



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño de un dispositivo para
usuario con pie equino varo que
le permita usar el excusado.**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Carlos Omar Calieca Romero

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Jesús Manuel Dorador González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Honorable Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme grandes oportunidades a lo largo de mi trayectoria académica, permitiéndome ser parte del orgullo UNAM.

Especialmente al Dr. Jesús Manuel Dorador González, Jefe del Departamento de Sistemas Biomédicos de la Facultad de Ingeniería por su apoyo académico y profesional en la dirección del presente proyecto de tesis así como por transmitirme la visión de retribuirle a la sociedad un poco de lo que esta nos provee.

Al compañero Luis Ángel Ruíz Chamorro, estudiante de la Facultad de Medicina, UNAM; por su valiosa cooperación en el esclarecimiento del padecimiento médico del usuario de la presente tesis.

A todos mis amigos por establecer grandes lazos de confianza, trabajo, festejo y estudio durante mi trayectoria académica ya que fueron y son de vital importancia en mi desarrollo personal y profesional.

Por último debo agradecer infinitamente a mis padres por su apoyo, comprensión, motivación y determinación para enseñarme a ser un gran ser humano en toda la extensión de la palabra; a mi madre por demostrarme que cualquier meta se puede alcanzar en la vida, con trabajo y esfuerzo; a mi padre por ayudarme a comprender que la experiencia es el más grande cúmulo de conocimiento.

A mi hermana por permitirme mejorar la calidad de vida del usuario de la presente tesis.

El presente proyecto fue realizado con ayuda del proyecto PAPIME PE102915

A mis padres

*La discapacidad no es una lucha valiente o coraje en frente de la adversidad.
La discapacidad es un arte.
Es una forma ingeniosa de vivir.*

Neil Marcus.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 8 |
| Definición de discapacidad | 8 |
| Discapacidad en México | 8 |
| Definición de Ayudas técnicas..... | 8 |
| Regulación sanitaria | 9 |
| Regulación tecnológica..... | 9 |
| Definición de Dispositivos Médicos y su clasificación | 9 |
| Innovación | 11 |
| Definición (Manual de Oslo) | 11 |
| Principales tipos de innovación..... | 11 |
| Definición de Innovación según el CONACYT | 11 |
| Propiedad Intelectual | 11 |
| Características de las patentes, modelos de utilidad y diseños industriales. | 12 |
| Antropometría | 14 |
| Antropometría del asiento..... | 15 |
| Método de acceso por transferencia lateral | 20 |
| Pie equino varo | 20 |
| Método SFTR..... | 21 |
| Escoliosis..... | 21 |
| Revisión de nacimiento pretérmino | 22 |
| Complicaciones en el largo plazo del infante pretérmino | 23 |
| DESCRIPCIÓN DEL DIAGNÓSTICO MÉDICO | 24 |
| Interpretación del resumen clínico..... | 24 |
| OBJETIVO Y ALCANCES | 27 |
| Objetivo general..... | 27 |
| Alcances..... | 27 |
| NECESIDADES | 28 |
| Identificación de necesidades | 28 |
| REQUERIMIENTOS | 31 |
| Interpretación de los requerimientos..... | 32 |
| BENCHMARKING | 33 |
| ESPECIFICACIONES | 36 |

| | |
|---|-----------|
| Especificaciones objetivo | 36 |
| DISEÑO CONCEPTUAL..... | 43 |
| Generación de conceptos | 43 |
| Bocetos | 44 |
| Estructura asiento y respaldo | 44 |
| Reposabrazos | 45 |
| Tapa del asiento | 45 |
| Recipiente | 45 |
| Reposapiés | 45 |
| Modelos..... | 46 |
| Modelo 1 | 46 |
| Modelo 2 | 47 |
| Modelo 3 | 48 |
| Modelo 4 | 49 |
| Modelo 5 | 50 |
| Selección de conceptos..... | 51 |
| DESCRIPCIÓN DEL MODELO FINAL 1 | 53 |
| DESCRIPCIÓN DEL MODELO FINAL 2 | 54 |
| DISEÑO DE CONFIGURACIÓN | 55 |
| Selección de materiales | 55 |
| Aluminio | 55 |
| Tapa y asiento de excusado. | 57 |
| Asiento para la estructura (silla) | 57 |
| Prototipo rápido (maquetas) | 58 |
| Diseño Asistido por Computadora..... | 60 |
| Sistema Reposabrazos | 60 |
| Sistema Reposapiés | 60 |
| Sistema Estructura Asiento | 61 |
| Sistema Estructura Respaldo | 61 |
| Modelo final en CAD | 62 |
| Pruebas de concepto | 63 |
| Reposabrazos | 63 |
| Soldadura | 65 |
| Asiento | 65 |
| Manufactura | 66 |
| Doblado de tubos..... | 66 |
| Corte láser..... | 66 |
| Uniones | 67 |
| Escuadra de aluminio..... | 67 |
| Estructura para recipiente | 67 |
| Tuercas..... | 68 |

| | |
|---|-----------|
| Ruedas..... | 68 |
| SISTEMAS DEL MODELO FUNCIONAL DEL DISPOSITIVO PARA EVACUAR | 69 |
| Estructura | 69 |
| Reposabrazos | 70 |
| Reposapiés..... | 71 |
| Base para recipiente..... | 71 |
| Placas para asiento..... | 71 |
| Recipiente para desechos | 72 |
| MODELO FUNCIONAL DEL DISPOSITIVO PARA USUARIO CON PIE EQUINO VARO QUE LE PERMITA USAR EL EXCUSADO..... | 73 |
| TEORÍA DE FALLAS..... | 74 |
| Árbol de fallas | 74 |
| PRUEBAS POR EL USUARIO | 77 |
| CONCLUSIONES | 83 |
| TRABAJO A FUTURO | 87 |
| Anexo | 89 |
| Carta de consentimiento informado..... | 89 |
| Carta de confidencialidad de datos | 91 |
| Carlos Omar Calieca Romero..... | 91 |
| BIBLIOGRAFÍA | 92 |
| MESOGRAFÍA | 92 |

INTRODUCCIÓN

Definición de discapacidad

Las personas con discapacidad incluyen a aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás (Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, 2006).

Discapacidad en México

Las estadísticas muestran que actualmente en México el 5.1% de la población total presenta algún tipo de discapacidad, que representa aproximadamente **5 millones 739 mil 270** habitantes (INEGI, 2010), en tanto que en la Zona Metropolitana del Valle de México es el 6.6 % de la población. Es bien sabido que existen personas en situación de discapacidad que no cuentan con accesos a la tecnología necesaria para poder desarrollarse en su vida cotidiana como lo realiza la mayoría de la población y con ello disminuye su calidad de vida.

Definición de Ayudas técnicas

Basado en la Norma UNE-EN ISO 9999 una ayuda técnica es cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipo, instrumentos, tecnología y software) fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, controlar, mitigar o neutralizar deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación.

Las ayudas técnicas se clasifican como se muestra a continuación:

| Código | Clase Nombre técnico de la clase |
|-----------|---|
| 03 | Ayudas para terapia y entrenamiento |
| 06 | Órtesis y prótesis |
| 09 | Ayudas para el cuidado y la protección personal |
| 12 | Ayudas para la movilización personal |
| 15 | Ayudas para actividades domésticas |
| 18 | Mobiliario y adaptaciones para vivienda y otros inmuebles |
| 21 | Ayudas para la comunicación, la información y la señalización |
| 24 | Ayudas para el manejo de bienes y productos |
| 27 | Ayudas y equipo para mejorar el ambiente, maquinaria y herramientas |
| 30 | Ayudas para la recreación |

Tabla 1. Clasificación de la Norma UNE-EN ISO9999

Tomado de: http://www.tecnoaccesible.net/norma_9999

Regulación sanitaria

La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (**COFEPRIS**) es la autoridad nacional encargada de establecer políticas, programas y proyectos para la prevención y atención de riesgos sanitarios.

En su apartado de **Registro sanitario de dispositivos médicos** da a conocer el listado de insumos para la salud (dispositivos médicos) considerados como de bajo riesgo para efectos de obtención del registro sanitario.

En el listado de **Productos que no requieren registro sanitario** presenta productos que por su naturaleza, características propias y uso no se consideran como insumos para la salud y por ende no requieren registro sanitario. En dicho listado en los numerales que aparecen a continuación muestran dispositivos médicos;

1803. Sillas para baño

1806. Sillas para ducha

1821. Sillas orinal

Similares al dispositivo desarrollado en la presente tesis por lo tanto se asume que no requerirá de un registro sanitario ante COFEPRIS.

Regulación tecnológica

Definición de Dispositivos Médicos y su clasificación

El Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) que se encarga de gestionar y evaluar las tecnologías para la salud, define lo siguiente:

Dispositivo médico, a la sustancia, mezcla de sustancias, material, aparato o instrumento (incluyendo el programa de informática necesario para su apropiado uso o aplicación), empleado solo o en combinación en el diagnóstico, monitoreo o prevención de enfermedades en humanos o auxiliares en el tratamiento de las mismas y de la discapacidad, así como los empleados en el reemplazo, corrección, restauración o modificación de la anatomía o procesos fisiológicos humanos. Los dispositivos médicos incluyen a los productos de las siguientes categorías: equipo médico, prótesis, órtesis, ayudas funcionales, agentes de diagnóstico, insumos de uso odontológico, materiales quirúrgicos, de curación y productos higiénicos.

Los dispositivos médicos considerados en la Ley General de Salud son:

- I. **Equipo Médico:** los aparatos, accesorios e instrumental para uso específico, destinados a la atención médica, quirúrgica o a procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, así como aquellos para efectuar actividades de investigación biomédica.
- II. **Prótesis, órtesis y ayudas funcionales:** aquellos dispositivos destinados a sustituir o complementar una función, un órgano o un tejido del cuerpo humano.
- III. **Agentes de diagnóstico:** todos los insumos incluyendo antígenos, anticuerpos, calibradores, verificadores, reactivos, equipos de reactivos, medios de cultivo y de contraste y cualquier otro similar que pueda utilizarse como auxiliar de otros procedimientos clínicos o paraclínicos.
- IV. **Insumos de uso odontológico:** todas las sustancias o materiales empleados para la atención de la salud dental.

- V. **Materiales quirúrgicos y de curación:** los dispositivos o materiales que adicionados o no de antisépticos o germicidas se utilizan en la práctica quirúrgica o en el tratamiento de las soluciones de continuidad, lesiones de la piel o sus anexos.
- VI. **Productos higiénicos:** los materiales y sustancias que se apliquen en la superficie de la piel o cavidades corporales y que tengan acción farmacológica o preventiva

Así mismo ofrece una **clasificación de los dispositivos médicos**, de acuerdo con el **riesgo** que representa su uso, de la siguiente manera:

- I. **Clase I:** define a aquellos dispositivos médicos conocidos en la práctica médica cuya seguridad y eficacia están comprobadas y, que generalmente no se introducen en el organismo.
- II. **Clase II:** define a aquellos dispositivos médicos conocidos en la práctica médica y que pueden tener variaciones en el material con el que están elaborados o en su concentración y, generalmente, se introducen al organismo permaneciendo menos de treinta días.
- III. **Clase III:** define a aquellos dispositivos médicos nuevos o recientemente aceptados en la práctica médica, o bien que se introducen al organismo y permanecen en él, por más de treinta días.

De acuerdo al CUADRO BÁSICO Y CATÁLOGO DE INSTRUMENTAL Y EQUIPO MÉDICO, TOMO II EQUIPO MÉDICO 2013, en su apartado de MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN se presenta la identificación del DISPOSITIVO SILLA CÓMODO que será la adecuada para apegarse el diseño del dispositivo de la presente tesis; tal como se muestra en la siguiente ficha.

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| NOMBRE GENÉRICO: SILLA CÓMODO | | |
| CLAVE: 513.810.0283 | ESPECIALIDAD (ES): Médicas y Quirúrgicas. | SERVICIO (S): Hospitalización. |
| DESCRIPCIÓN: | Silla cómodo con base cromada asiento inodoro, recipiente integrado desmontable y tapa de plástico; asiento y respaldo acojinados; descansa brazos abatible que facilitan en acceso al mismo y ruedas de 5", dos de ellas con seguro. | |
| REFACCIONES: | No requiere. | |
| ACCESORIOS OPCIONALES: | No requiere. | |
| CONSUMIBLES: | No requiere. | |
| INSTALACIÓN. * No requiere. | OPERACIÓN. * Por personal especializado y de acuerdo al manual de operación. | MANTENIMIENTO * Preventivo. * Correctivo por personal calificado. |

Figura 1 .Ficha de identificación CENETEC.

Tomado de: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/EDICION_2013_TOMO_II_EQUIPO_MEDICO.pdf

Innovación

Definición (Manual de Oslo)

Se entiende por innovación la concepción e implantación de cambios significativos en el *producto, el proceso, el marketing o la organización* de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología.

Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación. Se consideran tanto las actividades que hayan producido éxito, como las que estén en curso o las realizadas dentro de proyectos cancelados por falta de viabilidad.

La innovación implica la utilización de un nuevo conocimiento o de una nueva combinación de conocimientos existentes.

Principales tipos de innovación

I. Innovación en producto

Aporta un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características técnicas o en cuanto a su uso u otras funcionalidades, la mejora se logra con conocimiento o tecnología, con mejoras en materiales, en componentes, o con informática integrada. Para considerarlo innovador un producto debe presentar características y rendimientos diferenciados de los productos existentes en la empresa, incluyendo las mejoras en plazos o en servicio.

II. Innovación en proceso

III. Innovación en marketing

IV. Innovación en organización

Definición de Innovación según el CONACYT

Cambio positivo en el proceso de producción, producto, servicio u organización, que se traduce en mayor eficiencia, mayor calidad, o mejor desempeño. Una idea es nueva cuando funciona en el laboratorio. La idea se transforma en "innovación sólo cuando se puede reproducir sin contratiempos, en gran escala y a costos prácticos".

Propiedad Intelectual

Las dos grandes ramas que componen la propiedad intelectual son: **propiedad industrial y propiedad autorral**. A su vez, la propiedad industrial protege dos grandes rubros:

a) **Creaciones industriales**, que comprenden: *patentes, registros de modelos de utilidad, registros de diseños industriales, esquemas de trazado de circuitos integrados y secretos industriales*.

b) **Signos distintivos**, como son: marcas, avisos y nombres comerciales y las denominaciones de origen.

Una patente o un registro de modelo de utilidad es un privilegio que confiere un derecho exclusivo de explotación concedido por el Estado, es decir, por el Gobierno Mexicano a través de la Administración Pública Federal, mediante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial a la persona que realiza una invención y/o al titular de ésta; es decir, al inventor o titular de un producto o un proceso.

Las características de los derechos de propiedad industrial son: **exclusividad, temporalidad y territorialidad**.

Características de las patentes, modelos de utilidad y diseños industriales.

Patentes

Se puede solicitar la protección de una patente cuando cumplan con los siguientes requisitos:

- a) **Novedad:** Se considera nuevo, todo aquello que no se encuentre en el estado de la técnica. El estado de la técnica es el conjunto de conocimientos técnicos que se han hecho públicos mediante una descripción oral o escrita, por la explotación o por cualquier otro medio de difusión o información, en el país o en el extranjero. Es decir, a nivel mundial.
- b) **Actividad Inventiva:** Es el proceso creativo cuyos resultados no se deduzcan del estado de la técnica en forma evidente para un técnico en la materia.
- c) **Aplicación Industrial:** Es la posibilidad de ser producido o utilizado en cualquier rama de la actividad económica.

Modelo de utilidad

Se pueden registrar como modelos de utilidad los objetos, utensilios, aparatos o herramientas que como resultado de un cambio en su disposición, configuración, estructura o forma, presenten una función distinta respecto a las partes que lo integran o ventajas en su utilidad, siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos:

- a) **Novedad**
- b) **Aplicación industrial**

Los productos protegibles por registro de modelo de utilidad son aquellos que no alcanzan un desarrollo tecnológico similar al de una patente, principalmente en cuanto al requisito de actividad inventiva, únicamente se necesita que la modificación que se ha hecho presente una función distinta o una mejora en cuanto al funcionamiento que tenía un producto. En otras palabras, es una mejora que cambia una invención ya conocida, le otorga nueva utilidad o ventaja a la invención ya existente.

En la siguiente Tabla 2 se muestran las principales diferencias entre patentes y modelos de utilidad respecto a costo, duración del trámite, etc.

| FACTOR | PATENTE | MODELO DE UTILIDAD |
|--|--|---|
| Requisitos de Ley | <ul style="list-style-type: none"> • Novedad • Actividad Inventiva • Aplicación Industrial | <ul style="list-style-type: none"> • Novedad • Aplicación industrial |
| Vigencia | 20 años | 10 años |
| Costo | Mayor | Menor |
| Duración aproximada del trámite | 3 - 5 años | 1 año y medio |
| Principales objetos de protección | <ul style="list-style-type: none"> • Composiciones, compuestos, sustancias • Aparatos, mecanismos, máquinas, herramientas, instrumentos, artefactos • Procedimientos, métodos | <ul style="list-style-type: none"> • Objetos, utensilios, aparatos, herramientas, mecanismos, máquinas, instrumentos, artefactos |

Tabla 2. Diferencias entre patentes y modelos de utilidad

Diseño industrial

Los diseños industriales comprenden:

- I. Los **dibujos industriales**, que son toda combinación de figuras, líneas o colores que se incorporen a un producto industrial con fines de ornamentación y que le den un aspecto peculiar y propio.
- II. Los **modelos industriales**, constituidos por toda forma tridimensional que sirva de tipo o patrón para la fabricación de un producto industrial, que le dé apariencia especial en cuanto no implique efectos técnicos.

Se puede otorgar la protección mediante el registro de diseños industriales, siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos:

- a. **Novedad:** El diseño (sea dibujo o modelo) debe ser nuevo, es decir, de creación independiente y que difiera en grado significativo de diseños conocidos o de combinaciones de características conocidas de diseños.
- b. **Aplicación Industrial:** El diseño (sea dibujo o modelo) debe ser susceptible de ser producido o utilizado en cualquier rama de la actividad económica.

La temporalidad de las **patentes de invención**, tienen una **vigencia de 20 años**, los registros de **modelos de utilidad 10 años**, los registros de **diseños industriales 15 años**; la vigencia se empieza a contar desde la fecha en que la solicitud es presentada ante el IMPI.

Antropometría

La antropometría es la ciencia de la medición de las dimensiones y algunas características físicas del cuerpo humano. Las dimensiones del cuerpo humano que influyen en el diseño son:

1. **Estructurales:** denominadas estadísticas son las de la cabeza, tronco y extremidades en posiciones estándar.
2. **Funcionales:** llamadas dinámicas incluye medidas tomadas en posiciones de trabajo o durante el movimiento asociado a ciertas actividades.

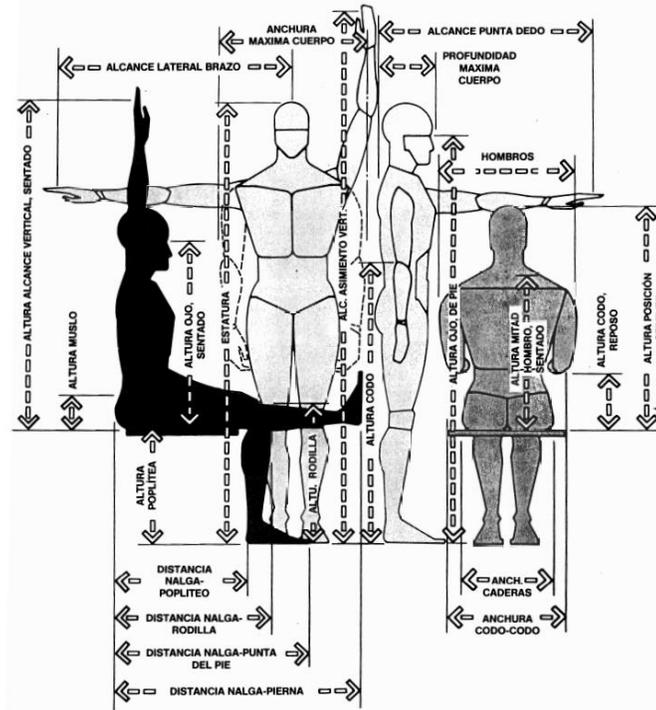


Figura 2. Dimensiones humanas de mayor uso para diseñador de espacios interiores (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

Para la presentación de valores antropométricos, el modelo general de distribución de datos antropométricos al igual que muchos otros tipos a pesar de su variabilidad se aproxima a la distribución gaussiana representada gráficamente y en función de la frecuencia de aparición y magnitud, aparece como una curva simétrica en forma de campana.

Por regla general y práctica los datos antropométricos se expresan en percentiles; seccionando en categorías de porcentajes ordenadas de menor a mayor de acuerdo con alguna medida del cuerpo. El percentil expresa el porcentaje de personas pertenecientes a una población con cierta dimensión corporal de cierta medida.

En la figura 3 se muestra el gráfico de la distribución normal expresada en percentiles tal como lo describen las reglas generales anteriores.

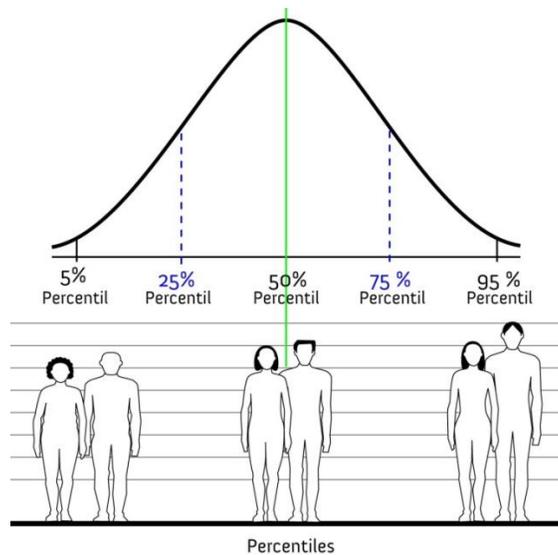


Figura 3. Gráfica de distribución normal en

percentiles. https://www.google.com.mx/search?q=distribucion+normal+en+percentiles&espv=2&biw=1920&bih=951&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiok4zbsJPKAhXJTCYKHxwUDAwQ_AUIBigB#imgsrc=oyzfevuQwclHDM%3A

Esta configuración significa que el máximo porcentaje de distribución se localiza en torno al punto medio, y los casos extremos ocupan las puntas de la curva.

La imposibilidad de diseñar para toda la población obliga a omitirse los extremos de la distribución y ocupar el 90% del grupo de población.

Antropometría del asiento

Dinámica del tomar asiento

Según Tichauer “el eje de apoyo de un torso sentado es una línea situada en un plano coronal que pasa por la proyección del punto inferior de las tuberosidades isquiáticas que descansan en la superficie de asiento”.

Branton dice que las tuberosidades son un sistema de dos puntos de apoyo que ya son inestables; para lograr la estabilidad correcta se necesita anchura, profundidad del asiento, espalda, piernas y pies.

Existen algunas observaciones mecánicas realizadas por Branton y Tichauer que se enlistan a continuación:

1. Durante la posición sedente el 75% del peso total del cuerpo es soportado en 26 cm² de las tuberosidades isquiáticas (Figura 4).
2. La compresión en las nalgas es de 6 y 7 kg/cm²
3. La compresión de piel sobre asiento es de 2.5 a 4 kg/cm²
4. Si los puntos se encuentran ligeramente alejados la compresión se reduce a 250 g/cm²
5. Las tuberosidades isquiáticas son un sistema de apoyo de dos puntos que en sí mismo ya son inestables.

Todas las observaciones anteriores generan fatiga e incomodidad, por esta razón el asiento deberá procurar repartir el peso sobre una superficie más extensa.

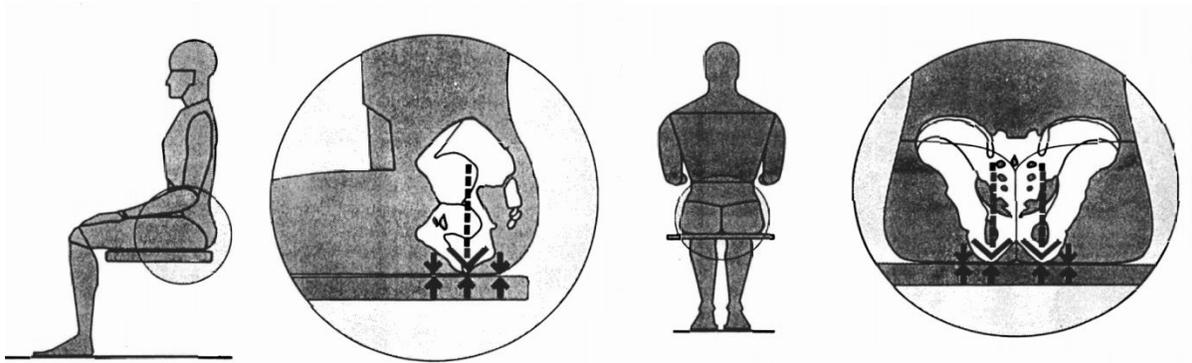


Figura 4 .Tuberosidades isquiáticas sección humana y aumentada (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

El centro de gravedad del tronco de un cuerpo sentado se encuentra aproximadamente a 2.5 cm por delante del ombligo.

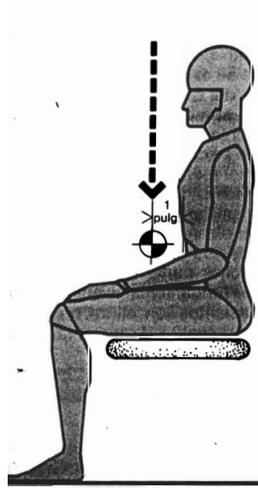


Figura 5.Ubicación aproximada del centro de gravedad de figura humana (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

A continuación se presentan las dimensiones antropométricas fundamentales necesarias para el diseño de sillas así como una figura dónde se muestran de manera gráfica.

