

# **Departamento de Diseño**

**Cama eléctrica tipo *HomeCare* para personas de la tercera edad**

**Por:**

Angie Catherine Erazo Hinestroza

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniera en Diseño Industrial

**Asesores:**

Juan Manuel Leal del Portillo

Eliana Zapata Ruiz

**Instituto Tecnológico Metropolitano**

**Facultad de Artes y Humanidades**

**Departamento de Diseño**

**Medellín 2023**

### **Resumen**

El objetivo de este proyecto es facilitar a personas de la tercera edad o con movilidad reducida el ingreso y egreso de una cama en un contexto doméstico, mediante el diseño industrial y con algunas consideraciones de diseño mecánico. La razón del proyecto inicia por una necesidad en el mercado para la empresa Mubi Medical, dedicada a la fabricación y comercialización de mobiliario hospitalario, la cual tiene la oportunidad de ingresar al mercado a competir con productos de mobiliario para el hogar, principalmente con camas. Con la problemática definida, se plantean los objetivos y se comienza con la etapa de investigación, esta fue cualitativa y el muestreo fue no aleatorio y como metodología de diseño se utilizó el método TRIZ.

El resultado final fue el diseño conceptual de una cama giratoria eléctrica con comando manual que comanda los movimientos de espaldar, pies, rodillas, giratorio y salida de paciente para así, ayudar al paciente, a su cuidador y minimizar los riesgos de caídas o lesiones.

**Palabras clave:** Mobiliario, adulto mayor, movilidad reducida, envejecimiento poblacional

## Tabla de Contenido

<b>Capítulo 1. Problema.....</b>	<b>6</b>
Planteamiento del problema .....	6
Justificación .....	8
Hipótesis / Pregunta(s) .....	10
Objetivos.....	10
<b>Capítulo 2. Marco teórico .....</b>	<b>10</b>
Antecedentes.....	11
Marco teórico.....	12
<b>Capítulo 3. Marco metodológico .....</b>	<b>28</b>
Metodología.....	28
<b>Capítulo 3. Marco metodológico .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Metodología.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Técnicas de recolección de datos.....	29
Análisis de datos .....	32
<b>Capítulo 4. Propuestas de diseño .....</b>	<b>37</b>
Desarrollo de concepto (ideación).....	37
Etapa de ingeniería .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Modelo de Negocio (Canvas).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Capítulo 5. Resultados y Conclusiones .....</b>	<b>59</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>65</b>
Anexos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

### Lista de figuras

- Figura 1. Ranking 10 países más poblados del mundo.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 2. Las 25 causas de muerte más frecuentes.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 3. MotiWalkr .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 4. Get a lift .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 5. Tablero de transferencia HomeCraft .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 6. ITRI Medirobot .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 7. Variedades asistenciales de MediRobot.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 8. Riel de cama Vive .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 9. Oxford Mermaid Bathing Hoist. ....;Error! Marcador no definido.
- Figura 10. Swinging Support For Transfers .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 11. Arnés Universal (UniversalSling™).....;Error! Marcador no definido.
- Figura 12. Uso Arnés Universal (UniversalSling™).....;Error! Marcador no definido.
- Figura 13. Silla de ruedas Quickie Q700-UP. ....;Error! Marcador no definido.
- Figura 14. Respuestas encuesta personas movilidad reducida. Pregunta 3. ....;Error!  
**Marcador no definido.**
- Figura 15. Respuestas encuesta personas movilidad reducida. Pregunta 4. ....;Error!  
**Marcador no definido.**
- Figura 16. Respuestas encuesta personas movilidad reducida. Pregunta 8;Error! Marcador  
**no definido.**
- Figura 17. Etapas de la metodología TRIZ.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 18. Usuario según metodología TRIZ.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 19. Lluvia de ideas equipo Mubi.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 20. Moodboard morfología de cama hogar .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 21. Moodboard complementos y movimientos de referencia ...;Error! Marcador no  
**definido.**
- Figura 22. Moodboard morfología y construcción de una cama.....;Error! Marcador no  
**definido.**
- Figura 23. Propuesta cama giratoria .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 24. Propuesta mecanismo de rotación y posible ubicación.....;Error! Marcador no  
**definido.**

- Figura 25 Propuesta sistema salida frontal .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 26. Diagramación posición salida de paciente .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 27. Propuesta salida lateral y forma colchón .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 28. Propuesta cabecero y piecero. ....;Error! Marcador no definido.
- Figura 29. Propuestas forma de la base. ....;Error! Marcador no definido.
- Figura 30. Propuesta base, barandas y piecero.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 31. Propuesta usabilidad de tendido como baranda ;Error! Marcador no definido.
- Figura 32. Propuesta 1 carcasa .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 33. Propuesta combinación colores tapizado y madera .....;Error! Marcador no definido.
- definido.**
- Figura 34. Propuesta 2 carcasa .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 35. Ensamble de partes por presión .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 36. Propuesta 3 sistema en encaje de asa en cabecero .....;Error! Marcador no definido.
- definido.**
- Figura 37. Propuesta 3, sistema de rieles para asa de apoyo.....;Error! Marcador no definido.
- definido.**
- Figura 38. Partes de una cama hospitalaria eléctrica de Mubi Medical ...;Error! Marcador no definido.
- no definido.**
- Figura 39. Detalle de los rieles para asa de apoyo.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 40. Vista de planta.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 41. Vista isométrica posición de elevación de rodillas .....;Error! Marcador no definido.
- definido.**
- Figura 42. Vista lateral .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 43. Estructura en vista de perfil de cama HomeCare ;Error! Marcador no definido.
- Figura 44. Proceso primario y secundario de transformación de material ;Error! Marcador no definido.
- no definido.**
- Figura 45. Posición espaldar con colchón .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 46. Posición autocontorno.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 47. Posición horizontal.....;Error! Marcador no definido.
- Figura 48. Posición salida de paciente .....;Error! Marcador no definido.
- Figura 49. Vista lateral .....;Error! Marcador no definido.

## **Capítulo 1. Problema**

### **Planteamiento del problema**

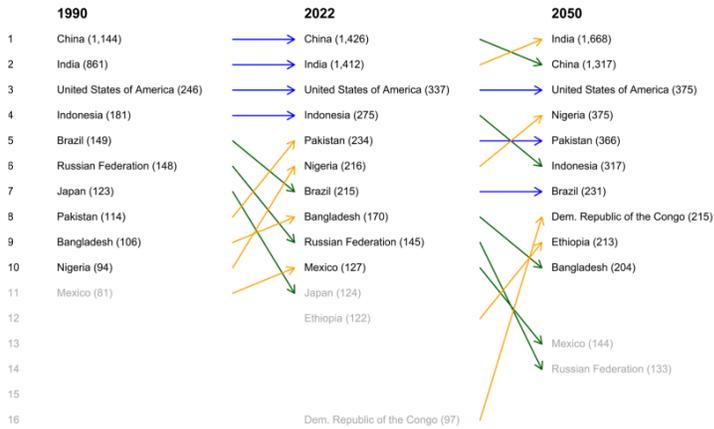
Según las previsiones para los próximos años, se espera que la población más longeva (65 años en adelante) alcance los 994 millones de habitantes en el mundo para 2030 y los 1.600 millones para 2050, año en el que una de cada seis personas en el mundo (16% de la población) tendrá más de 65 años, en comparación con uno de cada once en 2019 (9%). Estos datos develan que la población mundial está envejeciendo y el grupo de edad de 65 años o más es el que crece más rápidamente (United Nations, 2022, pág. 7).

Entre la clasificación de los países más poblados del mundo, Estados Unidos se mantiene de tercero, después de China e India desde 1990, como la siguiente gráfica lo muestra.

### Figura 1.

Ranking 10 países más poblados del mundo.

Rankings of the world's ten most populous countries, 1990 and 2022, and medium scenario, 2050 (numbers in parentheses refer to total population in millions)



Nota. Fuente: (United Nations, 2022, pág. 6)

Según las proyecciones hechas entre 2022 y 2050, Estados Unidos continuará de tercero en el ranking de los 10 países más poblados del mundo, esto sumado al proceso de envejecimiento de la población de 65 años o más, impone un reto para la sociedad y una necesidad futura de generar comodidad y bienestar para ellos. La sociedad deberá preocuparse por fomentar su confort y calidad de vida, principalmente, en cuestión de facilitar su movilidad, ya que el proceso de envejecimiento viene acompañado del envejecimiento cerebral, cardiovascular, renal, nervioso y muscular, siendo este último un detonante de la dependencia funcional que se presenta en esta edad.

Otros autores han afirmado que:

Para mantener la independencia funcional es imprescindible mantener una adecuada masa muscular. La fuerza y la masa muscular alcanzan su máxima expresión entre la

segunda y la cuarta década de la vida y desde entonces se produce una declinación progresiva. A la pérdida de masa y función muscular asociada a la edad se le conoce como sarcopenia, síndrome caracterizado por la pérdida generalizada y progresiva de masa de músculo esquelético. Suele acompañarse de inactividad física, disminución de la movilidad, enlentecimiento de la marcha y reducción de la capacidad de realizar ejercicios de resistencia. (Salech, Jara, & Michea, 2012).

Así entonces, la movilidad de esta población se va limitando progresivamente con el paso de los años, hasta el límite de depender de la ayuda de otra persona u/y objetos para realizar los movimientos de sus actividades cotidianas en sus entornos más recurrentes.

### **Justificación**

La pertinencia del proyecto se basa en la prospectiva que se obtiene de las cifras de envejecimiento anteriormente descritas, enfocado a futura demanda de un mobiliario del tipo hospitalario de dormitorio, adaptado al ámbito del hogar, para personas de la tercera edad o con movilidad reducida, brindándoles comodidad, facilidad y autonomía en la realización de los movimientos cotidianos como acostarse en la cama, pararse, sentarse, etc., por medio de una solución o respuesta de salud que permita una interacción amigable con el entorno donde el usuario va a utilizar el producto.

Según Rodríguez Navarro (2011) el proceso de envejecimiento conlleva a tener en cuenta dos factores primordiales, los biológicos y los físicos, quienes son los responsables de los cambios en las células y su repercusión en el organismo en forma de limitaciones físicas, pérdida de movilidad, disminución de la capacidad de respuesta, atrofas musculares y el

desarrollo de patologías físicas como atrofas musculares que reducen su independencia a la hora de realizar movimientos de desplazamiento.

Según los conceptos utilizados en la medicina geriátrica, el Síndrome de Inmovilización es, según González (2015), la disminución de la capacidad para desempeñar actividades de la vida diaria debido al deterioro de las funciones motoras, el síndrome se reconoce cuando en el paciente se destaca una debilidad muscular progresiva, la poca o nula tolerancia a la capacidad física y la pérdida de los automatismos y reflejos posturales necesarios para la deambulaci3n. Pero este concepto se invalida desde la palabra “inmovilidad” ya que un ser humano solo llega a ésta solo al morir, pues éste aún en estado vegetativo posee una movilidad autónoma; como la cardiovascular. Entonces aparece otro concepto llamado Dismovilidad o Movilidad Dificultosa, que Gonzáles (2015) la define como “la molestia, dificultad y/o imposibilidad para movilizar parte del cuerpo y/o trasladarse, secundario a situaciones patológicas diversas de origen biológico, psíquico, social, espiritual y/o funcional que afecta la calidad de vida y/o tiene riesgo de progresar”.

