qué es un andador? (2013) Solofisio blog Sitio web: <http://www.solofisio.com/especialidades/articulo/que-es-un-andador-163>
- ¿Qué es una bota Walker? Ventajas y Tipos (noviembre 2017) Ortopedia para ti, Sitio Web: <https://ortopediaparati.com/la-bota-walker/>
- ABS y PLA: diferencias, ventajas y desventajas (enero 2017) Impresoras3D Sitio web: <https://www.impresoras3d.com/abs-y-pla-diferencias-ventajas-y-desventajas/>
- Muleta ajustable aliExpress sitio web: <https://es.aliexpress.com/store/product/Adjustable-Height-Axillary-Crutches-Underarm-Walking-Old-Man-Multifunctional-Crutch-Scalable-Rod-Folding-CCP014>

- Gorgues Zamora, José (Septiembre 2010) Bastones ingleses: Descripción, tipología y accesorios Sitio web: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-bastones-ingleses-descripcion-tipologia-accesorios>
- Bollmann Hahmann, Christa (2013) Guatemala: presentan estudio sobre niveles socioeconómicos Sitio Web: [http://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/562566-330/guatemala-presentan-estudio-sobre-niveles-socioeconomicos?fb\\_comment\\_id=386397214831737\\_900711690066951](http://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/562566-330/guatemala-presentan-estudio-sobre-niveles-socioeconomicos?fb_comment_id=386397214831737_900711690066951)
- Estadísticas Hospitalarias, Instituto Nacional de Estadística de Guatemala, Sitio web: <https://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas-continuas/hospitalarias>
- Pascual Gómez F Ponce Vásquez y Rodríguez Rodríguez L. P, Sillas de ruedas, características técnicas y antropométricas, Sitio Web: <http://www.elsevier.es/es-revista-rehabilitacion-120-articulo-sillas-ruedas-caracteristicas-tecnicas-antropometricas-13004964>
- Los tipos de lesiones en niños y jóvenes más frecuentes (noviembre 2016) Ertheo Education & sports Sitio web: <https://www.ertheo.com/blog/lesiones-en-ninos/>
- Teng, Harry, Industrial Designer, Lytra Sitio web: <https://www.harry-teng.com/lytra-2/>
- Materiales PolyJet, Stratasys Sitio web: <http://www.stratasys.com/mx/materiales/polyjet>
- Estudio del RACC, (Agosto 2015) ABC motor sitio web: <https://www.abc.es/motor-reportajes/20150805/abci-segun-reciente-estudio-racc-201508051507.html>
- Stryder Hybrid Crutch, Tuvie Sitio web: <http://www.tuvie.com/stryder-hybrid-crutch-can-perform-as-a-knee-scooter/>
- Tipos de yeso e instrucciones de mantenimiento (s.f) Stanford Childrens health sitio web: <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=tipos-de-yeso-e-instrucciones-de-mantenimiento-90-P05861>

## XI. ANEXOS.

### GLOSARIO

1. **Traumatología:** Es la rama de la medicina que se dedica al estudio de las lesiones del aparato locomotor.
2. **Edema:** Aumento patológico de líquido intersticial que produce hinchazón localizada, resultante del acúmulo del líquido extracelular de un determinado órgano o tejido.
3. **Ecografía:** Técnica de diagnóstico por imagen, basada en la diferente capacidad de los tejidos para reflejar las ondas de ultrasonido. Se emplea con mucha frecuencia en ginecología para registrar los movimientos del feto en el útero.
4. **Hematoma:** Manchas de la piel, de color azul amoratado que se produce por la acumulación de sangre u otro líquido corporal como consecuencia de un golpe, fuerte ligadura u otras causas.
5. **Tenorrafia:** Reparación mediante sutura de lesiones tendinosas por rotura.
6. **Equimosis:** Lesión resultante de una contusión sin solución de continuidad de la piel, que produce una extravasación de sangre en el tejido celular subcutáneo por rotura de los capilares, así como dolor por desgarro.
7. **Indemne:** Que no ha recibido ningún daño a pesar de haber estado en peligro o de haber sufrido un accidente.
8. **Mecanoterapia:** Empleo de aparatos especiales para producir movimientos activos o pasivos en el cuerpo humano, con objeto de curar o aliviar ciertas enfermedades.
9. **Sobaco:** concavidad que forma el arranque del brazo con el cuerpo, la axila.