- A. Altura poplítea
- B. Largura nalga-poplíteo
- C. Altura codo reposo
- D. Altura hombro
- E. Altura sentado normal
- F. Anchura codo-codo
- G. Anchura cadera
- H. Anchura hombros
- I. Altura lumbar
- J. Altura de muslo*
- K. Altura rodilla*
- L. Distancia nalga-rodilla*
- M. Distancia nalga talón*

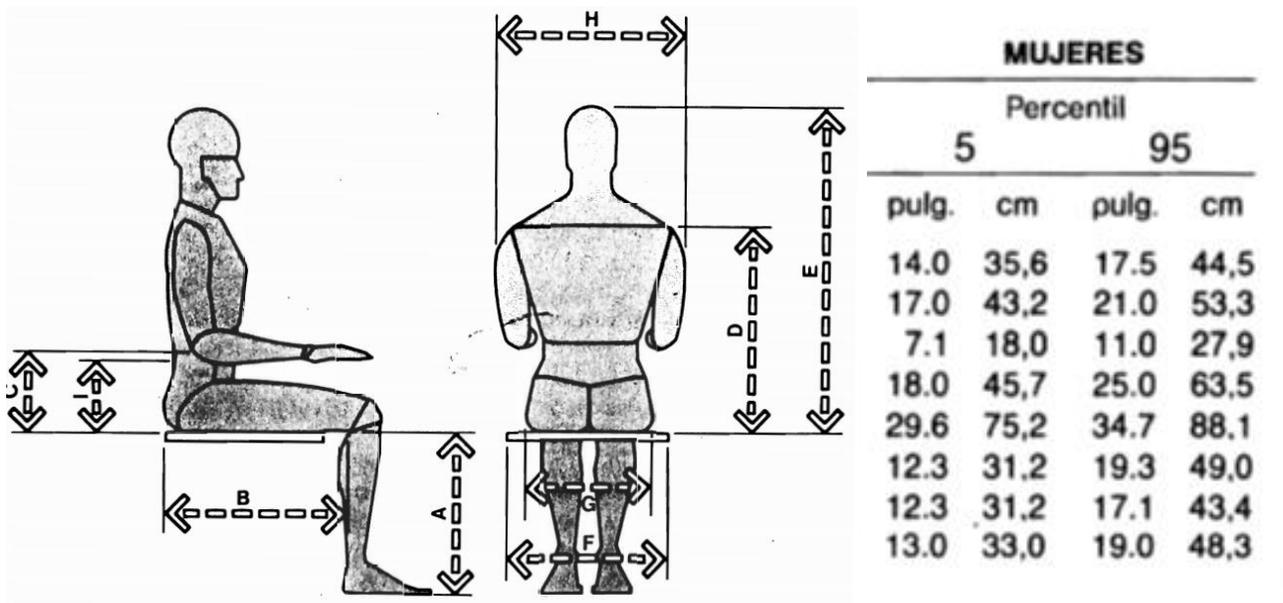


Figura 6 .Dimensiones antropométricas fundamentales y valores de dimensiones corporales útiles en diseño de sillas (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

Las dimensiones antropométricas marcadas con (*) corresponden a estudios latinoamericanos donde se contemplaron más variables para un mejor análisis y que son de utilidad en el establecimiento de especificaciones de la presente tesis.

Debido a que es un sistema inestable que depende de otros segmentos corporales para brindar estabilidad en posición sedente, se analizaron cada una de las partes fundamentales y a continuación se presentan algunas consideraciones para el diseño de asientos.

I. Altura del asiento

- a) Si es muy alto el asiento respecto a la **altura poplítea**, pierde estabilidad en los pies ya que no tocan la superficie inferior, existe una compresión en los muslos e irregularidad en el riego sanguíneo; tal como lo muestra la siguiente figura:

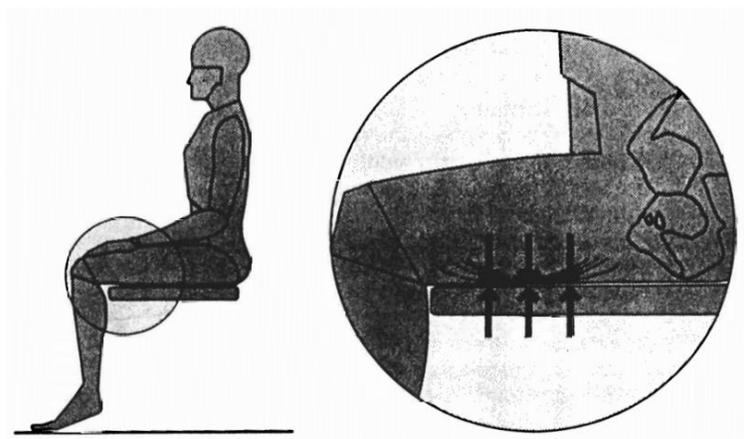


Figura 7. Compresión en los muslos (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

- b) Si es muy bajo el asiento respecto a la altura poplíteica las piernas tienden a extenderse hacia adelante perdiendo estabilidad, debido al movimiento se produce un deslizamiento de la espalda alejándola del respaldo y quedando sin apoyo lumbar; tal como lo muestra la siguiente figura:

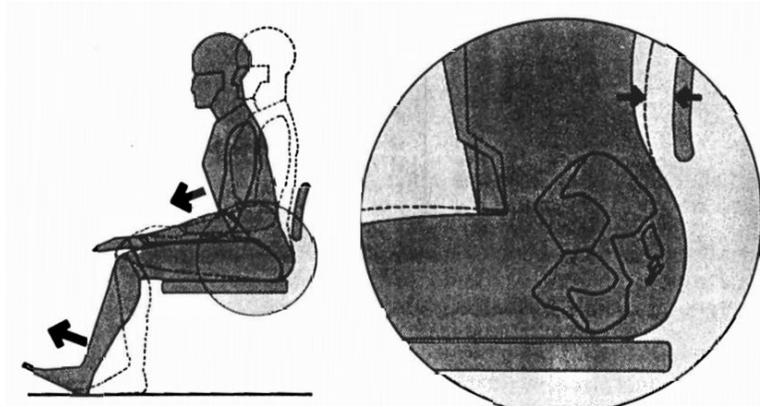


Figura 8. Desplazamiento de la espalda (*Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989*).

Se recomienda evitar errores y así tener una mejor aproximación en los datos de las tablas; aumentar 3.8 cm a la altura poplíteica por cuestiones de indumentaria.

II. Profundidad del asiento

- a) Si la profundidad del asiento es excesiva respecto a la **longitud nalga-poplíteica**, se produce una compresión la zona posterior a las rodillas Figura 9, provocando incomodidad en el usuario y entorpecerá el riego sanguíneo en algunos casos donde los usuarios no pueden cambiar de posición se puede producir tromboflebitis.

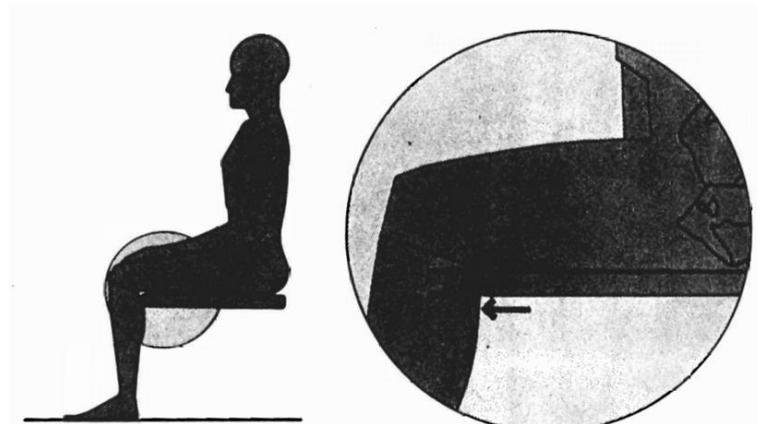


Figura 9. Compresión zona posterior a rodillas (*Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989*).

- b) Si la profundidad del asiento es escasa respecto a la longitud nalga-poplítea Figura 10, deja al usuario sin el apoyo correcto bajo sus muslos y provoca una sensación de caer.

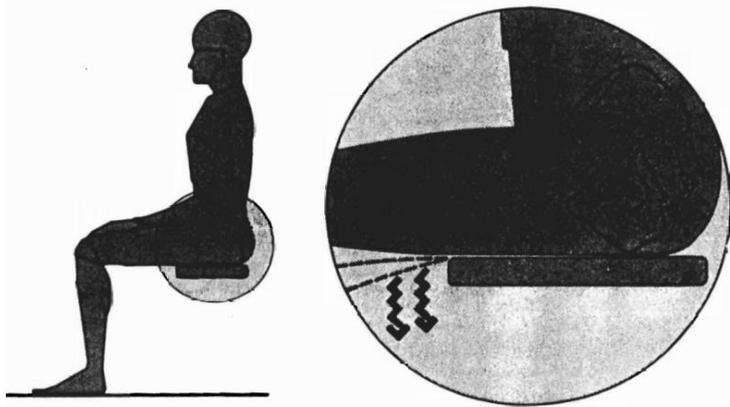


Figura 10. Profundidad escasa del asiento (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

III. Respaldo

La función del respaldo es suministrar soporte a la región lumbar y curvatura espinal debido a que no hay datos publicados que brinden mayor información sobre ciertas consideraciones de esta región corporal también es conveniente tomar en cuenta la prominencia de las nalgas, tal como se muestra en la siguiente figura.

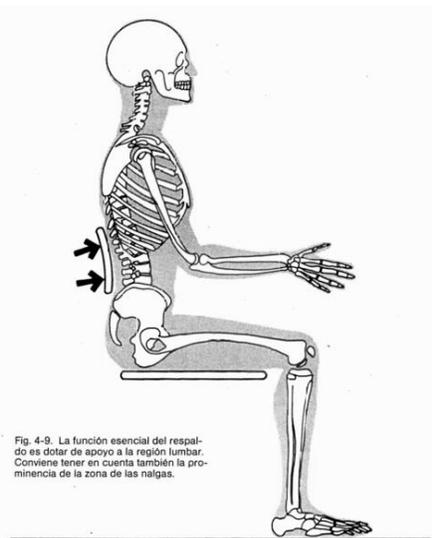


Figura 11. Curvatura lumbar (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

IV. Apoyabrazos

- Los apoyabrazos cargan el peso de los brazos.
- Ayudan al usuario a sentarse o levantarse.
- Una mayor altura de la altura de los codos en reposo produce que el usuario saque el tronco hacia afuera y gire los hombros originando fatiga muscular.

V. Acolchamiento

La función del acolchamiento es distribuir la presión que ejerce el peso del cuerpo en una superficie, se debe tener cuidado al momento de elegir el espesor, material y tamaño ya que si no es correcto se provoca incomodidad. Los espesores recomendables para un asiento varían dependiendo el autor, se sugiere un acolchamiento tipo medio de 3.8 cm de espuma sobre la base rígida de 13 cm, dando como total 5.1 cm y una compresión admisible máxima de 3.8 cm por una carga de 78 kg.

Método de acceso por transferencia lateral

Durante el análisis de como los usuarios en silla de ruedas acceden a espacios como el inodoro se encontró una TÉCNICA DE ACCESO CON TRANSFERENCIA LATERAL (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989) la cual se describirá a continuación; cabe resaltar que la secuencia de dicha técnica varía dependiendo de cada usuario.

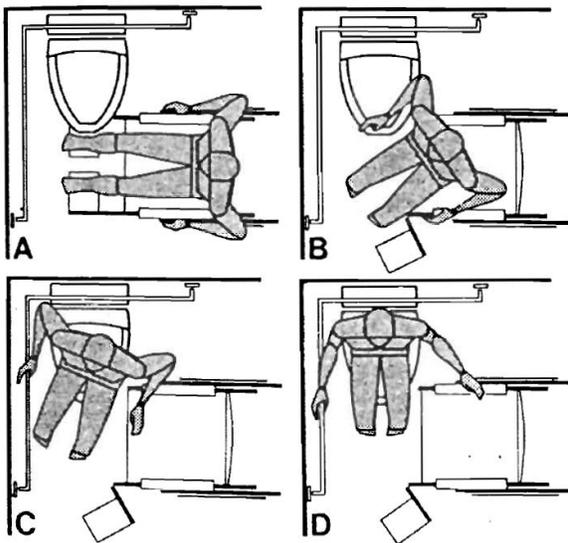


Figura 12. Técnica de acceso lateral (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989).

- A. El usuario se acerca lateralmente al W.C.
- B. Se aparta el apoyabrazos y se abate el apoyapiés para obtener espacio libre; para levantarse sin caer, una mano descansa en el W.C., silla o asidero y la otra en la silla; seguidamente se inicia la transferencia
- C. El usuario se levanta, se desliza y gira hasta situarse sobre el W.C.
- D. Concluye la transferencia; el usuario mantiene el equilibrio gracias al asidero o sujetándose a la silla.

Pie equino varo

El pie equino varo es una de las deformidades congénitas más comunes. Muchos casos se asocian a enfermedades neuromusculares, anomalías cromosómicas, síndromes mendelianos o no mendelianos, y en raros casos con causas extrínsecas.

El pie equino varo es una deformidad compleja tridimensional con cuatro componentes: equino, varo, aducto y cavo. Dado que las definiciones de los movimientos del pie y los movimientos de los huesos del tarso son confusas en la literatura ortopédica, pero básicas para entender la deformidad y su tratamiento, a continuación se describe el sentido de la rotación de un hueso del tarso para el uso apropiado de los términos abducción/aducción, flexión/extensión e inversión/eversión. De acuerdo con el método internacional SFTR, se definen estos términos de acuerdo a Russe y Gerhard (1975), según lo reportado por Van Langerlan (1983, Fig. 13).

- I. **Aducción** es aquel movimiento de uno de los huesos del tarso en el cual la parte distal de este hueso se mueve en dirección al plano medial del cuerpo;
- II. **Abducción** es el movimiento en la dirección opuesta;

- III. **Flexión** es aquel movimiento de un hueso del tarso en el cual la parte distal de ese hueso se mueve en dirección plantar.
- IV. **Extensión** es el movimiento en la dirección opuesta.
- V. **Inversión** es el movimiento de un hueso del tarso en el cual la superficie inferior del hueso se mueve en dirección al plano medial del cuerpo.
- VI. **Eversión** es el movimiento en la dirección opuesta.
- VII. **Varo** del talón se utiliza para movimientos de inversión y aducción del calcáneo.
- VIII. **Equino** se refiere a un incremento en el grado de flexión plantar del pie.

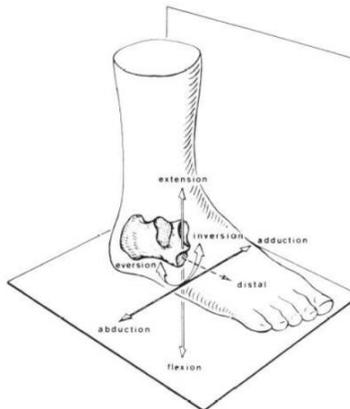


Figura 13. Definiciones de los movimientos para un hueso del tarso (calcáneo) con respecto a los planos del cuerpo (De Van Langelaan, 1983).

Método SFTR

Método de medir y de registrar movimientos y posiciones comunes. Los movimientos empiezan en la posición neutral y se ejecutan en los planos sagitales, frontales, y transversales o como rotación. La utilización combinada del método neutral con la medida en varias direcciones fue propuesta como método de SFTR en 1964 por Otto A. Russe, cirujano ortopédico austríaco, y John j. Gehard, fisiatra de Orgeon. También se conocía como medidas ortopédicas de estándares internacionales.

Escoliosis

Las deformidades congénitas de la columna (DCC) pueden dar lugar a deformidades en forma de escoliosis, cifoescoliosis, cifosis pura o hiperlordosis. La escoliosis congénita (EC) es definida como una curvatura lateral de la columna causada por anomalías congénitas visibles del desarrollo vertebral.



Figura 14. Diferenciación entre una columna vertebral clínicamente normal y una columna vertebral con escoliosis.
Tomado de: <http://www.whoipracticoschade.com/index.php/casos-comunes/escoliosis>

Revisión de nacimiento pretérmino

El nacimiento pretérmino se refiere al nacimiento que ocurre antes de las 37 SDG (*en meses poco más de 8*). Puede o no estar precedido por trabajo de parto. Aunque el embarazo de término (*embarazo completo en tiempo*) ha sido definido como de 37 a 41.6 SDG, el periodo de 37-38.6 SDG se considera como de “término temprano” (*son clasificaciones en las que no vale la pena detenerse mucho*) debido a que los neonatos (*bebés recién nacidos*) en esta edad gestacional tienen mayor morbilidad (*enferman y mueren más*) que los neonatos nacidos a término de las 39-40.6 SDG (*en ginecología la notación para las semanas toma en cuenta después del punto el número de días, no existe 40.7 porque se convertiría en 41*).

Clasificación: Los nacimientos pretérmino se describen por edad gestacional (*en semanas de gestación*), peso al nacimiento y factor desencadenante (*initiating factor*)

Criterios de edad gestacional:

- a) OMS:
 - a) Moderado a pretérmino tardío: 32 a <37 semanas
 - b) Pretérmino temprano: 28 a <32 semanas
 - c) Pretérmino extremo: <28 semanas**
- b) CDC (*centers for disease control and prevention*)
 - a) Pretérmino: <37 semanas
 - b) Pretérmino tardío: 34-36 semanas
 - c) Pretérmino temprano: <28 semanas**

Criterios de peso al nacimiento:

- a) Bajo peso al nacer (*LBW*): <2,500 g
- b) Peso muy bajo al nacer (*VLBW*): <1,500 g**
- c) Peso extremadamente bajo al nacer (*ELBW*): <1000 g

Factor desencadenante

- a) **Espontáneo:** 70-80%; debido a trabajo de parto pretérmino (40-50%) o por ruptura prematura de membranas (*una complicación del embarazo que cuenta como causa para desencadenar a su vez un trabajo de parto pretérmino y por ende un nacimiento pretérmino*) (20-30%)
- b) **Por indicación médica:** 20-30% debido a problemas fetales o maternos (pre eclampsia, placenta previa, desprendimiento de placenta, restricción fetal del crecimiento intrauterino, gestación múltiple).

Prevalencia

Mundialmente, la tasa de nacimientos pretérmino se estima en 11% (desde 5% en algunas partes de Europa a 18% en algunas regiones de África y 7.3 % *para México*), y cerca de 15 millones de niños nacen siendo pretérmino cada año (en rango de 12-18 millones). De esos nacimientos, 84% ocurre entre las semanas 32 y 36, 10% ocurren entre las semanas 28-32 y 5% ocurren antes de las 28 semanas**.

Significado Infantil. El nacimiento pretérmino es la segunda causa más común de muerte (después de la neumonía) en niños menores de cinco años. El nacimiento pretérmino es también un determinante mayor de morbilidad a corto y largo plazo en infantes y niños. La carga del nacimiento pretérmino incluye morbilidad neonatal y secuelas de largo plazo, incluyendo déficits del neurodesarrollo (parálisis cerebral, bajo aprendizaje, alteraciones visuales) y un riesgo mayor de un espectro de enfermedades en la edad adulta**.

Complicaciones en el largo plazo del infante pretérmino

La prematurez se define como un nacimiento que ocurre antes de completarse 37 semanas (menos de 259 días) de gestación. Está asociado con cerca de un tercio de todas las muertes infantiles en los Estados Unidos y representa aproximadamente el 45% de los casos de niños con parálisis cerebral, 35% de los niños con déficit visual y 25% de los niños con déficit auditivo o déficit cognitivo.

Diferentes grados de prematurez se definen por edad gestacional o peso al nacer

La clasificación por edad gestacional es como sigue:

- a) **Nacimiento pretérmino tardío** – Edad gestacional entre las 34 y menos de 37 semanas
- b) **Nacimiento pretérmino temprano**– Edad gestacional menor de 32 semanas
- c) **Nacimiento pretérmino extremo** – Edad gestacional menor de 25 semanas**

Complicaciones en el largo plazo — En sobrevivientes pretérmino, existe una mayor tasa de hospitalizaciones recurrentes, déficit del neurodesarrollo en el largo plazo y problemas de salud crónicos.

Resultados del neurodesarrollo — Los sobrevivientes pretérmino comparados con aquellos nacidos a término es más probable que cuenten con las siguientes alteraciones del neurodesarrollo. El riesgo de estas alteraciones incrementa con menor edad gestacional. Estas incluyen:

- a) Habilidades cognitivas alteradas
- b) Déficits motores incluyendo retraso motor grueso o fino y parálisis cerebral
- c) Déficit sensorial incluyendo pérdidas visual y auditiva
- d) Problemas psicológicos y de comportamiento

Crecimiento alterado — Los niños nacidos como de pretérmino temprano también fueron más susceptibles para exhibir pobre crecimiento comparado con aquellos nacidos a término. El pobre crecimiento de los niños con peso extremadamente bajo al nacer persiste durante la edad escolar como fue demostrado por un estudio de seguimiento de 241 con peso extremadamente bajo al nacer que fueron evaluados para crecimiento y presión sanguínea en una mediana de edad de seis años y cuatro meses. Comparados con datos de crecimiento normativo de niños normales nacidos a término, fueron más ligeros, cortos de estatura y tuvieron un menor índice de masa corporal y circunferencia cefálica menor.

NECESIDADES EDUCACIONALES Y SALUD A LARGO PLAZO — Conforme el número de sobrevivientes pretérmino incrementa y supera la edad escolar, es imperativo que su salud y necesidades educacionales sean satisfechas y recursos sean dirigidos a cubrir esas necesidades. Esto es especialmente cierto para los niños con peso extremadamente bajo al nacer que tienen el mayor riesgo para pobres resultados de salud y de neurodesarrollo.

DESCRIPCIÓN DEL DIAGNÓSTICO MÉDICO

La siguiente descripción es a partir del diagnóstico médico realizado al paciente el día 24 de Junio de 2014.

Diagnóstico médico:

Pie equinovarus congénito. Subsecuente

Complemento de Dx:

Escoliosis PB Compresión Radicular

Resumen Clínico

Producto de la gesta de 3 de 4 obtenido por paro distosico sec a parto prematuro a los 7 meses de apgar no recuerda. Hospitalizada por 2 meses peso al nacimiento 1.58 Kg con 2 amenazas de parto pretérmino 2 y 7 meses egresada con DX e pci. Se refiere con dolo lumbar intermitente incapacitante irradiado hacia pierna derecha RX con deformidad osea en ambos pies RX de columna con eciosis a izquierda. Se envía para su valoración. Paciente despierta alerta bien orientada signos vitales dentro de parámetros normales pies desviados en equino.

Interpretación del resumen clínico

Femenino de 14 años de edad con antecedentes: producto de la gesta 3 de 4 (3er. de 4 embarazos totales) obtenido por parto distósico (complicaciones para el nacimiento del bebé obtenido por parto) secundario a parto prematuro (la causa fue el parto prematuro; esto pasa porque un parto antes de término no es fisiológico) a los 7 meses (esto es muy impreciso porque las clasificaciones para parto pretérmino y, en general, todos los términos en medicina miden el embarazo en semanas de gestación. Si tomamos los 7 meses correspondería aprox. al periodo entre la semana 31 y 36). APGAR no recuerda (el APGAR es un parámetro de bienestar del recién nacido; sería un dato relevante en este caso). Hospitalizada por 2 meses, peso al nacimiento 1.58 Kg (entraría dentro de la categoría de "bajo peso al nacer [<2,500g]) con dos amenazas de parto pretérmino a los 2 y 7 meses (la madre tuvo un primer episodio de amenaza de parto a los 2 meses y no deja claro si el de los 7 meses corresponde al evento donde nació esta niña). Egresada con Dx e PCI. Refiere dolor lumbar intermitente incapacitante irradiado hacia pierna derecha (la niña dice que tiene dolor que inicia en la zona lumbar, que es por periodos, que es intenso al grado de producir incapacidad, y que por el trayecto del nervio afectado avanza hasta percibirlo en la pierna). Rx con deformidad ósea en ambos pies (Rx es radiografía). Rx de columna con escoliosis a la izquierda (la curvatura inferior de la columna vertebral está desviada hacia la izquierda y produce deformidad).

Nota: La información subrayada corresponde a un análisis médico realizado para comprender de manera más clara la situación del usuario.



Fotografía 1. Usuario posición sedente vista frontal.



Fotografía 2. Usuario posición sedente vista posterior.



Fotografía 3. Usuario posición sedente en silla de ruedas, vista frontal.



Fotografía 4. Vista frontal extremidades inferiores.



Fotografía 5. Distrofia muscular en mano..



Fotografía 6. Visualización de suturas tras intervención quirúrgica.



Fotografía 7. Silla para bañarse.



Fotografía 8. Espacio de W.C.

OBJETIVO Y ALCANCES

Objetivo general

Diseñar un dispositivo que ayude al usuario con pie equino varo a tener un excusado para evacuar.

Alcances

La presente tesis abarcará hasta la etapa de construcción de un modelo funcional (ayuda técnica clase 09 según la UNE-EN ISO 9999) para el cuidado personal es decir, que el usuario tenga una silla excusado para evacuar.

Las etapas de producción y comercialización quedarán abiertas para un trabajo o seguimiento futuro y lograr que así sea un producto.

NECESIDADES

En su concepto más amplio, es aquello de lo que NO se puede prescindir, y si se prescinde, se afecta el estado emocional o físico del individuo y por consecuencia su estabilidad física y emocional (Dorador, 2014)

Se deben tener claros los siguientes puntos al momento de entender las necesidades:

- I. Claridad
- II. Frecuencia
- III. Duración
- IV. Urgencia

Ya que considerando los puntos anteriores se puede desarrollar un producto que satisfaga las necesidades del consumidor.

La pirámide de Maslow o jerarquía de las necesidades humanas, es una teoría propuesta por Abraham Maslow (A Theory of Human Motivation, 1943), donde se formula desde las necesidades más básicas (base inferior de la pirámide) y las más elevadas (base superior de la pirámide) al igual defiende que conforme el humano cubre sus necesidades básicas tiende a tener deseos y necesidades más elevadas escalando así cada base de la pirámide.

En la siguiente figura se observa la pirámide de Maslow así como una breve descripción de cada una de las necesidades formuladas en dicha teoría.



Figura 15. Pirámide de Maslow

Tomado de: <http://www.escuelapedia.com/la-piramide-de-maslow/>

Identificación de necesidades

Identificar las necesidades para el desarrollo de un producto implica un método de 5 pasos el cual se presenta a continuación (Ulrich, 2013).

1. **Recopilar datos sin procesar de los clientes.**
2. **Interpretar los datos sin procesar en términos de las necesidades de clientes**
3. **Organizar las necesidades en una jerarquía de necesidades primarias, secundarias y terciarias**
4. **Establecer la importancia relativa de las necesidades**

PASO 1 y PASO 2

Para la recopilación de datos se utilizaron dos métodos diferentes, los cuales se presentan a continuación, así como las formas en que se documentó dicha información, cabe señalar que dicha información fue obtenida a partir de la firma de una carta de consentimiento informado y una carta de confidencialidad que se presentan en el anexo de la presente tesis.

Métodos de recopilación de la información

- **Entrevista**

Se realizó una entrevista al usuario del producto a desarrollar durante aproximadamente una hora recabando los siguientes datos:

1. Nombre completo
Se omite por confidencialidad
2. Edad
15 años
3. Peso
Aproximadamente 50-65 kg
4. Estatura
Aproximadamente 1.60 m
5. Genero
Femenino
6. Padecimiento
 - I. Pie equino varo
 - II. Parálisis cerebral
 - III. Escoliosis lateral izquierda
 - IV. Desviación ocular
 - V. Atrofia muscular en manos
7. Actividades cotidianas que realiza
 - I. Comer
 - II. Ir al baño
 - III. Ver televisión
 - IV. Bañarse
 - V. Colorear o dibujar
8. Tiempo que permanece en cama
3 horas durante el día
10 horas durante la noche
9. Tiempo que permanece en silla de ruedas
9 horas diarias
10. Si asiste al médico
Actualmente no asiste ni a revisión ni terapias
11. Grado de educación
Nivel básico (primaria máximo grado de estudios)

12. Meta aspiracional a futuro
Ser Médico cirujana

- **Observar producto en uso**

Se observó particularmente como manipulaba el usuario su silla de ruedas ya que esta es la que ocupa mayormente en el transcurso del día para moverse dentro de su casa. Durante la observación se notaron características como que requiere lo siguiente:

- a) Pide ayuda para que acerquen la silla de ruedas a la orilla de su cama
- b) Se arrastra para poder sentarse en la silla
- c) Tarda aproximadamente 2 min 10 segundos en posicionarse en la silla de ruedas
- d) Se nota cansancio o fatiga por parte del usuario al sentarse (por la respiración)
- e) La silla de ruedas NO es ergonómica debido a que no tiene las medidas adecuadas para el usuario
- f) La estructura de la silla de ruedas es metálica, con ruedas de plástico rígido
- g) El asiento y respaldo son constituidos por tela
- h) Los reposabrazos se encuentran a una altura mayor a la del usuario

Tipo de documentación de la información

- *Grabación de video*
Las grabaciones de video fueron particularmente para la recopilación del tiempo de posicionamiento en la silla de ruedas, el agarre de cubiertos al momento de comer y la movilidad por su casa en la silla.
- *Fotografía fija*
Las fotografías fijas muestran los padecimientos del usuario, la silla de ruedas y el entorno físico en el que desempeña sus actividades día con día

PASO 3

A continuación se presenta el listado jerárquico de necesidades que se detectaron, dicho listado aparece clasificado en necesidad primaria, secundaria y terciaria dependiendo de cada rubro.