Estas afecciones traen consigo no solo enfermedades consecuentes en el sistema cardiovascular y en el músculo esquelético, sino también, la dependencia funcional que las personas de la tercera edad solventan con la ayuda de los familiares o de un cuidador cercano, otras veces no cuentan con ninguna ayuda. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta dependencia aumenta el riesgo de sufrir maltrato físico, sexual, psicológico o emocional; maltrato por razones económicas o materiales, abandono, desatenci3n y del menoscabo grave de la dignidad y el respeto. “Las personas de edad que reciben apoyo social o que viven solas, tienen menos probabilidad de ser maltratadas” (OMS, 2022).

Como respuesta a estos riesgos, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró a los años 2021 hasta 2030 como La Década del Envejecimiento Saludable, cuyo objetivo es

reducir las desigualdades en materia de salud y mejorar la vida de las personas mayores y sus familias (OMS, 2021), donde una de las 4 esferas de acción colectiva es proporcionar acceso a la asistencia a largo plazo a las personas mayores. La Década del Envejecimiento Saludable va ligado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en cuanto a la promoción del envejecimiento saludable para garantizar que todas las personas tengan vidas dignas, plenas, seguras y saludables. Es así, como el presente proyecto tiene injerencia en esta esfera de acción por medio del diseño industrial al generar un producto que facilite la movilidad al ingresar o salir de la cama a las personas de la tercera edad. Por otro lado, para el sector de producción de mobiliario hospitalario, especialmente para Mubi Medical, empresa colombiana dedicada al diseño, producción y ventas nacionales e internacionales de dicho sector, es una oportunidad de ampliar su portafolio de servicios e incursionar en el mercado estadounidense, ya que según la OMS en su Informe Mundial Sobre El Envejecimiento y la Salud, se ha demostrado que los sistemas de salud que tienen en cuenta las necesidades complejas de la vejez y se ocupan de ellas de una manera integrada son más eficaces que los servicios que simplemente reaccionan a las enfermedades específicas por separado.

### **Pregunta**

¿Cómo facilitar a personas de la tercera edad o con movilidad reducida el ingreso y egreso de la cama mediante el diseño industrial?

### **Objetivos**

*Objetivo general*

Diseñar una cama *HomeCare* que facilite la realización de movimientos a la hora de levantarse y acostarse para personas de la tercera edad o con movilidad reducida en un contexto doméstico.

#### ***Objetivos específicos***

1. Identificar las situaciones críticas del usuario al momento de realizar movimientos cotidianos al ingresar y salir de una cama.
2. Explorar alternativas que garanticen una movilidad segura para el usuario al ingresar y salir de una cama.
3. Proyectar la propuesta mediante simulación digital en un programa CAD especificando los movimientos de la cama.

## **Capítulo 2. Marco Referencial**

### **Antecedentes**

Según Ballesteros (2017) en su tesis *Factores individuales y colectivos asociados con la prevalencia de limitaciones funcionales del adulto mayor en Colombia*, las limitaciones funcionales están divididas en 2 categorías que generan la disminución de la capacidad de realizar actividades cotidianas, como son: Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD) y Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD) y movilidad, estas últimas definidas como las actividades indispensables para la interacción entre la persona y su entorno permitiéndole o no, la autonomía en sus movimientos.

Los hallazgos de su investigación mostraron que la prevalencia de las limitaciones funcionales reporta “una relación consistente entre la pérdida de peso corporal y la

disminución de fuerza muscular con las consecuentes afectaciones en la movilidad de los pacientes” (Ballesteros, 2017)

En el estudio *Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento* se concluye que la fisionomía de un adulto mayor y una persona en edad media advierten cambios en esta debido al proceso de envejecimiento, los cuales requieren primordial atención en el cuidado de su salud ya que en temas “del envejecimiento de la población en términos sociales y de gasto en salud, es fundamental impulsar la investigación para avanzar en la comprensión de los cambios asociados al envejecimiento con miras a disponer de mejores herramientas diagnósticas y terapéuticas para nuestra población” (Salech, Jara, & Michea, 2012).

Núñez (2019) en su estudio *Mobiliario de dormitorio para mejorar la accesibilidad de adultos mayores*, concluye que “las actividades pasivas como: dormir, descansar, ver televisión, vestirse y organizar la ropa; son las tareas que el adulto mayor realiza con frecuencia, para lo cual se tomará en cuenta estas actividades ya que requieren un mueble que ayude a realizar las mismas”. De esto se puede interferir la necesidad del adulto mayor de contar con la posibilidad y facilidad de movimiento e interacción con los espacios que más frecuenta.

## **Marco Conceptual**

### **Vejez – Adulto Mayor**

La vejez no es definible exclusivamente con la cronología sino más bien por la suma de las condiciones físicas, funcionales, mentales y de salud de las personas analizadas. Se habla de la edad fisiológica según el envejecimiento de órganos y funciones. De la edad psíquica o mental, según el grado de madurez, envejecimiento psicológico. Y existe otra edad, la subjetiva según el envejecimiento que experimenta la propia persona. Por tanto, la

ancianidad es un concepto dinámico, pues hay que tener en cuenta que la edad biológica puede diferir marcadamente de la cronológica, y ambas de la subjetiva. (Abaunza, y otros, 2014)

Por otro lado, los adultos mayores son sujetos que cuentan con 60 años o más, sujetos de derecho, socialmente activos, con garantías y responsabilidades respecto de sí mismas, su familia y su sociedad, con su entorno inmediato y con las futuras generaciones. (Ministerio de Salud Y Protección Social, s.f.)

### **Envejecimiento saludable**

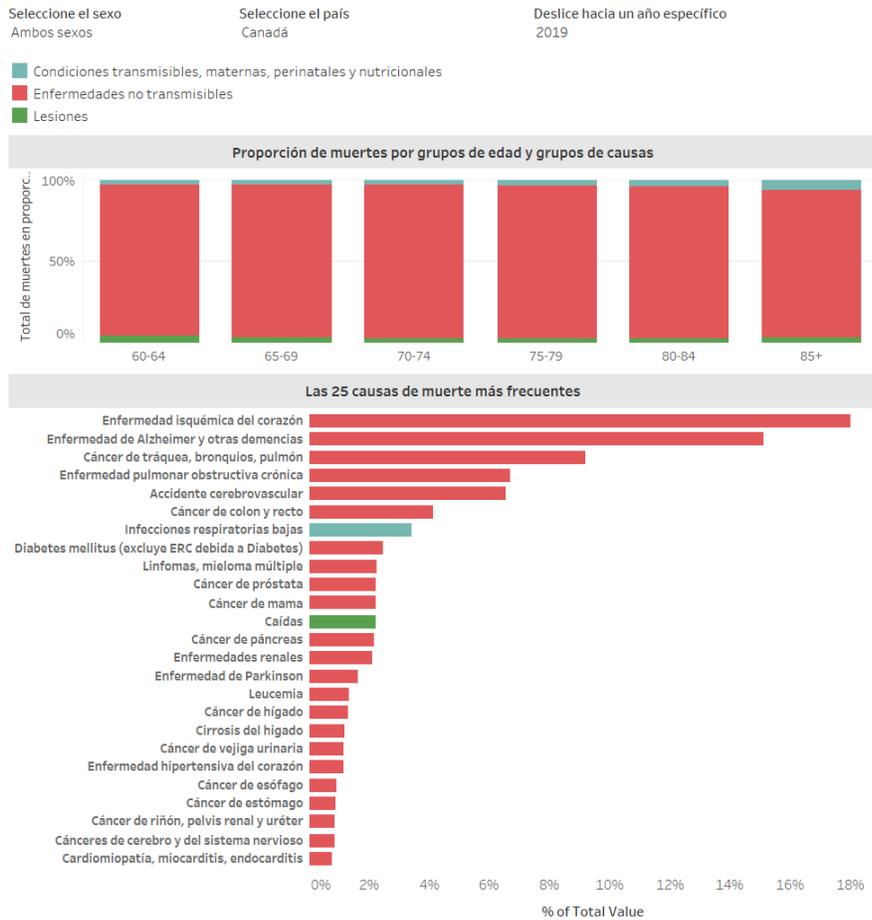
Aunque este concepto es muy utilizado en el sector político y de salud, no existe un consenso en su definición, ya que puede catalogar a personas saludables y no saludables, sin embargo, según (OMS, 2015), en su Informe Mundial Sobre El Envejecimiento Y La Salud, utiliza el concepto de envejecimiento saludable como “el proceso de fomentar y mantener la capacidad funcional que permite el bienestar en la vejez”, donde el objetivo principal es conservar el bienestar de la persona manteniendo o evitando la degeneración de la capacidad funcional.

El envejecimiento es un paso inevitable de la vida que puede vivirse tranquilamente o con deterioros que restringen algunas actividades de la cotidianidad, y aunque el paso del tiempo conlleve al desgaste del cuerpo o a su deterioro, éste puede darse de manera sana si se toma ciertas precauciones y medidas saludables, ya que ciertas enfermedades comunes pueden afectar en la edad adulta y generar fuertes consecuencias y dependencias en la vejez. La Organización Panamericana de Salud (OPS) ve al envejecimiento saludable como una oportunidad para mantener la salud física y mental, así como la independencia y la calidad de vida durante este transcurso (OPS, 2019).

La OPS utiliza un concepto (DALYs) o años de vida perdidos ajustados por discapacidad, el cual representa la pérdida equivalente a un año de vida saludable y se mide con la sumatoria de los Años de Vida Perdidos por Muerte Prematura (AVMP) más los Años Vividos con Discapacidad (AVD). Entonces, el DALYs por país es proporcional a la pérdida de años de vida saludable del grupo poblacional analizado y, por ende, significa una peor condición de salud.

**Figura 2.**

*Las 25 causas de muerte más frecuentes*



Source: Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Results. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2019. Available from <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

**Nota.** Fuente: Global Burden of Disease Collaborative Network.

Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Results. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2019. Available from <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

La OPS concluye de esta gráfica que, “como resultado de la transición epidemiológica, las enfermedades crónicas no transmisibles han reemplazado a las enfermedades transmisibles (condiciones transmisibles, maternas, perinatales) convirtiéndose en la principal causa de muerte (87.2%) de las personas mayores,

independientemente del grupo etario, país, o sexo. Entre las primeras 25 causas de muerte en las personas mayores de ambos sexos, en 2019 en la región se encontraban: la enfermedad isquémica del corazón (20.87%), accidente cerebro vascular (9.15%), enfermedad de Alzheimer y otras demencias (8.55%).” Se encuentra también que 1 de las 25 causas de muerte más frecuentes en adultos mayores de 60 años es debido a caídas, donde la muerte de personas de 60 a 64 en el año 2019 alcanzaron un 6.44% (OPS, 2019).

### **Capacidad funcional e intrínseca**

La capacidad funcional se define por la OMS como el conjunto de las características que tienen que ver con su salud, que permiten o limitan al individuo a ser y realizar las actividades que desea. Esta capacidad funcional se compone de 3 factores: capacidad intrínseca, el entorno y la interacción entre ellas (OMS, 2015, pág. 68).

Respecto a la capacidad intrínseca, es la “combinación de todas las capacidades físicas y mentales con las que cuenta una persona” (OMS, 2015). Esta capacidad se puede medir evaluando las actividades de la vida diaria o las actividades instrumentales de la vida diaria y van a indicar el grado de dependencia por parte del adulto mayor, a un cuidador o a un dispositivo que le ayude a realizar las actividades que requiera por padecer limitaciones en su funcionamiento.