## ANEXO 1. Encuesta sobre el uso de muletas, primero con las convencionales, segundo con la nueva propuesta.



28 de abril del 2018  
Mariano Escobar Iriarte  
Validación Proyecto de grado

A continuación, se te harán una serie de preguntas en relación al uso de las Muletas, por favor contesta con sinceridad.

1. De 1 a 5, ¿Qué tan incómoda te parecieron las muletas? (Donde 1 es lo más cómodo y 5 lo más incómodo)

1     2     3     4     5

2. ¿Qué tan inseguro te sentiste bajando y subiendo gradas con las muletas? De 1 a 5, donde 1 es lo más seguro y 5 lo más inseguro.

1     2     3     4     5

3. Mientras subías y bajabas gradas, en algún momento, ¿Sentiste que te ibas a caer?

Si     No

4. ¿Te sentiste fatigado?

Si     No

5. Si tu respuesta fue sí, Del 1 al 5 ¿Qué tan fatigado te sentiste?

1     2     3     4     5

6. ¿Qué te pareció la estética de las muletas?

Buena     Regula     Mala.



28 de abril del 2018  
Mariano Escobar Iriarte  
Validación Proyecto de grado

A continuación, se te harán una serie de preguntas en relación al uso de la nueva propuesta de Muletas, hechas por el estudiante de Diseño Industrial Mariano Escobar. por favor contesta con sinceridad.

4. De 1 a 5, ¿Qué tan incómoda te parecieron las muletas? (Donde 1 es lo más cómodo y 5 lo más incómodo)

1     2     3     4     5

5. ¿Qué tan inseguro te sentiste bajando y subiendo gradas con las muletas? De 1 a 5, donde 1 es lo más seguro y 5 lo más inseguro.

1     2     3     4     5

6. Mientras subías y bajabas gradas, en algún momento, ¿Sentiste que te ibas a caer?

Si     No

7. ¿Te sentiste fatigado?

Si     No

8. Si tu respuesta fue sí, Del 1 al 5 ¿Qué tan fatigado te sentiste?

1     2     3     4     5

9. ¿Qué te pareció la estética de las muletas?

Mejor     Igual     Peor

## ANEXO 2. Encuesta sobre el uso de muletas para usuarios que habían utilizado dicho producto anteriormente.

### Evaluación Muletas

A continuación se te va a pasar esta pequeña entrevista con el fin de evaluar tu experiencia con el uso de muletas que existen actualmente en el mercado, con el motivo de investigación para el proyecto de grado de la licenciatura de Diseño Industrial.  
Por favor contesta con honestidad.

**Sexo:**

Mujer

Hombre

**Edad**

Texto de respuesta corta \_\_\_\_\_

¿Cuál fue tu experiencia cuando utilizaste muletas?

Texto de respuesta larga \_\_\_\_\_

¿Cómo fue tu experiencia al subir y/o bajar gradas utilizando muletas?

Excelente

Buena

Regular

Malo

Pésimo

¿Qué te parece la estética de las muletas?

Muy buena

Buena

Regular

Mala

Muy mala

¿Por qué?

Texto de respuesta corta \_\_\_\_\_

¿Qué tan incómodas te parecen las muletas?, donde 1 es más comodo y 5 lo más incómodo

1 2 3 4 5

¿Por qué?

Texto de respuesta corta \_\_\_\_\_

¿Qué tan inseguro te sentías utilizando las muletas para subir y bajar las gradas 1 es lo más inseguro

1 2 3 4 5

¿Por qué?

Texto de respuesta larga \_\_\_\_\_

¿Cuánto esfuerzo físico necesitaste para movilizarte con las muletas?

Demasiado

Mucho

Regular

Poco

Nada.

Gracias por tu tiempo.

Descripción (opcional)

### ANEXO 3: Encuesta realizada para los usuarios que validaron el proyecto por 1 día completo, post prueba.

A continuación se te va a pasar otro cuestionario después de haber utilizado la nueva propuesta de muleta por un día, con la intención comparar tu experiencia con el uso de las muletas convencionales contra la actual propuesta, para el Proyecto de Grado de Diseño Industrial

**Sexo:**

Mujer

Hombre

**Edad**

Texto de respuesta corta

**¿Cómo fue tu experiencia utilizando las nuevas muletas?**

Texto de respuesta corta

**¿Cuál es tu peso, aproximado?**

Texto de respuesta corta

**¿Te fue fácil acostumbrarte a la nueva propuesta?**

Sí

No

**¿Por qué?**

Texto de respuesta corta

Peor

**¿Por qué?**

Texto de respuesta corta

**¿Qué te parece la estética de la nueva propuesta?**

Mucho mejor que la anterior

Mejor que la anterior

No cambio nada

Peor que la anterior

Mucho peor que la anterior

**¿Por qué?**

Texto de respuesta corta

De 1 a 5 que tan incómoda sentiste la nueva muleta, donde 1 es lo más cómodo y 5 lo mas incómodo.