1. Movilidad
 - a) Ir al baño (WC)
 - I. Resistente
 - II. Ergonómico
 - III. Autonomía
 - IV. Permeable
 - V. Higiénico
 - b) Desplazarse dentro y fuera de casa
 - I. Accesibilidad de su entorno (rampas, vados, barandales, etc.)
2. Entretenimiento
 - a) Dibujar y colorear
3. Autorrealización
 - a) Estudiar Licenciatura en Medicina

PASO 4

La importancia de cada una de las necesidades mostradas anteriormente fue basada bajo el criterio de enfoque en las necesidades básicas o fisiológicas como primer lugar siguiendo la teoría propuesta por Maslow. No fue necesario ocupar algún método de encuestas o información de mercado ya que únicamente será para un usuario el modelo funcional final.

Se logró detectar las necesidades primordiales con las cuales el usuario no cuenta y que lo incapacitan más en el desarrollo de su vida cotidiana pero aún faltan algunos datos más debido a que el usuario no asiste actualmente a revisión médica periódica ni terapias de rehabilitación que arrojen mayor información sobre las características del padecimiento del usuario así como su evolución.

La necesidad general la cual se buscará satisfacer en la presente tesis será de **MOVILIDAD** en específico la de **IR AL BAÑO**.

REQUERIMIENTOS

Sabiendo que la necesidad a satisfacer es la de ir al baño, se realizó una segunda entrevista con el usuario para plantearle la idea de la realización de un dispositivo y asimismo el expresara cuales son las características (necesidades) que le gustaría que el dispositivo tuviese.

Dicha lista de necesidades específicas del usuario se muestran en la siguiente Tabla 2. De la misma manera existe en una de las columnas de la Tabla se ponderó la importancia de cada necesidad debido a que el usuario durante la entrevista hizo hincapié en cuales eran las necesidades más importantes para él.

La ponderación de importancia se definió por medio de una escala de la siguiente manera:

- 5 = Muy importante
- 4 = Importante
- 3 = Necesario
- 2 = No muy necesario
- 1 = No importante

| # NECESIDAD | IMPORTANCIA | NECESIDAD |
|-------------|-------------|---------------------------------------|
| 1 | 5 | QUE SEA LIGERO |
| 2 | 5 | QUE SEA FIJO |
| 3 | 4 | QUE SEA COMO UNA TASA DE BAÑO |
| 4 | 4 | QUE NO SEA TAN PESADO |
| 5 | 5 | QUE TENGA DONDE RECARGARSE |
| 6 | 5 | QUE SEA LOS MAS INDEPENDIENTE POSIBLE |
| 7 | 2 | QUE SEA MAS ALTO DE LA TASA NORMAL |
| 8 | 3 | QUE NO TENGA QUE PEDIR AYUDA |

| | | |
|-----------|----------|-------------------------------------|
| 9 | 5 | QUE YA NO ME CARGUEN |
| 10 | 5 | QUE ESTE EN UN LUGAR FIJO |
| 11 | 4 | QUE NO SE ESTE PONIENDO Y QUITANDO |
| 12 | 4 | QUE NO SE VAYA A CAER |
| 13 | 2 | QUE SEA FÁCIL DE LAVAR |
| 14 | 4 | QUE NO SE VAYA DE LADO |
| 15 | 2 | QUE SE PUEDA LEVANTAR FÁCIL |
| 16 | 1 | QUE SEA DE MATERIAL SIMILAR A UN WC |
| 17 | 2 | QUE TENGA SU PROPIO ESPACIO |
| 18 | 2 | QUE SEA FÁCIL DE USAR |
| 19 | 2 | QUE NO TENGA QUE CAMINAR |
| 20 | 4 | QUE SEA UNA SILLA |

Tabla 3. Necesidades específicas que el usuario desea en el dispositivo.

Interpretación de los requerimientos

1. Resistir el peso del usuario
2. Cumplir las características ergonómicas necesarias para el usuario
3. Brindar la mayor autonomía posible al usuario
4. Diseñar un dispositivo permeable
5. Utilizar materiales higiénicos y de fácil limpieza

Entendiendo cada una de las necesidades dichas por el usuario se observa gracias al nivel de importancia que las más importantes y que se buscarán lograr cubrir en el desarrollo de la presente tesis son:

- Que sea ligero
- Que sea fijo = Que este en un lugar fijo
- Que tenga donde recargarse
- Que ya no me carguen = Que sea lo más independiente posible
- Que sea como una tasa de baño

En el apartado de especificaciones se retomará dicha lista de necesidades para su estudio.

BENCHMARKING

Es el estudio de productos existentes con funcionalidad similar a la del producto en desarrollo (Ulrich, 2013). En esta tesis se buscaron ayudas técnicas para asistencia al WC y a continuación en la Tabla 4. Se presentan los modelos de mayor comercialización debido a que todos los distribuidores contaban con dichos modelos.

Los modelos más sobresalientes son ASHBY, CLEAN, CLUB y las empresas a cargo de dichos modelos son ETAC e INVACARE como líderes de mercado ya que en las diferentes páginas de búsqueda realizada dichos productos aparecían como parte de su catálogo existiendo de una página a otra una diferencia en precios. Los comercializadores o distribuidores de los productos de origen europeo; como se puede apreciar en el tipo de cambio monetario los productos existentes (ayudas técnicas).

| MOD | Producto | Especificaciones | Precio |
|-----|--|--|-----------|
| 1 |  https://www.ortoweb.com/silla-de-ruedas-para-ducha-economica | Aluminio anodizado Ancho asiento: 43,5cm. Profundidad: 40cm. Altura asiento-suelo: 48cm. Altura respaldo: 40cm. Ancho total silla: 58cm. Fondo total silla: 64cm. Altura total silla: 88cm. Peso silla: 7Kg Peso máximo recomendado: 100Kg | 114 euros |
| 2 |  https://www.ortoweb.com/silla-de-ducha-y-wc-plegable-con-ruedas-invacare-lima | Aluminio y acero inoxidable Altura del asiento: 58 cm. Distancia interna entre ruedas traseras (para ver si es compatible con el WC): 47 cm. Ancho total: 57,5 cm Profundidad total: 104.5 cm. (Ancho asiento: 45 cm. Profundidad asiento: 47 cm. Altura total: 100 cm Ancho plegada: 21 cm. Peso: 14 kg. Peso máximo de usuario: 135 kg. | 280 euros |

| | | | |
|----------|---|--|------------------|
| <p>3</p> |  <p>http://www.ortoweb.com/media/useruploads/files/Manual%20de%20usuario%20Clean%20Etac.pdf</p> | <p>Ancho asiento: 40cm. Profundidad: 40cm. Altura asiento-suelo: 49cm. Altura respaldo: 42cm. Ancho total silla: 48cm. Fondo total silla: 86cm. Altura total silla: 99cm. Peso silla: 10Kg Peso máximo recomendado: 130Kg. ETAC</p> | <p>299 euros</p> |
| <p>4</p> |  <p>http://www.independi.es/todos-los-productos/ayudas-tecnicas/at-para-el-aseo/silla-inodoro-club.html#</p> | <p>Anchura total: 69 cm. Altura del asiento: Regulable entre 41-51 cm. Altura total: Regulable entre 79-85 cm. Fondo total: 57 cm. Anchura entre brazos: 45 cm. Anchura del asiento: 43 cm. Fondo del asiento: 43 cm. Peso máximo que soporta: 100 kg. Peso total de la silla: 8 kg</p> | <p>110 euros</p> |
| <p>5</p> |  <p>http://www.independi.es/silla-con-inodoro-casa.html#</p> | <p>Anchura de asiento: 57 cm. Altura de asiento: Regulable entre 40 y 55 cm. Fondo: 51 cm. Anchura entre brazos: 45 cm. Altura cubeta: 21 cm. Diámetro de la cubeta: 26 cm. Capacidad de la cubeta: 4 litros Peso máximo: 100 kg. Peso total de la silla: 6,5 kg.</p> | <p>95 euros</p> |

| | | | |
|----------|--|---|------------------|
| <p>6</p> |  <p>http://www.independi.es/todos-los-productos/aseo-e-higiene/wc-inodoro/silla-comode-para-wc-practica.html#</p> | <p>Anchura total: 54 cm. Anchura de asiento: 46 cm. Fondo de asiento: 41 cm. Altura del asiento al suelo: Regulable 42-57 cm. Anchura del orificio: 22 cm. Fondo del orificio: 30 cm. Peso total: 3,9 kg. Peso máximo que soporta: 130 kg. ETAC</p> | <p>120 euros</p> |
| <p>7</p> |  <p>http://www.tiendaatendo.es/banqueta-ashby-con-wc-incorporado_p23848</p> | <p>Ancho total 55 cm. Alto total graduable de 74 a 89 cm. Fondo total 38 cm. Altura de asiento graduable de 47 a 62 cm. Ancho asiento 45 cm. Fondo asiento 39 cm. Peso máximo que soporta 160 Kg. Peso 7 Kg.</p> | <p>251 euros</p> |
| <p>8</p> |  <p>http://www.arjohuntleigh.es/es/Product.asp?pagenumber=905&Product_Id=473&ProductCategory_Id=77</p> | <p>Información no disponible</p> | <p>500 euros</p> |

Tabla 4. Benchmarking de productos para asistencia al WC

ESPECIFICACIONES

Las especificaciones son la descripción precisa de lo que el producto tiene que ser; cuentan con una métrica y una unidad de medida (Ulrich, 2013).

Especificaciones objetivo

De acuerdo con Ulrich (2013) se tiene la metodología propuesta para establecer este tipo de especificaciones

- 1. *Elaborar la lista de métricas***
- 2. *Recabar información de comparaciones con la competencia***
- 3. *Establecer valores meta ideales y marginalmente aceptables***

Cada uno de los pasos descritos anteriormente será desarrollado con base en el caso de estudio de la presente tesis.

PASO 1

Las métricas son aquellas que reflejan, en forma tan directa como es posible, el grado al cual el producto satisface las necesidades del cliente (Ulrich, 2013).

En la Tabla 5 se muestra la lista de necesidades que la métrica satisface, la importancia relativa de cada una, las métricas generales, métricas específicas y unidades de medida de las métricas.

La ponderación de importancia relativa se definió por medio de una escala de la siguiente manera:

- 5 = Muy importante
- 4 = Importante
- 3 = Necesario
- 2 = No muy necesario
- No importante

En la tabla 5 se pueden observar las métricas específicas que se requerirán para el diseño del dispositivo tomando como base la antropometría del usuario, diseño estándar de WC y las dimensiones del espacio donde se colocará dicho dispositivo, así mismo de acuerdo al nivel de importancia establecido se buscará cubrir las necesidades con el puntaje mayor (puntaje 5) principalmente tal como se percibió sobre cuáles eran las características que más importaban al usuario para su dispositivo.

De la misma forma se establecieron las unidades de medida con las cuales se podrá cuantificar cada una de las necesidades para su correcto análisis al momento de establecer las especificaciones objetivo.

| # MÉTRICA | NECESIDADES | IMPORTANCIA | MÉTRICA | MÉTRICA ESPECÍFICA | UNIDADES |
|-----------|----------------|-------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------|
| 1 | 1,4 | 5 | PESO DEL DISPOSITIVO | PESO | Kg |
| 2 | 2,3,7,10 | 4 | DIMENSIONES DE UN WC ESTÁNDAR | LONGITUD | mm |
| | | | | ANCHO | mm |
| | | | | DIÁMETRO DEL ORIFICIO | mm |
| | | | | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | mm |
| | | | | PROFUNDIDAD DEL RECIPIENTE | mm |
| | | | | ALTURA | mm |
| 3 | 2,10, 11,17,20 | 5 | DIMENSIONES DEL ESPACIO | LONGITUD | mm |
| | | | | ANCHO | mm |
| | | | | ALTURA | mm |
| 4 | 5,9, 12 | 5 | PESO DEL USUARIO | PESO | kg |
| 5 | 12,14 | 4 | ANTROPOMETRÍA EN SEDESTACIÓN | ALTURA RODILLA | mm |
| | | | | ALTURA POPLÍTEA | mm |
| | | | | ALTURA POSIÓN SEDENTE | mm |
| | | | | ALTURA MITAD HOMBRO SENTADO | mm |
| | | | | ANCHURA DE CODOS | mm |
| | | | | ALTURA CODO EN REPOSO | mm |
| | | | | DISTANCIA CODO-PUNTA DEDO | mm |
| | | | | ANCHURA CADERAS | mm |
| | | | | ANCHURA HOMBROS | mm |
| | | | | ALTURA MUSLO | mm |
| | | | | DISTANCIA NALGA-RODILLA | mm |
| | | | | DISTANCIA NALGA TALÓN | mm |
| | | | | DISTANCIA NALGA-POPLÍTEA | mm |
| 6 | 13,16 | 3 | TIPO DE MATERIALES | DESINFECCIÓN | % |
| 7 | 8,6,9,15,18,19 | 5 | INDEPENDENCIA POSIBLE | NUMERO DE VECES QUE PIDE AYUDA | SUBJETIVO |

Tabla 5. Lista de métricas seleccionadas

Una vez identificadas las métricas específicas necesarias, se prosiguió a establecer cuales métricas satisfacían las necesidades del usuario por medio de una matriz de necesidades-métricas que se presenta en la Tabla 6. La tabla muestra el número de necesidades que está cubriendo cada métrica; idealmente se esperaría que cada necesidad fuera cubierta por sólo una métrica, pero esto no es posible debido a que existen métricas que se relacionan con más de una necesidad, por tanto se puede indicar que cada métrica al menos satisface a dos necesidades del usuario.

Posteriormente se buscó establecer la relación que tienen las métricas seleccionadas para el dispositivo con las especificaciones generales más importantes de los modelos del benchmarking y el resultado se muestra en la Tabla 7.

Como se puede ver existe más de una métrica específica que tiene relación con una especificación de los productos existentes; dicha Tabla 8 se realizó con el fin de establecer términos comunes para las especificaciones objetivo; que en el futuro puedan ser empleadas como especificaciones de producto y los consumidores puedan compararlas al momento de la compra.

| # métrica | IMPORTANCIA | MÉTRICA | ESPECIFICACIONES | UNIDADES |
|-----------|-------------|---|--|----------|
| 1 | 4 | ANCHO WC ESTANDAR | ANCHO DEL ASIENTO | mm |
| 2 | 4 | ANCHURA CADERAS | | mm |
| 3 | 4 | ALTURA WC ESTÁNDAR | ALTURA DEL ASIENTO | mm |
| 4 | 4 | ALTURA POPLÍTEA | | mm |
| 5 | 4 | LONGITUD WC ESTÁNDAR | FONDO O PROFUNDIDAD DEL ASIENTO | mm |
| 6 | 4 | DISTANCIA NALGA-RODILLA | | mm |
| 7 | 4 | DISTANCIA NALGA-POPLÍTEA | | mm |
| 8 | 4 | ALTURA MUSLOS | ALTURA RESPALDO | mm |
| 9 | 4 | ALTURA MITAD DE HOMBRO POSICIÓN SEDENTE | | mm |
| 10 | 5 | ANCHO DEL ESPACIO | ANCHO TOTAL SILLA | mm |
| 11 | 4 | ANCHURA HOMBROS | ANCHO DEL RESPALDO | mm |
| 12 | 5 | LONGITUD DEL ESPACIO | FONDO TOTAL SILLA | mm |
| 13 | 4 | ALTURA POPLÍTEA | ALTURA TOTAL SILLA | mm |
| 14 | 5 | ALTURA POSICIÓN SEDENTE | | mm |
| 15 | 5 | ALTURA DEL ESPACIO | | mm |
| 16 | 5 | PESO DEL DISPOSITIVO | PESO SILLA | kg |
| 17 | 5 | PESO DEL USUARIO | CARGA SOPORTADA | kg |
| 18 | 4 | ALTURA CODO EN REPOSO | ALTURA REPOSA-BRAZOS | mm |
| 19 | 4 | DISTANCIA CODO-PUNTA DEDO | LONGITUD DE REPOSA-BRAZOS | mm |
| 20 | 4 | ANCHURA CODOS | ANCHO ENTRE BRAZOS | mm |
| 21 | 4 | DISTANCIA NALGA-TALÓN | LONGITUD REPOSAPIERNAS | mm |
| 22 | 4 | PROFUNDIDAD DEL RECIPIENTE | ALTURA O PROFUNDIDAD ORIFICIO (CUBETA) | mm |
| 23 | 4 | DIÁMETRO DEL RECIPIENTE | DIAMETRO ORIFICIO (CUBETA) | mm |
| 24 | 4 | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | CAPACIDAD DE LA CUBETA | litros |
| 25 | 3 | DESINFECCIÓN | | % |
| 26 | 5 | NUMERO DE VECES QUE PIDE AYUDA | | Subj |

Tabla 8. Relación entre métricas específicas y especificaciones de productos existentes.

PASO 3

En este punto seguimos a determinar los valores marginalmente aceptables que son los que harán viable el diseño propuesto es decir, si el dispositivo cumple con dichos valores marginales se asevera que el producto es viable. También se establecen los valores ideales los cuales se pretende que el dispositivo cumpla o contenga para tener un mejor desempeño. Dichos valores se muestran en la Tabla 9 que se presenta a continuación.

Como se puede observar en la tabla anterior los valores marginales e ideales no son cantidades exactas ya que se prefirió establecer rangos de valores; los valores marginales fueron extraídos a partir de *TABLAS ANTROPOMÉTRICAS* (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989) considerando que el diseño fuera para

el 90% de la población entre 18-24 años (entre el percentil 5 y 95), del género femenino; dichos valores antropométricos utilizados se presentan en la Tabla 10. Los valores ideales fueron resultado del benchmarking, estos podrán ser utilizados para un trabajo futuro después del diseño del presente dispositivo.

En la Tabla 11 se presentan los valores de adolescentes, sexo femenino cuya es edad es de 15 años de la Zona Metropolitana de Guadalajara, México; teniendo con esto una aproximación al usuario de la presentes tesis en cuanto a edad, sexo y nacionalidad. Dichos valores antropométricos son cuando el usuario se encuentra en sedestación.

Cabe señalar que con la información antropométrica del usuario se aseverará si este se encuentra dentro del rango de valores marginales bajo los cuales se está diseñando el dispositivo de la presente tesis.

| # | MÉTRICA | IMPORTANCIA | MÉTRICA | UNIDAD | VALOR MARGINAL | VALOR IDEAL |
|----|---------|-------------|--|--------|----------------|-------------|
| 1 | | 4 | ANCHO DEL ASIENTO | mm | 30.7-40.4 | 43-57 |
| 2 | | 4 | ALTURA DEL ASIENTO | mm | 36.1-45.2 | 40-62 |
| 3 | | 4 | FONDO O PROFUNDIDAD DEL ASIENTO | mm | 42.9-53.6 | 39-51 |
| 4 | | 4 | ALTURA RESPALDO | mm | 53.8-62.5 | 40-42 |
| 5 | | 4 | ANCHO DEL RESPALDO | mm | 37.8-43.2 | 40-47 |
| 6 | | 5 | ANCHO TOTAL SILLA | mm | 43-55 | 48-69 |
| 7 | | 5 | FONDO TOTAL SILLA | mm | 51.6-62.5 | 38-104.5 |
| 8 | | 5 | ALTURA TOTAL SILLA | mm | 76.5-88.4 | 74-100 |
| 9 | | 5 | PESO SILLA | kg | 10-13 | <14 |
| 10 | | 5 | CARGA SOPORTADA | kg | 44.9-77.1 | 100-160 |
| 11 | | 4 | ALTURA REPOSABRAZOS | mm | 18.3-27.4 | <47 |
| 12 | | 4 | LONGITUD DE REPOSABRAZOS | mm | 28-30 | <35 |
| 13 | | 4 | ANCHO ENTRE BRAZOS | mm | 29.7-42.9 | 45 |
| 14 | | 4 | LONGITUD DE REPOSAPIERNAS | mm | 46-54.9 | 45-60 |
| 15 | | 4 | ALTURA O PROFUNDIDAD ORIFICIO (CUBETA) | mm | 21-30 | 21-30 |
| 16 | | 4 | DIAMETRO ORIFICIO (CUBETA) | mm | 22-26 | 22-26 |
| 17 | | 4 | CAPACIDAD DE LA CUBETA | mm | 3 | 4 |
| 18 | | 3 | DESINFECCIÓN | % | 90 | 99.9 |
| 19 | | 5 | NÚMERO DE VECES QUE PIDE AYUDA | Subj | 3 | <3 |

Tabla 9. Especificaciones objetivo

| PERCENTIL | PESO | ESTATURA | ALTURA POS SEDENTE NORMAL | ANCHURA CODO-CODO | ALTURA CODO EN REPOSO | ANCHURA CADERAS | ALTURA RODILLA | HOLGURA o ALTURA MUSLO | ALTURA POPLÍTEA | LARGURA NALGA POPLÍTEO | ALTURA MITAD HOMBRO SENTADO | DISTANCIA NALGA RODILLA | DISTANCIA NALGA-TALÓN | ANCHURA HOMBROS |
|-----------|------|----------|---------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| 5 | 449 | 1499 | 765 | 297 | 183 | 307 | 460 | 104 | 361 | 429 | 538 | 516 | 864 | 378 |
| 95 | 771 | 1725 | 884 | 429 | 274 | 404 | 549 | 170 | 452 | 536 | 625 | 625 | 1245 | 432 |

Tabla 10. Valores antropométricos (Dimensiones humanas en espacios interiores, 1989)

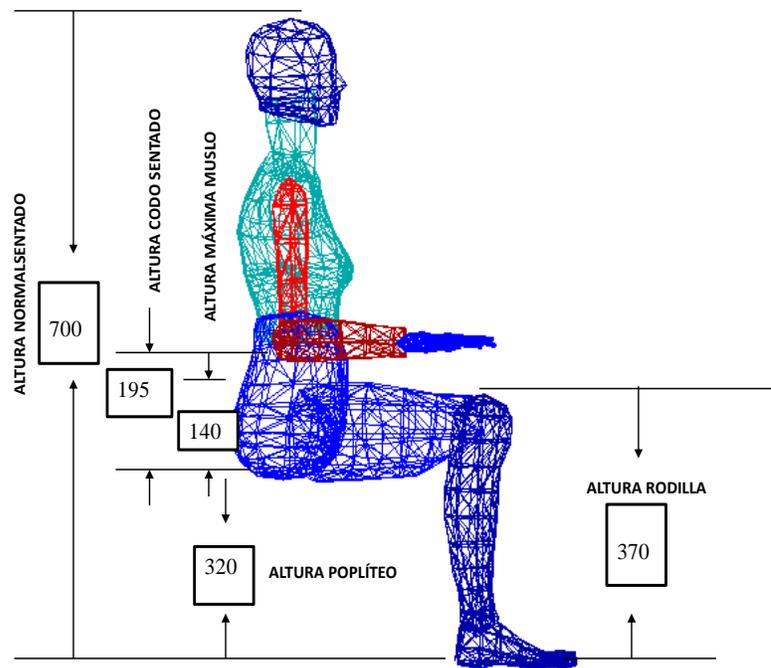
| PERCENTIL | ALTURA NORMAL SENTADO | ALTURA HOMBRO SENTADO | ALTURA HOMOPALATO | ALTURA CODO SENTADO | ALTURA MÁXIMA MUSLO | ALTURA RODILLA SENTADO | ALTURA POPLÍTEA | ANCHURA CODOS | ANCHURA CADERA SENTADO | LONGITUD NALGA-RODILLA | LONGITUD NALGA-POPLÍTEO |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 5 | 776 | 498 | 366 | 193 | 117 | 445 | 351 | 348 | 312 | 503 | 394 |
| 95 | 885 | 590 | 468 | 275 | 167 | 521 | 431 | 526 | 410 | 593 | 486 |

Tabla 11. Valores antropométricos para adolescentes femeninos de 15 años. (Dimensiones antropométricas de población latinoamericana, 2001).

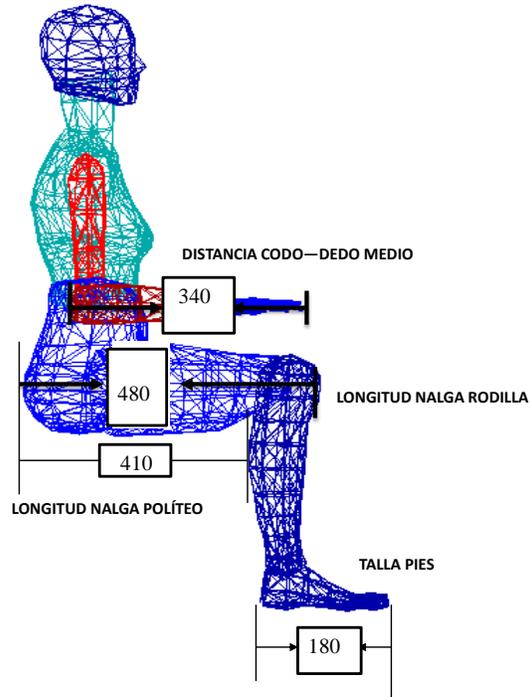
Los valores antropométricos del usuario se presentan en la siguiente Tabla 12 dichos valores fueron obtenidos con ayuda de un médico así como unas plantillas en las que se especifican los puntos a medir; cabe señalar que dichos valores se encuentran dentro de los valores marginales para el diseño del dispositivo.

| MÉTRICA | UNIDAD | VALOR |
|---------------------------|--------|-------|
| ALTURA NORMAL SENTADO | mm | 700 |
| ALTURA HOMBRO SENTADO | mm | 440 |
| ALTURA CODO SENTADO | mm | 195 |
| ALTURA MÁXIMA MUSLO | mm | 140 |
| ALTURA RODILLA SENTADO | mm | 370 |
| ALTURA POPLÍTEA | mm | 320 |
| ANCHURA CODOS | mm | 490 |
| ANCHURA CADERA SENTADO | mm | 290 |
| LONGITUD NALGA RODILLA | mm | 480 |
| LONGITUD NALGA POPLÍTEO | mm | 410 |
| ANCHURA HOMBROS | mm | 300 |
| DISTANCIA CODO-DEDO MEDIO | mm | 340 |

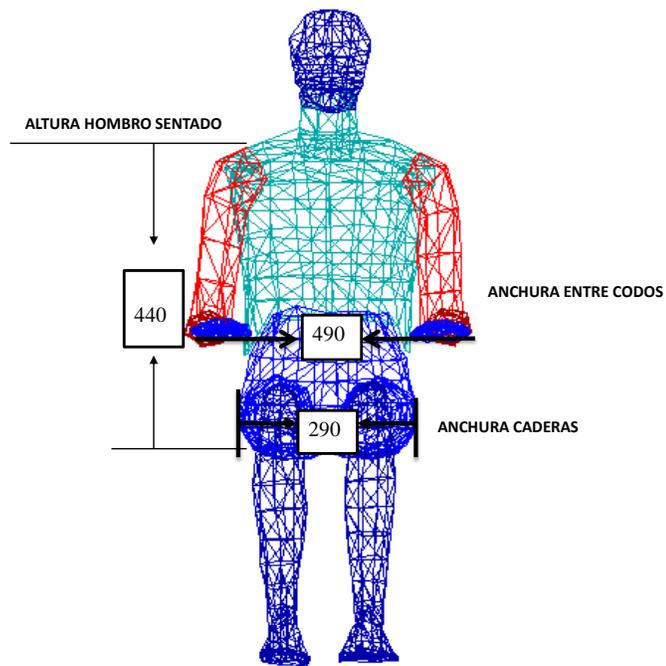
Tabla 12. Valores antropométricos del usuario.