### **Enfermedades consecuentes de la dismovilidad**

Como mencionaba anteriormente González (2015), el sistema cardiovascular y el músculo esquelético son los más afectados por el síndrome de dismovilidad, en el primero se altera el flujo sanguíneo causando fatiga, trombo embolismo e hipotensión ortostática. En el músculo esquelético la fuerza muscular puede disminuir hasta el 55%, osteoporosis y atrofiamiento muscular, principalmente en tobillos y cadera. Pero otros sistemas también se ven afectados, en el sistema respiratorio por ejemplo se presenta bronconeumonía por aspiración y calcificación costochondral. En el sistema genitourinario puede presentarse cálculos e infecciones urinarias. En el sistema nervioso la alteración del equilibrio y la coordinación. En el sistema endocrino se presenta hiperglucemia y balances minerales negativos.

#### **Contexto: Normativa para el diseño de mobiliario hospitalario para camas**

En el diseño y la producción de productos de mobiliario hospitalario se debe cumplir una serie de requisitos particulares en cuanto al funcionamiento y la seguridad básica de esto. Estas normativas surgen como respuesta a la demanda en el ámbito hospitalario, al aumento de la producción de este tipo de mobiliario y a los riesgos específicos que fueron apareciendo en la práctica y en evaluaciones de riesgo de los fabricantes.

Para esta investigación solo se profundizará y se diseñará a partir de la normativa para el diseño y no la normativa de producción, aunque éstas serán mencionadas a continuación:

- **Norma IEC 60601: Equipos electro médicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad básica y el funcionamiento esencial.**

Es una norma internacional dictada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) para el diseño de los equipos electro médicos, particularmente, para equipos electro médicos (equipo ME) y sistemas electro médicos (sistema ME), para evitar el diseño inapropiado de éstos. Esta norma cuenta con varias categorías llamadas “Protección Contra”, tales como: contra peligros eléctricos del equipo ME, contra peligros mecánicos del equipo ME, contra peligros de radiaciones indeseadas, contra temperaturas excesivas y otros peligros, entre otras. De estas categorías mencionadas, se tendrán en cuenta algunos ítems específicos para el diseño de la Cama *Homecare* con enfoque particular en la parte de peligros mecánicos del equipo ME (INTECO, 2018).

#### **Peligros mecánicos del equipo ME**

En el momento de diseñar una cama hospitalaria para el hogar, es primordial prever los posibles malos usos que los usuarios le puedan dar al producto y contemplar los posibles riesgos con los que se pueda encontrar el usuario para reducir el riesgo a un nivel aceptable mediante el uso de medidas de protección. Por otro lado, cuando aparecen los usos variables que el usuario puede darle al equipo, se presenta el llamado riesgo residual, el cual es necesario para el funcionamiento del equipo y que persiste después de haber implementado las medidas de protección, entonces, se debe contrarrestar por medio de advertencias con señaléticas o en las instrucciones de uso.

En esta sección se encuentran los peligros asociados con las partes en movimiento, donde los peligros más comunes en una cama son:

- Peligros asociados con partes en movimiento (zona de atrapamiento, espacios aceptables, velocidad de movimiento)
- Peligros asociados con superficies, esquinas y bordes.

- Peligros de inestabilidad (desequilibrio, ruedas y rodillos, inestabilidad por movimiento lateral indeseado).

Los principales riesgos de la cama *Homecare* son los mecánicos y los elementos que conllevan la parte formal; pues al ser un producto diseñado para la movilidad de personas con limitaciones de esta, la velocidad, la fuerza, los espacios de atrapamiento o de pinzamiento que pueden causar caídas, así como lo puede causar la inestabilidad del producto o los materiales elegidos para su fabricación. Por ende, la cama *HomeCare* cumplirá estos parámetros para brindar al cliente un producto seguro.

- **Norma EN 60601-2-52:2010 Equipos electro médicos. Parte 2-52: Requisitos particulares para la seguridad básica y funcionamiento esencial de las camas de hospital de funcionamiento eléctrico.** (Normalización Española UNE, 2011)

Esta norma define los términos de las partes, accesorios y funciones de una cama médica, así como su simbología para fines de advertencia y seguridad. Es más específica con medidas y ángulos de movimientos de las funciones cama.

- **Normativa de calidad de productos**  
**Decreto 4725 de 2005:**

Decreto de la República de Colombia que regula el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria en lo relacionado con la producción, procesamiento, envase, empaque, almacenamiento, expendio, uso, importación, exportación, comercialización y mantenimiento de los dispositivos médicos para uso humano, los cuales serán de obligatorio cumplimiento por parte de todas las personas naturales o jurídicas que se dediquen a dichas actividades en el territorio nacional (Ministerio de la Protección Social, 2005).

- **NTC ISO 12485**

Es la norma de dispositivos médicos óptima para la industria médica, que garantiza que todos los dispositivos médicos cumplen con las leyes adecuadas y con las necesidades de los clientes. Fue desarrollada específicamente para la fabricación de productos sanitarios. Su objetivo principal es facilitar la armonización de los requisitos reglamentarios de los productos sanitarios. La norma contiene requisitos específicos para la fabricación, la instalación y el mantenimiento de productos sanitarios

## Estado de la técnica

### 1. Motiwalkr

Motiwalker es un andador moderno que puede ser utilizado en la casa o fuera de ella, ayudando a los adultos mayores con discapacidad moderada a realizar sus movimientos o desplazamientos cotidianos y así mantenerlos activos, seguros e independientes en su movimiento.

**Figura 3.**  
*MotiWalker*



*Nota.* Fuente: <https://www.behance.net/gallery/52350423/MotiWalker-An-Ergonomic-Walker-for-Elderly>

### 2. Get a lift

Asiento eléctrico de *Up easy* para más elevación, da un suave empujón mientras sube. Se puede usar con prácticamente cualquier silla o sofá y es portátil.

**Figura 4.**  
*Get a lift*



*Nota. Fuente: [https://www.health.com/condition/rheumatoid-arthritis/14-household-tools-for-people-in-pain?slide=4e2fe48d-51d4-462c-8d68-a1059b262d4c%3Futm\\_source%3Dpinterest.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=social-share-gallery&utm\\_content=20220317](https://www.health.com/condition/rheumatoid-arthritis/14-household-tools-for-people-in-pain?slide=4e2fe48d-51d4-462c-8d68-a1059b262d4c%3Futm_source%3Dpinterest.com&utm_medium=social&utm_campaign=social-share-gallery&utm_content=20220317)*

### **3. Tablero de transferencia curvo de *HomeCraft***

Permite la transferencia funcional entre superficies a las personas con fuerza y movilidad limitada, como en traslados de auto, cama, silla e inodoro, facilitando la independencia con seguridad. La forma de arco permite una variedad de opciones de posicionamiento. Contiene dos almohadillas antideslizantes en la base de la tabla para dar estabilidad y seguridad.

**Figura 5**  
*Tablero de transferencia HomeCraft*



*Nota. Fuente: <https://www.amazon.es/Homecraft-Panel-para-desplazamiento-curvo/dp/B004V4UREK>*

#### **4. ITRI MediRibit de Pilotfish**

Es un asistente robótico que puede levantar, transferir y ayudar a caminar a pacientes con movilidad limitada y ayudar a su cuidador. Este MediRobot servocontrolado también muestra información como el peso y la presión arterial recopilados a través de sensores en su estructura.

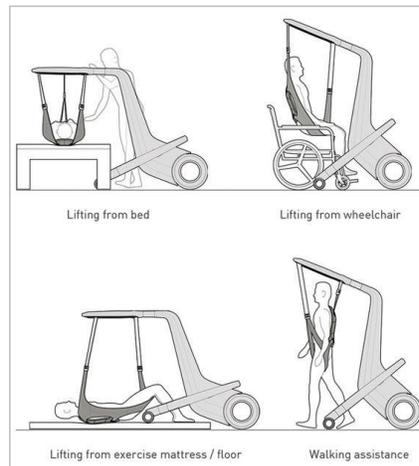
**Figura 6.**  
*ITRI Medirobot*



*Nota.* Fuente: <https://www.behance.net/gallery/2633173/ITRI-Medirobot>

**Figura 7**

*Variedades asistenciales de MediRobot.*



*Nota.* Fuente: <https://www.behance.net/gallery/2633173/ITRI-Medirobot>

### **5. Vive: Riel de cama**

Es una barandilla de apoyo que se ajusta bajo el colchón dando soporte y asistencia al paciente a la hora de levantarse de la cama o sentarse. Tiene un mango acolchado y se asegura mediante una correa que se sujeta al otro extremo de la cama.

**Figura 8.***Riel de cama Vive*

Nota. Fuente: <https://acortar.link/DiK0jd>

**6. Oxford Mermaid Bathing Hoist**

Es un elevador lateral fijo que permite la entrada y salida del baño de forma segura. La base se ancla en el suelo para generar mayor estabilidad. Puede instalarse de dos formas diferentes al baño.

**Figura 9.***Oxford Mermaid Bathing Hoist.*

Nota. Fuente: <https://joerns.co.uk/product/oxford-mermaid-fixed-bathing-lift/>

### 7. **Swinging Support for Transfers**

El riel de soporte montado en la pared ayuda en las transferencias horizontales. El soporte se puede configurar en cualquiera de los seis ángulos, utilizando un candado de cadena. La longitud de la correa se ajusta y se puede usar en cualquiera de las cuatro posiciones a lo largo del brazo del soporte.

**Figura 10.**

*Swinging Support for Transfers.*



Fuente: <https://livingmadeeasy.org.uk/product/wall-mounted-swinging-support-rail>

### 8. **Arnés Universal UniversalSling™**

Arnés enganchable a diferentes tipos de perchas que posibilita el traslado del paciente en postura sedente erguida dándole soporte desde la espalda hasta el cuello. Se utiliza para elevaciones desde y hacia la cama, desde y hacia la posición de sentado.

**Figura 11.**  
Arnés Universal (UniversalSling™)



Nota. Fuente: <https://www.hillrom.lat/es/products/sph-seated-slings/>

**Figura 12.**  
Uso Arnés Universal (UniversalSling™).



Nota. Fuente: <https://www.hillrom.lat/es/products/sph-seated-slings/>

### 9. Silla de ruedas Quickie Q700-UP

Silla de ruedas eléctrica con bipedestación, proporciona al paciente la posibilidad de adoptar diferentes posturas gracias a su asiento multiposición; bipedestación, transferencia, relax, acostado y una quinta posición programable.

*Figura 13.*

*Silla de ruedas Quickie Q700-UP.*



*Nota. Fuente: <https://www.sunrisemedical.es/sillas-de-ruedas/quickie/sillas-de-ruedas-electricas/q700-up-f-sedeo-pro-advanced>*

### Capítulo 3. Marco metodológico

#### Metodología

Para comprender, describir y analizar el comportamiento de personas mayores de 65 años (población) y los fenómenos que ocurren en su movilidad al ingresar y salir de una cama, se eligió el tipo de investigación cualitativo; el cual se basa en la interpretación de las respuestas y percepciones obtenidas de la muestra; ésta consta de participantes voluntarios y de expertos.

#### Muestra

Para la selección de la muestra se realizó un muestreo no aleatorio dividido en dos categorías; personas mayores de 65 años elegidos indiscriminadamente y expertos cuidadores de adultos mayores y enfermeros.

En el primero, los participantes debían tener las siguientes características:

1. Tener 65 o más años.
2. Requerir o no, ayuda de un tercero para su movilidad.

En el segundo grupo, se consideraron las siguientes características:

1. Haber ayudado a un adulto mayor en su movilidad cotidiana.
2. Ser profesional en enfermería o en fisioterapia.

En cuanto a la metodología de diseño, se elige tomar el Modelo de Norton (Robert Norton), usualmente utilizada en el diseño en ingeniería que consta de 10 pasos no lineales:

1. Identificación de la necesidad: definido por un enunciado simple sobre la necesidad que se tiene.

2. Investigación preliminar: requiere de lectura de artículos y patentes sobre el tema.

3. Planteamiento de objetivos: concisos y generales en expresados en términos de visualización funcional, o sea, que predigan una solución.