1 2 3 4 5

**¿Por Qué?**

Texto de respuesta corta

¿Qué tan inseguro te sentiste utilizando las nuevas muletas para subir y bajar gradas?, 1 es lo más inseguro

1 2 3 4 5

**¿Por qué?**

Texto de respuesta corta

¿Cuánto esfuerzo físico necesitaste para movilizarte con la nueva propuesta?

Mucho más que las convencionales

Un poco más que las convencionales

El mismo esfuerzo

Un poco menos

Mucho menos

**¿Qué te gustó de la nueva propuesta?**

ANEXO 4: Encuesta realizada para la fase de análisis. Como primer encuentro con los usuarios. Sobre si habían utilizado muletas anteriormente.

### Encuesta del uso de muletas para proyecto de grado de Diseño Industrial.

A continuación se te presenta una serie de preguntas sobre el uso de muletas de forma temporal con motivo de investigación para tema de tesis de Diseño Industrial.  
Favor contestar con sinceridad  
Y gracias por tu tiempo.

¿Cuántas veces has utilizado muletas?

1

2

3

4 o más

¿Cómo se dieron y qué tipo de lesión tuviste para utilizar muletas?

Texto de respuesta larga

¿A qué edad o edades usaste muletas?

Texto de respuesta corta

¿Por cuánto tiempo las utilizaste?

Texto de respuesta corta

¿Cómo fue tu experiencia utilizando muletas?

Muy buena

Buena

Normal

Mala

Muy Mala

Utilizar muletas representó alguna dificultad para ti?

Si

No

Si tu respuesta fue "No" omite la siguiente pregunta.

Descripción (opcional)

¿Qué actividad o momento fue la que más dificultad representó (escoge máximo 3)

Agacharse (como para recoger cosas u otras necesidades)

Movilizarse en general, de un punto a otro.

Estar de pie en un mismo lugar por un tiempo prolongado.

Subir y/o bajar escaleras

Necesitar cargar objetos extras (como mochila, lonchera, bolsa, etc.)

Subirse y/o bajarse del autobús o de un automóvil.

Todo

Otra...

¿Cómo te sentiste durante el tiempo que utilizaste las muletas?

Texto de respuesta larga

¿Cómo obtuviste las muletas que utilizaste?

Compradas

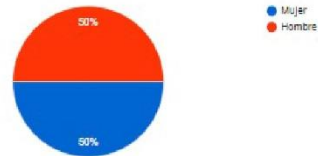
Prestadas

Regaladas



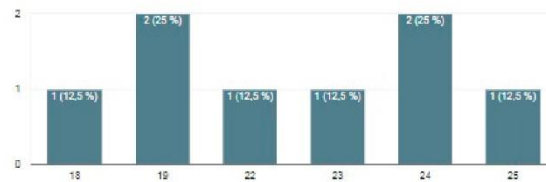
### Sexo:

8 respuestas



### Edad

8 respuestas



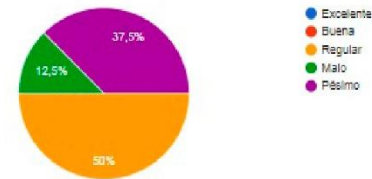
### ¿Cuál fue tu experiencia cuando utilizaste muletas?

8 respuestas

- Al principio fue bastante incómodo porque no estaban graduadas de forma acorde a mi altura y tuve que buscar en internet cómo ajustarlas.
- Fue muy complicado, me sentía limitada al movilizarme
- Fue una experiencia innovadora
- Fue incómodo y me lastimaron
- Mala, falta de comodidad e incapacidad de moverme libremente o sin medio
- Mala
- cansancio y dolor debajo de los brazos
- Complicada, fue muy difícil usarlas

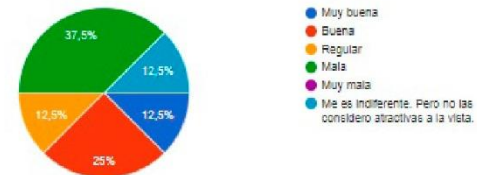
### ¿Cómo fue tu experiencia al subir y/o bajar gradas utilizando muletas?