Plantilla 1. Antropometría del usuario.
Tomado de: Apuntes del Dr. Lázaro Morales Acosta



*Plantilla 1. Antropometría del usuario.
Tomado de: Apuntes del Dr. Lázaro Morales Acosta*



*Plantilla 3. Antropometría del usuario.
Tomado de: Apuntes del Dr. Lázaro Morales Acosta*

El establecimiento de las especificaciones objetivo fue cubierto mediante la investigación de valores antropométricos, las medidas estándar de WC, los valores antropométricos del usuario principal y la comparación con los productos existentes (Benchmarking). Se trabajará con dichas especificaciones para que el dispositivo pueda utilizarlo el 90% de la población mencionada.

DISEÑO CONCEPTUAL

Generación de conceptos

El concepto de un producto es una descripción aproximada de la tecnología, principios de trabajo y forma concisa del producto que satisfará las necesidades del usuario.

Para entender de mejor manera las funciones que debe cumplir el diseño del presente dispositivo se utilizó un diagrama de árbol donde en el cuadro superior (color azul) se muestra el objetivo principal o función principal, en los cuadros siguientes (color verde) se ubican los objetivos secundarios o subfunciones y en los cuadros posteriores (color amarillo) se encuentran los subsistemas o actividades que se realizarán para el cumplimiento de los anteriores.

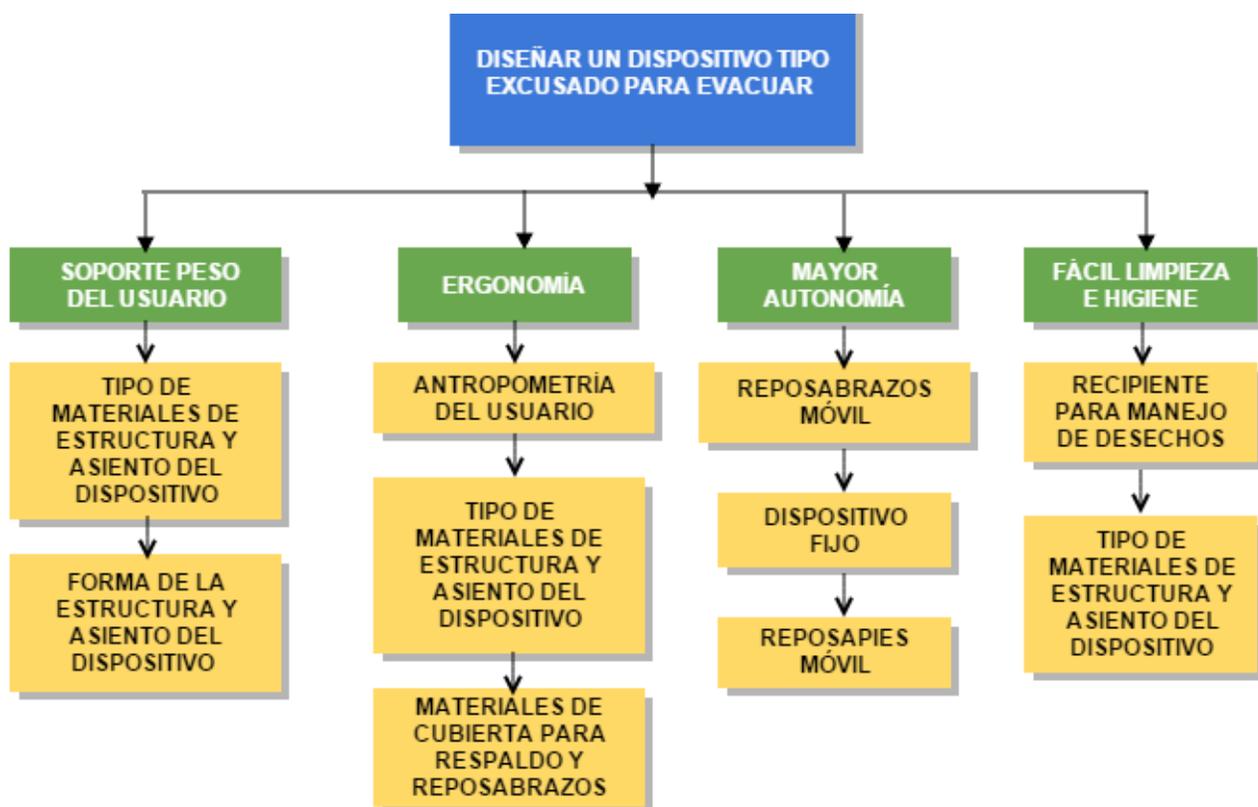


Diagrama 1. Describe las funciones principales y los subsistemas necesarios para el diseño.

A continuación se presentan los conceptos considerados para el diseño del dispositivo de la presente tesis.

Bocetos

Estructura asiento y respaldo

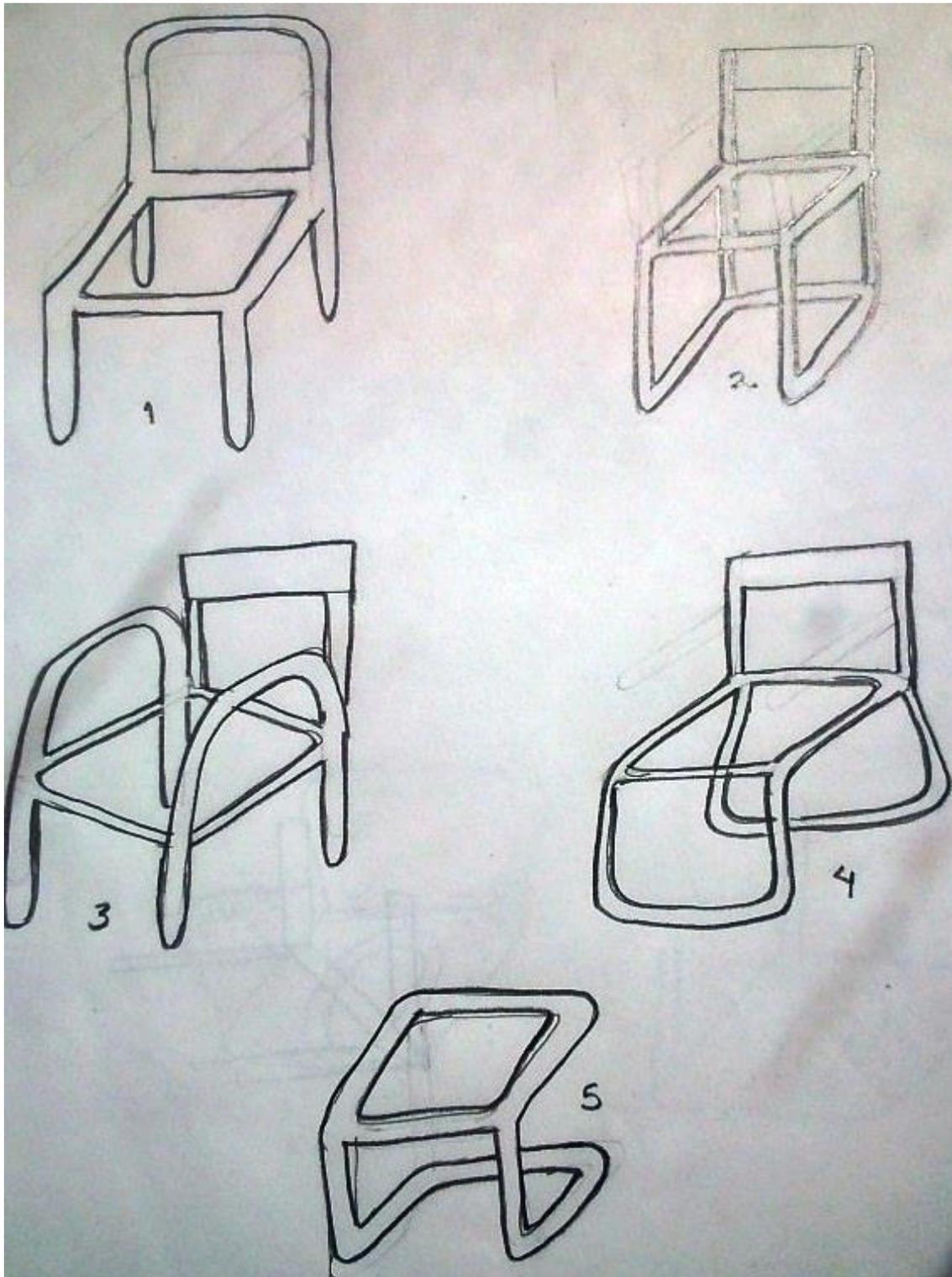


Figura 16. Bocetos de posibles estructuras del dispositivo.

Reposabrazos

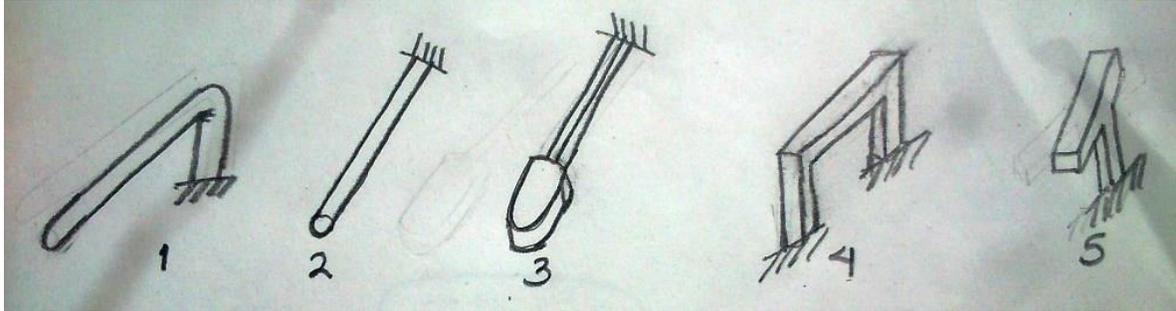


Figura 17. Bocetos de posibles reposabrazos del dispositivo.

Tapa del asiento

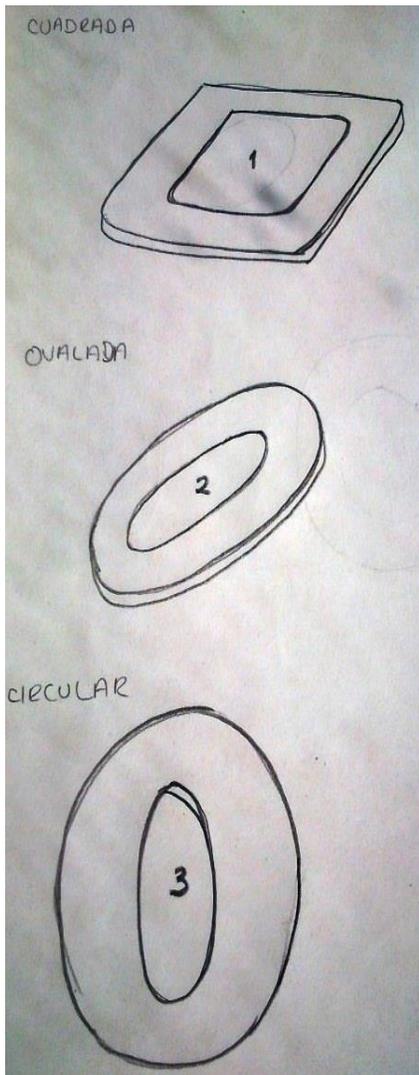


Figura 18. Bocetos de posibles formas de tapas de asiento del dispositivo.

Recipiente

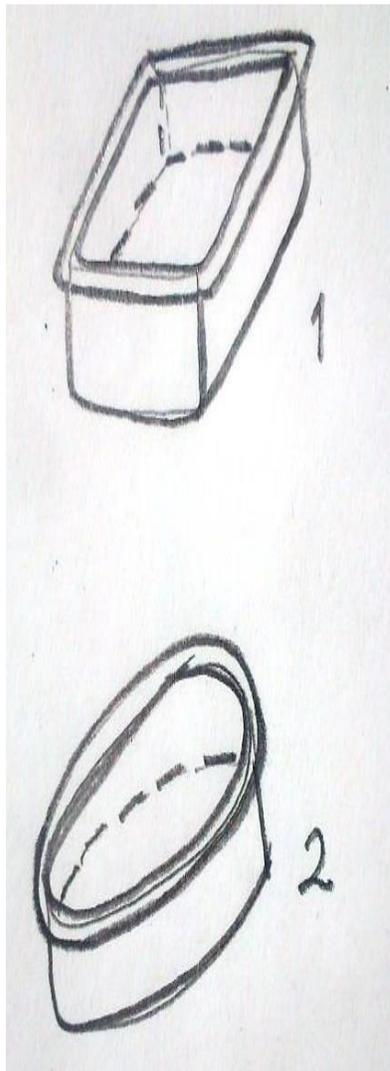


Figura 19. Bocetos de posibles recipientes del dispositivo.

Reposapiés

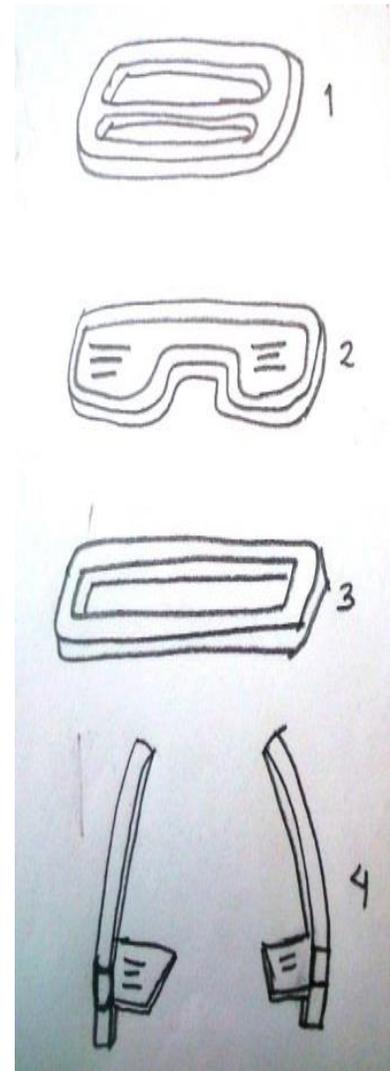


Figura 20. Bocetos de posibles estructuras de reposapiés del dispositivo.

Con la finalidad de unir los conceptos anteriores en modelos independientes, se diseñaron cinco diferentes que se presentan y describen a continuación:

Modelos

Modelo 1

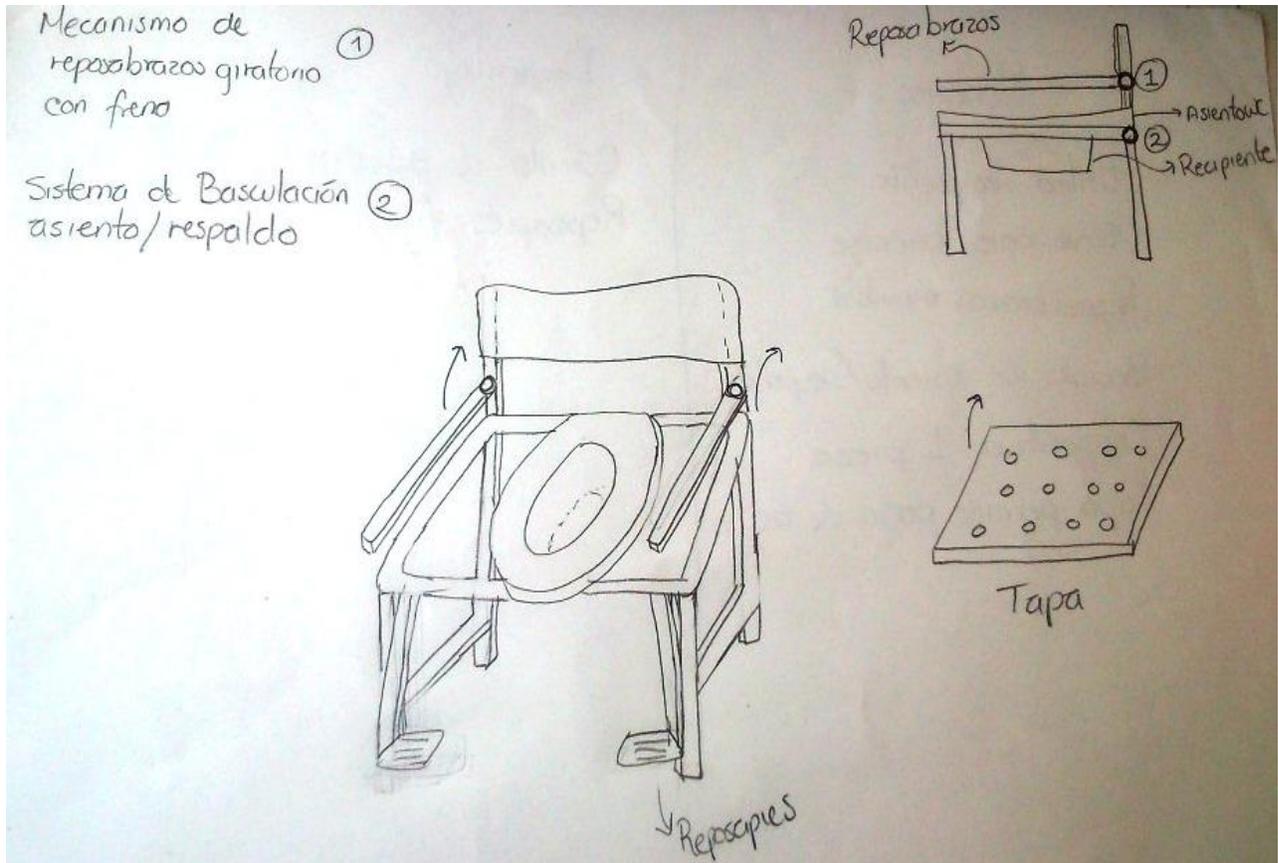


Figura 21. Modelo 1 del posible dispositivo.

Descripción del MODELO 1:

- Estructura convencional de silla en material metálico, con soportes laterales.
- La tapa de inodoro es sobrepuesta en ella, dónde debajo de esta estará el recipiente de recolección de desechos.
- El mecanismo de movilidad de los reposabrazos funciona en tipo bisagra, estos serán de metal.
- El respaldo será en cuero o tela y cuenta con dos soportes de metal.
- Los reposapiés serán dos guías metálicas cuyo final será en plástico.
- Contará con una tapa externa con perforaciones la cual permitirá que el usuario pueda bañarse en el mismo dispositivo.

Modelo 2

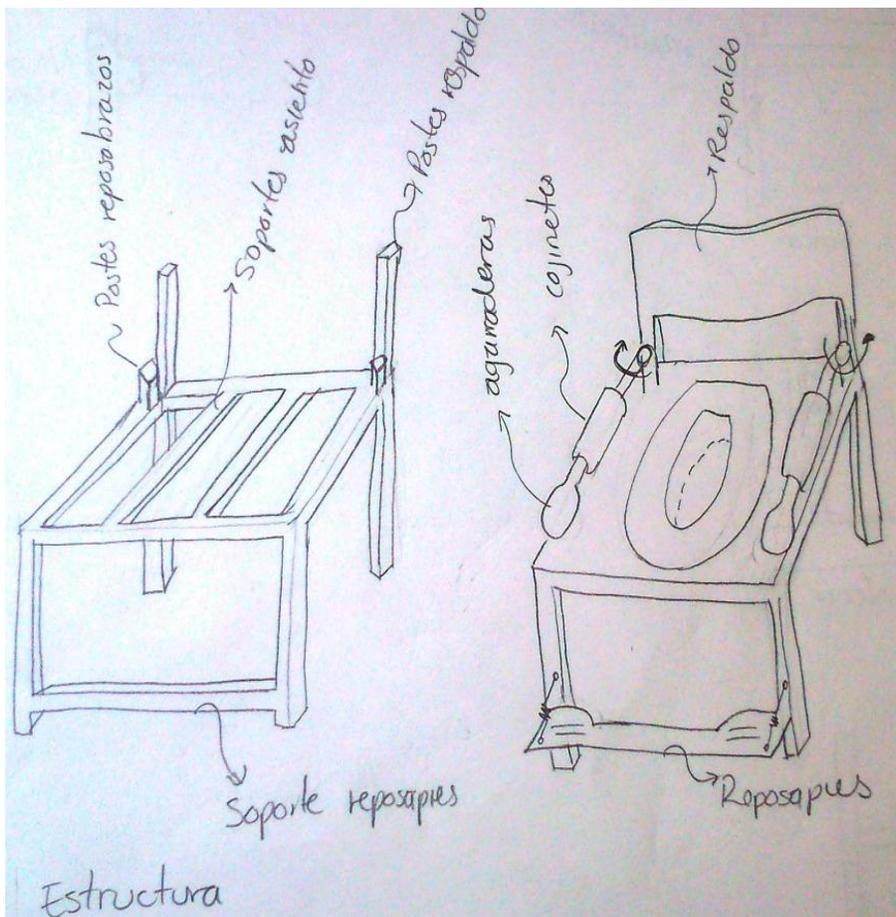


Figura 22. Modelo 2 del posible dispositivo.

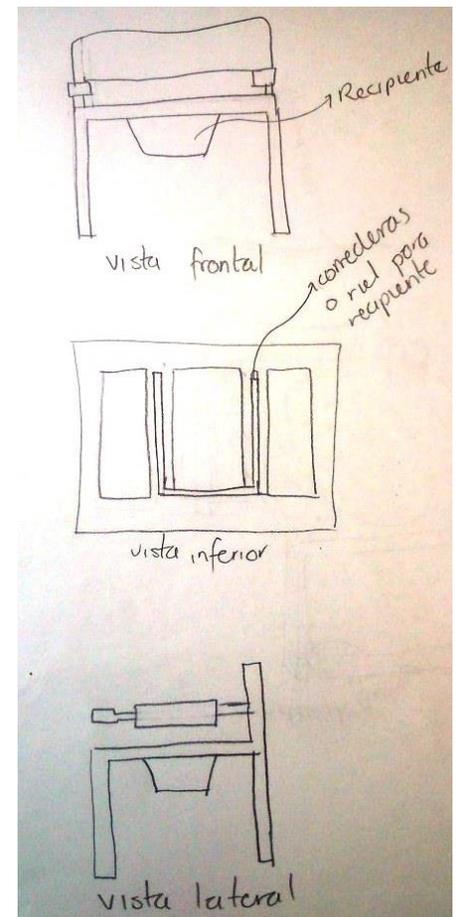


Figura 23. Vistas frontal, lateral y superior del dispositivo.

Descripción del MODELO 2:

- Estructura convencional de silla cuatro patas, con soporte frontal y en la parte del asiento cuenta tres divisiones metálicas.
- La tapa de inodoro estará unida a una base de plástico para dar la apariencia de uniformidad, debajo de esta estará el recipiente de recolección de desechos.
- El mecanismo de movilidad de los reposabrazos funciona en tipo giratorio, estos serán de metal con recubrimiento en espuma rígida y terminación similar al tamaño de la palma de la mano.
- El respaldo será en cuero o tela y cuenta con dos soportes de metal.
- El reposapiés será de estructura metálica con cubierta plástica y tendrá resortes laterales para que pueda bajarse y subir cuando el usuario lo requiera.

Modelo 3

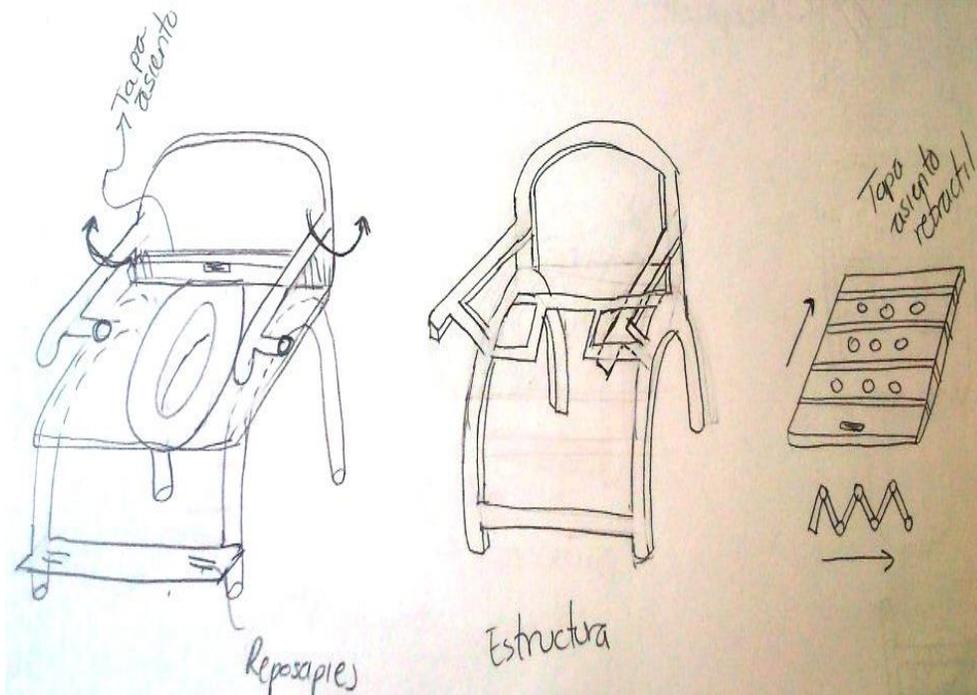


Figura 24. Modelo 3 del posible dispositivo.