4. Especificaciones de desempeño: son las especificaciones de tareas; lo que el sistema debe hacer, no como debe hacerlo.

5. Ideación e invención: es el proceso creativo, donde se generan las ideas para obtener la mayor cantidad de diseños potenciales.

6. Análisis: etapa donde se analiza el desempeño de los diseños potenciales.

7. Selección: se selecciona el mejor de los diseños potenciales usando una matriz de decisión.

8. Diseño detallado: utilizando herramientas CAD, donde se observe el ensamble de forma detallada.

9. Prototipos y prueba: se verifica y corrige la factibilidad del diseño.

10. Producción: implica la manufactura de una versión final del diseño.

Se eligió esta metodología por su carácter proyectual, la cual consta de una serie de pasos lógicos enfocados a procesos de producción y diseño en la ingeniería adaptándose al objetivo general del proyecto de diseñar, y futuramente producir a través del diseño industrial, una cama que facilite la realización de movimientos a personas de la tercera edad o con movilidad reducida en un contexto doméstico.

### **Técnicas de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizó la entrevista semi estructurada ya que, según Alonso (2020), con este tipo de herramienta, se pretende construir una idea social sobre el comportamiento personal o grupal de la población a estudiar a partir de un proceso

comunicativo donde el entrevistador construye una representación sobre el entorno que está estudiando, a partir de las posiciones, creencias y experiencias de los entrevistados.

Así entonces, la entrevista semiestructurada, se utiliza en el caso de la categoría 1 de la muestra, para obtener información sobre los posibles escenarios por los que pasan los adultos mayores en cuanto a temas de movilidad; y en la categoría 2, para conocer los escenarios de los expertos en cuanto a la ayuda que requiere un adulto mayor para esta movilidad.

#### **Encuesta categoría 1 (Adultos mayores)**

Nombre:

Edad:

1. ¿Presenta alguna dificultad para realizar movimientos cotidianos, como caminar, pararse, mantenerse de pie, acostarse, etc.? ¿Cuál?
2. ¿Cuál fue la causa (enfermedad, vejez, accidente, sedentarismo, etc.) de la disminución de la capacidad para realizar el movimiento antes mencionado?
3. En el momento de encontrarse en su cama, presenta alguna dificultad para:
  - \_\_\_ Girar para ubicarse en la cama
  - \_\_\_ Pararse de la cama
  - \_\_\_ Acostarse en la cama
  - \_\_\_ Sentarse en la cama
  - \_\_\_ Levantar/bajar las piernas de la cama
  - \_\_\_ Ninguna
4. En caso de presentar alguna de las anteriores dificultades...
  - 4.1 ¿Cuánto tiempo tarda en realizar tal acción?
    - \_\_\_ De 1 a 2 minutos

\_\_\_ De 2 a 3 minutos

\_\_\_ De 3 a 4 minutos

\_\_\_ Más de 5 minutos

\_\_\_ No aplica

4.2 ¿Ha tenido alguna caída o golpe por intentar realizar este movimiento?

\_\_\_ Sí

\_\_\_ No

\_\_\_ No aplica

5. ¿Qué acciones o movimientos para ingresar o egresar de su cama le genera dificultad o dolor?

6. ¿Cuenta con un cuidador para ayudarle con la movilidad en sus actividades cotidianas? ¿En cuál(es) movimientos requiere esta ayuda?

7. ¿Utiliza dispositivos que le ayuden a moverse? ¿Cuál?

8. Si tuviese una cama eléctrica, ¿Cuáles movimientos o acciones le gustaría que la cama le ayudara a ejecutar?

### **Entrevista categoría 2 (Expertos)**

Nombre:

Edad:

Profesión:

1. ¿Ha tenido experiencia rehabilitando o cuidando a adultos mayores con limitaciones físicas? ¿Qué tipo de experiencia?

2. Según su experiencia, ¿Cuáles son las limitaciones físicas más que se presentan frecuentemente en adultos mayores?

3. ¿Considera qué es riesgoso, para un adulto mayor, realizar los movimientos de ingreso, egreso o rotación en una cama? ¿Qué riesgos tiene al hacerlo?
4. ¿Cuáles son los músculos/articulaciones que más esfuerzo realizan al ingresar/egresar de la cama?
5. ¿Cuál forma de ingresar/egresar de la cama recomienda que genere menor impacto a la capacidad funcional de un adulto mayor?
6. ¿Cuál es la importancia de la cantidad de masa muscular para la movilidad de una persona?
7. ¿Qué relación tiene el aumento de edad con la disminución de la capacidad física para realizar movimientos?
8. ¿Conoce elementos de ayuda o soporte para facilitar la movilidad de los adultos mayores para ingresar, egresar o moverse en una cama? ¿Cuáles?
9. ¿Qué recomendaciones le daría a una persona para que, al llegar a una edad adulta, su movilidad no se vea reducida?
10. ¿Cuáles son los movimientos que ponen en riesgo la salud física del cuidador de una persona de la tercera edad, al momento de ayudarlo a moverse, levantarse o llevarlo a posición sedente?
11. Si existiera una cama que ayudara con la movilidad de un adulto mayor y a su cuidador, ¿Qué movimientos considera que esta cama debería tener?

## **Análisis de datos**

### **Encuesta categoría 1 (Adultos mayores)**

La realización de esta encuesta se realizó de forma virtual por medio de la herramienta de Google Forms, se encuestaron 7 personas, de ellas, 3 personas (42,8%) son menores de

65 años y 4 personas (57,1%) están entre un rango 64 y 92 años. 6 (85,7%) de las 7 personas son de género femenino y 1 del masculino.

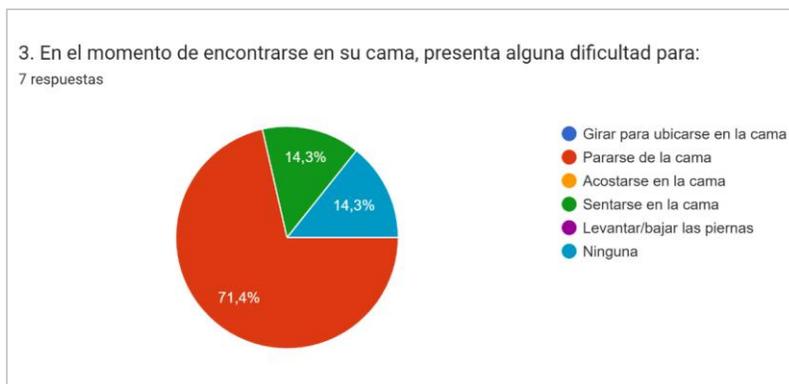
Con respecto a la dificultad para la realización de movimientos cotidianos, 4 personas presentan dificultad a la hora de ponerse de pie, 4 personas presentan dificultad para caminar (2 personas presentan estas 2 condiciones al tiempo). De estos resultados relevantes, podemos concluir que el 57,1% de la población encuestada presenta dificultades en 2 de los movimientos más necesarios para la vida diaria.

Con respecto a la causa de las anteriores dificultades mencionadas, 2 personas (28,5%) reportaron que la causa de su dificultad fue el sedentarismo, 1 persona (14,1%) debido a un accidente, 2 debido a la vejez y otras 2 a algunas enfermedades como la artrosis severa, siendo este el único caso donde la persona presenta dificultad para realizar movimientos cotidianos como caminar, pararse, mantenerse de pie y acostarse.

Cuando se pasa a revisar la tercera pregunta, encontramos los siguientes resultados:

**Figura 14.**

*Respuestas encuesta personas movilidad reducida. Pregunta 3.*



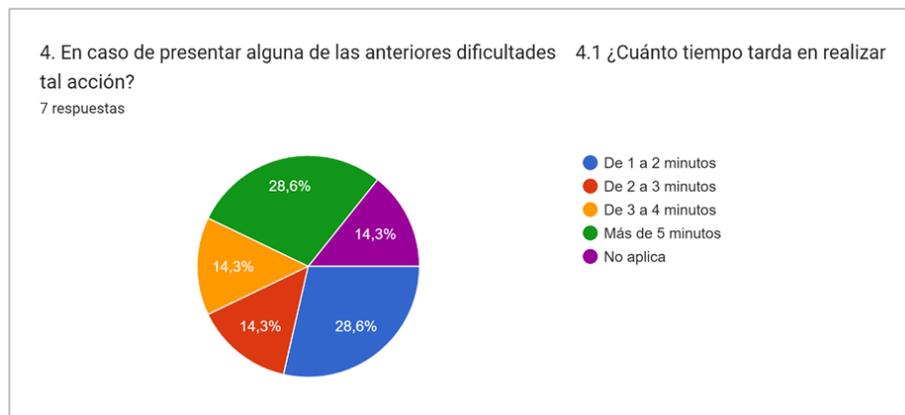
*Nota.* Fuente: Autora

Solo 1 de las 7 (14,3%) personas presenta dificultad a la hora de sentarse en la cama y otra (14,3%) no presenta ninguna dificultad, pero 5 de las 7 (71,4%) personas respondieron que presentan mayor dificultad al realizar el movimiento para pararse de la cama, siendo este el problema que más afectó a esta población y el cuál podría considerarse como foco principal para ser una función primordial en el desarrollo del producto cama HomeCare.

El tiempo requerido para realizar la acción que más les dificulta realizar a estas personas se ve reflejado en el siguiente gráfico:

**Figura 15.**

*Respuestas encuesta personas movilidad reducida. Pregunta 4.*



*Nota.* Fuente: Autora

2 de las 5 personas (28,6%), quienes presentaron dificultad al realizar el movimiento para pararse de la cama, tardan más de 5 minutos en realizarlo, siendo éste el rango más alto de tiempo. De las 2 personas que entran en la categoría de 1 a 2 minutos en realizar un movimiento, se encuentra a la persona que presentó dificultad al sentarse en la cama y a otra persona que presenta dificultad al pararse de la cama. Las otras 2 personas que presentaron

dificultad al pararse de la cama tardan entre 2 a 3 minutos y de 2 a 4 minutos, respectivamente, en hacerlo. Así entonces, podemos concluir que de las 5 personas que presentan dificultad al pararse de la cama, 3 de ellas tienen un intervalo de tiempo superior para realizar movimientos que se podrían realizar en unos cuantos segundos.