8 respuestas



### ¿Qué te parece la estética de las muletas?

8 respuestas



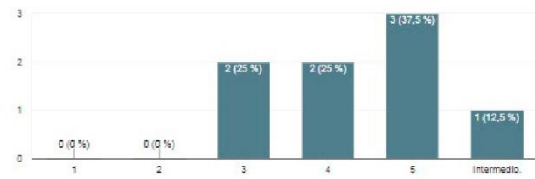
### ¿Por qué?

7 respuestas

- De el aspecto de hospital.. como de enferma o incapacitada
- Porque esta bien diseñada
- Porque su forma ayudaba a la estabilidad
- Siento que son funcionales y no buscan estetica
- Su for es muy basica
- no tiene un diseño ergonómico ni bonito
- ayuda a que te mejores de tu lesion

¿Qué tan incómodas te parecen las muletas?, donde 1 es más comodo y 5 lo más incómodo

8 respuestas



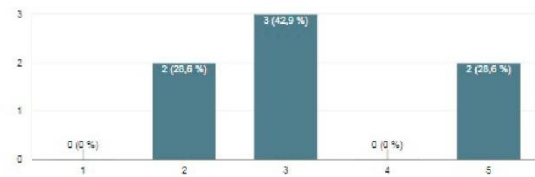
¿Por qué?

8 respuestas

- En ocasiones las almohadillas no amortiguan el impacto sobre el cuerpo.
- Me costaba mucho movilizarme, me dolia las axilas
- Porque se me hizo difícil bajar gradas
- Porque me lastimaban las manos
- Porque causan molestia en la parte del apoyo
- Lastiman
- genera dolor aun más que el que ya de está soportando
- porque están hechas para que no apoyes el pie malo nada mas, así como hay cómodas hay de madera que lastiman.

¿Qué tan inseguro te sentías utilizando las muletas para subir y bajar las gradas?, 1 es lo más inseguro

7 respuestas



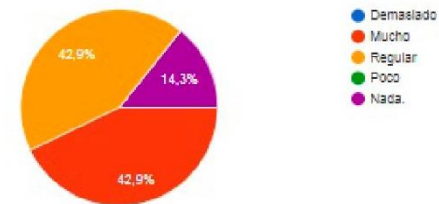
¿Por qué?

6 respuestas

- Quando bajaba gradas sentía que me iba de boca
- Porque las muletas estaban un poco cortas a la hora de bajar las gradas
- Me teopezaba
- Da miedo a caerse e inestabilidad
- Porque sentia que me caia
- sentía q me iba a caer

¿Cuánto esfuerzo físico necesitaste para movilizarte con las muletas?

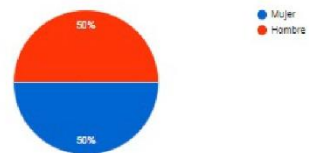
7 respuestas



Gracias por tu tiempo.

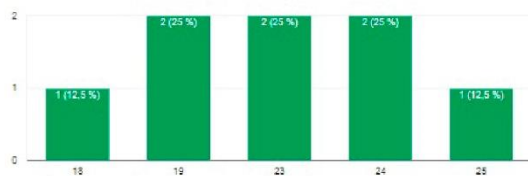
### Sexo:

8 respuestas



### Edad

8 respuestas



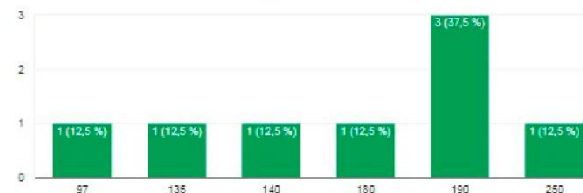
### ¿Cómo fue tu experiencia utilizando las nuevas muletas?

8 respuestas

- Regular
- Me dieron más confianza al momento de subir gradas
- Se sintió más seguridad y estabilidad al subir y bajar gradas
- Las sentí innovadoras, me gustó que ahora ya no sentí miedo al bajar las gradas.
- Bastante buena, me sentí comodo y seguro
- Buena
- Muy buena ya que me dieron seguridad al momento de subir y bajar gradas.
- buena

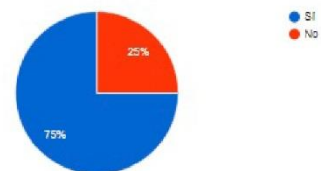
### ¿Cuál es tu peso, aproximado?