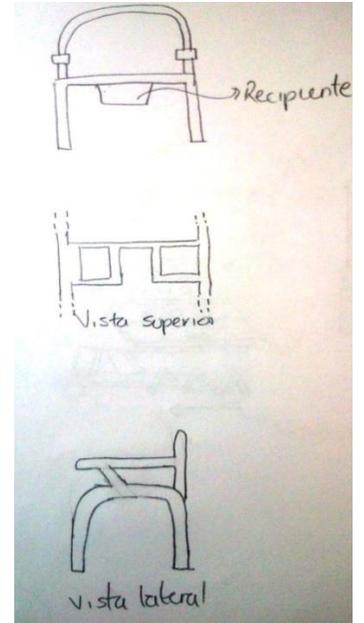


Figura 25. Vistas frontal, lateral y superior del dispositivo.

Descripción del MODELO 3:

- La estructura es en forma de “banco”, con soporte frontal y la parte del asiento son dos cuadrados.
- La tapa de inodoro es sobrepuesta en los cuadrados, dónde debajo de esta estará el recipiente de desechos.
- El mecanismo de movilidad de los reposabrazos funciona de forma giratoria, estos serán de metal y está anclado a la estructura.
- El respaldo será de espuma rígida y cuenta con un soporte de metal en forma de “U”, unido a la estructura inferior del dispositivo.
- El reposapiés será de estructura metálica; con una cubierta plástica, en forma rectangular.
- Contará con una tapa externa con perforaciones la cual permitirá que el usuario pueda bañarse en el mismo dispositivo así mismo esta será retráctil para abrir y cerrar dependiendo del uso que quiera.

Modelo 4

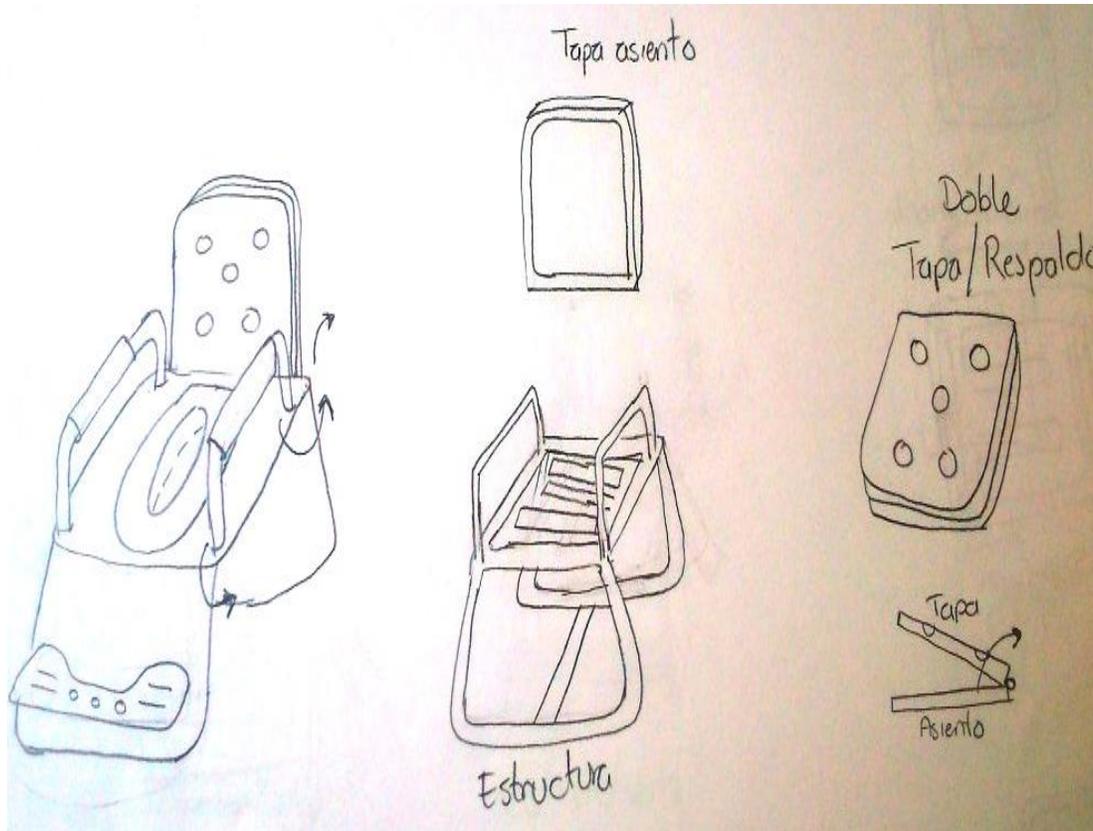


Figura 26. Modelo 4 del posible dispositivo.

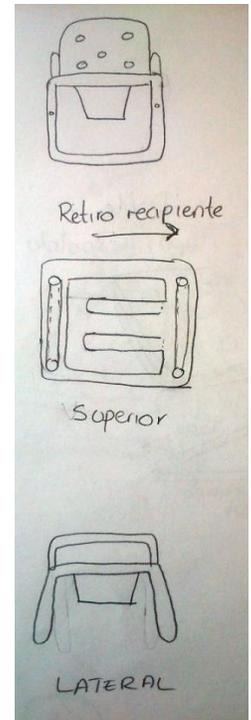


Figura 27. Vistas frontal, lateral y superior del dispositivo.

Descripción del MODELO 4:

- La estructura es en forma de "U", con soporte inferior central y la parte del asiento son tres barras divisorias en forma de "E".
- La tapa de inodoro estará contenida en otra placa plástica para dar uniformidad, donde debajo de esta estará el recipiente de desechos.
- El mecanismo de movilidad de los reposabrazos puede funcionar de forma giratoria o en forma de bisagra, estos serán de metal con recubrimiento de espuma rígida y están anclados a la estructura, en forma de "U".
- El respaldo será compuesto de dos tapas; la primera de plástico rígido con perforaciones y la segunda cuenta con una estructura de metal en forma de "U" con cubierta de espuma rígida, unido a la estructura inferior del dispositivo; este tipo de respaldo dará una doble función ya que al cerrarlo el dispositivo será como un banco.
- El reposapiés será de estructura metálica; con una cubierta plástica, funcionará en tipo bisagra y tendrá perforaciones.
- La tapa externa con perforaciones permitirá que el usuario pueda bañarse en el mismo dispositivo.

Modelo 5

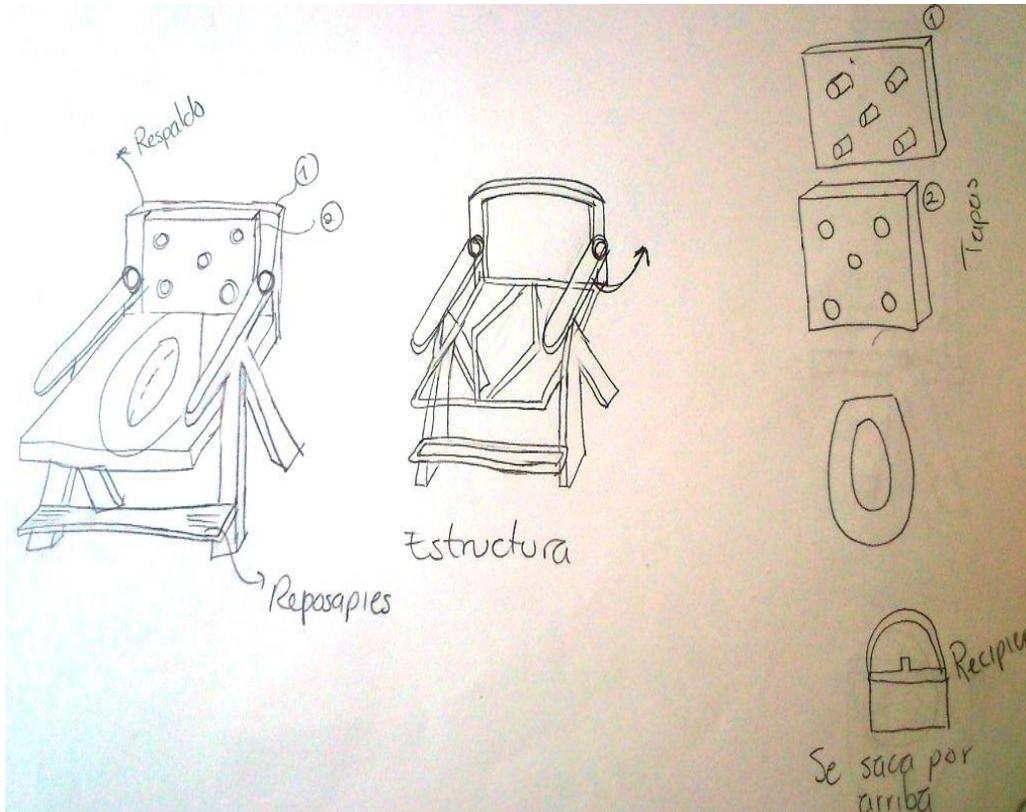


Figura 28. Modelo 5 del posible dispositivo.

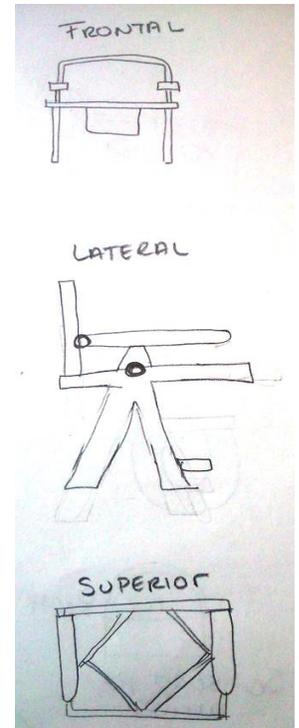


Figura 29. Vistas frontal, lateral y superior del dispositivo.

Descripción del MODELO 5:

- La estructura es en forma de "angular", la parte del asiento son dos barras centrales en forma de "rombo".
- La tapa de inodoro estará contenida en otra placa plástica para dar uniformidad, dónde debajo de esta estará el recipiente de desechos.
- El mecanismo de movilidad de los reposabrazos funcionará en forma giratoria, estos serán de metal con recubrimiento de plástico rígido y están anclados a la estructura, en forma de "angular".
- El respaldo será compuesto de dos tapas; la primera de plástico rígido con perforaciones y la segunda cuenta con una estructura de metal cuadrada con incrustaciones cilíndricas, logrando una forma tipo LEGO para que cuando se abra la tapa esta pueda posicionarse en los cilindros fácilmente.
- El reposapiés será de estructura metálica; con una cubierta plástica, funcionará en tipo bisagra.
- La tapa externa con perforaciones permitirá que el usuario pueda bañarse en el mismo dispositivo.

Selección de conceptos

Existiendo los modelos posibles para diseñar el dispositivo se prosiguió a seleccionar los conceptos más idóneos para cumplir las funciones declaradas anteriormente (diagrama de árbol); esto se realizó por medio de una tabla de comparación entre cada modelo, evaluando los siguientes rubros:

1. **ESTRUCTURA DEL DISPOSITIVO**
2. **RESPALDO**
3. **REPOSABRAZOS**
4. **REPOSAPIES**
5. **TAPA ASIENTO**
6. **RECIPIENTE**

Se evaluó la forma, material a ocupar y mecanismos de acción principalmente entre otros aspectos. La siguiente tabla muestra la comparación de conceptos.

| ELEMENTO A EVALUAR | | MODELO 1 | MODELO 2 | MODELO 3 | MODELO 4 | MODELO 5 |
|-----------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ESTRUCTURA | | | | | | |
| FORMA | SILLA CONVENCIONAL | X | X | | | |
| | SILLA CIRCULAR | | | X | | |
| | SILLA "ÁNGULOS LATERALES" | | | | | X |
| | SILLA EN "U" | | | | X | |
| UBICACIÓN DE SOPORTES | LATERALES | X | | | | X |
| | FRONTAL | X | X | X | X | |
| | TRASERO | | | | X | |
| | CENTRAL | | | | X | |
| RESPALDO | | | | | | |
| MATERIAL | CUERO | X | X | | | |
| | TELA | X | X | | | |
| | METAL | | | X | X | |
| | PLÁSTICO | | | X | X | X |
| REPOSABRAZOS | | | | | | |
| RECUBRIMIENTO | ESPUMA RÍGIDA | | X | | X | |
| | PLÁSTICO RÍGIDO | | | X | | X |
| MECANISMO | GIRATORIO | | X | X | X | |
| | BISAGRA | X | | | | |
| FORMA | VIGA CANTILLEVER | X | X | | | X |
| | ANGULAR | | | X | | X |
| | "U" | | | | X | |
| REPOSAPIES | | | | | | |
| MATERIAL | METAL | X | X | X | | X |
| | PLÁSTICO | X | X | X | X | X |
| MECANISMO | FIJO | X | | X | | X |
| | BISAGRA | | X | | X | |
| TAPA ASIENTO | | | | | | |
| MATERIAL | PLÁSTICA | X | X | X | X | X |
| FORMA | CUADRADA | X | | X | X | X |
| | CIRCULAR | | X | | | |
| MECANISMO DE CIERRE | DESIZABLE | | | X | | |
| | BISAGRA | X | X | | | X |
| DOBLE PROPÓSITO | PERFORACIONES | X | | X | X | X |
| | CERRADA | | X | | X | |
| RECIPIENTE | | | | | | |
| DESIZABLE | LATERALES | X | X | X | X | |
| | FRONTAL | X | X | X | | |
| | TRASERO | X | X | X | | X |
| | SUPERIOR | | | | | X |

Tabla 13. Comparación de conceptos.

Realizando un cruce de información respecto a las funciones a cubrir así como analizando superficialmente los métodos de construcción respecto a su facilidad y rendimiento se valoraron los siguientes conceptos de cada modelo propuesto anteriormente; los cuales se presentan en la siguiente tabla:

| | |
|---------------------------|---|
| ESTRUCTURA | |
| FORMA | SILLA CONVENCIONAL o FORMA U |
| UBICACIÓN SOPORTES | FRONTAL Y LATERALES |
| RESPALDO | |
| MATERIAL | METAL CON CUBIERTA PLÁSTICA |
| DOBLE PROPÓSITO | CERRADO TIPO BANCO |
| REPOSABRAZOS | |
| MATERIAL | METAL |
| RECUBRIMIENTO | ESPUMA RÍGIDA |
| MECANISMO | BISAGRA (hacia arriba o abajo) |
| REPOSAPIES | |
| # ELEMENTOS | MANUFACTURA EN 1 PIEZA |
| MATERIAL | METAL CON CUBIERTA PLÁSTICA |
| MECANISMO | BISAGRA |
| TAPA ASIENTO | |
| MATERIAL | PLÁSTICO |
| MECANISMO | BISAGRA o DESLIZABLE |
| FORMA | CUADRADA CON CHAFLÁN |
| DOBLE PROPÓSITO | PERFORACIONES Y CERRADO TIPO BANCO |
| RECIPIENTE | |
| DESLIZABLE | LATERAL o FRONTAL |

Tabla 14. Selección de conceptos.

Con la información de la tabla 14, se prosiguió a realizar nuevos diseños obteniendo así dos modelos finales que se muestran y presentan a continuación; combinando los conceptos anteriores.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO FINAL 1

- La estructura es en forma de "U" en la parte frontal y la parte trasera es una silla convencional, con soportes laterales y la parte del asiento son dos barras divisorias en la parte central.
- La tapa de inodoro estará contenida en otra placa plástica para dar uniformidad, dónde debajo de esta estará el recipiente de desechos.
- El mecanismo de movilidad de los reposabrazos será en forma de bisagra, estos estarán en posición de viga en voladizo y serán de metal con recubrimiento de espuma rígida y están anclados al respaldo.
- El respaldo será compuesto de dos tapas; la primera de plástico rígido con perforaciones y la segunda cuenta con una estructura de metal en forma de "U" con cubierta de espuma rígida, unido a la estructura inferior del dispositivo; este tipo de respaldo dará una doble función ya que al cerrarlo el dispositivo será como un banco.
- El reposapiés será de estructura metálica; con una cubierta plástica, funcionará en tipo bisagra.
- La tapa externa con perforaciones permitirá que el usuario pueda bañarse en el mismo dispositivo.



Figura 30. Modelo final 1



Figura 31. Estructura Modelo final 1



Figura 32. Accesorios Modelo final 1

DESCRIPCIÓN DEL MODELO FINAL 2

- La estructura es una silla convencional, con soportes laterales y la parte del asiento son tres barras divisorias en la parte central.
- La tapa de inodoro estará contenida en otra placa plástica para dar uniformidad, donde debajo de esta estará el recipiente de desechos.
- El mecanismo de movilidad de los reposabrazos será giratorio, estos serán en forma ovalada, de metal con recubrimiento de espuma rígida y están anclados al asiento.
- El respaldo será compuesto de dos tapas; la primera de plástico rígido con perforaciones, retráctil y la segunda cuenta con una estructura de metal en forma de "U" con cubierta de espuma rígida con una cavidad para almacenar la tapa perforada, estará unido a la estructura inferior del dispositivo.
- El reposapiés será de estructura metálica; con una cubierta plástica, funcionará en tipo bisagra.
- La tapa externa con perforaciones permitirá que el usuario pueda bañarse en el mismo dispositivo.

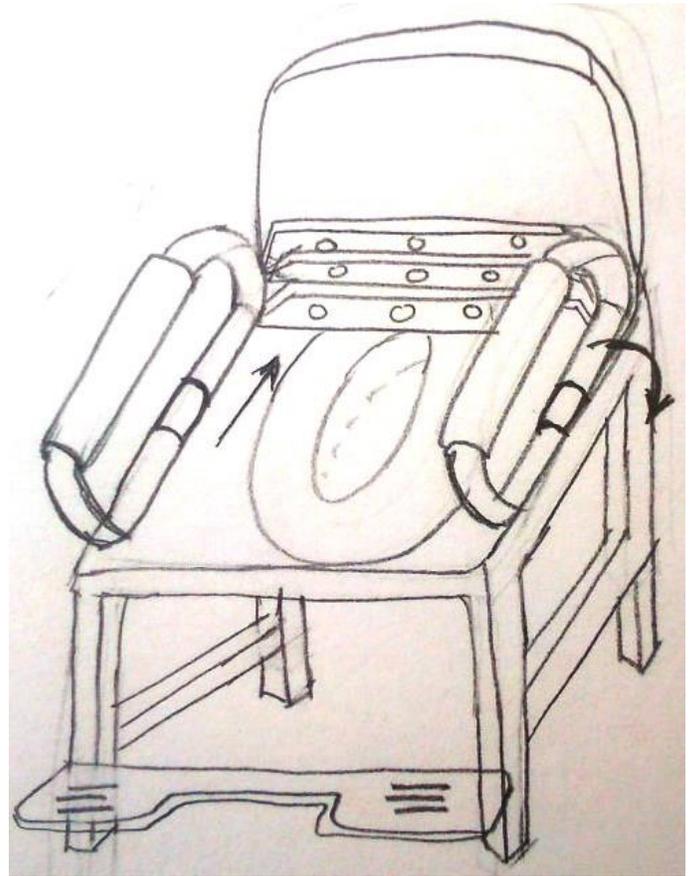


Figura 33. Modelo final 2

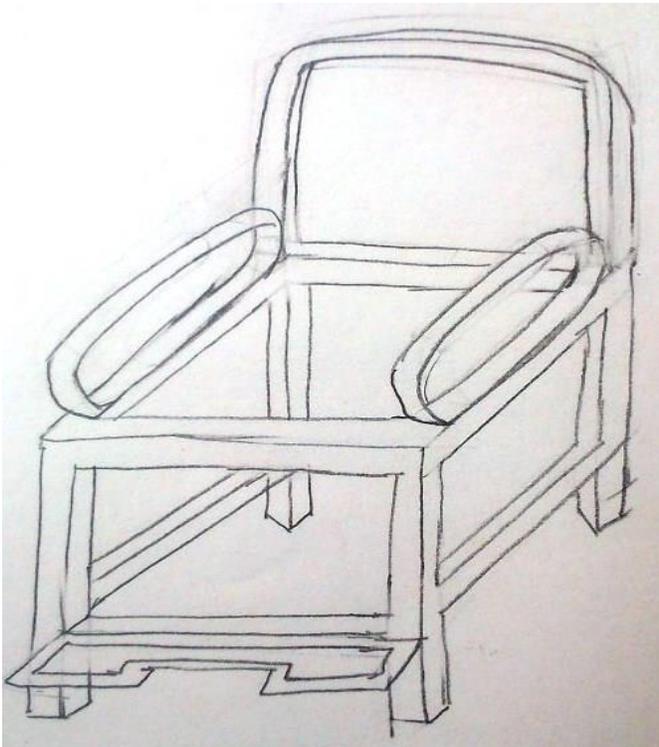


Figura 34. Estructura Modelo final 2

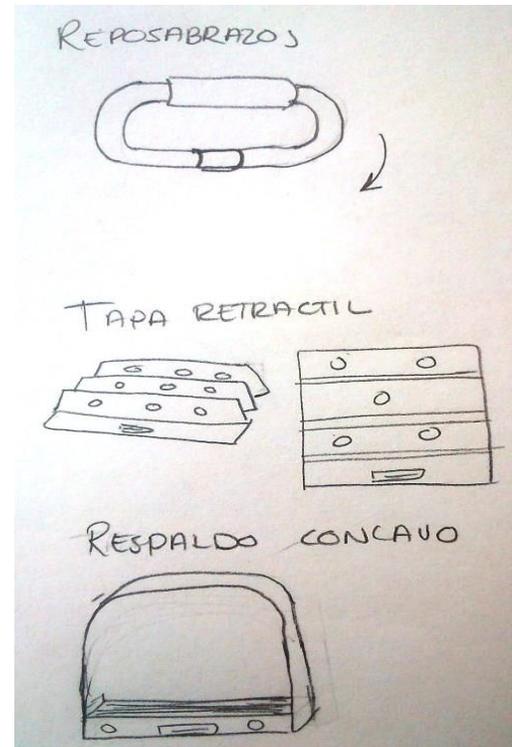


Figura 35. Accesorios Modelo final 2

DISEÑO DE CONFIGURACIÓN

Selección de materiales

Aluminio

El Aluminio aleación Magnesio Silicio 6063 debido a su facilidad de extrusión; cuenta con características mecánicas adecuadas, un buen aspecto de superficie y normalmente sus aplicaciones se encuentran desde sillas de terraza o playa, herrajes, cancelería, muebles, entre otras.

Las siguientes tablas presentan las propiedades y características del Aluminio 6063 (tablas 15-18) por las cuales se seleccionó para el desarrollo del dispositivo de la presente tesis tomando en cuenta las necesidades del usuario así mismo las aptitudes tecnológicas que presenta dicha aleación (Tabla 19).

La Tabla 13 muestra el tipo de tratamiento que se le realizó al Aluminio debido a que puede recibir distintos tipos de tratamiento (estados), en este caso es un T-5 el cual se caracteriza por ser un material templado por tratamiento térmico, enfriado al aire después de extrudirse y envejecido artificialmente. Haciendo mayor énfasis el Aluminio brinda muy buena resistencia mecánica y así mismo es ligero; entre otros aspectos.

| TRATAMIENTO DEL ALUMINIO | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| ESTADO | Tratamiento de puesta en solución T°C | Medio de temple | Mantenimiento a T°C en horas |
| T5 | 530°C | Aire forzado | 8 horas a 175°C |

Tabla 15. Tratamiento del Aluminio.

| PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS (T= 20°C) | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Estado | Características a la tracción | | | Límite a la fatiga N/mm2 | Resistencia a la cizalladura T N/mm2 | Dureza Brinell (HB) |
| | Carga de rotura Rm. N/mm2 | Límite elástico Rp 0,2, N/mm2 | Alargamiento A 5,65% | | | |
| T5 | 215 | 175 | 14 | 150 | 135 | 60 |

Tabla 16. Propiedades mecánicas típicas (T=20°C).

| PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS (T=20 °C) | | | | | | |
|--|-----------------------|------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Módulo elástico N/mm2 | Peso específico g/cm3 | Intervalo de fusión °C | Coefficiente de dilatación lineal 1/10 6 K | Conductividad térmica W/m K | Resistividad eléctrica a 20°C - μΩ cm | Conductividad eléctrica %IACS |
| 69,500 | 2.7 | 615-655 | 23.5 | T5-209 | T5-3.1 | T5-55.5 |

Tabla 17. Propiedades físicas típicas (T=20°C).

| CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS A DIFERENTES TEMPERATURAS | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Estado | +25°C | | | +100°C | | |
| | Rm | Rp 0.2 | A 5.65 | Rm | Rp 0.2 | A 5.65 |
| T5 | 185 | 145 | 22 | 165 | 140 | 18 |
| | +150°C | | | +205°C | | |
| | Rm | Rp 0.2 | A 5.65 | Rm | Rp 0.2 | A 5.65 |
| | 140 | 125 | 20 | 60 | 45 | 40 |

Tabla 18. Características mecánicas a diferentes temperaturas.

| PROPIEDADES TECNOLÓGICAS | | |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|
| PROCESO | | CLASIFICACIÓN |
| SOLDADURA | A LA LLAMA | |
| | AL ARCO BAJO GAS ARGÓN | |
| | POR RESISTENCIA ELÉCTRICA | |
| | BRASEADO | |
| RESISTENCIA A LA CORROSIÓN | AMBIENTE RURAL | |
| | AMBIENTE INDUSTRIAL | |
| | AMBIENTE MARINO | |
| ANODIZADO | PROTECCIÓN | |
| | DECORATIVO (BRILLANTE) | |
| | DURO | |
| RECUBRIMIENTO | LACADO | |
| | GALVANIZADO | |
| | NÍQUEL QUÍMICO | |
| MECANIZACIÓN | FRAGMENTACIÓN DE LA VIRUTA | |
| | BRILLO SUPERFICIAL | |

| | |
|--|---------------------|
| | MUY BUENA |
| | BUENA |
| | REGULAR |
| | MALA, EVITAR |

Tabla 19. Aptitudes tecnológicas del Aluminio 6063.

| Tubo Aluminio Redondo | | | | |
|-----------------------|------|---------------|-------|-------|
| Aleación 6063 T-5 | | | | |
| Diámetro | | Espesor pared | | Peso |
| mm | in | mm | in | Kg/m |
| 19.05 | 0.75 | 2.87 | 0.113 | 0.582 |

Tabla 20. Características geométricas del tubo de Aluminio 6063 T-5.

Tapa y asiento de excusado.

La tapa de asiento se decidió comprarse ya fabricado debido a que las siguientes características:

1. Bisagras giratorias para desmontar el asiento que facilita la limpieza y reemplazo.
2. Los pernos permanecen fijos al WC.
3. Cierre lento y silencioso, eliminando golpes y dedos atrapados.
4. Ajuste permanente del asiento.
5. Plástico resistente a desportilladuras, desgaste y manchas.
6. Fácil de limpiar, sólo utilizando un trapo húmedo con detergente suave.
7. Instalación simple



Tomado de: <http://www.bemisdemexico.com/asientos-sanitarios/innovaciones>

El listado de características anteriores son tomadas directo del fabricante (BEMIS, 2015).