De las 7 personas, 4 no cuentan con cuidador, de ellas 4, 2 deben realizar los movimientos con sumo cuidado y de manera lenta. Las otras 3 personas si cuentan con cuidador o familiar de apoyo que los auxilia para realizar todas sus actividades, además, los 3 cuentan con silla de ruedas; uno de ellos con silla de ruedas y cama hospitalaria, otra persona con silla de ruedas y caminador y la tercera persona solo silla de ruedas. En cuanto a los deseos que expresaron los encuestados sobre funciones si tuviesen una cama eléctrica encontramos:

### Figura 16.

#### *Respuestas encuesta personas movilidad reducida. Pregunta 8.*

8. Si tuviese una cama eléctrica, ¿Cuáles movimientos o acciones le gustaría que la cama le ayudara a ejecutar?

7 respuestas

cambio de nivel para no tener que esforzarme tanto al sentarme
Que contenga una colchoneta que evite las heridas por postración, que a través de masajes active la circulación durante el día. Con extensiones para colocar alimentos, medicación.
Hacer mas suave el levantarme
A levantarse, acostarse y sentarse
Levantar y girar
AYUDA PARA SUBIR Y BAJAR LAS PIERNAS COMO TERAPIA. PODER DESCANSAR EL CUELLO, HASTA QUE SE ACOMODE A LAS NECESIDADES DIARIAS (LEER, MIRAR TV, DORMIR)
A LEVANTARME Y ACOSTARME, A AYUDAR A MOVER MIS PIERNAS, CUANDO ME VOLTEE EN LA CAMA SEA MÁS FÁCIL, YA QUE POR EL PESO SI NO ME AYUDAN CASI NO LO LOGRO, UBICAR MI CUELLO EN LA FORMA ADECUADA, PORQUE MUCHAS VECES AMANEZCO CON LA CABEZA BAJO LA ALMOHADA

*Nota.* Fuente: Autora

De estas sugerencias podemos tener en cuenta para los requerimientos de diseño (PDS por sus siglas en inglés), la altura mínima de la cama, un colchón antiescaras para personas

que deben permanecer mucho tiempo acostadas, un sistema o apoyo para los movimientos de bipedestación, decúbito y salida de paciente, aplicar terapia de pies basculantes (opcional), posición de sedestación o *fowler*.

Analizando las respuestas de esta encuesta, se puede concluir que la posición que más afectaba a esta muestra es la de salida de paciente y bipedestación, debido tanto a la frecuencia de esta afectación como al tiempo requerido y a la ayuda que necesitan. Por lo tanto, el producto a desarrollar debería poder solucionar esta afectación tanto para el paciente como para el cuidador.

### **Entrevista categoría 2 (Expertos)**

Entrevista a Gloria Moreno, enfermera cuidadora particular. En su experiencia cuidando adultos mayores, las patologías que más frecuentes en pacientes que limitan su movilidad física se deben a distrofias musculares, daño cerebral, daño en la médula ósea y a la paraplejia. En cuanto a la movilidad de un paciente en una cama, el mayor riesgo que se presenta son las caídas donde los músculos y articulaciones de miembros superiores e inferiores son los que realizan el mayor esfuerzo, por lo que recomienda para el ingreso del paciente a la cama, la posición de semi *fowler* y posición supina para el egreso. Comenta que, con la edad, los pacientes pierden masa muscular y se genera la atrofia muscular, lo cual dificulta su movimiento.

En cuanto a elementos que facilitan la movilidad de adultos mayores para ingresar, egresar o moverse en una cama, nombra las máquinas de tracción de las camas hospitalarias y los arneses. Resalta que los cuidadores deben tener en cuenta los soportes para no provocar daños en la columna vertebral.

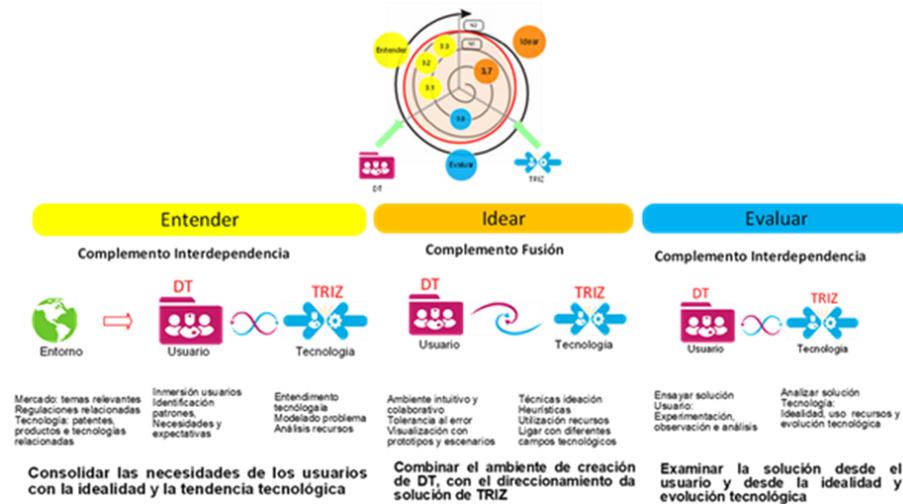
## Capítulo 4. Propuestas de diseño

### Desarrollo de concepto (ideación)

Para el proceso creativo, se comienza con el método TRIZ (Teoría para Resolver Problemas de Inventiva). Según Nishiyama, Zagorodnova, & Requena (2013), TRIZ es un método sistemático para incrementar la creatividad tecnológica, basado en el estudio de los modelos de evolución de patentes y en otros tipos de soluciones a problemas.

Figura 17.

Etapas de la metodología TRIZ.



Nota. Fuente: Documentación Mubi Medical.

En la etapa de Entender, se define el entorno, el usuario y la problemática. El entorno se compone de 3 partes, el historial de productos y procesos de la empresa Mubi Medical, la información recolectada en el estado del arte y la información recopilada en el benchmarking adjunto a este trabajo, donde se recolectan tecnologías y productos que cumplan funciones

similares en cuanto a la función de ayudar al paciente a realizar un movimiento de ingreso, salida, levantamiento o rotación. **Ver anexo 1. Benchmarking**

En cuanto al problema, se sintetiza en cómo mejorar el ingreso y salida del adulto mayor de la cama, el cual es un momento crítico en su cuidado, requiere mucho esfuerzo, disponibilidad de tiempo y esfuerzo del cuidador.

El usuario se define según el siguiente mapa de actores.

**Figura 18.**

*Usuario según metodología TRIZ.*



*Nota.* Fuente: Autora

El adulto mayor es el actor principal, quien utilizará el producto. El actor secundario es el cuidador o enfermero, quien también hace uso del producto, pero en cuestión de controlar sus funciones y accesorios. Y los actores terciarios son familiares o amigos quienes pueden estar acompañando y controlarán el producto en ciertas ocasiones.

Para conocer deseos y expectativas, con las experiencias previas narradas por el grupo de diseño de Mubi, se obtuvieron las siguientes:

- Desde un acercamiento a los adultos mayores se notó que se les dificulta aceptar la idea de depender de alguien o algo para realizar actividades que antes podían realizar solos e inclusive algo más para poder continuar con su vida cotidiana, debido a enfermedad o por la misma vejez. Ellos desearían seguir siendo autónomos, no tener que pedir ayuda a nadie, pues les molesta sentirse como una carga para los demás.

**Necesidad de autonomía.**

- En muchas ocasiones se tornan reacios a utilizar ciertas herramientas tecnológicas que se han diseñado para ayudarlos, no sólo por la dificultad al utilizarlos, sino también por su deseo de autonomía. Prefieren un producto más lujoso para su ayuda.

**Reacios a la tecnología.**

Estas dos características son importantes al momento de realizar el PDS para definir algunas características y mejoras para el producto. Los requerimientos de diseño fueron consolidados en un anexo adjunto al documento. *Ver anexo 2. PDS*

**Proceso de ideación**

Se realizó un trabajo colaborativo con el personal de diseño de Mubi, donde se socializa el problema a abordar y se lanza una lluvia de ideas sobre cómo se podría resolver este problema y se obtiene:

**Figura 19.**  
*Lluvia de ideas equipo Mubi.*



Nota. Fuente: Autora

Resumen de ideas:

1. Cama robot	2. Robot que le hace terapias al paciente
3. Manos mecánicas integradas a la cama para subir el paciente	4. Colchón robótico
5. Exoesqueleto que se adapte a la forma del adulto mayor	6. Comandos biométricos
7. Sistema para las piernas	8. Guantes neumáticos para el cuidador
9. Comandos de voz para movimientos	10. Sensores para evitar choques
11. Detección del paciente	12. Controles inalámbricos
13. Ruedas eléctricas	14. Recordatorio para la medicina
15. Mecanismos con activación de memoria	16. Que el producto tenga reanimación sin ayuda del personal médico

17. Cuando el paciente no puede moverse, el producto efectúa movimientos para la posición más cómoda (programarla)	18. Tendido seccionado tipo estera
19. Cama plegable	20. Posición silla mediante imanes
21. Campo gravitacional que permite hacer movimientos con el menor esfuerzo del paciente	22. Inclinación de la cama lateral
12. Levantar y bajar peso	24. Repartir peso
25. Elevación piso	26. Mecanismo para pacientes en aislamiento, que el producto tenga campo de protección y evitar contagios
27. Reducción del consumo energético por medio del contrapeso	28. Apoyos en cama
29. Arnés	30. Estructura liviana
31. Palancas	32. Sistema de correas
33. Sillas de traslado elevadoras	34. Cama de fácil desmonte para uso del hogar
35. Material indicado para pacientes con piel sensible	

Después de la lluvia de ideas, se procede a observar e identificar los productos existentes en el mercado, donde se termina de definir algunas características esenciales que una cama de cuidado en casa debe tener, esta recopilación especifica datos cuantitativos en el benchmarking y cualidades por medio de una búsqueda visual en forma de *Moodboard*:

**Figura 20.**  
*Moodboard morfología de cama hogar*



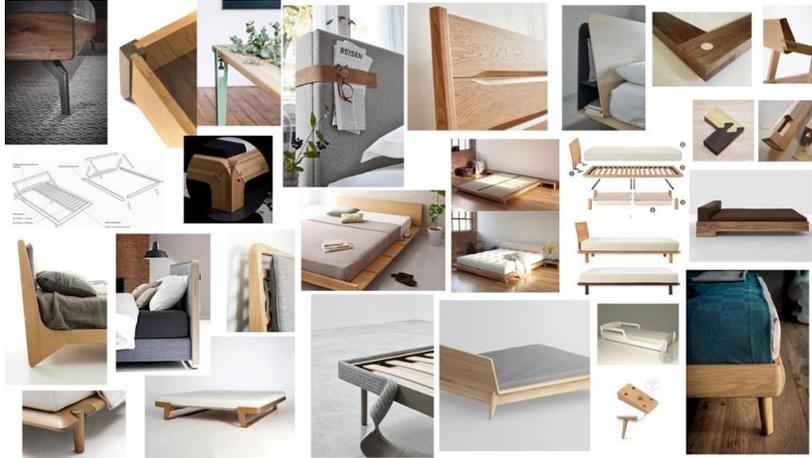
*Nota. Fuente: Imágenes de referencia de la plataforma Pinterest y composición de la autora.*

**Figura 21.**  
*Moodboard complementos y movimientos de referencia.*



*Nota. Fuente: Theraposture, Youtube y Schweizer.*

**Figura 22.**  
*Moodboard morfología y construcción de una cama.*



*Nota. Fuente: Imágenes de referencia de la plataforma Pinterest y composición de la autora*

Para la bocetación se siguieron 2 pasos: el primero consistió en plantear 3 formas del movimiento que realizará la cama para la salida del paciente de ella, lo cual definirá el mecanismo y toda la estructura interior de la cama. El paso 2, consiste en definir la parte externa de la cama, es decir la parte formal de la “carcasa”.

Así entonces, el primer paso se plantea así:

### **Primera propuesta**

Es un movimiento giratorio de 90° desde va desde la posición horizontal hasta la lateral de la cama para que el paciente salga por el costado, pero en posición salida de paciente. La cama acomoda el espaldar y los pies, gira 90° hacia la derecha o izquierda, se levanta el central “fijo”, los tendidos toman la posición de salida de paciente y el usuario queda en la posición adecuada para pararse de la cama.