8 respuestas



### ¿Te fue fácil acostumbrarte a la nueva propuesta?

8 respuestas



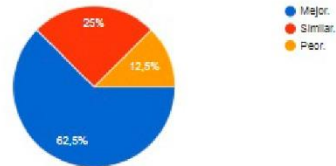
### ¿Por qué?

8 respuestas

- Es difícil bajar gradas
- El movimiento es fluido
- Porque su diseño es similar a las muletas tradicionales
- Tiene el mismo principio pero tiene ese nuevo plus
- Son comodas y dan doble soporte
- Porque es similar al anterior solo cambió la forma de subir y bajar gradas
- Porque ya sabia como era usar muletas.
- es intuitiva

### ¿Cómo fue tu experiencia al subir y/o bajar gradas en comparación a las muletas convencionales

8 respuestas



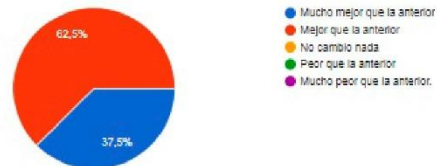
### ¿Por qué?

8 respuestas

- Me fue más difícil tener una estabilidad al bajar gradas
- Fue más fácil subir gradas
- Mayor estabilidad y seguridad
- Tenia mas puntos de apoyo al hacerlo
- Me brindaron mas soporte
- Por la distancia de las gradas eran diferentes por lo que en algunas no las puede utilizar
- Porque es muy parecido y es similar el esfuerzo en los brazos.
- porque tiene ese medio grado que ayuda a bajar mas facil sin tanto esfuerzo

### ¿Qué te parece la estética de la nueva propuesta?

8 respuestas



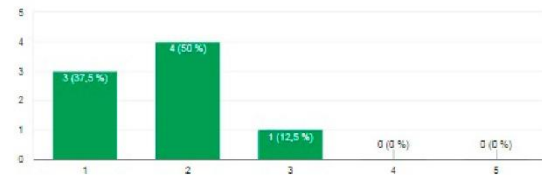
### ¿Por qué?

8 respuestas

- Es mucho más cómodo
- Tiene una mejor estética
- Es mas atractiva
- Se miran modernas, me gusta esa como textura que tienen en la pieza de arriba
- Me gusto la forma, es original
- Me gusto la forma incluso se podría relacionar con alguna analogía plantas, animales u objetos, si estás se hicieran para niños
- Me senti mas comodo subiendo y bajando gradas
- diseño ergonómico

### De 1 a 5 que tan incómoda sentiste la nueva muleta, donde 1 es lo más cómodo y 5 lo mas incómodo.

8 respuestas



### ¿Por Qué?

8 respuestas

- No molesta mucho a los costados
- Pasa subir fueron muy buenas.
- Por la forma de los apoyos
- Me parecio agradable, no senti molestias
- Brindan soporte bajo las axilas
- Los soportes que están impresos en 3d sería mejor si se le colocara un tipo de esponja
- Tiene mas estabilidad para subir y bajar las gradas.
- el material debajo de los brazos debe ser más elástico y suave

¿Qué tan inseguro te sentiste utilizando las nuevas muletas para subir y bajar gradas?, 1 es lo más inseguro

8 respuestas



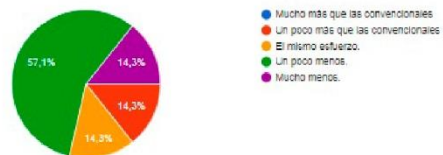
¿Por qué?

8 respuestas

- No da mucha estabilidad al bajar
- Me sentí un poco insegura al bajar
- Por los soportes
- Me gustó porque ahora tenía más apoyo con esas papeas extras
- Tenía doble soporte
- Por qué en las gradas que no tienen como pestaña no las pude usar sentí que me caía
- Porque son más estables y más seguras ya que hacen soporte en dos gradas.
- hace ratos no usaba muletas por lo tanto es algo que no es natural

¿Cuánto esfuerzo físico necesitaste para movilizarte con la nueva propuesta?

7 respuestas



¿Qué te gustó de la nueva propuesta?