Asiento para la estructura (silla)

El POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) es un material termoplástico parcialmente amorfo y parcialmente cristalino. Presenta mejores propiedades mecánicas (rigidez, dureza y resistencia a la tensión) y mejor resistencia química y térmica que el polietileno de baja densidad, debido a su mayor densidad. Además es resistente a las bajas temperaturas, impermeable, inerte, no tóxico, resistente al impacto y a la abrasión. Sus características se presentan en la siguiente tabla.

| PROPIEDADES FÍSICAS | | PROPIEDADES MECÁNICAS | |
|---|----------------------|---|---------|
| Absorción de agua en 24h (%) | < 0,01 | Módulo elástico E (N/mm ²) | 1000 |
| Densidad (g/cm ³) | 0,94-0,97 | Coefficiente de fricción | 0,29 |
| Índice refractivo | 1,54 | Módulo de tracción (GPa) | 0,5-1,2 |
| Resistencia a la radiación | Aceptable | Relación de Poisson | 0,46 |
| Resistencia al ultra-violeta | Mala | Resistencia a tracción (MPa) | 15-40 |
| Coefficiente de expansión lineal (K ⁻¹) | 2 x 10 ⁻⁴ | Esfuerzo de rotura (N/mm ²) | 20-30 |
| Grado de cristalinidad (%) | 60-80 | Elongación a ruptura (%) | 12 |

| PROPIEDADES TÉRMICAS | |
|--|-----------|
| Calor específico (J K ⁻¹ Kg ⁻¹) | 1900 |
| Coefficiente de expansión (x 10 ⁶ K ⁻¹) | 100-200 |
| Conductividad térmica a 23 °C (W/mK) | 0,45-0,52 |
| Temperatura máxima de utilización (°C) | 55-120 |
| Temperatura de reblandecimiento (°C) | 140 |
| Temperatura de cristalización (°C) | 130-135 |

Tabla 22. Propiedades del HDPE

Prototipo rápido (maquetas)

Se utilizan para la representación del producto y para visualizar aspectos estéticos y funcionales del equipo. En este apartado se decidió realizar prototipos rápidos de la estructura del dispositivo para validar cuál será la mejor estructura, dichos prototipos fueron realizados a base de popotes y alambre de aluminio con la finalidad de tener una representación a escala del dispositivo; a continuación se muestran las fotografías de dichas maquetas.



Figura 36. Prototipo 1 vista frontal.



Figura 37. Prototipo 2 vista frontal.



Figura 38. Prototipo 3 vista frontal.



Figura 39. Prototipo 1 vista lateral.



Figura 40. Prototipo 2 vista lateral.



Figura 41. Prototipo 3 vista lateral.



Figura 42. Prototipo 1 vista isométrica.



Figura 43. Prototipo 2 vista isométrica.



Figura 44. Prototipo 3 vista isométrica.

Después de realizar dichos prototipos se prosiguió a evaluar cada uno de estos respecto al número de elementos que conformaban la estructura, elementos de soporte, elementos de reposapiés así como de reposabrazos.

La discriminación entre las posibles estructuras se realizó dependiendo del número de elementos que las componían existiendo así un empate en ponderación entre el prototipo 2 y prototipo 3; la Tabla 23 muestra los resultados de dicho análisis, por lo que se entrevistó a un “maestro herrero y doblador de tubos” para determinar que estructura de entre las empatadas presentaba una mayor facilidad de manufactura; resultando así el PROTOTIPO 3 como la mejor estructura para su realización.

| ELEMENTO A EVALUAR | PROTOTIPO 1 | PROTOTIPO 2 | PROTOTIPO 3 |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| No. ESTRUCTURAS | 3 | 3 | 2 |
| No. SOPORTES | 4 | 2 | 3 |
| No. PIEZAS REPOSAPIES | 3 | 1 | 1 |
| No. PIEZAS REPOSABRAZOS | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 11 | 7 | 7 |

Tabla 23. Evaluación de estructuras para el dispositivo final

Diseño Asistido por Computadora

El Diseño Asistido por Computadora (CAD) sirvió para establecer la configuración que tendrá el dispositivo desarrollado en la presente tesis ya que este método permite ordenar y procesar la información relativa a las características del dispositivo.

A continuación se presentarán los diagramas realizados en CATIA V5® divididos de acuerdo a cada sistema con el que contará el dispositivo y por último se mostrará un diagrama final donde se encontrarán ensamblados cada uno de los sistemas para conformar dicho dispositivo.

Sistema Reposabrazos

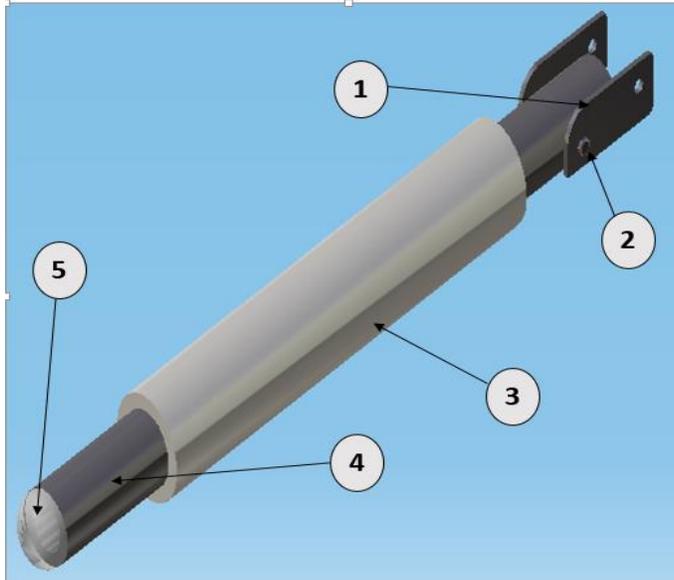


Diagrama 2. Sistema reposabrazos y componentes.

Componentes

1. Soporte para mecanismo móvil.
2. Perno de 5 mm de diámetro.
3. Recubrimiento de Foami para reposabrazos.
4. Tubo de aluminio de 1" de diámetro para reposabrazos.
5. Regatón.

Sistema Reposapiés

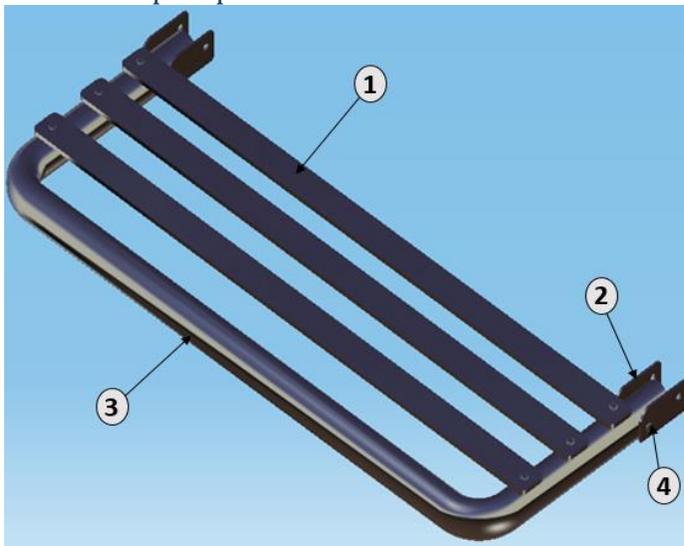


Diagrama 3. Sistema reposapiés y componentes.

Componentes

1. Soleras de aluminio de 1" de ancho y 6 mm de espesor para soportes de reposapiés.
2. Soporte para mecanismo móvil.
3. Estructura tubular de aluminio para el reposapiés de $\frac{3}{4}$ " de diámetro.
4. Perno de 5 mm de diámetro.

Sistema Estructura Asiento

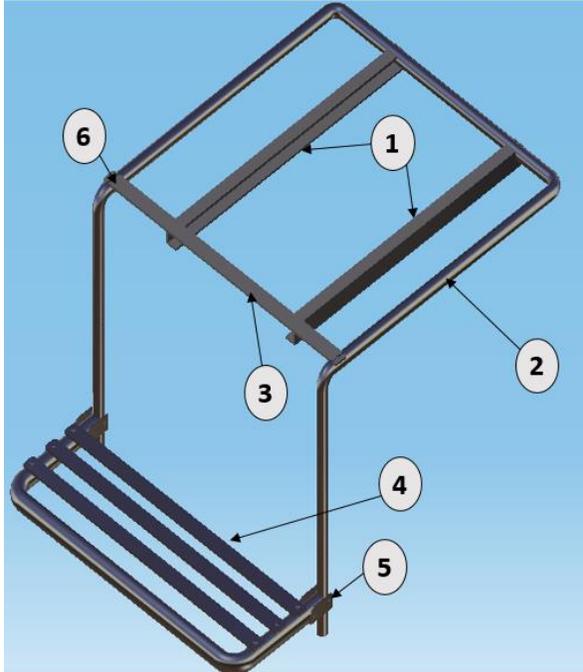


Diagrama 4. Estructura asiento y componentes.

Componentes

1. Rieles de aluminio de 1" de ancho.
2. Estructura tubular de aluminio de $\frac{3}{4}$ " de diámetro para el asiento .
3. Solera de aluminio de 1" de ancho y 6 mm de espesor para soportes frontal.
4. Sistema de reposapiés
5. Perno de 5 mm de diámetro para la unión del sistema reposapiés y la estructura asiento.
6. Remaches POP de $\frac{1}{2}$ " de longitud.

Sistema Estructura Respaldo

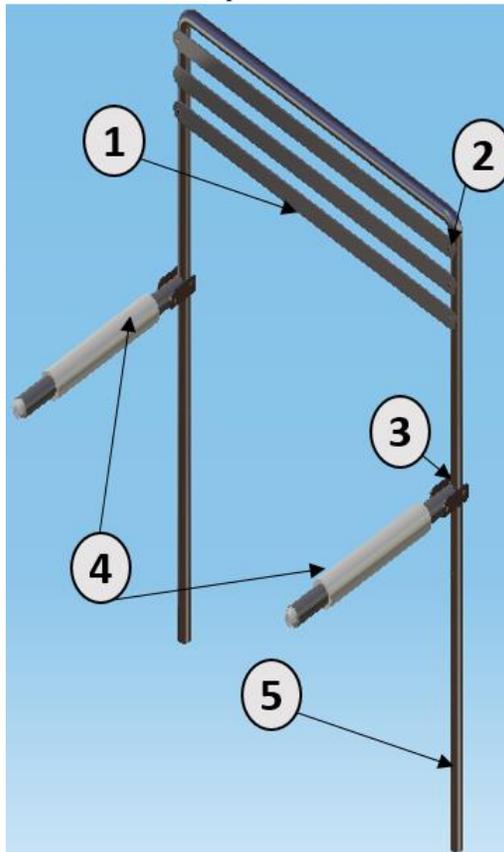


Diagrama 5. Estructura respaldo y componentes.

Componentes

1. Soleras de aluminio de 1" de ancho y 6 mm de espesor para soportes del respaldo.
2. Remaches POP de $\frac{1}{2}$ " de longitud.
3. Perno de 5 mm de diámetro para unir el sistema de reposabrazos y la estructura del respaldo.
4. Sistemas de reposabrazos.
5. Estructura tubular de aluminio para el respaldo de $\frac{3}{4}$ " de diámetro.

Modelo final en CAD

El modelo final se muestra en los siguientes diagramas, sin antes mencionar que se mencionarán los sistemas que componen dicho modelo para su mayor comprensión; también la tapa de inodoro no sé diseño en CAD para que esta puede tener la versatilidad de elegirse en diferentes tamaños y formas.

Sistemas que componen el modelo final

1. Sistema Estructura Respaldo.
2. Base para recipiente de desechos.
3. Sistema Reposabrazos.
4. Recipiente de desechos.
5. Sistema Estructura Asiento.
6. Sistema Reposapiés.
7. Placas de polietileno de alta densidad (HDPE).

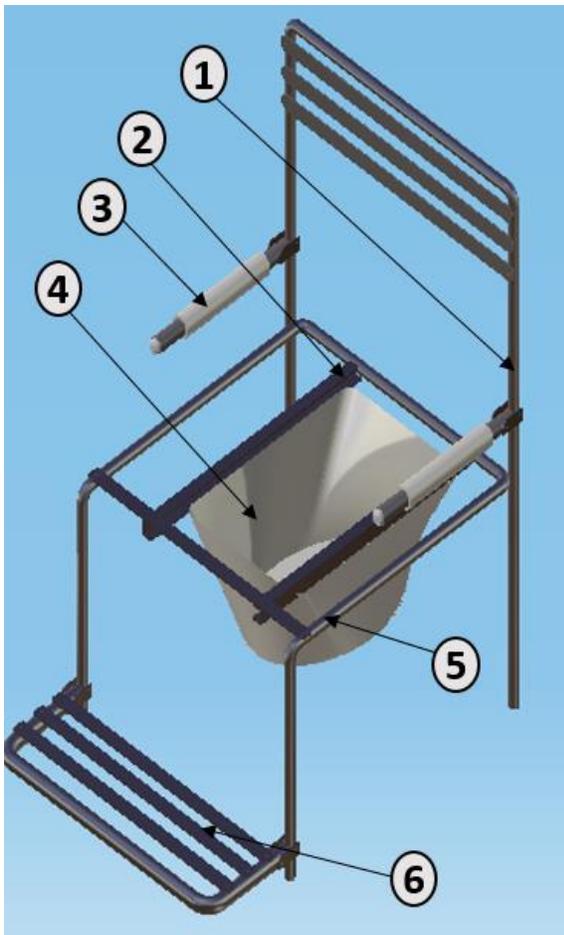


Diagrama 6. Ensamble final antes de colocar las bases de HDPE.



Diagrama 7. Ensamble final del dispositivo en CAD.

Cabe mencionar que el sistema de ruedas y frenado fue agregado posteriormente debido a condiciones personales del usuario, por esta razón no aparece en este modelo.

Pruebas de concepto

Las pruebas realizadas a cada concepto son para evaluar su funcionamiento y viabilidad para manufacturar; dichos resultados se presentan a continuación en cada elemento.

Reposabrazos

El concepto de reposabrazos móvil abatible se prosiguió a realizar mediante los siguientes elementos:



Figura 45. Ruedas para sillas.



Figura 46. Tornillos y tuercas.

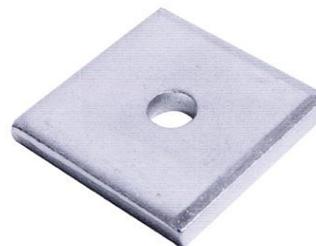
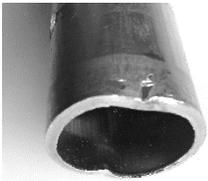
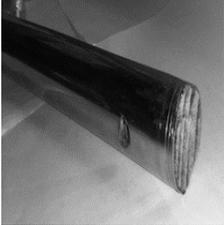


Figura 47. Placa de metal.

Utilizando los elementos anteriores se construyó el mecanismo que brindaría la movilidad al reposabrazos, ocupando únicamente la estructura externa de la rueda para sillas, eliminando el perno posterior y frontal; sustituyéndolos por tornillos y colocando otro a manera de frenar el movimiento, los cambios anteriores se propusieron debido a que en la construcción se presentaron algunos inconvenientes que se muestran en las siguientes figuras:

| Fenómeno observado y consecuencia | | Solución propuesta y validada | |
|--|--|--|---|
| El perno posterior sufrió flexión respecto al ángulo recto que formaba con la estructura de la rueda de sillas cuando se aplicó una carga al reposabrazos. |  <p>Figura 48. Flexión del perno posterior.</p> | Se sustituyó el perno por un tornillo y tuerca. |  <p>Figura 49. Sustitución tornillo.</p> |
| El tornillo colocado como "tope" o freno de movimiento; al aplicar una carga ocasionó una compresión en la pared del tubo que hacia contacto con este. |  <p>Figura 50. Compresión de tubo.</p> | Se colocó 25 mm de material sólido en la parte interna del tubo donde se realiza el contacto con el freno. |  <p>Figura 51. Barra sólida interna.</p> |

La sujeción en la parte posterior de la silla realizada por una tuerca ocasiono que al aplicar una carga, dicha estructura se hundiera.

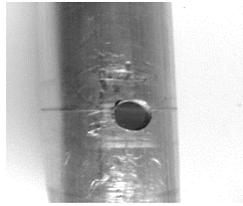


Figura 52. Hundimiento estructura.

Se colocó una lámina en la parte trasera a manera de rondana para después fijar la tuerca.



Figura 53. Lámina tipo rondana.

El mecanismo final para el reposabrazos se muestra a continuación:



Figura 54. Reposabrazos con mecanismo vista lateral

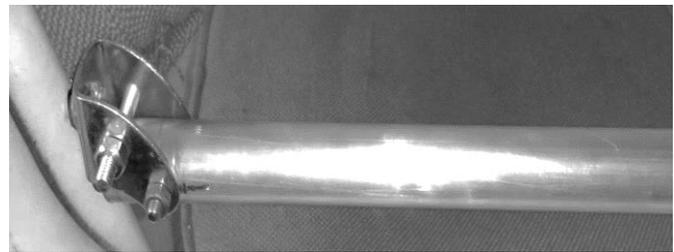


Figura 55. Vista lateral mecanismo reposabrazos

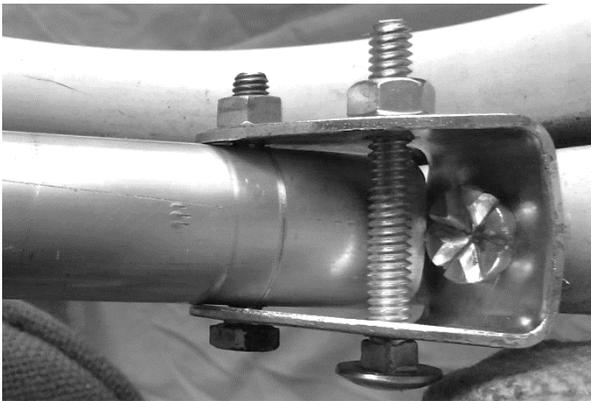


Figura 56. Vista superior mecanismo reposabrazos

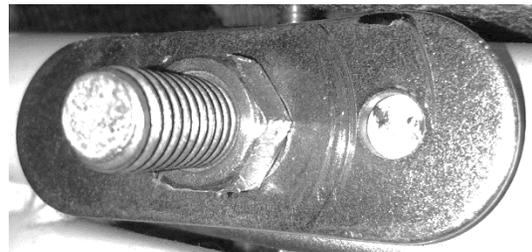


Figura 57. Vista posterior sujetador mecanismo

Soldadura

Se realizó una prueba para soldar Aluminio utilizando un electrodo AW 2201 E 4043 ya que para las uniones de la estructura del dispositivo así como para fijar los mecanismos para el reposapiés y reposabrazos se pretende que sea por medio de soldadura.

Durante la prueba se siguieron las indicaciones que se mencionan en la ficha técnica del electrodo para su correcto soldado (CD, 70-100 [A]); pero durante dicha prueba ocurrieron los siguientes fenómenos con la intensidad de corriente mencionada se fundió una parte del tubo de Aluminio y con la intensidad de corriente baja logró realizarse un cordón de soldadura siendo la unión débil; en las Figuras 58 y 59 se muestran los fenómenos antes descritos.

Se realizarán pruebas posteriores ya que con base en la práctica de soldadura se puede llegar a un mejor resultado así como se proseguirá a bajar la intensidad de corriente para lograr una mejor unión por soldadura.

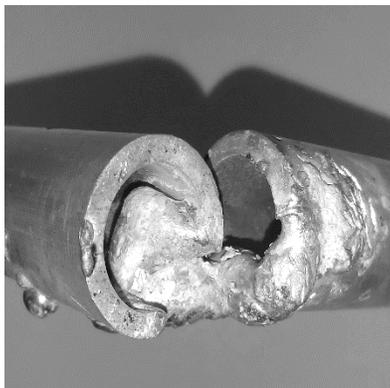


Figura 58. Fundición del tubo de Aluminio 100[A]



Figura 59. Cordón de soldadura 70[A]

Asiento

Previo al establecimiento del asiento se cortó cartón de 10 [mm] de espesor, en forma de la placa de asiento para establecer cómo sería la configuración de dicho elemento, a continuación se presentan 3 casos:

1. Si el asiento y tapa de WC quedaría superpuesto sobre la placa de HDPE que tendría la perforación de evacuación.
2. Si se realizaría un corte más amplio en la placa para que el asiento y tapa de WC quedarán al mismo nivel que placa brindando una superficie uniforme entre el asiento de WC y la placa de HDPE.
3. Si existiría una segunda placa de HDPE la cual tendría el corte mencionado en el caso 2 y su colocación sería sobre la primera placa con la perforación para evacuar.

Manufactura

Se utilizaron diferentes procesos de manufactura para el desarrollo del dispositivo de la presente tesis que a continuación se mencionan:

Doblado de tubos

Para lograr un diseño uniforme se decidió asistir a un dobladora especializada para que el tubo (Aluminio 6063 T-52 IPS, Diámetro $\frac{3}{4}$ ") tuviese la forma de silla deseada como se muestra en las siguientes figuras; el diámetro del doblado es de 70 [mm] ya que la máquina solo podía realizar ese tipo de dobléz.



Figura 60. Estructura respaldo y respaldo

Corte láser

Se recurrió a cortadora láser para obtener la perforación para evacuar (elipse) y los cortes de las esquinas "chaflanes" ya que al ser una placa de HDPE de 10 [mm] era más viable cortarlo con dicha tecnología debido al tipo de acabado que brinda (más liso) y la precisión de la forma. A continuación se muestra el resultado.



Figura 61. Placa asiento inferior

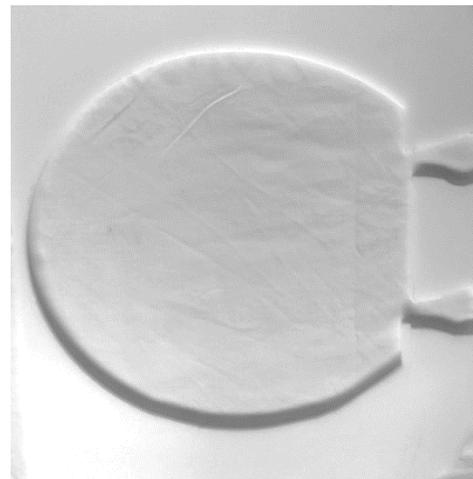


Figura 62. Placa asiento superior

Uniones

Para las uniones tanto de estructuras como de elementos accesorios se utilizaron formas diferentes:

a. Remaches

Debido a que el proceso de soldadura de Aluminio presentó dificultades durante su ejecución se optó realizar las uniones mediante Remaches Pop y ángulos (90°) de Aluminio; los remaches utilizados tienen un diámetro de 3 [mm] y largo de 10 [mm].

b. Tornillos

En la realización de los mecanismos para reposapiés, reposabrazos y en la unión de la placa de asiento a la estructura del asiento; se hicieron barrenos para el ingreso de tornillos de $\frac{3}{4}$ " de largo.

Escuadra de aluminio

Realizando la unión del reposabrazos a la estructura completa se percató que existía la generación de un Momento debido a la aplicación de la fuerza a la hora de apoyarse durante la acción de sentarse y al levantarse del dispositivo por lo que se tomó la decisión de darle mayor estabilidad y casi anular este fenómeno agregando una escuadra de aluminio que uniría más firmemente a la estructura del asiento y el respaldo.

Estructura para recipiente

Utilizando ángulos de Aluminio en forma de "L", 90° de ángulo, 1" de ancho y 3 [mm] de espesor, después se prosiguió a la conformación de la estructura donde se colocaría y desplazaría el recipiente para los desechos; al igual se necesitó de una solera de aluminio de 1" de ancho para la parte frontal. El proceso de unión de esta a la estructura del asiento fue por medio de remaches logrando así formar una estructura tipo "RIEL o CANALETA".



Figura 63. Ángulos de aluminio "L"

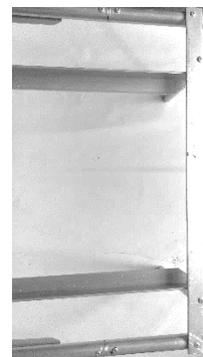


Figura 64. Estructura para recipiente

Tuercas

Las tuercas de seguridad se emplearon para impedir la movilidad y desplazamiento de los tornillos y tuercas convencionales ya que las primeras poseen un polímero en la parte final del roscado que impide el movimiento de la tuerca.



Figura 65. Tuercas de seguridad

Se utilizaron tuercas de bellota para la fijación de los tornillos en los mecanismos de reposabrazos y reposapiés ya que brindan una apariencia más estética a diferencia de las estándar.



Figura 66. Tuercas de bellota

Ruedas

Se optó por utilizar ruedas de goma para evitar que se deslicen, su diámetro es de 3", dos de ellas cuentan con freno que irán en la parte posterior del dispositivo y las otras irán en la parte frontal sin freno. En la base superior de estas se soldó un tornillo de alta resistencia de 5/8" de espesor por 1 1/2" de largo para fijar a las patas del dispositivo.



Figura 67. Rueda izquierda sin freno y Rueda derecha con freno.

SISTEMAS DEL MODELO FUNCIONAL DEL DISPOSITIVO PARA EVACUAR

Modelos funcionales

Están orientados a demostrar un principio básico de operación y generalmente son muy rústicos.

Prototipos

Son modelos muy importantes, puesto que en ello se prueba el producto bajo condiciones de operación. Aun así, estos modelos están ensamblados y ajustados de manera artesanal para su operación, están orientados a proveer información acerca del desempeño del producto como *sistema tecnológico*.

A continuación se presenta una serie de imágenes del **modelo funcional** del dispositivo para evacuar desarrollado en la presente tesis

Estructura

La estructura en general fue fabricada en tubo de Aluminio $\frac{3}{4}$ " de diámetro exterior, tubo de 1" de diámetro exterior para los reposabrazos, soleras de 1" para bases de contacto y ángulos de 1" para la base de recipiente.

En las siguientes figuras se muestran las diferentes vistas del dispositivo.



Figura 68. Vista superior del dispositivo



Figura 69. Vista posterior del dispositivo



Figura 70. Vista frontal del dispositivo



Figura 71. Vista lateral del dispositivo

Reposabrazos



Figura 72. Vista lateral del reposabrazos

El reposabrazos se fabricó con tubo de 1", al que se le insertó en la parte interna una barra de aluminio para evitar la pérdida de la forma al estar en contacto con el "tope" de movimiento; en la parte terminal se colocaron regatones de plástico para cerrar el orificio del tubo.

Reposapiés

La estructura del reposapiés se realizó mediante un tubo de $\frac{3}{4}$ " doblado en forma de "U", utilizando el mismo mecanismo abatible que para el reposabrazos y para el área de contacto de los pies se ocuparon soleras de aluminio.



Figura 73. Vista superior del reposapiés

Base para recipiente



Figura 74. Vista superior de la base para recipiente

Se construyó de tal manera que la forma deseada fuese un "riel o canaleta" para que dentro de este se deslice el recipiente de desechos.

Placas para asiento

Se fabricaron dos bases de asiento de HDPE debido a que sólo así se obtenía una superficie firme al momento de sentarse y se evitaba una flexión mayor en el material. Cada base recibió cortes diferentes debido a su función; la superior tendría contenida a la tapa de inodoro mientras la inferior la perforación para desechos.