### **Figura 23.**

*Propuesta cama giratoria.*

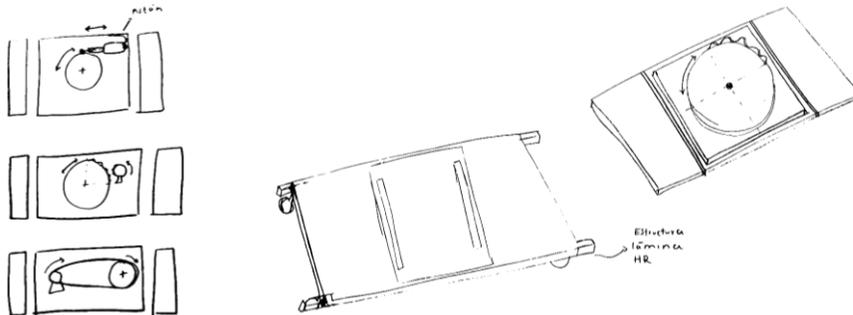


*Nota.* Fuente: Autora

Se muestran 3 posibles posiciones y funcionamiento del mecanismo que haría el principal movimiento: girar 90°. El primero consta de un pistón que empuja una cremallera conectada al engranaje principal y hace que éste rote. El segundo, tiene un motor eléctrico que empuja un engranaje conectado al engranaje central generando la rotación. Y el tercero, consta del engranaje principal, uno más pequeño y una correa trasmisora que genera el movimiento.

**Figura 24.**

*Propuesta mecanismo de rotación y posible ubicación.*



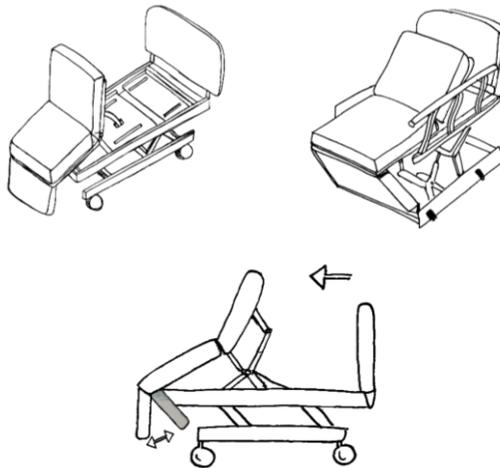
*Nota.* Fuente: Autora

**Segunda propuesta**

En la segunda forma se tiene un movimiento lineal hacia el frente de la cama. Los tendidos se acomodan en posición de silla para asegurar la estabilidad del paciente, se realiza un movimiento lineal hacia adelante por medio de un motor y cuando ya se llegue al punto de salida, el tendido de los pies baja, se adopta la posición de salida de paciente y el tendido del central “fijo” se levanta ligeramente dándole una salida lenta y segura por el frente de la cama. Esta propuesta requiere que el piccero sea extraíble y se retire antes de realizar este movimiento o que tenga una altura muy baja para no intervenir en el movimiento de salida.

*Figura 25.*

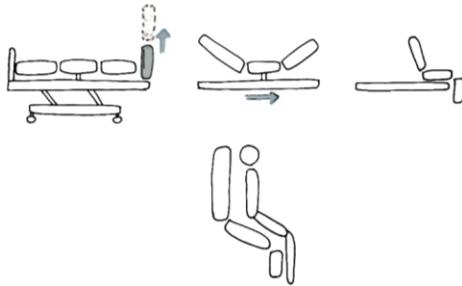
*Propuesta sistema salida frontal.*



*Nota.* Fuente: Autora

**Figura 26.**

*Diagramación posición salida de paciente.*



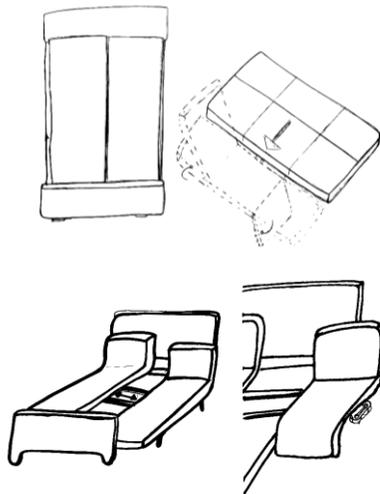
*Nota.* Fuente: Autora

### **Tercera propuesta**

Esta propuesta conlleva un desplazamiento lateral hacia la derecha o izquierda de la cama, hasta una ubicación que permita lograr la posición de salida del paciente. Esta forma requiere que la cama sea de dos puestos para proporcionar un balance de peso y evitar el volcamiento de esta.

### **Figura 27.**

*Propuesta salida lateral y forma colchón.*



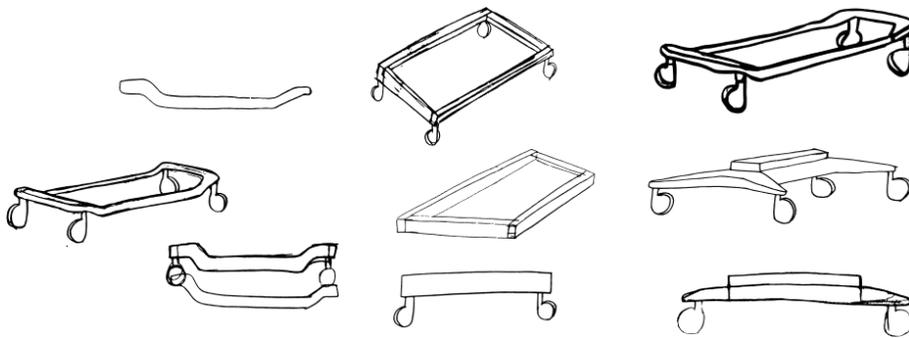
*Nota.* Fuente: Autora

Cabe aclarar que las 3 propuestas deben tener actuadores eléctricos y no mecánicos para evitar el esfuerzo del usuario principal, secundario y terciarios.

En la exploración, también surgieron ideas formales, funcionales, accesorios, adecuaciones o ideas que se pueden adecuar a la propuesta final elegida.

*Figura 28.*

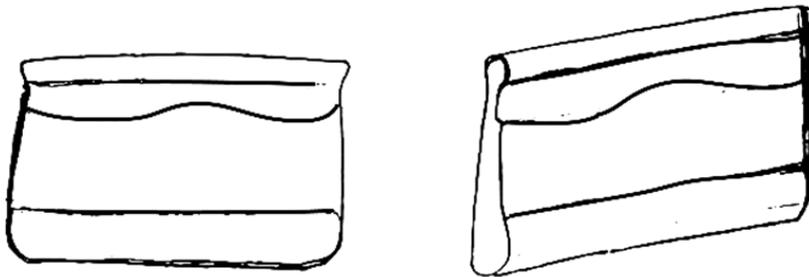
***Propuesta cabecero y piecero.***



*Nota.* Fuente: Autora

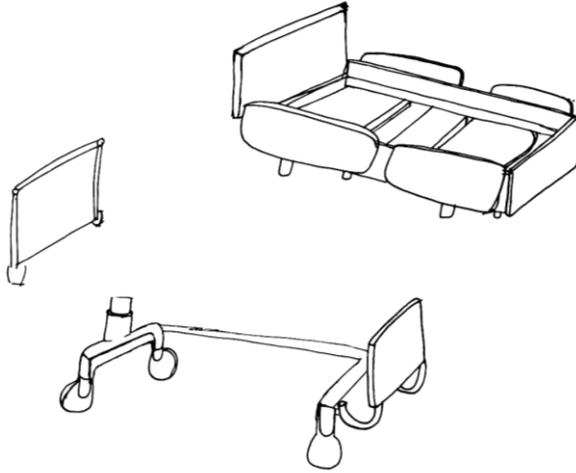
*Figura 29.*

***Propuestas forma de la base.***



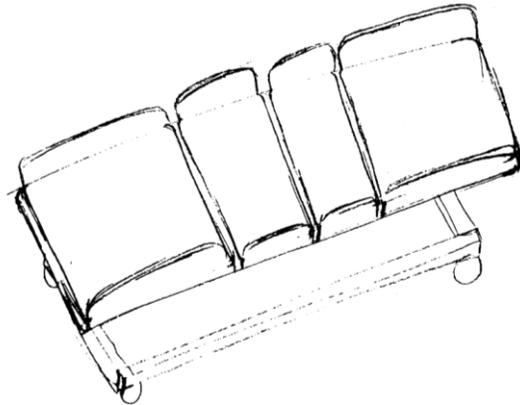
*Nota.* Fuente: Autora

*Figura 30.*  
*Propuesta base, barandas y piecero.*



*Nota.* Fuente: Autora

*Figura 31.*  
*Propuesta usabilidad de tendido como baranda.*



*Nota.* Fuente: Autora

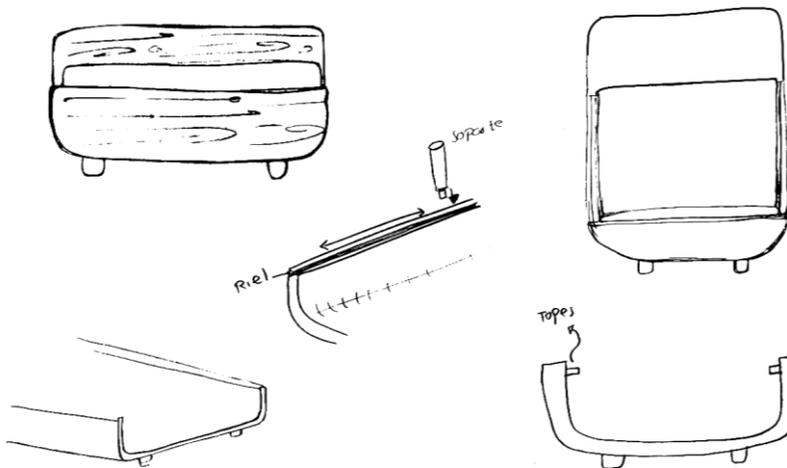
Continuando con el paso 2, anteriormente mencionado, la ideas para la carcasa son:

### Primera propuesta

Esta propuesta intenta cubrir al máximo la estructura de acero interna por medio de una base con esquinas redondeadas, topes para sostener la estructura interna que lleva el mecanismo y posee un sistema de rieles en los largueros de la cama donde se puede desplazar un sistema de asa de ayuda para apoyo del paciente a la hora de levantarse. La superficie de paciente es de 1.200 mm de ancho por 1.900 de largo, aproximadamente. Se propone utilizar perfiles de madera de 150 mm y tapizado en cabecero.

### Figura 32.

*Propuesta 1 carcasa.*



*Nota.* Fuente: Autora

**Figura 33.**

*Propuesta combinación colores tapizado y madera.*



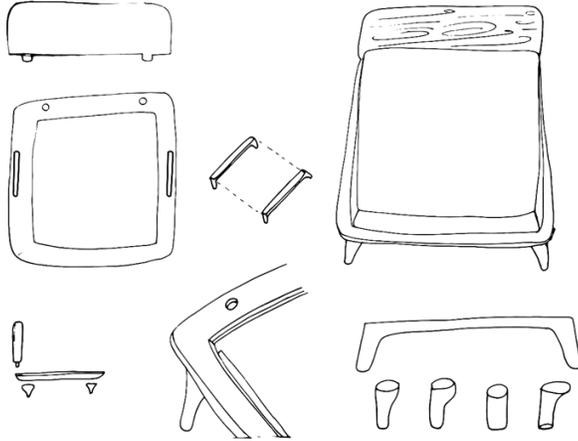
*Nota.* Fuente: Plantilla freepik y paleta por autor.