8 respuestas

- Que es cómodo
- Si
- Si
- Que no parecen muletas así como de hospital, si no que parecen modernas
- Me gusto que es original, y se logran ajustar a las gradas
- La forma como lo mencioné antes de le podría relacionar con alguna analogía
- Que te mantienen más seguro por el apoyo que hace en la otra grada.
- es llamativa y práctica, se utiliza menos movimientos

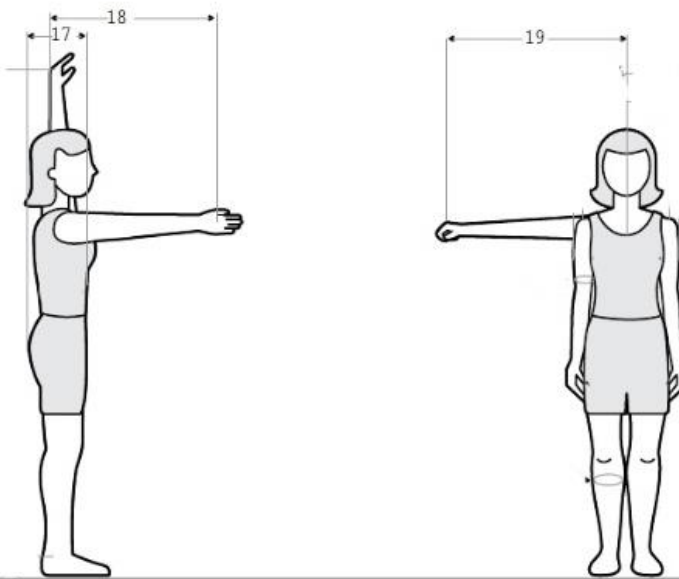
Puedes escribir, si lo deseas, algún comentario que quieras decir sobre la nueva propuesta.

1 respuesta

- agregaría un doble soporte abajo, y material suave debajo de los brazos

ANEXO 5 Medidas antropométricas.

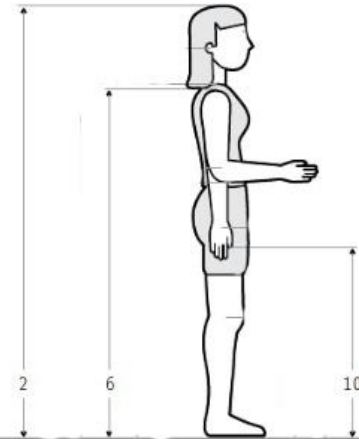
En posición de pie  
Adolescentes  
Sexo femenino  
12 a 14 años



Dimensiones		12 años (n=161)					13 años (n=138)					14 años (n=144)				
				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
17	Profundidad máx. cuerpo	224	31	172	221	275	228	28	182	223	247	233	29	185	232	281
18	Alcance brazo frontal	582	36	523	578	641	599	33	545	601	653	611	36	552	612	670
19	Alcance brazo lateral	669	37	608	668	730	692	35	634	696	750	704	35	646	704	762

Imagen 24: Factores Humanos en adolescentes de 12 a 14 años.  
Fuente: Ídem.

En posición de pie  
Adolescentes  
Sexo femenino  
15 a 17 años

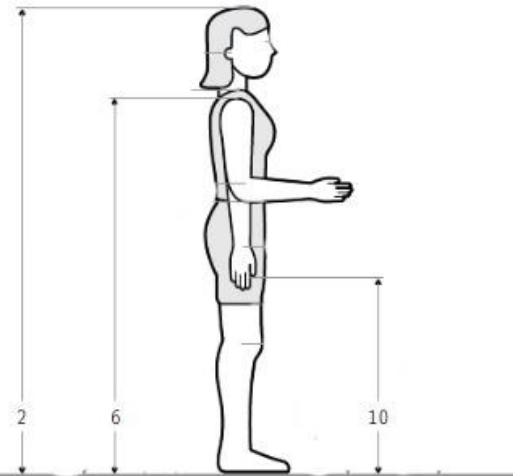


Dimensiones	15 años (n=91)					16 años (n=121)					17 años (n=138)				
			Percentiles					Percentiles					Percentiles		
	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
1 Peso (Kg)	54.2	9.4	38.7	52.4	69.7	56.4	8.4	42.5	56.0	70.3	57.4	8.8	42.9	56.3	71.9
2 Estatura	1577	55	1486	1580	1668	1588	56	1496	1591	1680	1582	58	1486	1581	1678
6 Altura hombro	1276	55	1185	1286	1367	1282	56	1190	1280	1374	1283	52	1197	1280	1369
10 Altura nudillo	687	33	632	687	741	697	33	634	695	754	696	39	632	695	760

Imagen 25: Factores Humanos en adolescentes de 12 a 14 años.  
Fuente: Ídem.



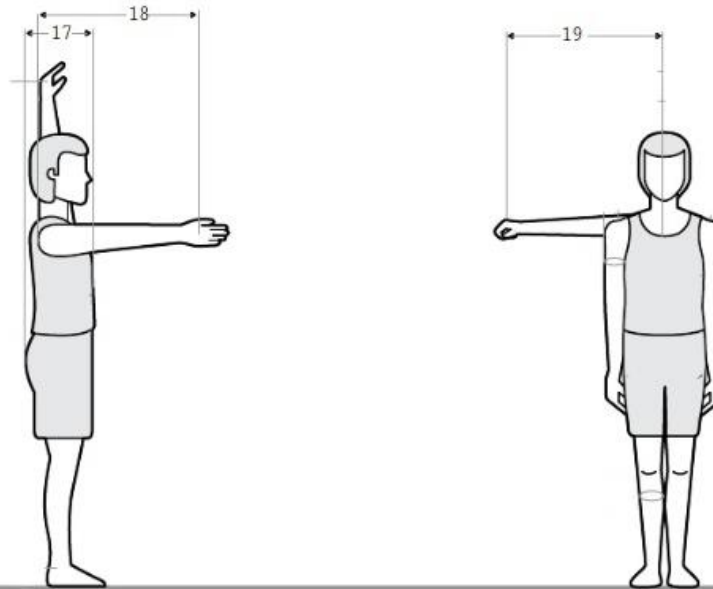
En posición de pie  
Adolescentes  
Sexo femenino  
12 a 14 años



Dimensiones		12 años (n=161)					13 años (n=138)					14 años (n=144)				
				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
1	Peso (Kg)	45.6	10	29.1	43.9	62	48.6	9	33.8	48	63	53.1	9	38.3	52.1	67.9
2	Estatura	1500	70	1384	1495	1616	1533	55	1442	1538	1624	1555	60	1456	1552	1654
6	Altura hombro	1210	63	1106	1211	1314	1243	54	1154	1249	1332	1262	60	1163	1254	1361
10	Altura nudillo	651	39	587	650	715	673	34	617	675	729	688	37	627	685	749

Imagen 24: Factores Humanos en adolescentes de 12 a 14 años.  
Fuente: Ídem.

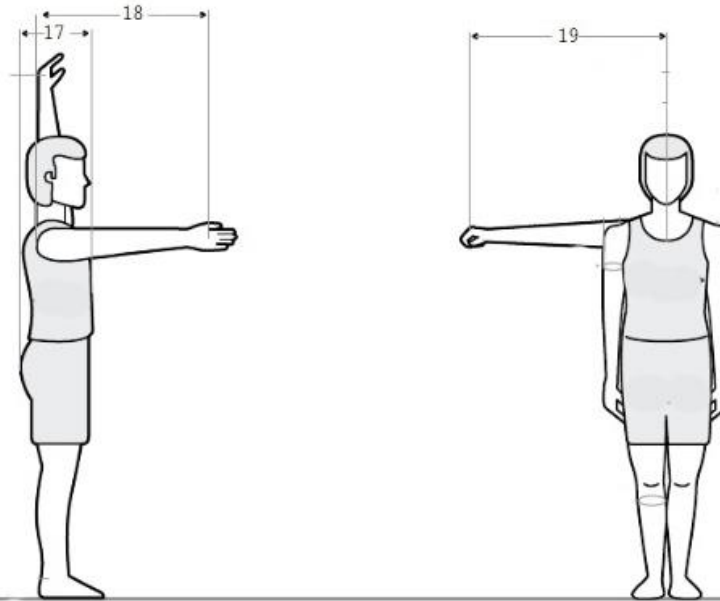
En posición de pie  
Adolescentes  
Sexo masculino  
12 a 14 años



Dimensiones		12 años (n=228)					13 años (n=148)					14 años (n=141)				
				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
17	Profundidad máx. cuerpo	221	28	175	217	267	228	31	179	227	279	232	30	183	236	288
18	Alcance brazo frontal	578	38	515	575	641	600	40	534	600	666	636	43	565	634	707
19	Alcance brazo lateral	664	40	598	662	730	691	41	629	690	753	736	40	670	735	802

Imagen 25: Factores Humanos en adolescentes de 12 a 14 años.  
Fuente: Ídem.

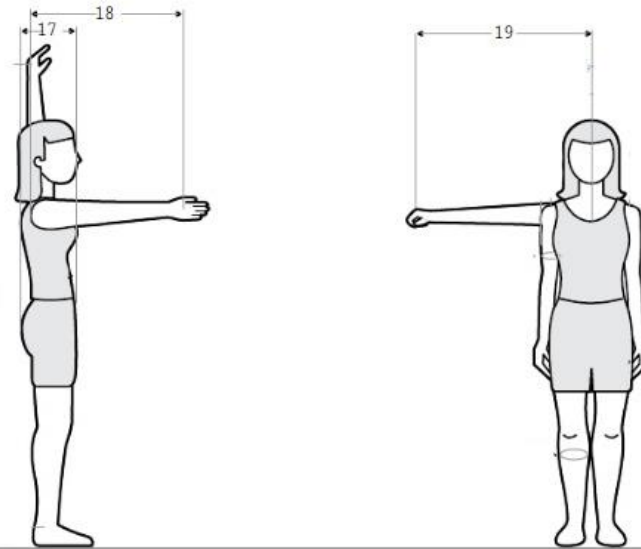
En posición de pie  
Adolescentes  
Sexo masculino  
15 a 17 años



Dimensiones		15 años (n=74)					16 años (n=120)					17 años (n=151)				
				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
17	Profundidad máx. cuerpo	238	33	184	231	292	240	35	182	232	298	240	30	190	237	290
18	Alcance brazo frontal	666	33	612	660	720	664	38	601	663	727	668	36	609	668	727
19	Alcance brazo lateral	765	46	689	770	841	775	43	704	778	846	780	36	729	780	840

Imagen 26: Factores Humanos en adolescentes de 15 a 17 años.  
Fuente: Ídem.

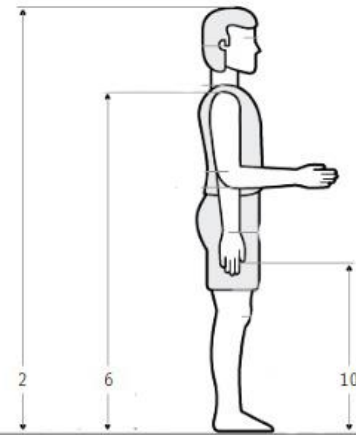
En posición de pie  
Adolescentes  
Sexo femenino  
15 a 17 años



Dimensiones		15 años (n=91)					16 años (n=121)					17 años (n=138)				
				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
17	Profundidad máx. cuerpo	237	29	189	235	285	244	23	203	241	282	245	24	205	242	285
18	Alcance brazo frontal	605	34	549	606	661	610	34	544	610	666	606	29	558	605	654
19	Alcance brazo lateral	708	33	654	709	762	712	38	649	718	775	712	35	654	712	770

Imagen 27: Factores Humanos en adolescentes de 15 a 17 años.  
Fuente: Ídem.

**En posición de pie**  
**Adolescentes**  
**Sexo masculino**  
**15 a 17 años**



Dimensiones	15 años (n=74)					16 años (n=120)					17 años (n=151)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
1 Peso (Kg)	65.0	12.6	44.2	62.8	85.8	65.6	12.3	45.3	63.1	85.9	66.9	12.9	45.6	64.0	88.2
2 Estatura	1685	68	1571	1701	1799	1700	64	1594	1696	1806	1705	64	1599	1702	1811
6 Altura hombro	1370	57	1277	1379	1480	1382	57	1288	1381	1476	1389	58	1293	1385	1485
10 Altura nudillo	727	44	654	728	800	734	38	671	735	797	734	44	661	734	807

Imagen 28: Factores Humanos en adolescentes de 15 a 17 años.  
Fuente: Ídem.

ANEXO 6.Videos Muletas.

<https://www.youtube.com/watch?v=Qhsv6wmxZG8>

<https://www.youtube.com/watch?v=XWb2YgKqR0>

[https://www.youtube.com/watch?v=YWW4\\_9MolNY](https://www.youtube.com/watch?v=YWW4_9MolNY)

<https://www.youtube.com/watch?v=Y874NsSt4Y8>

<https://www.youtube.com/watch?v=G0Qs6gg1QrA>