Figura 75. Placa de HDPE superior



Figura 76. Placa de HDPE inferior

Recipiente para desechos

El recipiente para desechos cuenta con una capacidad de 14 litros y está fabricado en polipropileno usado en la mayoría de los recipientes para sopas de deli, jarabes y yogur, popotes y otros recipientes de plástico opaco, incluyendo biberones. Posee con grado higiénico y se decidió por este modelo (tipo palangana) debido a la forma similar con la de un excusado.



Figura 77. Recipiente para desechos

Teniendo la estructura del dispositivo y los elementos necesarios para el ensamble final se realizaron las mediciones pertinentes para establecer así las especificaciones finales del modelo funcional; dichas especificaciones se encuentran en la siguiente tabla.

| MÉTRICA | UNIDAD | VALOR |
|--------------------------------|--------|---------|
| ANCHO TOTAL SILLA | mm | 510 |
| ALTURA TOTAL SILLA | mm | 940 |
| PROFUNDIDAD TOTAL SILLA | mm | 715 |
| ANCHO DEL ASIENTO | mm | 500 |
| ALTURA DEL ASIENTO | mm | 510 |
| PROFUNDIDAD DEL ASIENTO | mm | 510 |
| ANCHO DE RESPALDO | mm | 515-540 |
| ALTURA RESPALDO | mm | 430 |
| LONGITUD REPOSABRAZOS | mm | 315 |
| ALTURA REPOSABRAZOS | mm | 185-210 |
| ANCHURA ENTRE BRAZOS | mm | 500 |
| LONGITUD REPOSAPIÉS | mm | 500 |
| ANCHO DE REPOSAPIÉS | mm | 190 |
| DISTANCIA ASIENTO A REPOSAPIÉS | mm | 345 |
| PROFUNDIDAD DE RECIPIENTE | mm | 175 |
| CAPACIDAD DE RECIPIENTE | litros | 14 |
| CARGA SOPORTADA | Kg | 100 |
| PESO SILLA | Kg | 7 |

Tabla 24. Especificaciones finales del modelo funcional.

Ensamblando cada componente se obtiene el modelo funcional del dispositivo para evacuar que se ha desarrollado tal como se muestra en las siguientes figuras.

MODELO FUNCIONAL DEL DISPOSITIVO PARA USUARIO CON PIE EQUINO VARO QUE LE PERMITA USAR EL EXCUSADO.



Figura 78. Vista isométrica del dispositivo para evacuar



Figura 79. Vista lateral del dispositivo para evacuar



Figura 80. Vista superior del dispositivo para evacuar



Figura 81. Vista frontal del dispositivo para evacuar

TEORÍA DE FALLAS

Árbol de fallas

El método de análisis del "Árbol de Fallos" (FTA: Fault Tree Analysis) (en esta NTP hablamos de "Árbol de fallos y errores" para permitir diferenciar terminológicamente los fallos de los componentes de las instalaciones de los errores en el comportamiento humano) fue concebido y utilizado por vez primera en 1962 por H. A. Watson, de Bell Telephone Laboratories, en relación con un contrato de Air Force para evaluar las condiciones de seguridad de los sistemas de tiro de los misiles ICBM Minuteman (Piqué y Cejalvo, 199).

Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos.

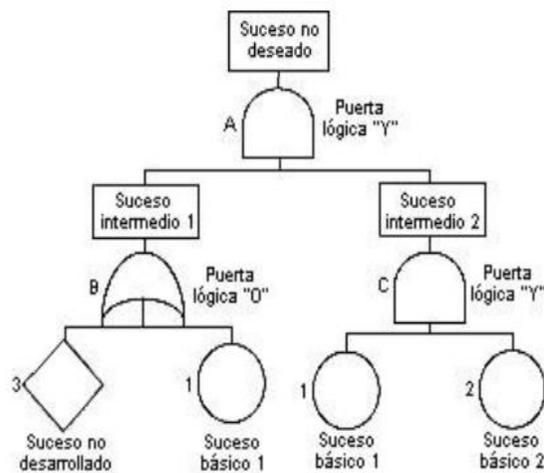


Figura 82. Representación gráfica del árbol de fallos

Tomado de: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_333.pdf

Utilizando dicho método se analizaron los posibles fallos que presentaría el dispositivo para evacuar, el resultado se muestra en los Diagramas 8 y 9.

El primer árbol de fallos presentado por el Diagrama 1 representa el suceso no deseado para el uso del dispositivo para evacuar por parte del usuario; del cual se desglosan dos ramas principales que tienen que ver con el no funcionamiento del dispositivo y el rechazo a utilizarlo por parte del usuario. Sucesivamente se establecieron las posibles causas o eventos intermedios los cuales aparecen en rectángulos para después ir descendiendo en orden jerárquico y culminar con los eventos básicos que fueron claramente identificados ya que estos pueden generar las situaciones que unidas llevan a la aparición del suceso no deseado.

En el Diagrama 2 se muestra el desglose del evento intermedio "Falla la estructura" de la cual se desprenden sucesos intermedios o inmediatos como son la Falla en la estructura asiento, respaldo y la unión entre ambas; para después presentar una serie de eventos de cada parte del sistema del dispositivo para evacuar (reposapiés, reposabrazos, asiento, tapa inodoro y llantas) y así obtener los sucesos básicos que se deben evitar tal como se mencionó en el párrafo anterior.

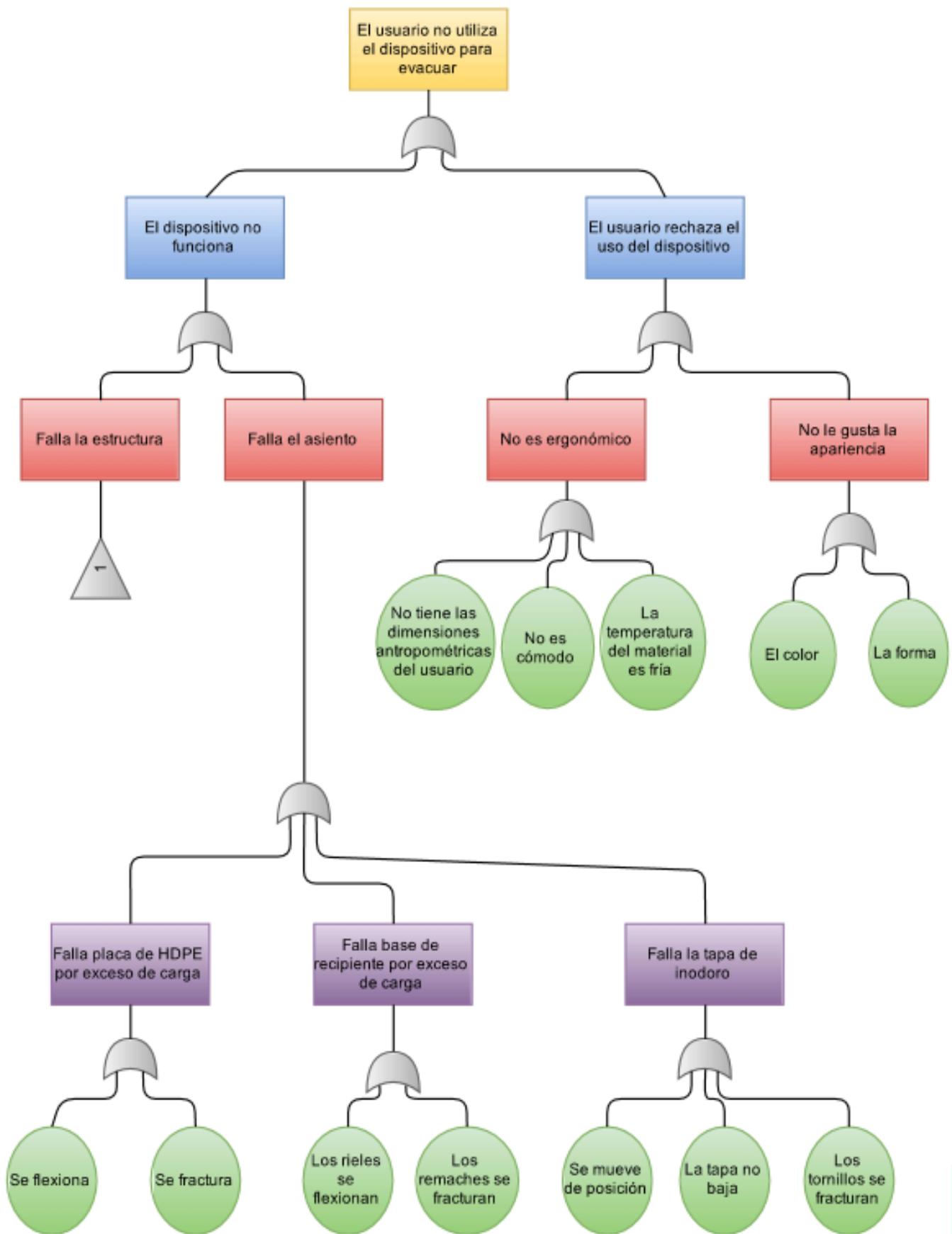


Diagrama 8. Árbol de fallos principal

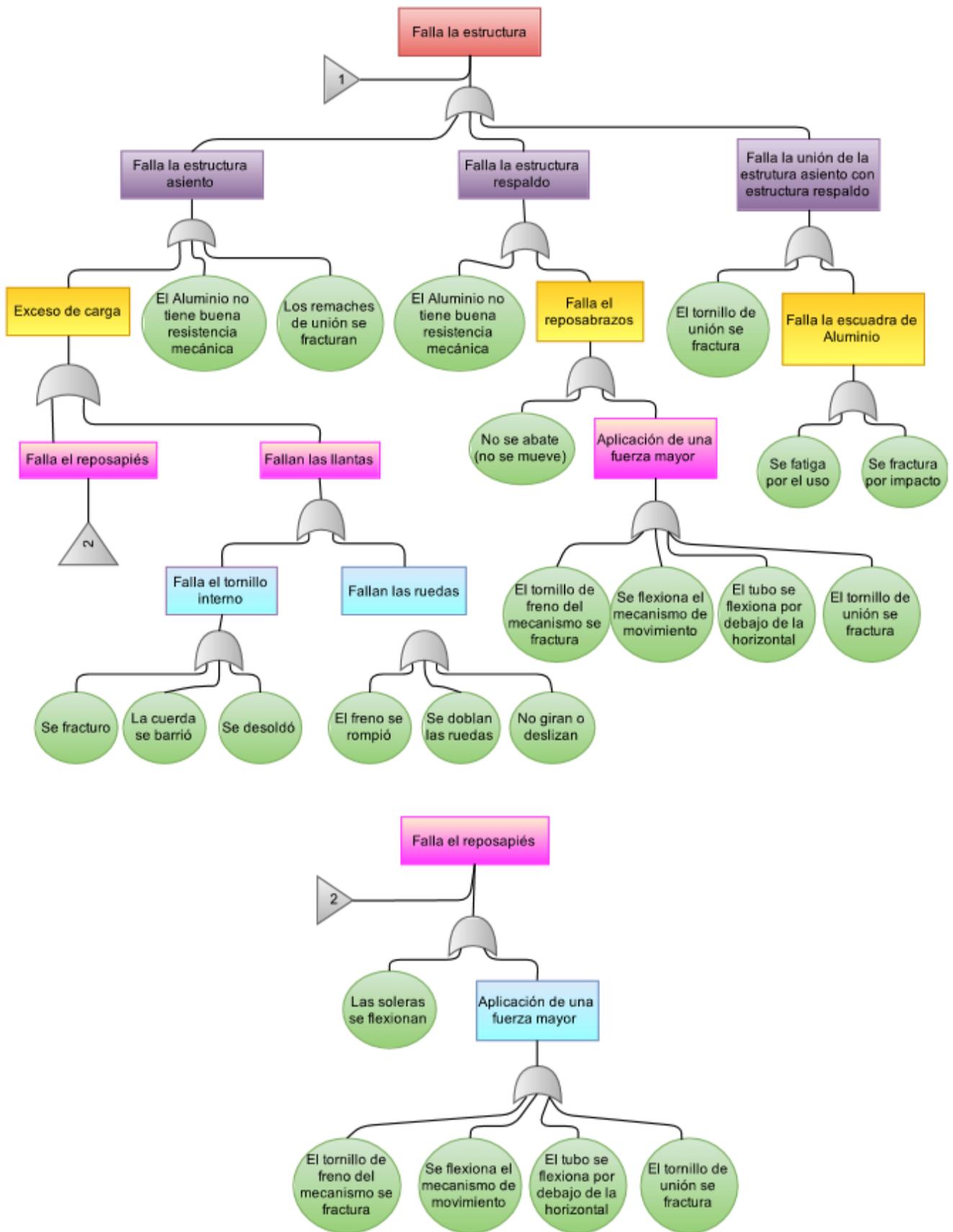


Diagrama 9. Árbol de fallos secundario.

PRUEBAS POR EL USUARIO

En esta etapa se llevó el modelo funcional con el usuario para la realización de pruebas y validación de sistemas del mismo dispositivo, es decir, que el usuario utilizara el dispositivo como parte de su vida cotidiana, durante un período de tiempo de 30 días; a partir del 14 de marzo de 2016 y hasta el 14 de abril de 2016. Al término de este período se procedió a una evaluación del dispositivo mediante dos maneras:

- a) **Observación del dispositivo.**
- b) **Realización de encuesta y entrevista de satisfacción del dispositivo**

En el inciso a) se observaron los diferentes sistemas del dispositivo (después del período de uso) y mediante fotografías se analizaron los fenómenos ocurridos en el mismo, a continuación se presentan dichas observaciones.

Se comprobó mediante la observación y pruebas al dispositivo que los sistemas funcionan correctamente es decir, el reposabrazos móvil opera con normalidad (Figura 82 y 83), el único defecto se encuentra en su recubrimiento de Foami ya que se ensucia fácilmente (Figura 84), la anchura entre codos es adecuada para el usuario final así como su altura (Figura 85); se aprecia claramente que el dispositivo se encuentra sin limpieza realizada por el usuario secundario (Figura 86); siguiendo con el reposapiés este funciona correctamente (Figura 87 y 88), se puede observar que dicho elemento fue construido tomando en cuenta la antropometría del usuario principal ya que los pies del usuario realizan contacto con la superficie del mismo (Figura 89); el sistema de frenado funciona correctamente (Figura 90) y cuando el dispositivo es utilizado como asiento de baño el agua entra en contacto con dicha base; la tapa de inodoro no presenta problemas para abrir o cerrar y para finalizar la estructura soporta completamente la carga del usuario (Figura 91 y 92) así como es adaptable al excusado (quitando el recipiente debajo del dispositivo) que tienen los usuarios en casa (Figura 93).



Figura 82. Funcionamiento del reposabrazos.



Figura 83. Funcionamiento del reposabrazos.



Figura 84. Suciedad en recubrimiento de Foami.



Figura 85. Anchura de codos adecuada al usuario principal.



Figura 86. Dispositivo sin limpieza por parte de los usuarios.



Figura 87. Funcionamiento del reposapiés.



Figura 88. Funcionamiento del reposapiés.



Figura 89. Contacto entre la superficie del reposapiés y los pies del usuario principal.



Figura 90. Ruedas.



Figura 91. El dispositivo soporta la carga del usuario principal.



Figura 92. El dispositivo soporta la carga del usuario principal.



Figura 93. Adaptación del dispositivo al excusado estándar.

En este inciso b) mediante la realización de encuestas de satisfacción, todas las preguntas fueron formuladas a partir de los requerimientos establecidos por el usuario (tabla 3) principal y secundario (persona que está a cargo de los cuidados del usuario principal); para conocer si el dispositivo cumplía o no dichos requerimientos así como si cumplía con la necesidad objetivo a satisfacer.

Los resultados de dichas encuestas se muestran a continuación en la Encuesta 1 y Encuesta 2 realizadas al usuario principal y usuario secundario respectivamente.

Durante la realización de dichas encuestas, se realizaron algunas preguntas a modo de entrevista y así indagar más sobre el uso dado al dispositivo por parte de los usuarios:

I. ¿El dispositivo lo mueven al lugar donde se encuentra el usuario principal cuando este lo requiere?

No, porque no le gusta a mi mamá ni a mí (usuario secundario) que ella se encuentre realizando sus necesidades en el cuarto así que preferimos tener la silla (dispositivo) en el baño y mejor cargarla cuando no los pide.

II. ¿Utilizan el reposabrazos?

No lo utilizó (usuario principal) ya que tengo miedo a caerme y porque la cargamos (usuario secundario) para llevarla a la silla cuándo lo necesita y para cuando termina de utilizarla.

III. ¿Con qué instrumentos lavan el dispositivo?

La silla la lavo con detergente en polvo y una escoba.

IV. ¿Cuándo lavan el dispositivo?

Lavamos la silla cada que defeca es decir, aproximadamente cada semana.

| USUARIO PRINCIPAL | | | | |
|--|-------------------|------------|-----------------|----------------|
| PREGUNTAS | MUY EN DESACUERDO | DESACUERDO | DE ACUERDO | MUY DE ACUERDO |
| DISPOSITIVO | | | | |
| ¿LA SILLA ES LIGERA ? | | | | |
| ¿ES FÁCIL DE MOVER? | | | | |
| ¿ESTAS DEACUERDO QUE LA SILLA SEA MÓVIL? | | | | |
| ¿LOS REPOSABRAZOS SON ÚTILES? | | | | |
| ¿ESTA DE ACUERDO QUE LOS REPOSABRAZOS SEAN MÓVILES? | | | | |
| ¿ESTA EN UN LUGAR FIJO? | | | | |
| ¿LA SILLA ES FÁCIL DE LAVAR? | | | | |
| ¿LA SILLA ES FÁCIL DE USAR? | | | | |
| ¿LOS MATERIALES DE LA SILLA TE GUSTAN? | | | | |
| ¿LA ALTURA DE LA SILLA ES BUENA? | | | | |
| ¿PIENSAS QUE ES PESADA LA SILLA? | | | | |
| ¿TE GUSTA LA FORMA DE LA SILLA? | | | | |
| USUARIO | | | | |
| ¿ITZEL PIDES AYUDA PAR IR AL BAÑO? | SI | NO | ¿CUANTAS VECES? | 1 |
| ¿ITZEL TODAVIA TE CARGAN PARA IR AL BAÑO? | SI | NO | ¿CUANTAS VECES? | 2 |
| ¿ITZEL TE HAS CAIDO DE LA SILLA? | SI | NO | | |
| ¿ITZEL TE VAS DE LADO EN LA SILLA? | SI | NO | | |
| ¿ITZEL TE PUEDES LEVANTAR FÁCIL DE LA SILLA? | SI | NO | | |
| ESCRIBA SUS COMENTARIOS (SI LE GUSTA, SINO LE GUSTA, QUE LE CAMBIARIA) | | | | |
| <p>NO ME GUSTA EL REPOSABRAZOS MÓVIL POR MIEDO A CAERME, ME GUSTA PORQUE TENGO UN LUGAR PARA MI Y HACER DEL BAÑO, EL COLOR ME AGRADA, LA FORMA, EL TAMAÑO Y LA SEGURIDAD TAMBIÉN Y ME PUEDEN BAÑAR EN LA SILLA.</p> | | | | |

Encuesta 1. Encuesta de satisfacción realizada al usuario principal

| USUARIO SECUNDARIO | | | | |
|---|-------------------|------------|-----------------|----------------|
| PREGUNTAS | MUY EN DESACUERDO | DESACUERDO | DE ACUERDO | MUY DE ACUERDO |
| DISPOSITIVO | | | | |
| ¿LA SILLA ES LIGERA ? | | | | |
| ¿ES FÁCIL DE MOVER? | | | | |
| ¿ESTAS DE ACUERDO QUE LA SILLA SEA MÓVIL? | | | | |
| ¿LOS REPOSABRAZOS SON ÚTILES? | | | | |
| ¿ESTA DE ACUERDO QUE LOS REPOSABRAZOS SEAN MÓVILES? | | | | |
| ¿ESTA EN UN LUGAR FIJO? | | | | |
| ¿LA SILLA ES FÁCIL DE LAVAR? | | | | |
| ¿LA SILLA ES FÁCIL DE USAR? | | | | |
| ¿LOS MATERIALES DE LA SILLA TE GUSTAN? | | | | |
| ¿LA ALTURA DE LA SILLA ES BUENA? | | | | |
| ¿PIENSAS QUE ES PESADA LA SILLA? | | | | |
| ¿TE GUSTA LA FORMA DE LA SILLA? | | | | |
| USUARIO | | | | |
| ¿ITZEL PIDE AYUDA PAR IR AL BAÑO? | SI | NO | ¿CUANTAS VECES? | 2 |
| ¿A ITZEL TODAVIA LE CARGAN PARA IR AL BAÑO? | SI | NO | ¿CUANTAS VECES? | 2 |
| ¿ITZEL SE HA CAIDO DE LA SILLA? | SI | NO | | |
| ¿ITZEL SE VA DE LADO EN LA SILLA? | SI | NO | | |
| ¿ITZEL SE PUEDE LEVANTAR FÁCIL DE LA SILLA? | SI | NO | | |
| ESCRIBA SUS COMENTARIOS (SI LE GUSTA, SINO LE GUSTA, QUE LE CAMBIARIA) | | | | |
| <p>YO LE CAMBIARIA QUE TUVIERA COMO FRENOS PARA QUE NO SE MOVIERA TANTO PARA QUE NO SINTIERA QUE SE VAYA A CAER.</p> | | | | |

Encuesta 2. Encuesta de satisfacción realizada al usuario secundario.

El comentario del usuario secundario sobre el sistema de frenado es debido a que este no se encontró presente el día de la entrega del dispositivo y ninguna persona le comunicó la existencia de dicho sistema; se prosiguió a explicarle cómo funcionaba dicho sistema y estuvo de acuerdo en utilizarlo en ocasiones futuras.

Continuando con el análisis de dichas encuestas se hizo una comparación con los requerimientos ya que dicha encuesta surgió a partir de estos, para de esta forma medir la satisfacción de los mismos, a continuación se presenta la Tabla 25 en la que se realiza dicha comparación y la existencia o no de satisfacción evaluada por los usuarios.

El usuario principal aún continúa pidiendo ayuda para asistir al baño (sombreado en color amarillo dentro de la tabla) debido a que la movilidad dentro de su casa; la mantiene en situación de discapacidad es decir, no puede moverse libremente para ir en su silla de ruedas al baño debido a varios obstáculos como contenedores de agua en el pasillo, los acabados del piso y entre otros lo más importante es la decisión tanto de la madre como del usuario secundario al no querer que el dispositivo siendo móvil lo lleven hacia donde el usuario principal se encuentre y de esta forma pueda realizar la transferencia lateral como se mencionó en el marco teórico.

Los requerimientos sombreados en color verde dentro de la tabla hablan sobre la configuración del dispositivo (forma, tamaño, peso, el espacio que ocupa dentro del baño) así como la facilidad para ser utilizado; se puede observar que existe un 100 por ciento de satisfacción para ambos usuarios es decir, los requerimientos y necesidades se encuentran satisfechas por completo.

Siguiendo con el sombreado en color rosa se nota un 100 por ciento de satisfacción del usuario principal contra un 75 por ciento del usuario secundario, esto se debe a que en las necesidades 2, 7, 10 y 13 el usuario principal las percibe de forma indirecta es decir, no se encuentra involucrado en la totalidad de las actividades. El dispositivo se encuentra en un lugar aparentemente fijo pero debe ser movido cada que limpian el baño o cuando los demás integrantes de la familia se bañan (necesidad 2) y la ventaja es que el dispositivo se encuentra elaborado en una sola pieza es decir, el dispositivo es fijo en su construcción (necesidad 10) ; que la altura sea mayor a la del excusado estándar al usuario principal le es útil porque ya no se moja los pies como anteriormente sucedía pero el usuario secundario debido a su talla le complica las labores al momento de ayudar al usuario principal (necesidad 7); lo que respecta a la facilidad de limpieza (necesidad 13) el usuario principal no se involucra en esta actividad que corre a cargo completamente del usuario secundario por tanto su percepción de satisfacción es total mientras para el secundario no ya que el dispositivo en piezas es práctico para ser desmontado y lavado pero debido a que el secundario es joven y no debe tener la obligación y responsabilidad del principal, se le dificulta lavar el dispositivo por cuestiones de tiempo y esfuerzo perdido.

Para la necesidad 16 al usuario secundario le satisface por completo que los materiales del dispositivo sean metal y plásticos ya que para las tareas donde este se involucra le facilita de alguna forma su trabajo mientras que la percepción del principal cambia un poco ya que no le satisface por completo y esto es porque no conoce las ventajas de utilizar dichos materiales para el dispositivo respecto al uso que este tendría y el espacio en el que se encontraría ubicado.

| REQUERIMIENTOS | | | | |
|----------------|-------------|---------------------------------------|---|--|
| # NECESIDAD | IMPORTANCIA | NECESIDAD | PROCENTAJE SATISFACCION USUARIO PRINCIPAL | PROCENTAJE SATISFACCION USUARIO SECUNDARIO |
| 1 | 5 | QUE SEA LIGERO | 100 | 100 |
| 2 | 5 | QUE SEA FIJO | 100 | 75 |
| 3 | 4 | QUE SEA COMO UNA TASA DE BAÑO | 75 | 75 |
| 4 | 4 | QUE NO SEA TAN PESADO | 100 | 100 |
| 5 | 5 | QUE TENGA DONDE RECARGARSE | 75 | 75 |
| 6 | 5 | QUE SEA LOS MAS INDEPENDIENTE POSIBLE | 25 | 25 |
| 7 | 2 | QUE SEA MAS ALTO DE LA TASA NORMAL | 100 | 75 |
| 8 | 3 | QUE NO TENGA QUE PEDIR AYUDA | 25 | 25 |
| 9 | 5 | QUE YA NO ME CARGUEN | 25 | 25 |
| 10 | 5 | QUE ESTE EN UN LUGAR FIJO | 100 | 75 |
| 11 | 4 | QUE NO SE ESTE PONIENDO Y QUITANDO | 100 | 100 |
| 12 | 4 | QUE NO SE VAYA A CAER | 100 | 100 |
| 13 | 2 | QUE SEA FÁCIL DE LAVAR | 100 | 75 |
| 14 | 4 | QUE NO SE VAYA DE LADO | 100 | 100 |
| 15 | 2 | QUE SE PUEDA LEVANTAR FÁCIL | 100 | 100 |
| 16 | 1 | QUE SEA DE MATERIAL SIMILAR A UN WC | 75 | 100 |
| 17 | 2 | QUE TENGA SU PROPIO ESPACIO | 100 | 100 |
| 18 | 2 | QUE SEA FÁCIL DE USAR | 100 | 100 |
| 19 | 2 | QUE NO TENGA QUE CAMINAR | 100 | 100 |
| 20 | 4 | QUE SEA UNA SILLA | 100 | 100 |

Tabla 25. Comparación de requerimientos y porcentaje de satisfacción del usuario principal y usuario secundario.

En general se puede acordar que el cumplimiento de los requerimientos y la satisfacción de las necesidades es aceptable ya que se cumple de entre un 75 a 100 por ciento, lo único alarmante es la parte de brindar mayor independencia al usuario principal pero como en este caso la visión e ideología de los usuarios secundarios no lo permite, se convierte en un tema delicado a tratar respecto a la trasgresión a su vida cotidiana y forma de pensar.