**Segunda propuesta**

En esta propuesta la forma es básica y tradicional, el sistema de encaje toma protagonismo al permitir intercambiar accesorios en algunos compartimientos que la cama aloja. Se propone la utilización de perfiles de madera de 150 mm, donde la forma de ensamble principal es el encaje de partes por presión, el uso de platinas y tornillos se usará para dar refuerzo en los sitios de unión críticos como: Cabecero y marco, patas y marco. En ensamble entre los 4 listones perpendiculares, es por medio de encaje de forma. La superficie de paciente es de 1200 mm de ancho por 1900 de largo y 450 mm de alto, aproximadamente.

**Figura 34.**

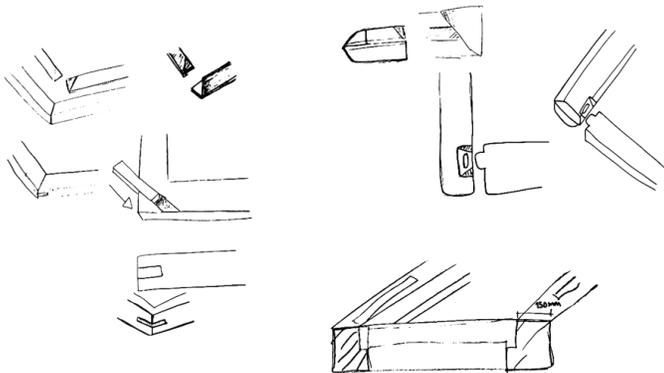
*Propuesta 2 carcasa.*



*Nota. Fuente: Autora*

**Figura 35.**

*Ensamble de partes por presión*



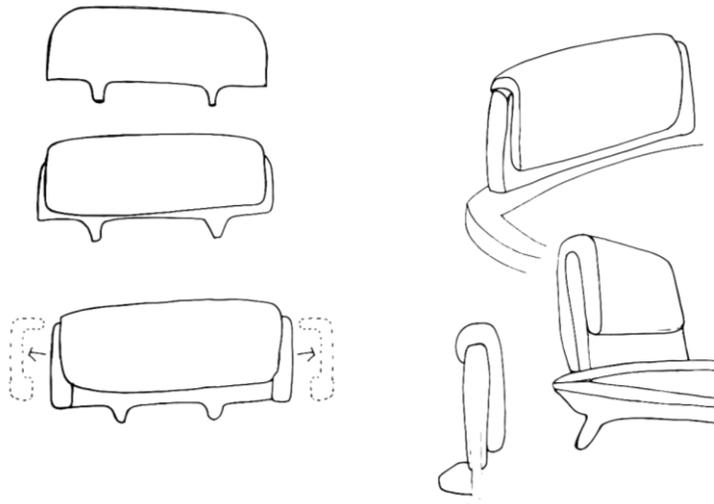
*Nota. Fuente: Autora*

### Tercera propuesta

Esta propuesta conserva la forma del marco, patas y cabecero de la propuesta 2, pero se adiciona un elemento que reposa y completa al cabecero, se adiciona un sistema de rieles que inicia desde el cabecero y termina en la mitad de la cama. Este sistema de rieles transportará dos asas de soporte (tipo bastón de apoyo) cuando el usuario lo use, cuando no esté en funcionamiento, se podrán encajar en el sistema de doble cabecero. Para esta propuesta los materiales a utilizar son, perfiles de madera, triplex, tubería de acero *cold rolled* (CR), platinas CR y textil marca SILVERTEX. La superficie de paciente es de 1200 mm de ancho por 1900 de largo y 450 mm de alto, aproximadamente.

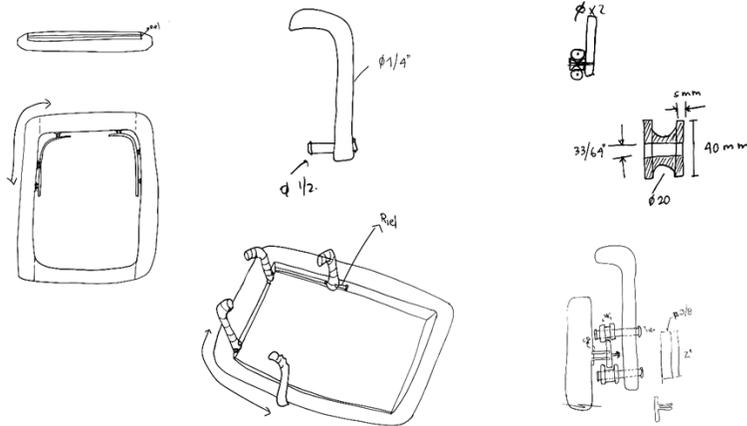
#### Figura 36.

*Propuesta 3 sistema en encaje de asa en cabecero.*



*Nota.* Fuente: Autora

Figura 37.  
Propuesta 3, sistema de rieles para asa de apoyo.



Nota. Fuente: Autora

### Propuesta final

Para la elección de la propuesta final, no se generó una matriz que arrojará un resultado cuantitativo según el PDS, en su lugar, se tomaron en cuenta los requerimientos de la compañía Mubi Medical dictados por el departamento comercial de la misma, donde el requerimiento principal consiste en generar una oferta en un nuevo nicho de mercado para la compañía, donde se ingrese a competir con un producto que cumpla dichos requerimientos. Así entonces, el requerimiento principal es el movimiento giratorio como mecanismo, por ende, se eligió la propuesta 1 del paso 1; propuesta que permite una rotación de  $90^\circ$  desde la posición horizontal hasta la lateral de la cama para que el paciente salga en posición de silla. En cuanto a la elección de la carcasa, se eligió la propuesta 3 de acuerdo con la decisión del jefe de I+D del departamento de ingeniería de Mubi Medical con base en su conocimiento previo en el proceso de diseño y producción de la empresa.

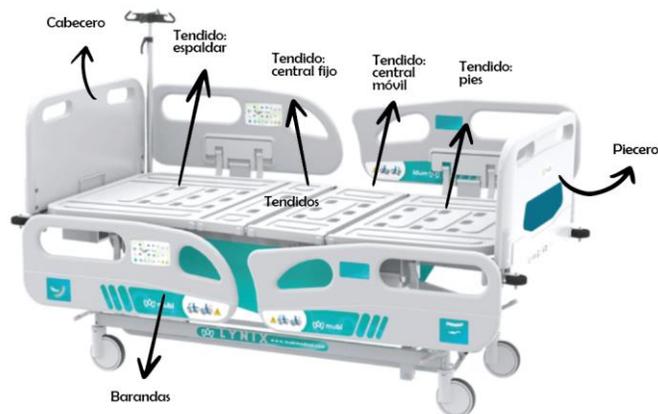
## Etapa de ingeniería

### Modelados iniciales de propuesta final

Para la modelación se utilizó el software de diseño SolidWorks y para la obtención de los renders, el software SolidWorks Visualize. Se detallan los primeros resultados de la unión entre la base de madera y el marco con tendidos incluidos. Para mejor entendimiento de las partes básicas de una cama, se hará un gráfico básico mostrado a continuación con una cama de tipo hospitalaria propiedad de Mubi Medical.

#### Figura 38.

*Partes de una cama hospitalaria eléctrica de Mubi Medical*



*Nota. Fuente: Mubi Medical*

Los renders obtenidos son los siguientes:

**Figura 39.**  
*Vista isométrica superior.*



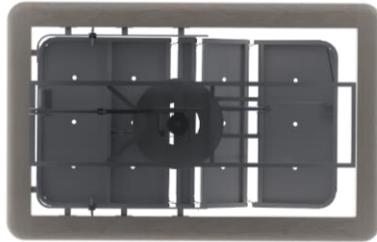
*Nota.* Fuente: Autora

**Figura 39.**  
*Detalle de los rieles para asa de apoyo.*



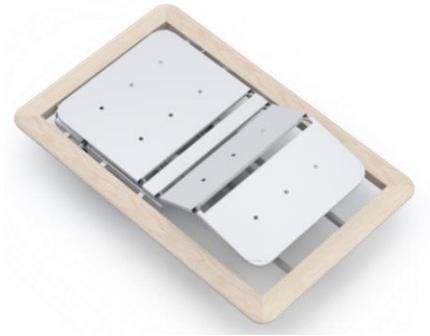
*Nota.* Fuente: Autora

*Figura 40.*  
*Vista de planta.*



*Nota.* Fuente: Autora

*Figura 41.*  
*Vista isométrica posición de elevación de rodillas*



*Nota.* Fuente: Autora

*Figura 42.*  
*Vista lateral*

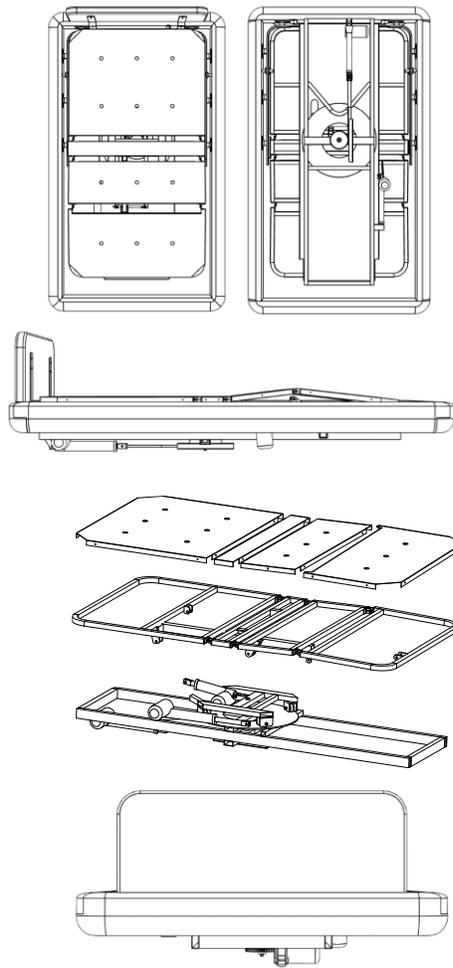


*Nota.* Fuente: Autora

En el transcurso del desarrollo se fueron modificando y ajustando los detalles del diseño final.

*Figura 43.*

*Estructura en vista de perfil de la cama HomeCare*



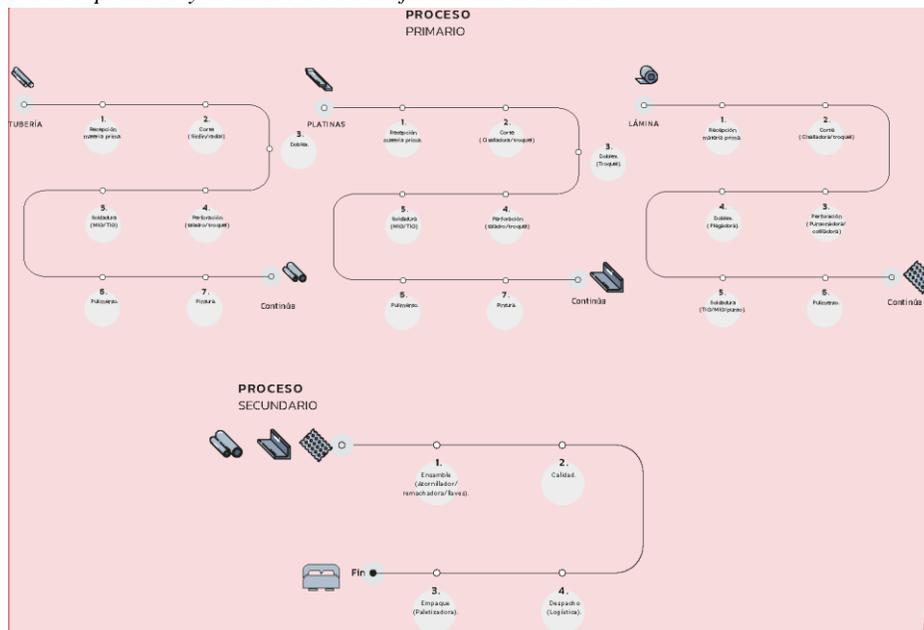
*Nota.* Fuente: Autora

## Proceso de producción

En la Figura 44 se presenta el flujo de proceso de materias primas necesarias para la construcción de producto. Este proceso de transformación es en general, el aplicado a las partes metálicas de la compañía, para este proyecto, se aplicaría algunos de ellos y con algunas variaciones según la materia prima a utilizar y el producto a obtener.