CONCLUSIONES

La discapacidad en México es un problema que incluye a todos como ciudadanos y seres humanos ya que esta no se encuentra ligada únicamente a los padecimientos físicos, mentales y/o sensoriales de las personas sino también a las barreras físicas que obstaculizan el desarrollo pleno de la vida cotidiana de todas las personas; ejemplo el sistema de transporte dentro de la ciudad no cuenta con la accesibilidad necesaria para que todos puedan acceder a este, discapacitando aún más a ciertos grupos de habitantes; como adultos mayores, invidentes, embarazadas, personas con talla baja, personas con lesiones temporales, etc.

El problema realmente radica en que regularmente se asocia únicamente a la discapacidad con deficiencias físicas, mentales y/o sensoriales y la sociedad no muestra empatía por dicho sector al ser una minoría dentro de la población nacional.

Las necesidades del usuario de la presente tesis que padece pie equino varo, escoliosis, retraso mental, estrabismo entre otros debido a un nacimiento pretérmino a causa de una hipoxia antes de nacer; que se obtuvieron mediante entrevista y documentación gráfica para posteriormente ser presentada y analizada, determinando la necesidad de mayor importancia bajo la teoría de la pirámide de Maslow, el cubrir la necesidad fisiológica de evacuar o asistir al baño (movilidad).

Teniendo identificado el problema, posteriormente se acudió con los usuarios (principal y secundario) para establecer cuáles eran los requerimientos que querían para satisfacer dicha necesidad y como resultado de estos surge la propuesta de diseñar un dispositivo que ayude a un usuario con pie equino varo a tener un excusado para evacuar, siendo este el objetivo general de la presente tesis.

A partir de la interpretación ingenieril de los requerimientos así como de su jerarquización, se realizó un estudio de mercado (Benchmarking) para analizar la existencia o no de dispositivos similares en el mercado, ya que el usuario secundario menciona *“me gustaría que sea como una silla con baño”*; como resultado de este estudio se encontraron dichos dispositivos la mayoría de procedencia europea y con características similares en cuanto a las métricas utilizadas (altura, ancho, profundidad y peso del dispositivo), las desventajas de dichos dispositivos son el costo, tiempo de envío, apariencia, el tamaño y los materiales en algunos casos; dicha interpretación se convirtió en objetivos a seguir durante el diseño conceptual, logrando satisfacerse con cada uno de los sistemas diseñados para el dispositivo.

Prosiguiendo se realizó un cruce de información de las necesidades presentadas por el usuario principal así como las métricas determinadas a partir de la antropometría para tomar asiento y de algunas de las especificaciones de los dispositivos del Benchmarking, destacando que el dispositivo diseñado cubre al 90% de la población objetivo (adolescentes femeninos, 15 años), dichas métricas lograron medirse utilizando tablas antropométricas para establecer valores marginales que debía cumplir el dispositivo así como los valores ideales se obtuvieron mediante el Benchmarking; después por medio de una matriz de necesidades contra métricas se evaluó el número de necesidades satisfechas por cada métrica, resultando un total de 2 necesidades cubiertas al menos por cada métrica, es decir se garantizó que el dispositivo diseñado satisficiera las necesidades del usuario principal, de esta forma quedaron establecidas las especificaciones objetivo para el diseño del dispositivo.

Posteriormente se asistió con el usuario principal para la obtención de sus valores antropométricos, contando con la antropometría del usuario y con los valores obtenidos mencionados en el párrafo anterior, se observó que el usuario principal se encontraba dentro de los rangos establecidos en las especificaciones objetivo (valores marginales y antropometría adolescente femenino, 15 años), quedando de esta manera validadas las especificaciones para el diseño del dispositivo; dichas especificaciones fueron validadas con la fabricación del modelo funcional del dispositivo y por ende el dispositivo es ergonómico al referenciarse a la antropometría del usuario principal.

Siguiendo con el proceso de diseño corresponde mencionar al diseño conceptual que mediante la utilización de un diagrama de árbol en el que se precisa el objetivo principal, secundarios y las actividades a realizarse para el cumplimiento de los objetivos, se estableció que el dispositivo debía soportar el peso del usuario principal, ser ergonómico, brindar autonomía y ser fácil de limpiar (objetivos secundarios).

Los objetivos anteriores satisfacen al objetivo principal y esclareciendo estos, se pudo avanzar a la generación de conceptos por medio de bocetos para cada sistema que integraría el dispositivo, estructura asiento y respaldo, tapa inodoro (asiento), recipiente de desechos, reposabrazos y reposapiés; continuando se unieron los conceptos de cada sistema para así generar 5 modelos integrados, que cumplirían con los objetivos del diseño del dispositivo, se analizó cada modelo a partir de las ventajas y desventajas que presentaba en cuanto a funcionamiento y los sistemas que lo integrarían.

Seguidamente se realizó una comparación entre cada modelo, para de esta manera seleccionar los conceptos que se encontraban relacionados entre cada modelo y los que presentaban una constitución diferente a los del Benchmarking y nuevamente con los conceptos elegidos se elaboraron 2 modelos finales para el diseño del dispositivo, de dichos modelos solo fueron utilizados algunos conceptos para la construcción final del modelo funcional del dispositivo, las razones se explicarán más adelante.

En el diseño de configuración primeramente se eligió el material con el que sería fabricada la estructura del dispositivo siendo este tubo de aluminio de $\frac{3}{4}$ ", con un espesor mayor a comparación de los dispositivos existentes en el mercado así como por sus aptitudes tecnológicas es decir, resistencia a la corrosión, buen aspecto, facilidad de manufactura, por sus propiedades mecánicas, por ser impermeable y por lo ligero que resulta respecto al acero inoxidable, de igual manera el material resiste máximo un peso de 100 kg al momento de sentarse en el dispositivo. La tapa de inodoro se decidió comprar debido a las características presentadas como cierre lento (evitando que el usuario se "machucara"), fácil limpieza, ergonómica, resistencia al peso, facilidad para ser instalada, etc.; la base del asiento se implementó con polietileno de alta densidad (*HDPE*, siglas en inglés) por la resistencia al impacto y la tensión, rigidez, dureza, por ser un material higiénico y por la impermeabilidad que muestra logrando así soportar una carga máxima de 100 kg, ser higiénica y fácil de limpiar como parte de los objetivos del diseño conceptual.

Antes de generar un diseño asistido a computadora se determinó la necesidad de realizar un prototipado rápido (maquetas) utilizando popotes y alambre, con la finalidad de saber cómo sería la configuración del dispositivo a nivel de forma y piezas para manufacturar, obteniendo 3 prototipos distintos, para después ser evaluados de acuerdo al número de piezas para la constitución de la estructura, reposapiés y reposabrazos así como con la opinión de un "maestro herrero"; resultando de esta manera idóneo el prototipo número 3 ya que presentada mayor facilidad para ser construido y menor número de piezas respecto a los otros.

Teniendo presente la forma adecuada para el dispositivo, se procedió a diseñar el dispositivo final mediante un software de Diseño Asistido por Computadora (CAD, por sus siglas en inglés), en el cuál se diseñaron los sistemas con los que contaría el dispositivo antes de su fabricación es decir, reposabrazos, reposapiés, estructura respaldo, estructura asiento y bases para el asiento cada uno con sus componentes, logrando así una visualización virtual del dispositivo diseñado, dichos diseños fueron realizados con las especificaciones objetivo para obtener un diseño universal para la población objetivo.

Precedente a la construcción del dispositivo se realizaron pruebas de concepto es decir, se probó que la soldadura en aluminio por arco eléctrico pudiese lograrse, teniendo un resultado negativo ya que se necesita mayor experiencia para determinar el rango adecuado de corriente eléctrica directa y así obtener la unión correcta del aluminio como un buen aspecto del mismo proceso.

La prueba de concepto del reposabrazos consto en fabricar el mecanismo con el que se garantizaría el movimiento abatible utilizando la estructura de ruedas, tornillos, tuercas de bellota, barra aluminio y rondanas; todos estos materiales se consideraron después de probar que sin la existencia de estos, ocurrían fenómenos no convenientes para la función del reposabrazos a continuación se explican: el tubo que conformaría el reposabrazos se hundía ya que al recargarse este hacia contacto con el tornillo (cuya función era frenar el movimiento del reposabrazos) y al estar hueco la fuerza provocaba dicha deformación, se solucionó insertando una barra de 5 cm de aluminio; el tubo de la estructura respaldo, presentó hundimiento por la fuerza ejercida al momento de recargarse, solucionándolo colocando una rondana en la parte trasera de la estructura respaldo; el reposabrazos cuenta con un recubrimiento de Foami que ayuda a realizar un agarre más cómodo (ergonómico) para el usuario aunque la falta de limpieza por el usuario secundario no apoya la higiene del dispositivo. Dicho sistema satisfago las necesidades del usuario principal de tener donde recargarse aunque el sistema durante la validación por el mismo no se utilizó ya que presentó miedo ante la novedad del sistema y por cuestiones de costumbre a los reposabrazos fijos.

La configuración establecida para las bases del asiento en el CAD fueron probadas utilizando cartón para saber si la apariencia y resistencia al peso sobre la estructura eran correctas; el resultado posterior utilizando las bases de HDPE del dispositivo fue bueno ya que se presenta una apariencia discreta al momento de colocar la tapa de inodoro, facilidad de limpieza, higiene y la resistencia cuando se sientan es máxima de 100 kg.

Los procesos para manufacturar el dispositivo utilizados fueron: el doblado de tubos ya que muestra una apariencia estética aceptable para las estructuras asiento, respaldo y reposapiés; el corte láser para la forma adecuada y correcto ajuste de la base asiento de inodoro y la tapa del mismo; remachado para unir la estructura del asiento como la base para el recipiente de desechos así como las soleras para el reposapiés y respaldo; el uso de tornillos para la unión de la estructura asiento y la estructura respaldo esto porque la soldadura no fue adecuada como se mencionó antes y los tornillos presentaron una unión resistente, para la unión del sistema de reposabrazos con la estructura respaldo y reposapiés; se tuvo que agregar una escuadra de aluminio para unir las estructuras asiento y respaldo debido a que pese a estar unidas firmemente al momento de sentarse sobre el dispositivo se abrían existiendo inestabilidad en el dispositivo, después de agregar la escuadra el dispositivo se solucionó dicho fenómeno.

Las ruedas se agregaron posteriormente al tener una conversación con un usuario terciario del dispositivo porque este mencionó que el usuario principal al no contar con movilidad para asistir al baño por propia cuenta y depender de la ayuda de un usuario secundario a su cuidado, realizaba sus necesidades en el lugar donde se

encontrara recibiendo así una sanción, por lo que las ruedas fueron implementadas 2 móviles, como 2 con un sistema de frenado para poder subsanar dicha situación; para unir las ruedas a la estructura del dispositivo se soldó un tornillo de alta resistencia a la base de las ruedas y posteriormente se insertó en la parte interna del tubo de la estructura; para la validación en las pruebas realizadas por el usuario este sistema presentó oxidación debido a que era de hierro un elemento sin propiedades anticorrosivas; es necesario destacar que dicho sistema pese a ser integrado al dispositivo, el usuario secundario decidió no utilizarlo debido a que no le gusta que el usuario principal pueda tener el dispositivo más cercano para después ser transportado al baño donde podrá realizar sus necesidades entonces, prefirió seguir cargando al usuario principal a utilizar el sistema; de este modo se comprueba que las costumbres e ideas del usuario secundario no colaboran con la satisfacción del objetivo de diseño conceptual de brindar la mayor autonomía posible al usuario principal.

Se estableció por medio de la teoría de fallas, un diagrama de árbol de fallas dónde se identificaron los posibles fallos que pudiera tener el sistema y las causas que lo originarían; durante la etapa de pruebas realizadas por los usuarios se comprueba que el modelo funcional del dispositivo no presenta ningún fallo de los analizados y por tanto se traduce en que el diseño fue pensando en satisfacer cada una de las necesidades del usuario y su entorno.

Teniendo los sistemas conformados para el dispositivo y uniéndolos se logró el objetivo de la presente tesis, consiguiendo diseñar un dispositivo que ayude al usuario con pie equino varo a tener un excusado para evacuar tal como se muestra en las Figuras 78-81, cuyas especificaciones finales son presentadas en la Tabla 24; cabe señalar que el dispositivo cumple con los valores ideales de las especificaciones así como satisface las necesidades antropométricas del usuario principal y por ende el diseño cumple para ser utilizado por el 90% de la población objetivo.

El dispositivo satisface las necesidades y requerimientos del usuario principal como el secundario y eso se comprueba en las pruebas realizadas por el usuario así como en las encuestas de satisfacción realizadas aunque se debe aclarar que por cuestiones de costumbres e ideas el requerimiento de brindar la mayor autonomía posible no se puede cumplir.

Los objetivos del diseño conceptual son claramente logrados y satisfechos ya que el modelo funcional final otorga características ergonómicas al usuario principal, con la comodidad y la utilización de los valores antropométricos para su diseño; la facilidad de limpieza e higiene ya que se puede lavar con cepillos o simplemente limpiar con una tela y el dispositivo soporta el peso del usuario.

Se logró una apariencia estética atractiva y simple del modelo funcional ya que al diseñar el dispositivo se pensaba en tener el menor número de elementos en la construcción para obtener una forma simple y sobre todo que no tuviese demasiados elementos de unión como ocurre con los dispositivos existentes en el mercado, motivo que los convierte en antiestéticos y genera un rechazo en su uso por parte del usuario al no poderse integrar con su entorno.

Lo que respecta a la usabilidad del modelo funcional del dispositivo es decir, características del usuario, el entorno de uso, su eficiencia y eficacia, funciones principales requeridas, seguridad y confort se observa que se satisfacen plenamente en las pruebas realizadas por los usuarios (encuestas de satisfacción y observación del dispositivo en uso); esto se debe en gran medida a la participación del usuario en cada etapa del proceso de diseño; logrando entender mejor sus necesidades y requerimientos.

El modelo funcional del dispositivo en conjunto no puede ser declarado innovador ya que existen varios en el mercado pero los sistemas del mecanismo del reposabrazos así como el reposapiés que no se encuentran en dispositivos existentes pueden ser considerados como un cambio innovador por ende dicho modelo funcional podría ser protegido mediante modelo de utilidad ya que presenta un cambio en un elemento a comparación de los existentes.

Se debe analizar la fabricación a futuro para poder establecer lazos comerciales con proveedores sobre la adquisición de materiales así como la manufactura si se pretende avanzar a la fase de producción y comercialización.

La población con discapacidad día con día aumenta en México y aunque no se cuenten con estadísticas confiables es necesario actuar en legislación, desarrollo de tecnología y accesibilidad para mejorar la calidad de vida de la mayoría de las personas y eliminar así las barreras que puedan presentarse, logrando un México incluyente.

TRABAJO A FUTURO

Como se mencionó en el alcance, el presente proyecto abarca hasta la construcción de un modelo funcional sobre un dispositivo para que el usuario tenga una silla excusado para evacuar, es decir se necesitan realizar pruebas en una muestra poblacional más significativa para establecer condiciones de rediseño de algunos componentes si se pretende sea un producto de comercialización masiva.

Por el momento los sistemas que se podrían mejorar después de haberse construido el modelo funcional y realizado las pruebas con el usuario se enuncian a continuación:

a) Estructuras

Lograr la unión por medio de soldadura para aluminio y obtener un mejor acabado así como analizar y establecer si la configuración de estas es buena respecto a ahorro de material, buena resistencia, apariencia y así evitar materiales de aporte. También en la selección del grosor del tubo se puede analizar si un menor grosor puede ser útil ya que actualmente algunos dispositivos ocupan grosores menores.

b) Base de asiento

Indagar sobre la probabilidad de creación de un molde para inyección de plásticos y así obtener una sola base con la resistencia adecuada, mejor apariencia y menor peso ya que se podría diseñar con ciertos espacios internos con los que se reduciría el material y se lograría el grosor adecuado, cabe aclarar que se debe observar la viabilidad de la realización debido a que puede ser más costoso.

c) Respaldo

Utilizar un soporte metálico pero recubierto de un polímero con memoria de forma para brindar mayor comodidad al usuario.

d) Reposabrazos

Fabricar el mecanismo de tal manera que este se pueda soldar a la estructura para brindar una mejor apariencia; cambiar la utilización de tornillos y tuercas, para el movimiento y frenado del reposabrazos a pernos para ejercer la misma función; evaluar el material de recubrimiento para que tenga memoria de forma pero que pueda lavarse fácilmente y que el regatón sea de color blanco para dar una mejor apariencia al dispositivo.

e) Reposapiés

Debido a que el mecanismo de movimiento que se utilizó fue el mismo que en el reposabrazos el trabajo posterior recomendado sería el mismo para el mecanismo, en lo que respecta al recubrimiento que entra en contacto con los pies del usuario sería mejor utilizar un material con memoria de forma y que a su vez sea antideslizante, con esto se brindaría mayor comodidad y seguridad.

f) Tapa asiento de inodoro

Evaluar la utilización de otra tapa es decir, algún otro proveedor para reducir el costo o en su defecto analizar si es viable que mediante la fabricación del molde de inyección de la base del asiento se puede reducir o eliminar este elemento es decir, integrarlo en un solo componente.

g) Ruedas

Realizar la unión de las ruedas con el dispositivo mediante soldadura para aluminio y de esta forma evitar consecuencias como la oxidación y mejorar la apariencia.

h) Base para recipiente de desechos

Unir dicha base a la estructura mediante soldadura para aluminio

Sería de gran importancia realizar un análisis de fuerzas tanto estáticas y dinámicas así como de sus posibles efectos en el dispositivo.

Respecto a los costos, es necesario realizar un análisis para definir el precio final del producto ya que por el momento, únicamente se cuenta con el costo de los materiales utilizados para el dispositivo, además se debe establecer cómo será el proceso de producción óptimo y proseguir con la comercialización del mismo.

Anexo

Carta de consentimiento informado

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería en Sistemas Biomédicos

Título de proyecto: Desarrollo de ayuda técnica para asistencia al baño como proyecto de tesis

Estimada Señora:

Introducción/Objetivo:

El alumno **Calieca Romero Carlos Omar** está realizando un proyecto de investigación para tesis en colaboración con la Facultad de Ingeniería y la Universidad Nacional Autónoma de México. El objetivo del proyecto es la realización de una ayuda técnica para asistencia al baño para su hija.

Procedimientos:

Si Usted acepta participar en el estudio, ocurrirá lo siguiente: le haremos algunas preguntas acerca de ¿cuáles son las actividades cotidianas que realiza su hija? ¿En qué apoyan ustedes a ella en la realización de las mismas? y cuestiones generales acerca del padecimiento de su hija así como solicitar la asistencia al médico para la toma de antropometría y valores necesarios, etc. La entrevista tendrá una duración aproximada de 2 horas; Lo entrevistaremos en **1a CERRADA DEL ROSAL MZA. 1 LOTE 31D, Colonia SAN PEDRO MÁRTIR, D.F.** en un horario de 19:00 a 21:00 horas así mismo se planea la autorización **SI NO** de la grabación de la entrevista y toma de fotografías para la recopilación de datos y posterior estudio de los mismos. Le aclaramos que tanto las entrevistas y la toma de fotografías serán realizadas por Carlos Omar Calieca Romero; la duración del proyecto es de 7 meses a partir de la fecha de firma del consentimiento informado.

Beneficios: Usted no recibirá un beneficio directo por su participación en el proyecto, sin embargo si usted acepta, estará colaborando para el desarrollo de un modelo funcional de una ayuda técnica de asistencia al baño (silla excusado) para su hija.

Confidencialidad: Toda la información que Usted nos proporcione para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Usted quedará identificada como un usuario y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser identificada.

Riesgos Potenciales/Compensación: Los riesgos potenciales que implican su participación en este estudio son mínimos. Si alguna de las preguntas le hicieran sentir un poco incómodo(a), tiene el derecho de no responderla. Usted no recibirá ningún pago por participar en el estudio, y tampoco implicará algún costo para usted.

Participación Voluntaria/Retiro: La participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de negarse a participar o de retirar su participación del mismo en cualquier momento. Su decisión de participar o de no participar no afectará de ninguna manera su condición de convivencia social.

Números a Contactar: Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese con el investigador responsable del proyecto: Dr. Jesús Manuel Dorador González al siguiente número de teléfono 56 22 99 84 ext. 306 en un horario de 10:00 a 18:00 horas.

Si usted acepta participar en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Consentimiento para su participación en el estudio

Su firma indica su aceptación para participar voluntariamente en el presente estudio.

Nombre:

Fecha:

Día / Mes / Año

Firma: _____

Nombre Completo del Testigo 1:

Fecha:

Día / Mes / Año

Dirección

Firma: _____

Relación con el participante _____

Nombre de la persona que obtiene el consentimiento

Fecha:

Día / Mes / Año

Carta de confidencialidad de datos

CARTA COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD COMO COLABORADOR DE PROYECTO DESEMPEÑANDO FUNCIONES COMO Desarrollador de tesis

Yo, _____, en mi carácter de **Desarrollador de TESIS**, entiendo y asumo que, de acuerdo al **Art.16**, del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud, es mi obligación respetar la privacidad del individuo y mantener la confidencialidad de la información que se derive de mi participación en el estudio: **TESIS: Desarrollo de Ayuda Técnica para asistencia al baño** y cuyo investigador responsable es *Dr. Jesús Manuel Dorador González*. Asimismo, entiendo que este documento se deriva del cumplimiento del **Art. 14**¹ de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares a la que está obligado todo investigador.

Por lo anterior, me comprometo a no comentar ni compartir información personal ni clínica obtenida de Itzel Olvera Cruz exceptuando el Diseño de la ayuda técnica antes mencionada, con personas ajenas a la investigación, ya sea dentro o fuera del sitio de trabajo, con pleno conocimiento de que la violación a los artículos antes mencionados es una causal de despido de mis funciones.

Carlos Omar Calieca Romero

¹ “El responsable velará por el cumplimiento de los principios de protección de datos personales establecidos por esta Ley, debiendo adoptar las medidas necesarias para su aplicación. Lo anterior aplicará aún y cuando estos datos fueren tratados por un tercero a solicitud del responsable. El responsable deberá tomar las medidas necesarias y suficientes para garantizar que el aviso de privacidad dado a conocer al titular, sea respetado en todo momento por él o por terceros con los que guarde alguna relación jurídica”

BIBLIOGRAFÍA

ULRICH, Karl T. y **EPPINGER, Steven D.**, *“Diseño y desarrollo de productos”*, 5ª edición, México, Mc Graw Hill, 2013.

PANERO, Julius y **ZELNIK, Martin**, *“Las Dimensiones humanas en espacios interiores”*, 4ª edición, G. Gilli, México, 1989.

ÁVILA, Rosalío, **PRADO, Lilia** y **GONZÁLEZ, Elvia**, *“Dimensiones antropométricas de población latinoamericana”*, 1ª edición, México, Universidad de Guadalajara, 2001.

MESOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *“Censo de Población y Vivienda 2010”*, Estados Unidos Mexicanos/Población con discapacidad, 2010. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>

Organización de Naciones Unidas, *“Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad”*, Estados Unidos de América, ONU, 2006. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/disabilities/>

PIQUÉ, Tomas y **CEJALVO, Antonio**, *“Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del “Árbol de fallos y errores””*, España, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Año 199. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_333.pdf.

RUSSE, A. y **GERHARD, John.** *“Método SFTR”*, 1983. Disponible en: <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/es/article/207/>

TORRES, Armando, **PÉREZ, Diego** y **CASSIS, Nelson**, *“Pie equino varo aducto congénito, prevalencia en una población mexicana”*, México, Centro Médico ABC, Diciembre 2010. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/opediatria/op-2010/op101c.pdf>

JIMÉNEZ, Lorenzo y **PALOMINO, B.**, *“Escoliosis congénita”*, España, Hospital Ramón y Cajal, 2009. Disponible en: http://ac.elscdn.com/S0048712009728269/1-s2.0-S0048712009728269_main.pdf?_tid=969a3392-3d30-11e5-9278-00000aab0f27&acdnat=1438971640_96a486179974e55dfbb22b87ac83c609

Marion, DW. *“Diagnosis of preterm labor and overview of preterm birth”*. In: UpToDate, Post, TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Accessed on March 5 2016).

Marion, DW. *“Long-term complications of the preterm infant”*. In: UpToDate, Post, TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Accessed on March 5, 2016)

ARRIOLA, Mikel, *“Listado de insumos para la salud considerados como de bajo riesgo, para efectos de obtencion del registro sanitario”*, México, Diario Oficial de la Federación, 2011. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/AcuerdosCofepris/listadodeinsumosbajoriesgo311211.pdf> >

ARRIOLA, Mikel, *“NORMA Oficial Mexicana NOM-241-SSA1-2012, Buenas prácticas de fabricación para establecimientos dedicados a la fabricación de dispositivos médicos”*, México, Diario Oficial de la Federación, 2012. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipoMedico/normas/NOM_241_SSA1_2012.pdf

COFEPRIS, *“Productos que por su naturaleza, características propias y uso no se consideran como insumos para la salud y por ende no requieren registro sanitario”*, México, COFEPRIS, 2014. Disponible en: http://www.cofepris.gob.mx/AS/Documents/RegistroSanitarioMedicamentos/no_registran.pdf

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES, *“Polietileno de Alta Densidad”*, España, ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES. Disponible en: <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20alta%20densidad.htm>

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, *“Guía de usuario de Patentes y Modelos de Utilidad”*, México, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2014. Disponible en: <http://www.impi.gob.mx/servicios/patentes/Paginas/Gu%C3%ADadeUsuariodePatentesyModelosdeUtilidad.aspx>

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, *“Guía de usuario de Diseños Industriales”*, México, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2014. Disponible en: <http://www.impi.gob.mx/servicios/patentes/Paginas/Gu%C3%ADadeUsuariodeDise%C3%B1osIndustriales.aspx>

VIDA DIGNA, *“Catálogo en línea de dispositivos médicos”*, México, 2016. Disponible en: http://vidadigna.com.mx/index.php?cPath=23_34

MEDICAL CENTER, *“Catálogo en línea de dispositivos médicos”*, México, 2016. Disponible en: <http://www.medicalcenter.com.mx/>

ORTOLAB, *“Catálogo en línea de dispositivos médicos”*, México, 2016. Disponible en: http://ortolab.com.mx/02auxiliaresbano_03comodos.html

VIDA ABUELO, *“Catálogo en línea de dispositivos médicos”*, México, 2016. Disponible en: <http://tienda.vidaabuelo.com/ba%C3%B1o-e-higiene-personal-c-42/silla-comodo-3-en-1-p-215.html>

MÉDICA MOTOLINIA, *“Catálogo en línea de dispositivos médicos”*, México, 2016. Disponible en: <http://www.medicamotolinia.com/2012/sillas-para-bano/>

REACTIV, *“Catálogo en línea de dispositivos médicos”*, México, 2016. Disponible en: <http://reactiv.com.mx/productos/area-de-bano/comodos/237/silla-comodo-ducha-de-aluminio-con-ruedas-acojinado>

DISTRIBUIDORA MEDICA HOME CARE, *“Catálogo en línea de dispositivos médicos”*, México, 2016. Disponible en: http://www.dmh-c.com/sillas_comodo.html