Figura 44

### Proceso primario y secundario de transformación de material



Nota. Fuente: Autora

## Planimetría

Se realizaron planos generales y de ensamble, no se profundizó en medidas para proteger la propiedad intelectual de Mubi Medical.

Ver anexos 3. Planos

Comentado [A1]: Tienes este en el archivo jpg o pdf para que lo podamos poner en anexos, aquí se ve muy poco

**Presupuesto**

El presupuesto de la materia prima requerida para la fabricación de la cama se cotizó con el programa SIM, software utilizado por Mubi Medical para este y otros fines, con los precios que se tiene actualmente según proveedores. La cotización es un acercamiento al precio real ya que se realizó con las partes principales de la cama, no se tomaron todas las piezas debido a que aún es una propuesta conceptual. El costo de la mano de obra y otros recursos no aparece detallado ya que, por ahora, no hace parte de los alcances del proyecto. El total y los detalles se presentan en el Anexo 4.

*Ver anexo 4. Costo materia prima*

**Capítulo 5. Resultados y Conclusiones****Resultado**

En respuesta a la pregunta de investigación ¿Cómo facilitar a personas de la tercera edad o con movilidad reducida el ingreso y egreso de la cama mediante el diseño industrial? se plantea un mecanismo de funcionamiento para la cama que por medio de un sistema de piñón-cremallera unido al central fijo y accionado por un actuador eléctrico (motor), el central fijo rote 90° hacia la derecha permitiéndole al paciente una salida lateral controlada. El paso a paso para la generación de este movimiento es el siguiente:

1. En posición horizontal, el usuario o su cuidador deberá ubicar la cama en posición de espaldar y pies arriba.
2. En esta posición, el usuario acciona la rotación de 90° hacia el costado de la cama.
3. Por último, accionar la posición de salida de paciente.

Todos estos movimientos son accionados por un control manual, el cual es diseñado, desarrollado y programado por el área de electrónica de la empresa, por lo cual no se hizo énfasis en ello en este proyecto.

La cama cuenta con movimientos básicos; flexión de espaldar de 75°, flexión de rodillas de 35°, movimiento giratorio de 90° y flexión de pies de 90°. En las camas hospitalarias es muy común el cambio de altura de las camas, idea que se planteó al principio del proyecto, sin embargo, en el ámbito hospitalario esta variación tiene la principal aplicación para la ayuda en procedimientos médicos y mecánicamente, este cambio de altura facilita el mecanismo para que la cama cuente con posición de Trendelemburg y su invertido, entonces, en el ámbito de hogar no sería una necesidad, por lo que se decidió que la cama no tenga este movimiento.

Para brindar un apoyo extra (si lo requiere) al usuario en el momento de levantarse de la cama, se adicionó un sistema de rieles que transportan un par de asas de soporte, una a cada lado de la cama, las cuales se encuentran ancladas en el cabecero de la cama, donde inician su movimiento y recorren una distancia hasta llegar al lateral del colchón (estando el usuario en posición de salida de paciente) donde éstas se bloquean para evitar accidentes cuando el usuario descansa la mayoría de su peso sobre las asas. El desplazamiento hasta esta posición se planteó como una acción ejecutada por el control remoto, pero no se ahondó en el tema debido a que se sale de los alcances temáticos del proyecto.

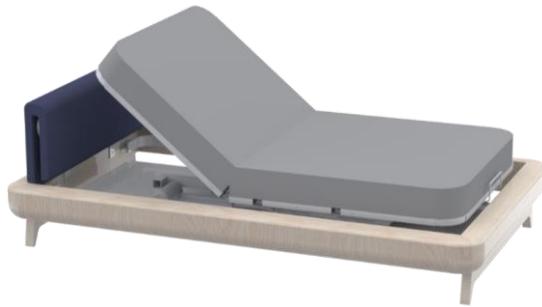
En el tema de materiales, para seguir con la esencia y proceso productivo de Mubi Medical, la mayoría de las partes son metálicas (estructura, cabecero, tendidos, herrajes, estructura de las asas, rieles, etc.) pero se decidió incluir materiales que poco se trabajan en la empresa (madera), pero que en otro proceso del grupo empresarial sí se trabajan para minimizar valores de servicios de terceros.

En cuanto al colchón, se propone con las mismas medidas de la superficie de paciente (*Ver anexo 5. Ficha técnica*) y que sea un colchón antiescaras para que ayude en el tratamiento y prevención de las lesiones por presión. Está fabricado en espuma de poliuretano de alta densidad de 130 mm de espesor, con cubierta en tela libre de látex, ignífuga y antibacterial.

A continuación, se muestra la propuesta conceptual para la cama *HomeCare*.

**Figura 45**

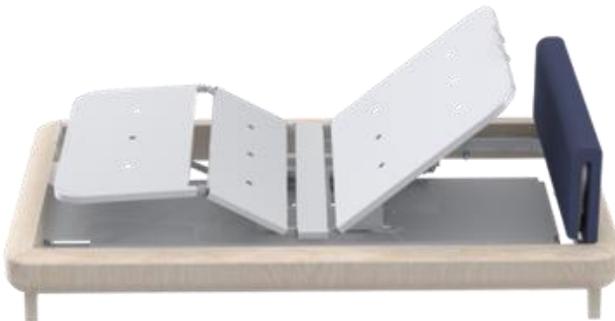
*Posición espaldar.*



*Nota.* Fuente: Autora

**Figura 46**

*Posición autocontorno.*



*Nota.* Fuente: Autora

**Figura 47.**  
*Posición horizontal*



*Nota.* Fuente: Autora

**Figura 48.**  
*Posición salida de paciente*



*Nota.* Fuente: Autora

**Figura 49**  
*Vista lateral*



*Nota.* Fuente: Autora

### **Conclusiones**

Se cumplió el objetivo de la pregunta formulada al principio del proyecto por medio del diseño conceptual de una cama eléctrica para el hogar, la cual cuenta con un mecanismo giratorio que facilita al paciente el ingreso y el egreso de la cama, movimientos que generan dificultad para personas mayores de 65 años o con movilidad reducida.

El producto contribuye no solo al usuario principal, sino también al usuario secundario (cuidador del paciente), porque le evita tener que ejercer esfuerzos físicos para mover o cargar al paciente que en ocasiones suele terminar en desgastes futuros o en caídas para ambos usuarios.

Según los textos de los autores tenidos en cuenta para este proyecto, el pronóstico del aumento de la población mayor a 65 años será un tema por abordar desde diferentes aspectos, principalmente el de mobiliario, por lo que Mubi Medical como empresa de mobiliario hospitalario está proyectándose a la posibilidad de generar productos específicos y personalizados para contrarrestar esta situación y ser de una empresa competidora en el mercado.

Por otro lado, este pronóstico estadístico hace un llamado a la concientización sobre el cuidado de la salud desde temprana edad respecto a actividades y estilos de vida saludables que desde la juventud preparen nuestro cuerpo para evitar problemas de movilidad o dependencia en el futuro.

Para finalizar, este primer acercamiento dejó unas lecciones aprendidas en cuanto a la ergonomía del producto, específicamente en los largueros de madera de la cama, ya que se presentó un rozamiento en el momento del descenso de la estructura después de realizar el giro de los 90° hacia el costado de la cama. Por ello, se debe continuar con pruebas y la realización de un prototipo físico para validar y examinar a detalle todas las funciones de la cama y hacer las mejoras necesarias.

### Referencias

- Abaunza, C., Mendoza, M., Bustos, P., Paredes, G., Enriquez, K., & Padilla, A. (2014). Concepción del adulto mayor. *Adultos mayores privados de la libertad en Colombia*, 60-98. Obtenido de <https://books.scielo.org/id/33k73/pdf/abaunza-9789587385328-07.pdf>
- Ballesteros, S. (2017). Factores individuales y colectivos asociados con la prevalencia de limitaciones funcionales del adulto mayor en Colombia. Análisis multinivel. (U. d. Rosario, Ed.) *Tesis de maestría*. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/bitstreams/10cb9103-28af-46a9-99da-53cd242f637c/download>
- González, N. (2015). Síndrome de inmovilización en el adulto mayor. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica LXXI*, 551-555. Obtenido de <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/616/art08.pdf>
- INTECO. (Mayo de 2018). Equipos electromédicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial. 431. (IEC, Ed.) Obtenido de <https://www.inteco.org/shop/inte-iec-60601-1-2018-equipos-electromedicos-parte-1-requisitos-generales-para-la-seguridad-basica-y-funcionamiento-esencial-2691>
- Ministerio de la Protección Social. (26 de Diciembre de 2005). Decreto número 4725 de 2005. Colombia. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-4725-de-2005.pdf>
- Ministerio de Salud Y Protección Social. (s.f.). *Minsalud*. Obtenido de Envejecimiento y Vejez: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion->

social/Paginas/envejecimiento-  
vejez.aspx#:~:text=%C2%BFQui%C3%A9nes%20son%20las%20personas%20ma  
yores,y%20con%20las%20futuras%20generaciones.

Normalización Española UNE. (2011). UNE-EN 60601-2-52:2010. *Equipos  
electromédicos. Parte 2-52: Requisitos particulares para la seguridad básica y  
funcionamiento esencial de las camas de hospital. (Ratificada por AENOR en abril  
de 2011.)*. Obtenido de [https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-  
norma/norma/?Tipo=N&c=N0046970](https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0046970)

Núñez, A. (2019). Mobiliario de dormitorio para la mejora de la accesibilidad de adultos  
mayores. Obtenido de <http://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/2729>

OMS. (2015). *Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud*. Ginebra: Ediciones de la  
OMS. Obtenido de  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186471/1/WHO\\_FWC\\_ALC\\_15.01\\_spa.p  
df](https://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186471/1/WHO_FWC_ALC_15.01_spa.pdf)

OMS. (4 de Octubre de 2021). *Envejecimiento y salud*. Obtenido de  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>

OMS. (13 de Junio de 2022). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Maltrato de  
las personas mayores: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/abuse-  
of-older-people](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/abuse-of-older-people)

OPS. (2019). *GBD en adultos mayores en la región de las Américas en 2019*. Obtenido de  
Organización Panamericana de la Salud: [https://www.paho.org/es/datos-  
visualizaciones](https://www.paho.org/es/datos-visualizaciones)

Rodríguez Navarro, V. (2011). Eficacia de un programa de intervención multifactorial para  
la prevención de caídas en los ancianos de la comunidad. *Tesis de doctorado*.

Universidad de Córdoba. Obtenido de

<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/6319/9788469512791.pdf?sequence=1>

Salech, F., Jara, R., & Michea, L. (Enero de 2012). Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 19-29. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864012702699>

United Nations. (2022). *United Nations*. Obtenido de World Population Prospects 2022:

[https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022\\_summary\\_of\\_results.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf)