



# Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral espástica

**Tesis para obtener el título de  
diseñador industrial**

**Presenta**

Fierro Gastélum Héctor Armando

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Arquitectura  
Centro de Investigaciones de Diseño Industrial



2020

**CIUDAD DE MÉXICO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

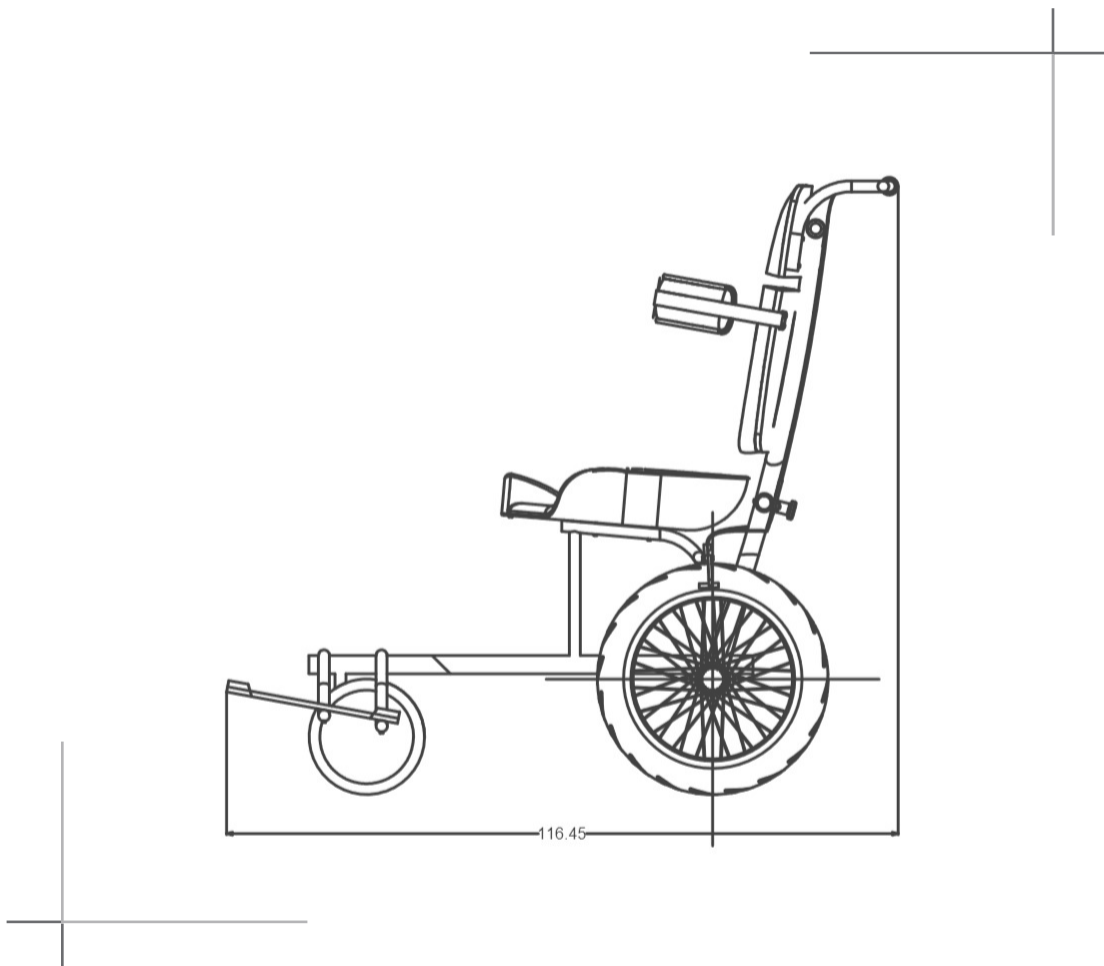
# ASISTENTE DE MOVILIDAD PARA PERSONAS CON PARÁLISIS CEREBRAL ESPÁSTICA

## Opción de titulación:

Proyecto documentado.

Tesis profesional que para obtener el título de Diseñador Industrial presenta: Héctor Armando Fierro Gastélum.

Con la dirección de: **MDI Mauricio Moysén Chávez** y la asesoría de **DI Ubaldo Dander Sánchez**, **DI Víctor Manuel Valencia Sosa**, **MDI Héctor López Aguado Aguilar** y **MDI Emma Vázquez Malagón**.



Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra institución educativa y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes

Héctor Armando Fierro Gastélum | CIDI | FA | UNAM | CD MX 2020

# TABLA DE CONTENIDOS

Resumen .....	4
Introducción .....	7
Hipótesis .....	9
Orden de Trabajo .....	9
Contexto .....	11
Ubicación .....	12
Contexto Físico-Ambiental .....	14
Contexto Histórico-Cultural .....	16
Contexto Económico-Social .....	17
Sobre la Condición .....	18
Benchmarking .....	19
Investigación .....	21
Exploración y Documentación .....	22
Observaciones .....	23
Análisis de Diseño Precedente .....	25
Entrevistas y Encuestas .....	28
Generación de Propuestas .....	31
Exploración de Ideas .....	33
Propuestas .....	34
Propuesta 1 .....	35
Propuesta 2 .....	36
Propuesta 3 .....	37
Propuesta 4 .....	38
Otras Propuestas .....	39
Propuesta Final .....	40
Simulador.....	42
Propuesta Final .....	45
Conclusiones .....	55
Reflexión Personal .....	57
Información Adicional .....	59
Glosario de Conceptos .....	60
Fuentes Documentales .....	61
Agradecimientos .....	62
Planos.....	64



# RESUMEN

---

Este documento cataloga de manera comprensiva el proceso de diseño del objeto en cuestión (Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral espástica), partiendo de la orden de trabajo e investigación pertinente, hasta el desarrollo y fabricación del objeto mismo. De la misma manera, el documento explora y evalúa las decisiones tomadas durante el proceso de diseño que llevaron a la versión final, bajo el espectro de cualidades que señala el CIDI como las que definen todo objeto de diseño: usabilidad, ergonomía, estética y producción.

El diseño en cuestión consiste de un asistente de movilidad diseñado específicamente para personas con parálisis cerebral espástica, compuesto por un asiento con respaldo, ruedas como medio de desplazamiento para el aparato y mecanismos que permiten el control del dispositivo y facilitan el almacenamiento del mismo cuando no esté en uso. Cabe mencionar que el diseño del dispositivo consideró su uso por una persona específica con parálisis cerebral, por lo cual las características del diseño se adaptaron a sus necesidades personales. La idea surge a partir de inconformidades con otras sillas de ruedas utilizadas por el usuario cuyas características dificultaban su uso en entornos urbanos (tanto interiores como exteriores), debido a su peso, complejidad de operación, tamaño, y requerimientos de mantenimiento.

Así pues, la propuesta final responde a estas problemáticas, reduciendo el peso y dimensiones generales a comparación de otros productos para facilitar la movilidad del aparato en un entorno urbano y su almacenamiento y transporte. El diseño final también emplea piezas estándar a fin de reducir costos de producción y facilitar su reemplazo en caso de alguna eventualidad. Con el mismo propósito en mente, las piezas especializadas pueden producirse en cualquier taller de baja producción dentro de la Ciudad de México.



Versión final del asistente de movilidad



A purple-tinted photograph of a three-wheeled bicycle, likely a cargo bike, with a large, dark-colored storage bag or basket mounted on the rear. The bicycle has a white frame and three wheels. The text "INTRODUCCIÓN" is overlaid in white, uppercase letters in the center of the image.

# INTRODUCCIÓN

Actualmente se habla mucho de inclusión e igualdad de oportunidades, conceptos amplia y vagamente utilizados en todo tipo de empresa o proyecto, pero rara vez pasa de un discurso hecho meramente con la intención de empujar una agenda política, económica o de alguna otra índole.

¿Pero entonces qué es realmente la inclusión? Según el Maestro en Diseño Industrial Mauricio Moysén Chávez (quien actualmente imparte la cátedra de Diseño Incluyente en el CIDI), la “inclusión” representa una manera de igualar el campo de juego, por así decirlo, para las personas con discapacidad de cualquier tipo. Es decir, adecuar el entorno, tanto físico como psicológico, para que estas personas con discapacidad puedan utilizar las habilidades propias de su persona para desempeñarse y vivir el día a día de una manera digna que les permita desarrollarse en plenitud física y emocional, tal y como lo haría una persona sin discapacidad. Cabe mencionar que este cambio no sólo debe llevarse a cabo en el contexto físico, haciendo referencia a objetos, construcciones y servicios que nos rodean y que ahora son parte indispensable de nuestro bioma urbano, sino que también debe ocurrir en la mentalidad de la sociedad que nos rodea, lo cual se pretende lograr no únicamente a través de la educación, sino también de los objetos mismos.

La estética nos dice que cada objeto, persona y entorno es una experiencia y cada una de estas experiencias, al ser percibida, genera un impacto y un cambio en la psique de quien la percibe. Dependiendo de las características psicológicas de la persona y el objeto mismo, es posible generar un cambio positivo hacia esta nueva idea de inclusión donde las personas con discapacidad no son un caso de caridad, o algo que compadecer, sino una parte valiosa de la sociedad en su propio ámbito. Existe una cita, popularmente atribuida a Albert Einstein: “Todo el mundo es un genio. Pero si juzgas a un pez por su habilidad para trepar árboles, vivirá toda su vida pensando que es un inútil”. La autoría de dicha frase es dudosa en el mejor de los casos, pero el argumento central se mantiene sólido: No es la inhabilidad del individuo para realizar ciertas tareas, lo que lo vuelve discapacitado, sino la manera en que el contexto incide en él. He aquí la oportunidad para nosotros, los Diseñadores Industriales, de intentar cambiar tanto el contexto físico como el psicológico de las personas en nuestra propia esfera social.

Ahora, si bien existe una gran cantidad de modelos y variantes de diseños de sillas de ruedas, cada una pensada específicamente para una tarea, ya sea en relación a su función, usuario, costo, o demás; debido a la naturaleza del diseño, es imposible que cubran todas y cada una de las necesidades específicas que podría tener un individuo en particular, sobre todo cuando estos productos se fabrican con el objetivo de tener una distribución amplia (lo cual implica que se utilizan los percentiles donde existe la mayoría de la población como modelo de usuario).

Como resultado de una petición particular, se crea una iniciativa de proyecto para diseñar y producir un asistente de movilidad para una persona con parálisis cerebral espástica. Este proyecto se presenta a un grupo de estudiantes de 9o semestre, quienes deciden tomarlo en sus manos para ofrecer un producto útil que satisfaga de manera óptima las necesidades particulares de esta persona.

## HIPÓTESIS

**M**odificando materiales y el volumen general de una silla de ruedas, es posible reducir el peso y espacio total del aparato facilitando su operación y almacenamiento.

Un cambio de materiales y uso de piezas comerciales permitirá un mantenimiento regular a menor costo en tiempo y esfuerzo.

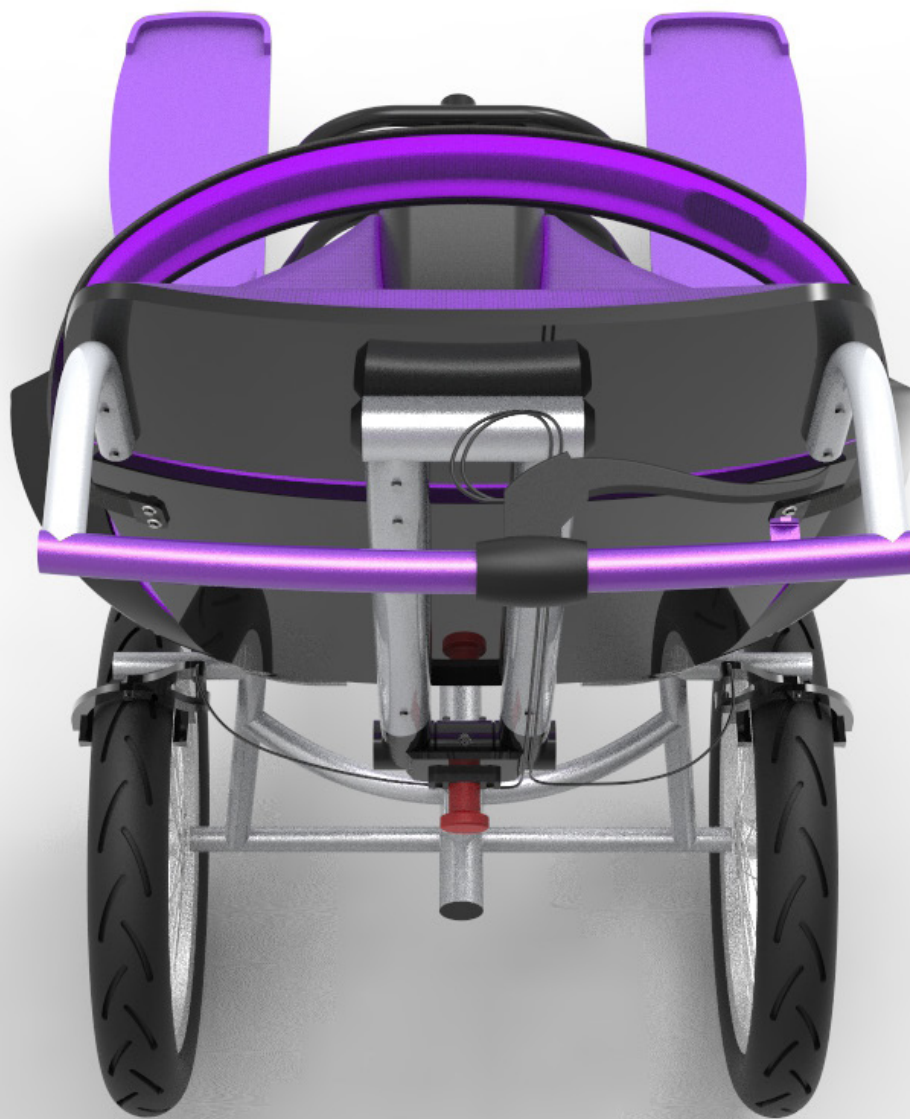
Con el uso de ruedas y llantas con mejor amortiguación, radios más amplios así como una reducción en el volumen de la silla, el esfuerzo requerido para la movilidad del aparato en espacios interiores confinados dentro del contexto de la Ciudad de México disminuirá.

A partir de estas hipótesis centrales puede inferirse que la calidad de vida tanto del usuario primario como del operador del asistente de movilidad mejorará.

## ORDEN DE TRABAJO

**D**iseñar una silla de ruedas que permita que el usuario primario (quien se sienta en la silla) realice sus actividades diarias como ir a la escuela y desplazarse por la ciudad sin mayores restricciones y que el usuario secundario (quien la conduce) pueda mover libremente la silla en los espacios en los cuales el usuario primario desarrollará sus actividades.

Esta silla no requerirá de una producción especializada, es decir, debe poder producirse en un taller de baja producción, no debe sobrepasar los \$10,000 MXN de costo y debe contar con las comodidades necesarias para una persona con condición de parálisis cerebral espástica con cuadriparecia (afectación en los 4 miembros).



Versión final del asistente de movilidad.





# CONTEXTO

ProtoplasmaKid / Wikimedia Commons / CC-BY-SA 4.0



Antes de comenzar a generar propuestas de diseño, es necesario evaluar todas las condicionantes que existen a nivel físico, histórico, cultural, económico, social, científico y tecnológico alrededor del objeto y la condición previamente mencionada.

Esta investigación previa tiene como propósito conocer cómo estas condicionantes pueden afectar el proceso de diseño, ya que definen en gran medida el impacto que el objeto tendrá no sólo en el usuario sino en su contexto. Esta sección del proyecto se realizó en colaboración con los alumnos: Tarek Villalobos, Francisco Castillo y Yolotzin Nava.

## UBICACIÓN

Dado que el proyecto llegó como una petición al CIDI, puede tomarse como un caso específico que puede ser estudiado directamente. Este caso corresponde a una mujer adulta joven (usuario primario) y un hombre adulto de mediana edad (usuario secundario) que residen en la Ciudad de México. Los usuarios en cuestión se mueven rutinariamente entre las alcaldías Tlalpan, Alvaro Obregón y Coyoacán (zona sur de la ciudad (fig. 1.1)) para la realización de sus tareas diarias que incluyen ir a la escuela, a casa y visitas a terapeutas entre otras.



Fig 1.1



Específicamente la ubicación más visitada por los usuarios es el Colegio Giocosa en:  
Av. Paseo del Pedregal 907, Jardines del Pedregal, 01900 Ciudad de México, CDMX (fig. 1.2).



Fig 1.2

## CONTEXTO FÍSICO - AMBIENTAL

La situación actual en México supone un problema claro para las personas que sufren de alguna discapacidad en general: No sólo es difícil transitar la ciudad sino también vivir en ella. La mayor parte de los servicios están diseñados únicamente para su uso por personas sin discapacidades mayores y, aun con dicho propósito, es posible señalar claras deficiencias en ellos.

En el apartado anterior se definió el área de la ciudad donde se movilizan los usuarios. Las zonas que específicamente visitan los usuarios serían el colegio Giocosa, la colonia Jardines del Pedregal donde residen los usuarios principales, y por motivos de seguridad, es necesario tomar en consideración el estado promedio en cuanto a accesibilidad en calles se refiere.



El colegio Giocosa es uno de los pocos en la Ciudad de México que da prioridad a la inclusión en forma general. Según su propia página de internet “La inclusión es quizá la característica que más destaca dentro de nuestro modelo educativo”. En términos concretos, el colegio cuenta con maestros y asistentes preparados para atender las necesidades de personas con discapacidades tanto sensoriales y motrices como de tipo intelectual. También, sus instalaciones cuentan con rampas y elevadores para facilitar la movilidad de personas que requieran de sillas de ruedas o de otros tipos de asistentes de movilidad. (Fig 1.3 y 1.4)





Fig1.3



Fig1.4

## CONTEXTO HISTÓRICO – CULTURAL

Las discapacidades se han documentado desde la historia antigua en sus diversos tipos. Las hay sensoriales, como son la visual y auditiva; las motrices que impiden de alguna manera el movimiento autónomo del individuo y las intelectuales, que tienen alguna afectación psicológica o neurológica. Para fines prácticos, la investigación sólo cubrirá la condición pertinente al caso específico que generó el proyecto: Parálisis cerebral espástica.

Con referencia a la parálisis cerebral, se sabe que existía en el mundo antiguo, y los primeros indicios de tal condición fueron mencionados por Hipócrates en su texto “Corpus Hippocraticum” aunque, debido a la falta de estudios detallados de la época, sólo se puede asumir como tal sin determinarse con exactitud.

Esta condición empezó a investigarse a detalle en el siglo XIX, con estudios liderados por William John Little, por lo cual fue bautizada como “enfermedad de Little” en un principio; posteriormente, William Olson y Sigmund Freud harían las mayores contribuciones a su investigación.

A raíz de estos estudios, se definió que la parálisis cerebral provocaba pérdida de control en los miembros del cuerpo en distintos grados. Estas afectaciones en la habilidad motriz del individuo dificultan la comunicación con otros, por lo cual el retraso en el nivel académico de la persona es un resultado común. Sin embargo, aunque los casos de discapacidad intelectual son relativamente frecuentes en los diagnósticos de parálisis cerebral, ésta no necesariamente conlleva una discapacidad intelectual. Fue por esta razón que la creencia de que las personas con parálisis cerebral tenían alguna clase de discapacidad intelectual (vulgarmente conocida como “retraso mental”) se convirtió en una acepción popular, la cual, aunada a la obvia discapacidad motriz que trae consigo, provocó una fuerte discriminación social hacia las personas con esta condición.

Esta discriminación, similar a la que sufren personas con otros tipos de discapacidad, evitó en tiempos pasados que las personas con parálisis cerebral pudieran desarrollarse plenamente, ya que eran tratadas más como una carga que como individuos capaces de contribuir a la sociedad, debido a los cuidados especiales que requerían y lamentablemente, esta discriminación ha persistido en cierto grado hasta la actualidad. No fue hasta hace unos 30 años que se empezó a comprender realmente la condición y cómo afecta a quienes la tienen. A partir de esto, comienza un auge del movimiento de inclusión, el cual ha permitido que las personas con esta condición puedan desarrollarse y disfrutar de la mayor parte de las oportunidades de las que goza cualquier otro individuo.

## CONTEXTO ECONÓMICO – SOCIAL

Ahora que el movimiento de inclusión ha empezado a tomar mayor relevancia a nivel social y cultural, es cada vez más común encontrar programas dedicados a la adaptación de espacios y de consciencia social para personas con discapacidad. Sin embargo, la naturaleza misma dicta que toda transformación requiere de energía, por lo tanto, de forma paralela, cualquier cambio en el entorno social y físico requiere de una inversión monetaria. El gobierno de la Ciudad de México destinó 700 millones de pesos al fondo de accesibilidad en 2017. Este fondo se ha utilizado en la construcción de infraestructura dedicada específicamente para personas con discapacidad, como por ejemplo elevadores, rampas, espacios exclusivos para personas con discapacidad, y demás, tanto en el sector público como en el sector privado.

Es evidente que el costo de la infraestructura especializada para personas con discapacidad representa una inversión sustancial, la cual muchas personas podrían considerar innecesaria o hasta inútil debido a la “aparente” subutilización de ellas. Sin embargo, cabe resaltar que en la Ciudad de México residen actualmente más de 481 mil personas con discapacidad de algún tipo (INDEPEDI, 2012. 6), las cuales requieren de esta infraestructura para su vida diaria, por lo cual es seguro decir que la existencia de la misma está justificada. Según el INEGI, de este grupo de personas, 8.8% son jóvenes entre 15 y 29 años y 33.3% son adultos entre 30 y 59 años, por lo que podemos inferir que por lo menos un 40% de las personas con discapacidad están en edad laboral y tienen la capacidad de desempeñar alguna labor que conlleve una remuneración. Sin embargo la falta de consciencia social ha obligado a estas personas a mantenerse al margen del cuerpo laboral de la ciudad y del ciclo económico del país.

Esto representa, pues, un desperdicio considerable de fuerza laboral que podría utilizarse para el bien de toda la sociedad. En resumen, esta situación en la cual las personas con discapacidad representan únicamente un gasto no es una consecuencia natural de los hechos, sino una situación creada a partir de una idea errónea de que no pueden desempeñar labores para el bien social. Por esta razón es necesario entender que la construcción y adaptación de espacios y productos para inclusión y accesibilidad no es meramente un gasto, sino una inversión que puede traer bienestar social tanto para las personas con discapacidad como las que carecen de ella.



## SOBRE LA CONDICIÓN

La medicina actual ha identificado ya múltiples variaciones de la condición conocida como parálisis cerebral. Éstas se catalogan con tres criterios: el tipo de afectación que tienen sobre el cuerpo, la región corporal afectada y la gravedad de la afectación. Según el tipo de afectación, existen 4 distintos tipos de parálisis cerebral:

**Espástica:** Representa el 60 a 70% de los casos de parálisis cerebral en el mundo. Provoca rigidez en los músculos de los miembros (brazos y piernas). Se genera por lesiones en la corteza cerebral.

**Disquinética o Atetoide:** Se genera cuando hay afectaciones en la región central del cerebro. Se caracteriza por movimientos lentos e involuntarios de los miembros, y falta de coordinación en los mismos.

**Atáxica:** Se genera cuando ocurren lesiones en el área del cerebelo y afecta el centro de equilibrio del cuerpo.

**Mixta:** Es una combinación de síntomas de los tipos de parálisis anteriormente mencionados. Esto se genera por múltiples afectaciones en el cerebro.

Según la región del cuerpo que afecta, se clasifican en (Fig. 1.5):

**Monoparésica:** Afecta únicamente un miembro.

**Displéjica:** Afecta ambas piernas.

**Hemiplejía:** Afecta sólo un lado del cuerpo (ejemplo, brazo derecho y pierna derecha).

**Tetraparésica:** Afecta ambos brazos y piernas.

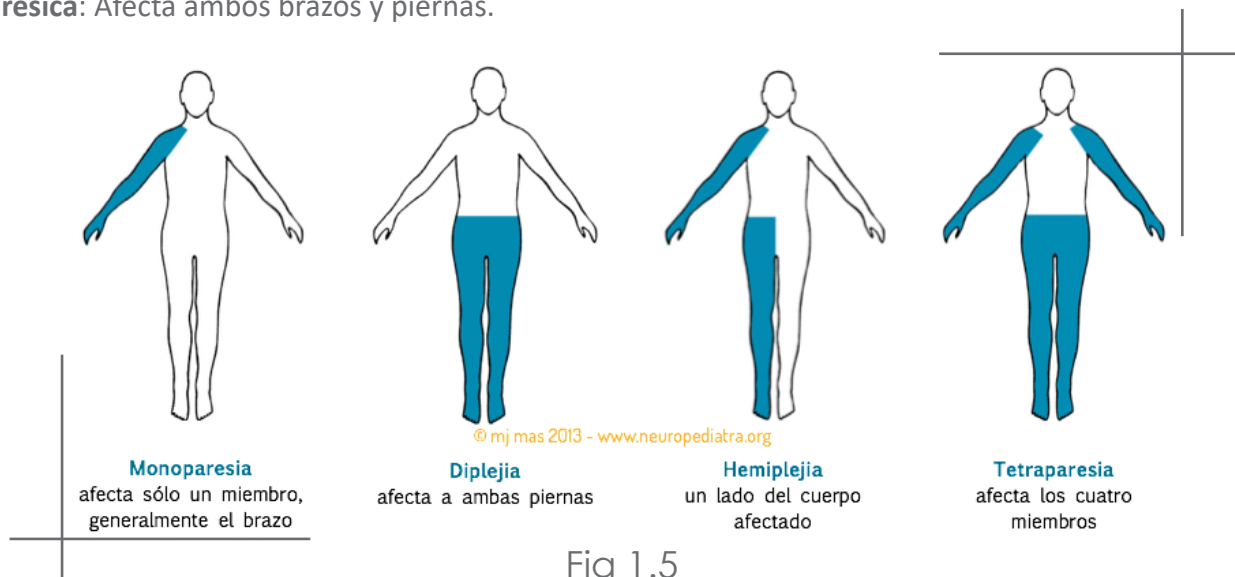


Fig 1.5

Y por último, según la gravedad de la afectación, se puede catalogar en: **leve, moderada y severa.**

## BENCHMARKING

Debido a que existen tantas variaciones de la condición, se ha generado una amplia oferta de asistentes de movilidad que responden a las diversas necesidades de cada una de ellas, que van desde un bastón o muleta sencilla, hasta sillas de ruedas eléctricas, prótesis o incluso exoesqueletos, con una gran carga tecnológica.

A continuación se presentan algunos ejemplos de auxiliares de movilidad que se pueden considerar dentro del estado del arte, sin embargo, debido a las características del usuario para el cual se desarrolla el proyecto, este listado se limita únicamente a aquéllos que se pueden definir como “sillas de ruedas”.

### **ZIPPIE ZONE** (Fig. 1.6)

Es ultra ligera, disponible en distintos colores, y apta para niños y adultos.

**FUNCIÓN:** Se modifica para su uso desde niños hasta la edad adulta, requiere de un operador o puede impulsarla el usuario.

**MATERIALES:** Aluminio aeroespacial (serie 7000), tubular ovalados, acojinado.

**PRECIO:** \$48,000 MXN.



Fig 1.6

### **BREEZY 250** (Fig. 1.7)

Silla de ruedas robusta plegable.

**FUNCIÓN:** Es plegable, requiere de un operador o puede impulsarla el usuario.

**MATERIALES:** tubular metálico, acojinado.

**PRECIO:** \$4,700 MXN.



Fig 1.7

### **SALVAESCALERAS/LG2010** (Fig. 1.8)

Dispositivo que permite subir escaleras rectas e incluso de caracol.

**FUNCIÓN:** Salvaescaleras portátil, tiene autopropulsión.

**MATERIALES:** Cuero, plástico espumado, tubular de acero, lamina de hierro.

**PRECIO:** \$91,335 MXN.



Fig 1.8





Fig 1.9

#### **JIVE R2 Tracción Trasera (Fig. 1.9)**

Silla de ruedas eléctrica para exterior, todo terreno.

**FUNCIÓN:** Permite intercambiar distintos tipos de respaldos, cambiar el ancho del asiento y añadir módulos eléctricos según cambien las necesidades del usuario. Tiene autopropulsión.

**MATERIALES:** Perfiles ovalados de aluminio, piezas de plástico y acojinamiento.

**PRECIO:** \$158,821 MXN.



Fig 1.10

#### **BREEZY/ RELAX 2 (Fig. 1.10)**

Silla de ruedas rígida.

**FUNCIÓN:** Silla multiposición diseñada para personas que pasan largos periodos de tiempo sentados y que necesitan ante todo control postural y posicionamiento. Puede impulsarla un operador o el mismo usuario.

**MATERIALES:** Perfiles ovalados de aluminio, acojinado.

**PRECIO:** \$30,064.00



Fig 1.11

#### **QUICKIE/ TANGO (Fig. 1.11)**

Silla de ruedas eléctrica de exterior.

**FUNCIÓN:** Reclinación manual, basculación manual, asiento ajustable en ancho y profundidad, reposapiés ajustables en ancho, tapicería de respaldo ajustable en tensión, reposabrazos ajustables en altura. Tiene autopropulsión.

**MATERIALES:** Perfil tubular metálico, acojinado.

**PRECIO (base):** \$88,270 MXN



Fig 1.12

#### **PROGEO/ EXELLE JUNIOR (Fig. 1.12)**

Silla de ruedas para niño ligera y ajustable

**FUNCIÓN:** Se adapta al crecimiento del niño. Plegable. Puede ser impulsada por un operador o por el mismo usuario.

**MATERIALES:** Perfil tubular metálico, acojinamiento.

**PRECIO (base):** \$62,400 MXN.



# INVESTIGACIÓN

Una vez entendido el contexto de la problemática, es necesario realizar una investigación a detalle del caso específico para el cual se da la orden de trabajo. Por medio de entrevistas, visitas de campo, análisis de sitio y observación, es posible definir las necesidades específicas de los usuarios y resolverlas a través del mismo diseño del producto. Esta sección del proyecto se realizó en colaboración con los alumnos: **Tarek Villalobos, Francisco Castillo y Yolotzin Nava.**

## EXPLORACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

### Perfil de Usuario

#### Usuario primario:

Nombre: S L

Edad: 21 años (Adulta joven)

Peso: 35kg

Sexo: femenino

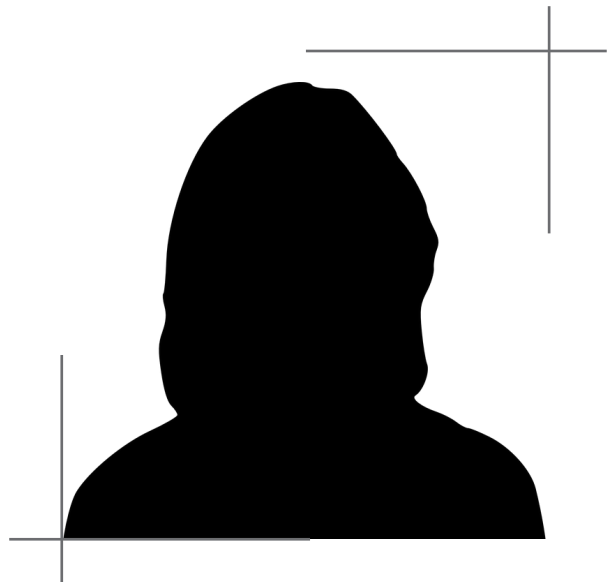
Notas:

Parálisis Cerebral Espástica (con cuadriparesia) severa.

Movilidad y control de miembros severamente limitados

Utiliza lenguaje gutural.

Nivel escolar 6° semestre de preparatoria.



#### Usuario secundario:

Nombre: M L

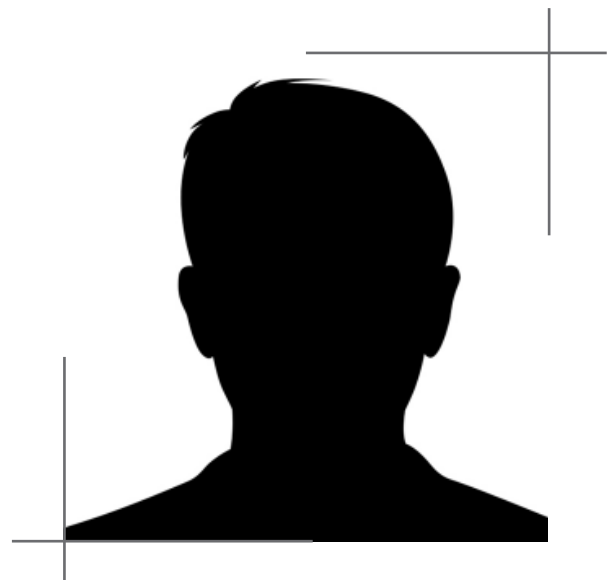
Edad: (Adulto de mediana edad)

Sexo: masculino

Notas:

Padre del usuario primario

Discapacidad visual leve

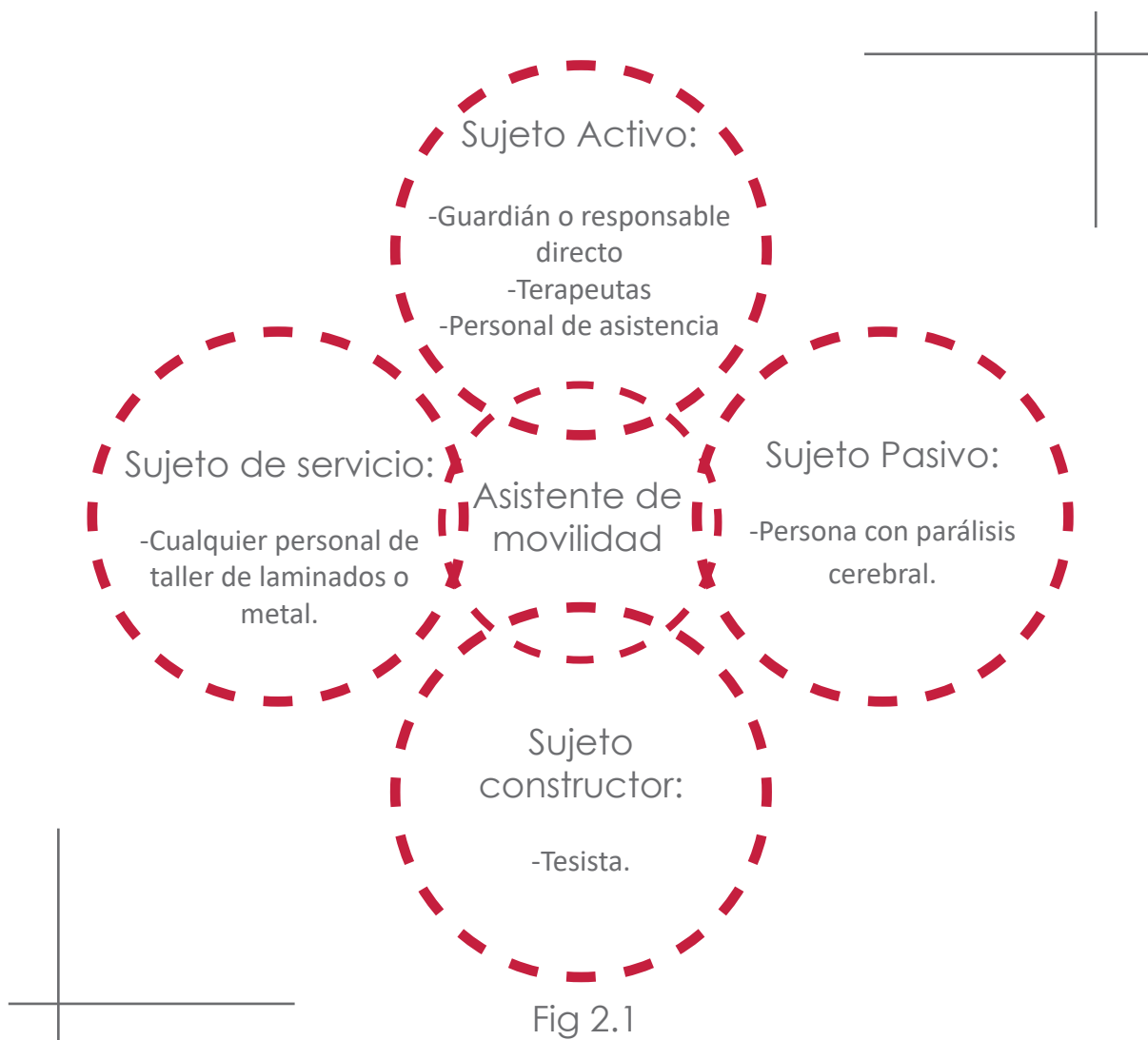


## OBSERVACIONES

El usuario primario, SL, tiene una condición de parálisis cerebral que limita su control muscular debido a la espasticidad de los mismos. Esta espasticidad le impide el movimiento en los miembros inferiores y control voluntario de sus funciones corporales tales como salivar o evacuar y también limita severamente el control de sus miembros superiores.

Considerando tales circunstancias es posible que el usuario primario se vea en la necesidad de utilizar una silla de ruedas constantemente para su desplazamiento, sin embargo, debido a las características de su discapacidad, le es imposible moverse de forma autónoma como a personas que únicamente tienen parálisis de miembros inferiores, por lo que es necesario que la silla de ruedas sea conducida y operada por un usuario secundario (usualmente ML y los terapeutas de SL).

A partir de esto, es posible definir en el siguiente diagrama (Fig. 2.1) qué sujetos se relacionan con el objeto a diseñar.





Hay que aclarar que SL ya cuenta con una silla de ruedas destinada a su uso en espacios fuera de casa (fig 2.2) y otra destinada a su uso exclusivo en casa. La silla para uso fuera de casa se produjo bajo lineamientos similares a los solicitados en la orden de trabajo, sin embargo esta silla ya cumplió con su ciclo de vida, por lo cual es necesario generar un reemplazo adaptado a la condición actual de SL. La silla fue producida en un taller de baja producción específicamente para SL.

De igual forma SL también cuenta con una silla de ruedas especializada, producida por Sunrise Medical, que se utiliza principalmente dentro de casa por motivos prácticos: Resulta demasiado aparatosa y difícil de mover en espacios estrechos y terreno irregular, sin mencionar un peso mayor a su similar para uso exterior.



Fig. 2.2



## ANÁLISIS DE DISEÑO PRECEDENTE

A continuación se presenta un análisis breve de la silla de ruedas existente que utiliza SL fuera de casa.

Uso: Exteriores e interiores públicos.

Usuario principal: SL (36-37 kg).

Horas de uso: 8hrs o más.

Pesa: 20 Kg.

Medida de las llantas: 12" ½ (317 mm).

Materiales: tela de nylon, espumado plástico, tubo redondo de 1" (25.4 mm), lámina de triplay.

### Mantenimiento:

- Reemplazo de las llantas cada 2 años, costo aproximado \$250.00 el par.
- Limpieza del asiento que se desmonta cada 3 semanas.
- Reemplazo de las gomas de los pies, aunque es difícil de encontrar.

### Observaciones:

- La altura del maneral no es apto para la mayoría de los usuarios.
- Las llantas no permiten girar.
- El eje de las llantas tiende a deformarse con el peso.
- Es difícil cargarla, ya que las manos no caben en los agarres.
- No se pliega.
- El freno debe accionarse manualmente.
- Debido al material (triplay), resulta muy pesada.
- Únicamente cabe en vehículos utilitarios.
- Los pies del usuario primario no caben en los estribos.
- Los frenos están flojos y lejos del pie del operador (usuario secundario).
- Existen 2 tubos que actúan como sujetadores para el torso de SL, sin embargo, por su posición, éstos ya no son aptos para su uso, ya que originalmente se diseñaron para las dimensiones de una niña.
- Estos tubos, por su inclinación no sostienen el torso de forma apropiada y provocan que se encorve, lo cual representa un riesgo postural.
- No cuenta con un sujetador de cabeza ya que según el padre, "no es necesario".
- Esta silla tiene mejor manejo y control a comparación de la silla Sunrise Medical.
- El asiento de la silla puede entrar debajo de una mesa de altura estándar, lo que permite acercarla a una mesa como si fuera una silla convencional.
- SL adopta cierta posición cuando se encuentra cansada, apoyando su muñeca en el separador (necesita tener un punto de apoyo para cuando esté cansada).



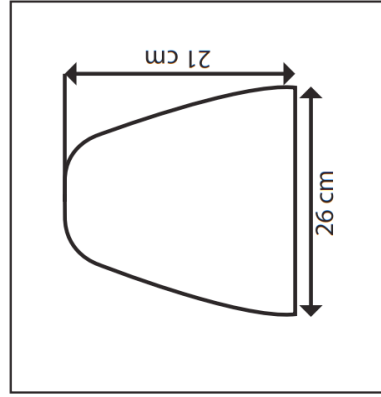
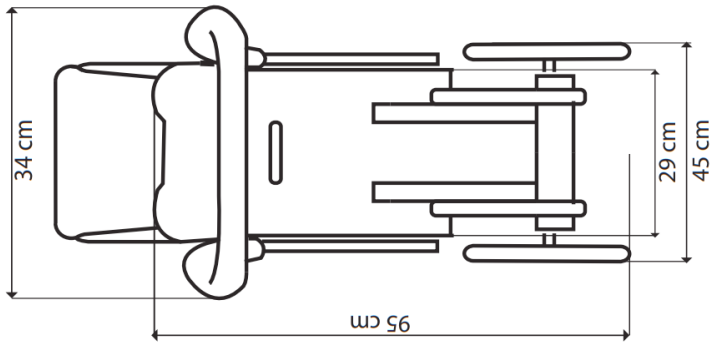
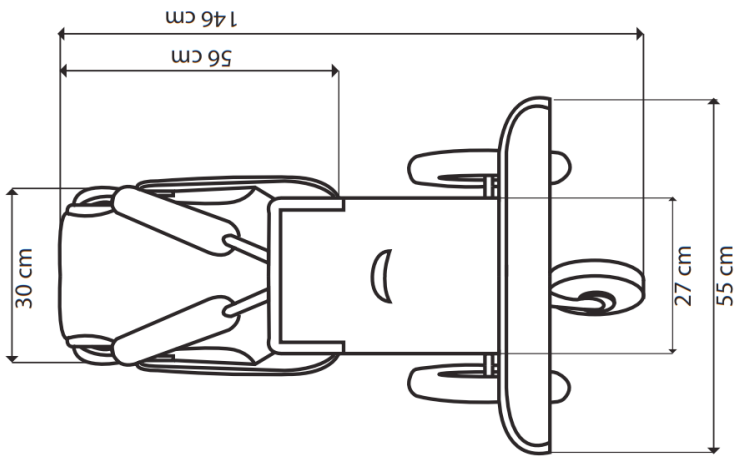
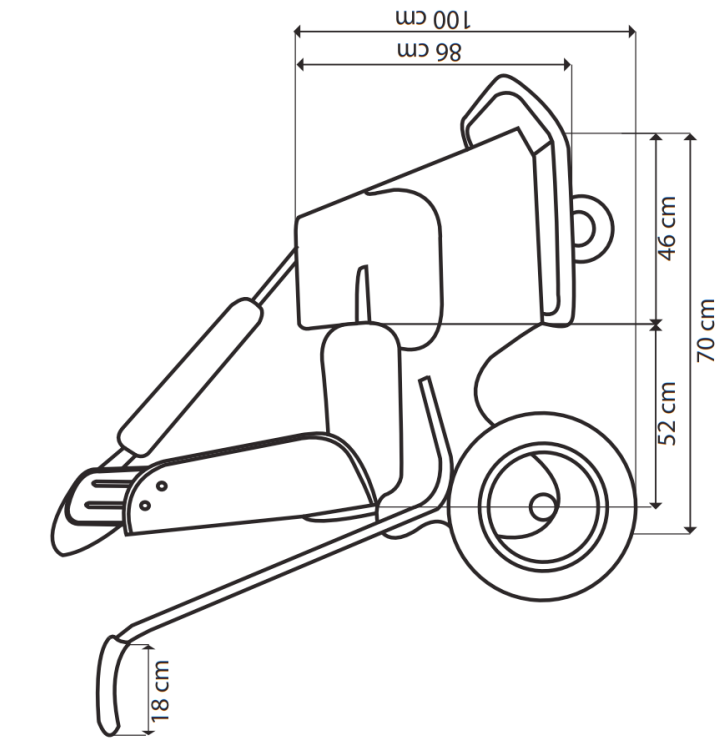
- El freno se encuentra en una posición muy baja, lo que requiere que el operador se agache para accionarlo. En ocasiones resulta más sencillo accionarlo con el pie, lo que genera mayor desgaste. (fig. 2.3)
- El tipo de suelo en que se usa ha ocasionado rupturas y daños en la silla.
- El freno se encuentra accesible para SL, por lo que ella misma lo ha logrado liberar.
- Hay establecimientos en los que no es posible mover la silla por los espacios más reducidos.
- La silla debe estar planeada para su uso en entornos urbanos exteriores y no exclusivamente para su uso en la escuela debido a que la otra silla está diseñada para uso exclusivo en espacios interiores.
- Cuenta con rines de 12" en llanta, con baleros de patineta, pero por peso tiende a deformarse, para eso se soldó un tubo de acero "estructural".
- La silla es lo suficientemente compacta para entrar en una camioneta mediana pero no entra en autos de menor tamaño. (fig. 2.4)
- Siempre cuenta con un "terapeuta sombra" (usuario secundario) que se encarga de conducir y operar la silla en la escuela.
- Las llantas delanteras presentan problemas de accesibilidad por su tamaño (se atorán).
- Resulta más fácil de maniobrar en establecimientos públicos que otras sillas estándar.
- No cuenta con ningún espacio de almacenaje.
- Tiene un abductor para separar las rodillas que tienden a juntarse por la condición de espasticidad de SL.
- La escuela a la que asiste el usuario primario es integral\*, cuenta con instalaciones especializadas para el uso de sillas de ruedas.



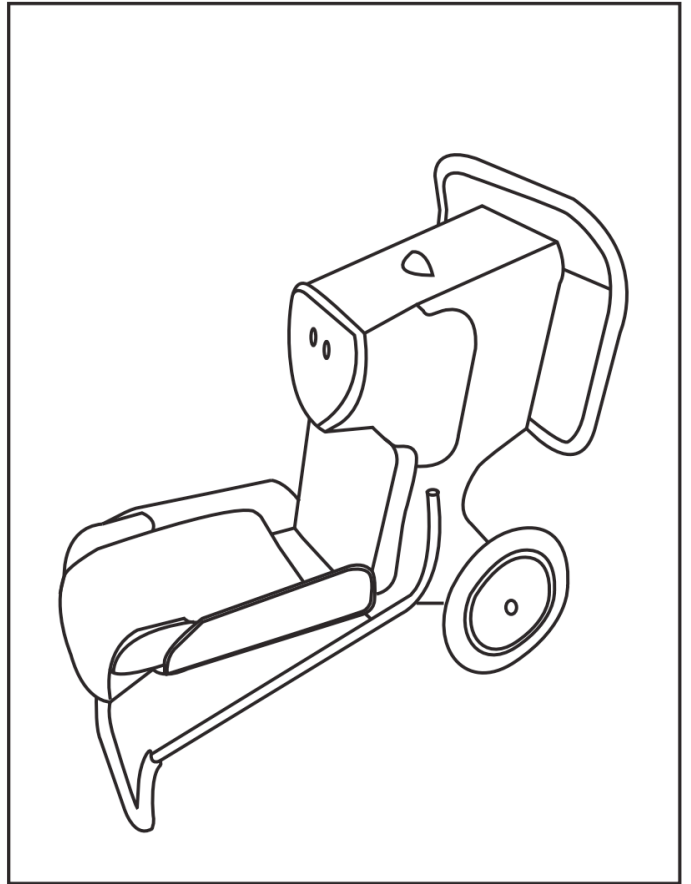
Fig. 2.4

Fig. 2.3





DETALLE SEPARACIÓN DE PIERNAS





## ENTREVISTAS Y ENCUESTAS

A fin de conocer mejor tanto al usuario primario como al usuario secundario, fue necesario entrevistar tanto a ML como a SL. Sin embargo, debido a la condición de SL, la comunicación con ella supuso un reto, por lo cual fue necesario recurrir a métodos menos convencionales.

Durante el periodo de investigación del proyecto realizamos una entrevista con ML como intérprete, lo cual nos ayudó a conocer un poco sobre la vida de SL y su interacción diaria con ML, así como el punto de vista de ML como usuario secundario. En esta primera instancia de entrevistas, llegamos a un número de conclusiones sobre lo que ML buscaba en la silla y sobre lo que SL necesita, quiere y aprecia:

- Comenta que la parte que sostiene su cabeza no es necesaria. (según ML)
- Es notable la dificultad que tienen las personas en sillas de ruedas para transitar en el mundo cotidiano. “Tenía que subirla por las escaleras, porque era la condición de la escuela (antes de tener el elevador, no la bajaban de la silla)”.
- La movilidad representa un aspecto importante para ML. Poder mover la silla por pasillos estrechos, calles, empedrados, etc.
- Sobre los descansabrazos: "Si podría ser, pero no sé qué tanto porque no los ocupa como yo quisiera".
- Encuentra más cómoda para operar la silla roja (de uso fuera de casa) que la silla Sunrise (de uso dentro de casa).
- Lleva consigo su Ipad. Utiliza el dispositivo para escuchar música (la música la invita a que se haga hacia atrás y mejore su postura).
- ML dijo: “No queremos que ella esté aparte, ella se sienta con nosotros en la mesa”, por lo cual se infiere que la inclusión e integración es una de las partes más importantes del diseño.
- También dijo: “Para mí es súper importante la percepción, la imagen es muy importante para ellos” (Percepción de las demás personas). A partir de esto se asume que el aspecto estético debe reflejar una imagen de dinamismo y jovialidad contraria a la apariencia sedentaria de una silla clínica convencional.
- ML utiliza la marca “Little Tikes” como referencia estética.
- La escuela a la que asiste SL es integral.

Estas conclusiones, aunque fueron útiles en el diseño, nos daban una visión sesgada de lo que SL quería a través de los ojos de ML. Por esta razón fue necesario diseñar una entrevista gráfica que nos permitiera comunicarnos directamente con SL, aunque fuera en un nivel básico. Para esto le presentamos una serie de imágenes de las cuales tendría que escoger aquéllas que le “gustaran” más. O bien, hacer preguntas sencillas que se pudieran responder con un sí o no. Una vez aplicada esta encuesta, se aplicó por igual a grupos de muestra de jóvenes y a la familia de SL a fin de conocer los parámetros estéticos dentro de los cuales se diseñaría el producto.

A continuación se presentan los resultados de dichas encuestas. Se menciona únicamente la opción preferida (con más votos) en cada categoría.

#### **De la encuesta aplicada a SL:**

- Matiz preferido: Violeta-Morado
- Luminosidad: Alta
- Saturación de color: Alta
- Composición de tipo: Contraste – Cuantitativo
- Textura preferida: Geométrica

#### **De las encuestas aplicadas a la familia de SL:**

- Matiz preferido: Verdes
- Luminosidad: Alta
- Saturación de color: Media
- Composición de tipo: Contraste – Cuantitativo y Cualitativo
- Textura preferida: Geométrica y orgánica

#### **De las encuestas aplicadas al grupo muestra (131 jóvenes entre 18 y 26 años, género indistinto):**

- Matiz preferido: Azules
- Luminosidad: Alta
- Saturación de color: Alta
- Composición de tipo: Contraste – Cuantitativo
- Textura preferida: Orgánica



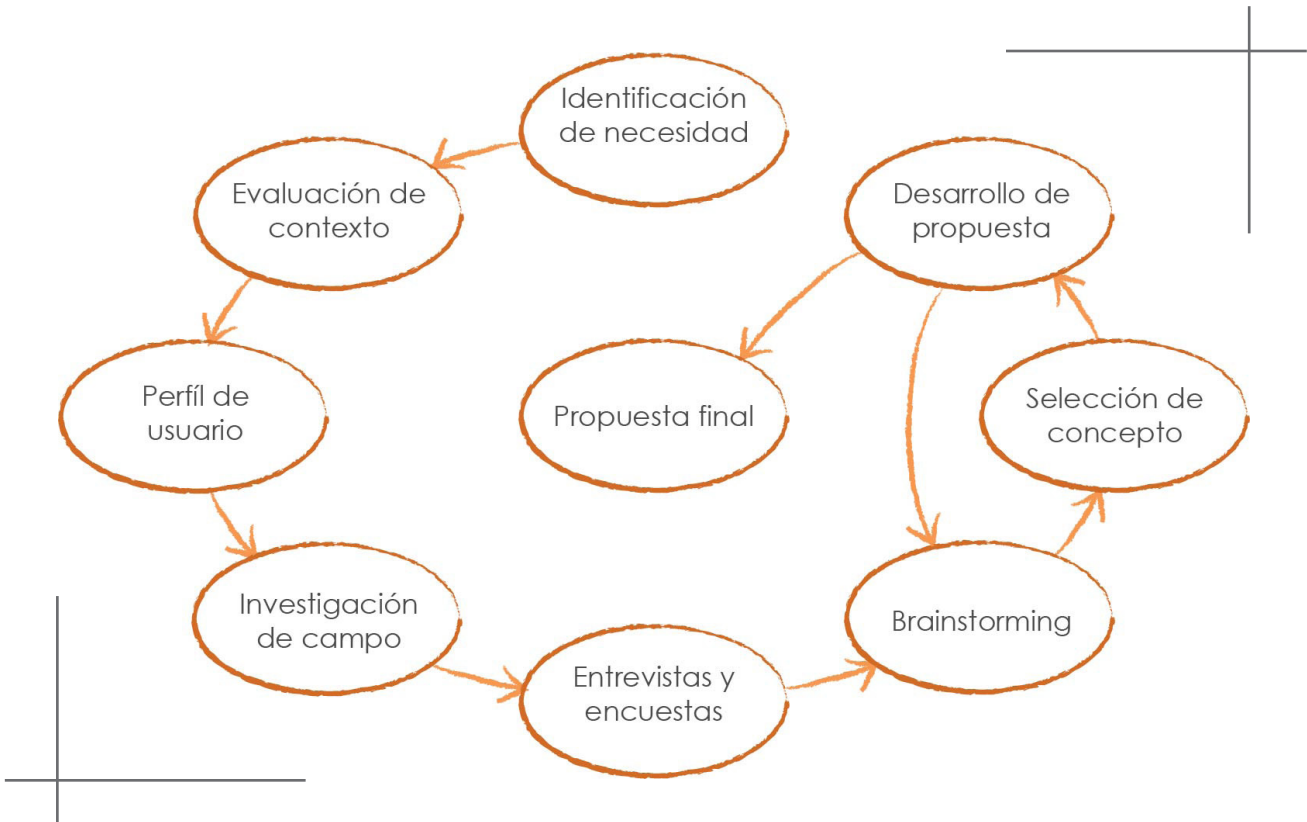
Primeras entrevistas con usuarios





# GENERACIÓN DE PROPUESTAS

El proceso de diseño, según el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, dicta que para generar un producto adecuado a una situación o necesidad se deben de seguir los siguientes pasos:

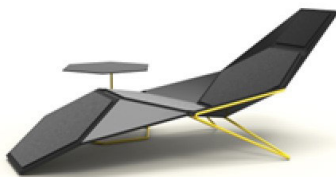
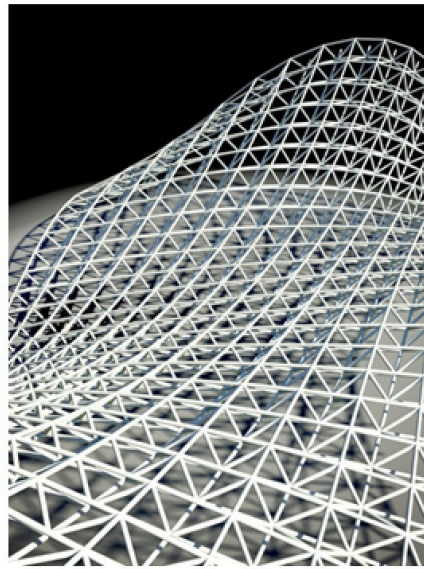


En la siguiente sección se darán a conocer todos los conceptos e ideas que se generaron a fin de cumplir con la orden de trabajo inicial.

## EXPLORACIÓN DE IDEAS

Una vez terminado el proceso de investigación con las necesidades principales identificadas, el equipo de diseño comenzó a buscar palabras clave o conceptos utilizados durante las entrevistas para describir una primera idea del auxiliar de movilidad. Con base en la evaluación de la información provista por la investigación, se determinó que los siguientes conceptos o ideas clave tuvieron protagonismo durante este periodo del proceso de diseño: Compacto, Ligero, Dinámico, Seguro, Jovial.

Luego de aislar estos conceptos o ideas clave, se creó un moodboard para identificar elementos estéticos representativos de cada uno de los conceptos.

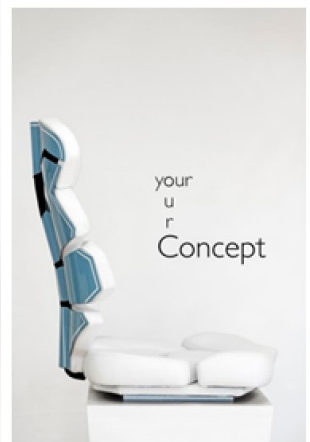


Compacto - Ligero

Jovial



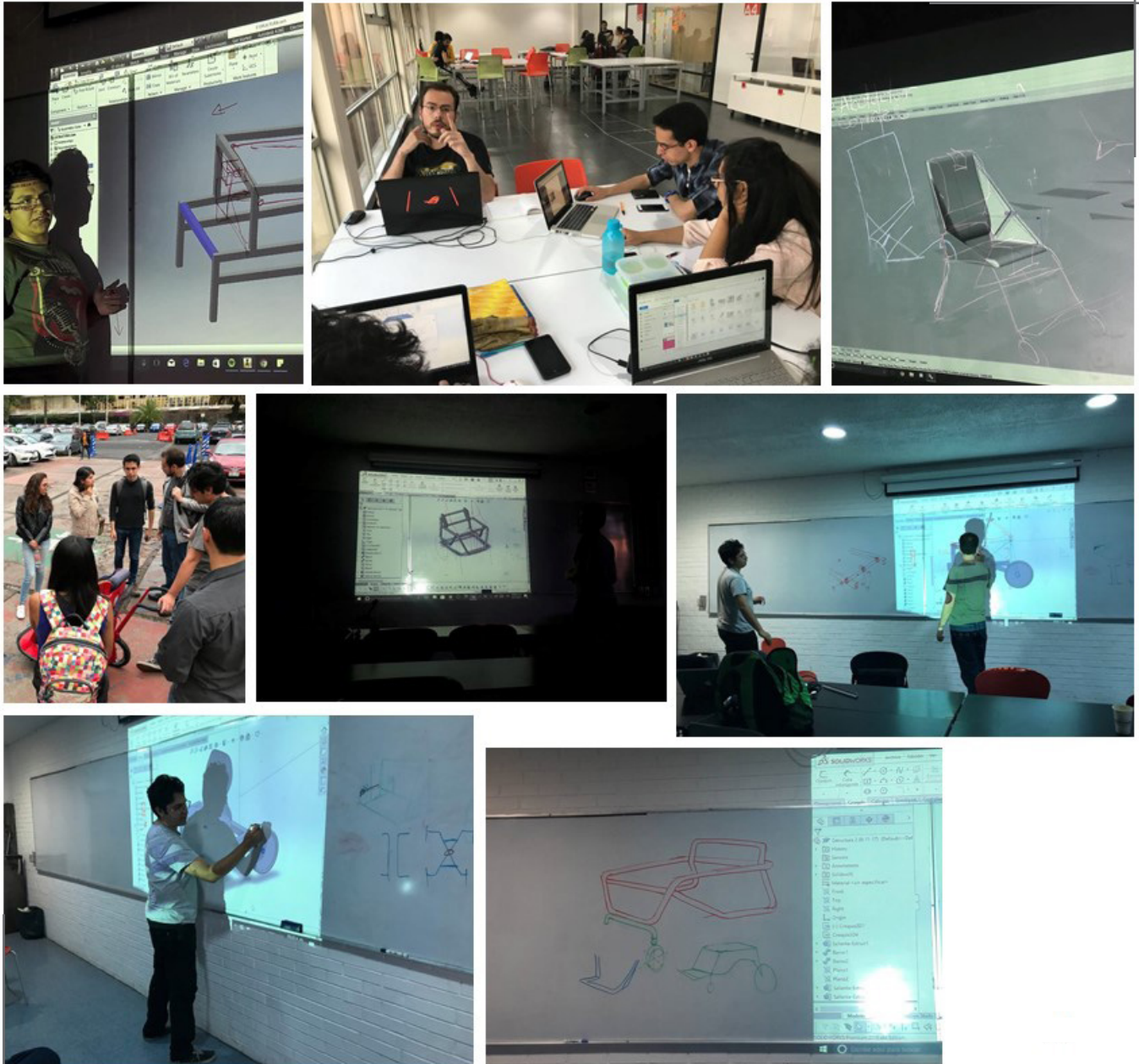
Dinámico - Seguro





# PROPUESTAS

Durante la etapa de conceptualización, el equipo de trabajo se dedicó a generar bocetos de ideas basadas en los conceptos mencionados en la etapa anterior. El proceso se dio de la siguiente manera: Cada integrante presentó una idea de estructura, mecanismo, objeto o función que pudiera utilizarse en la silla, que sería sometida a una evaluación por el equipo mismo y un asesor. Dependiendo del veredicto de la evaluación, si la idea era considerada viable, ésta se desarrollaría para después ser sometida de nuevo a evaluación. Eventualmente, cada integrante procedió con propuestas individuales para la última etapa del proceso de diseño.



Reuniones de trabajo

A continuación se muestran algunos de los bocetos de las ideas que se presentaron durante el proceso de conceptualización:

## PROPUESTA 1

Esta primer propuesta tenía pensado utilizar una estructura inferior de metal con carcasa de plástico. Las ruedas traseras estarían conectadas a esta estructura por medio de brazos oscilantes que ayudarían a amortiguar impactos causados por irregularidades en el terreno. (Fig. 4.1)

El asiento sería soportado por una columna central sobre la estructura inferior cuya altura se podría ajustar.

El asiento llevaría el acojinamiento adecuado y un abductor según las especificaciones de la ODT.

Esta idea fue descartada debido a la complejidad y costo de los mecanismos necesarios para hacer que funcionara como se propuso.

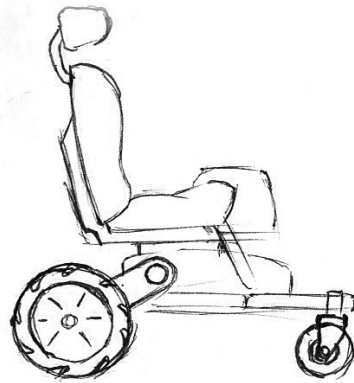


Fig. 4.1



## PROPUESTA 2

(Fig. 4.2)

Esta segunda Propuesta también utilizaba la idea de brazos oscilantes como amortiguación, e incluso los brazos contarían con la opción de girar hacia el frente para reducir el espacio ocupado al momento de almacenar la silla.

También se consideró la posibilidad de agregar frenos a las ruedas de atrás, accionados por un cable que correría desde el maneral, a través de la estructura, hasta la rueda.

La idea fue descartada por considerarse demasiado costosa para el presupuesto que se consideró inicialmente.

Las carcasas del volumen que encierra la estructura estaban propuestas en plástico moldeado. La producción del molde hubiera requerido de una inversión muy por encima del presupuesto inicial.

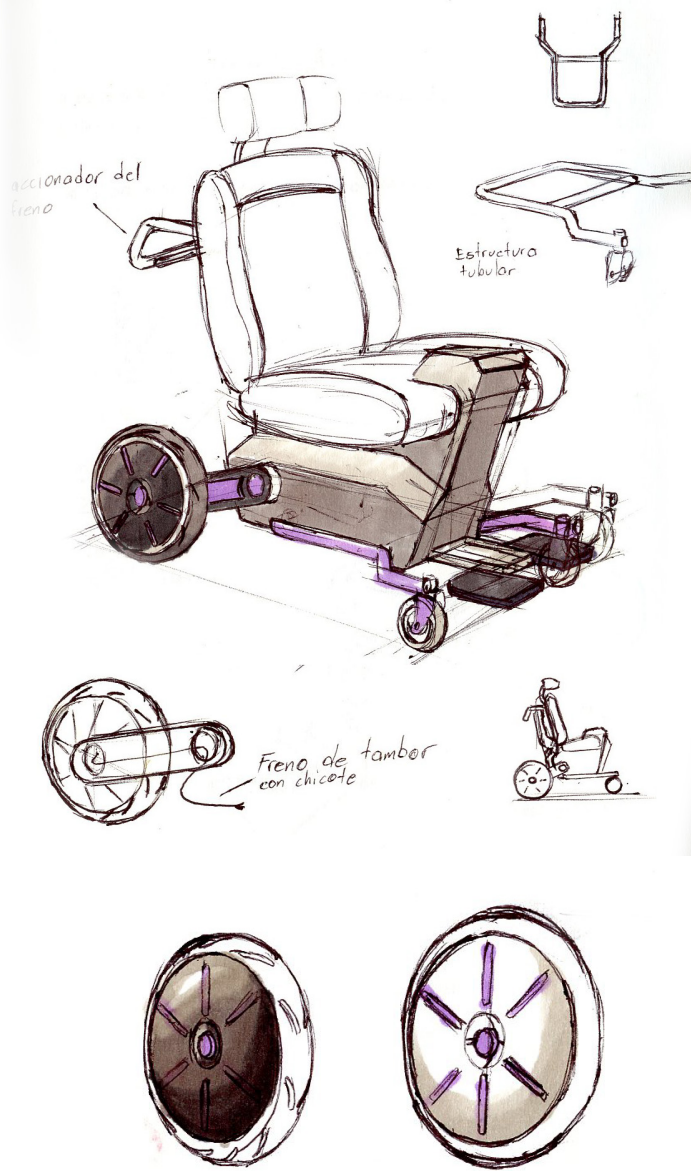


Fig. 4.2

### PROPUESTA 3

Esta propuesta se generó con base en la idea de una estructura que pudiera doblarse como papel (Fig. 4.3). Tal estructura sería empleada para dar al asiento la posibilidad de plegarse y ahorrar espacio en almacenamiento.

La estructura base del asiento utilizaría polietileno (HDPE\*) con suajes en puntos específicos para generar bisagras. Las superficies interiores de la estructura contarían con los acojinamientos apropiados para la comodidad del usuario.

Para adaptarse mejor a la ODT, se le añadió un abductor con las dimensiones específicas para el usuario principal (Fig 4.4).

De igual forma también se adaptó una estructura de metal tubular para sostener el asiento (Fig 4.5). Ésta contaría con cubiertas de plástico y amortiguadores de bicicleta comerciales.

Este concepto fue descartado por consideraciones del cliente-usuario en revisiones posteriores.

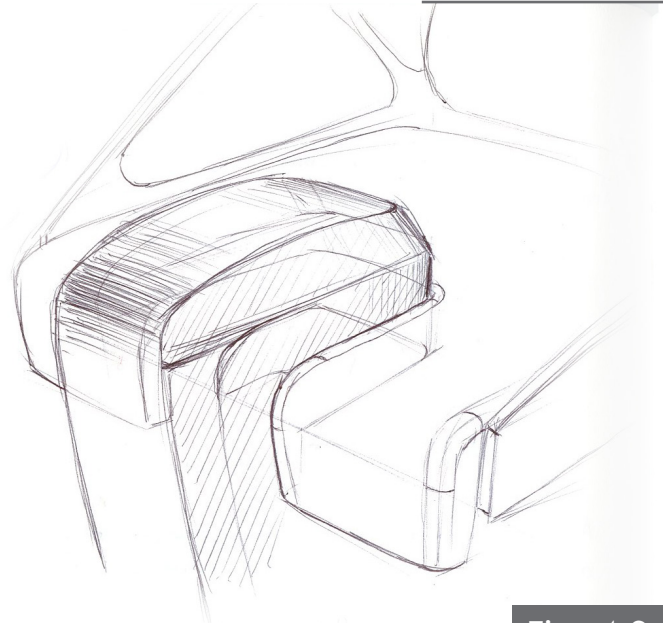


Fig. 4.3

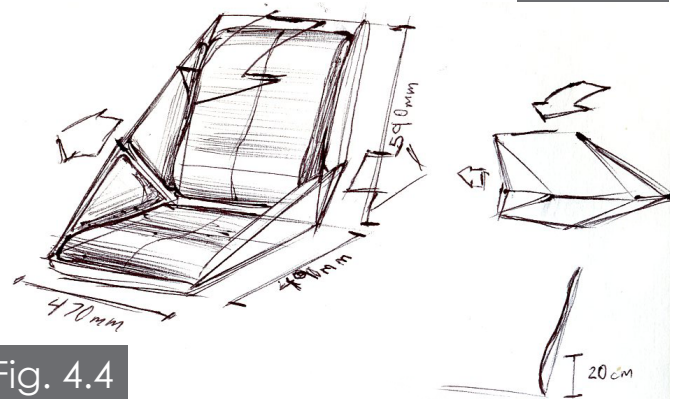


Fig. 4.4



Fig. 4.5

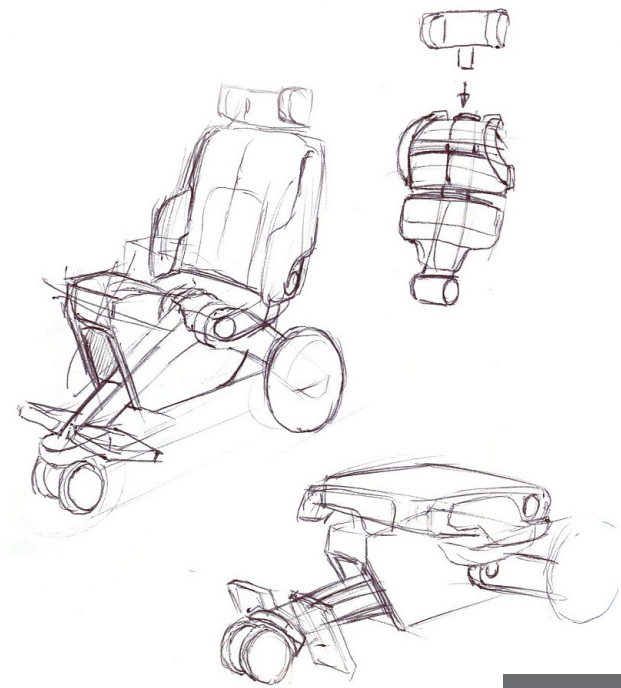


Fig. 4.6

## PROPUESTA 4

Luego de eliminarse la propuesta anterior, se regresó a la propuesta 2 para definir la forma de una nueva variante, la cual cuenta con el mismo sistema de brazos oscilantes para las ruedas traseras y un brazo como punto de apoyo para las ruedas delanteras. Estos brazos estarían unidos en la punta opuesta por un eje común que permitiría un giro controlado de los mismos, a fin de ajustar la altura general de la silla. (Fig. 4.6)

El volumen que encierra la estructura principal de la silla estaría fabricado ahora en madera (triplay) para reducir el costo previsto. La estructura de los brazos oscilantes sería metálica para reducir costo y peso respecto al concepto 2. (Fig. 4.7)

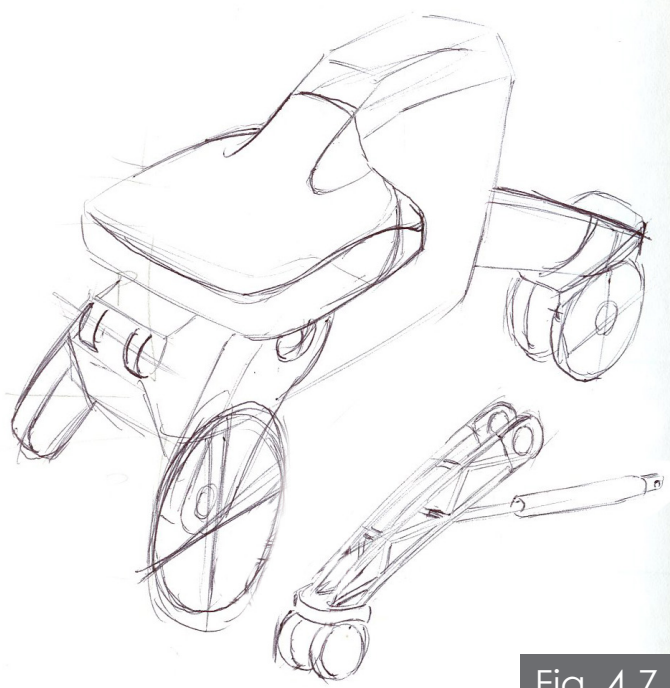


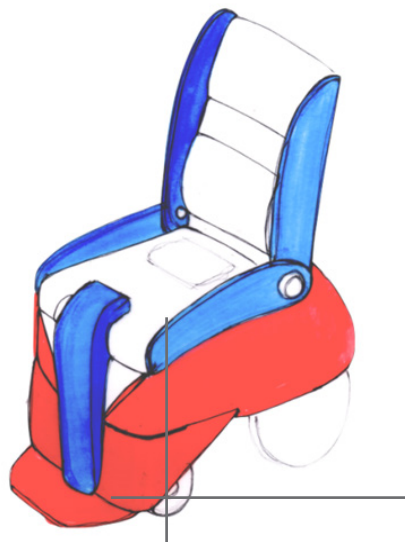
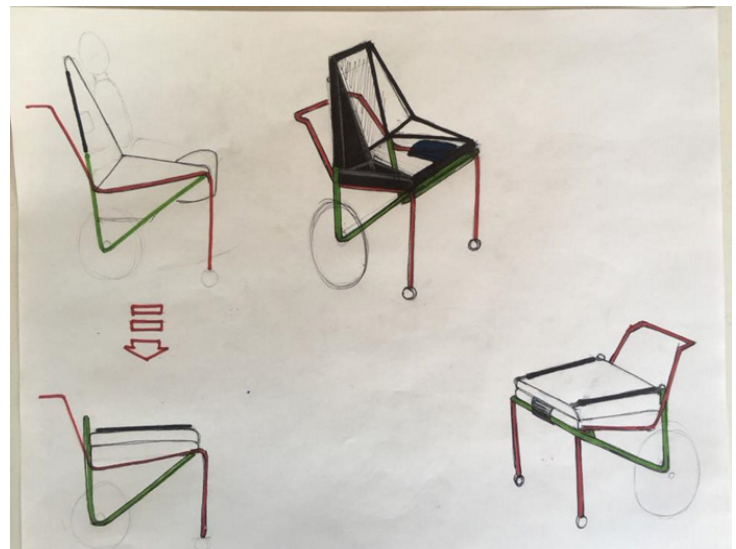
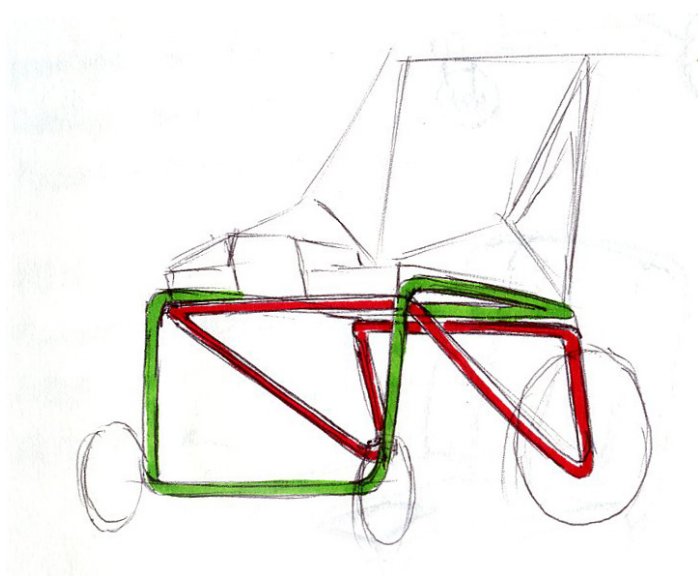
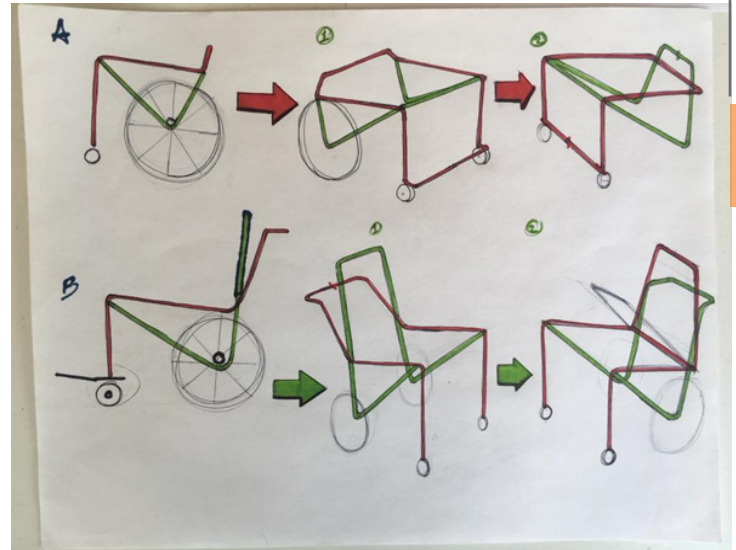
Fig. 4.7



## OTRAS PROPUESTAS

Éstas son algunas de las configuraciones de estructura de tubular contempladas para el diseño. Cada tubo individual está diferenciado por color para su análisis.

Aquí también se pueden apreciar otros conceptos de silla de ruedas provistos por los demás miembros del equipo. Todos se conceptualizaron con la posibilidad de ser plegados. Estos conceptos fueron descartados por no ser viables económicamente.





# PROPUESTA FINAL

Finalmente se decidió utilizar una estructura con 3 puntos de apoyo (1 rueda delantera y 2 ruedas traseras), similar a la propuesta 4 pero simplificada para mantener un margen de costo aceptable. Esta última propuesta emplea una estructura de perfil tubular unido por soldadura. El uso de acero dulce tubular y triplay de madera elimina la necesidad de piezas plásticas moldeadas, además emplea sólo un mecanismo que requiere de piezas hechas a la medida lo cual reduce el costo de producción. El asiento está hecho con fibra de vidrio y acojinamiento de espuma plástica (Fig. 4.10), con un respaldo de triplay doblado y acojinamiento similar (Fig. 4.8 y 4.9). Cuenta con un mecanismo que permite ser plegado con el propósito de reducir el espacio de almacenamiento. El concepto entonces, se resume como: Asistente de movilidad urbana dinámico y jovial.

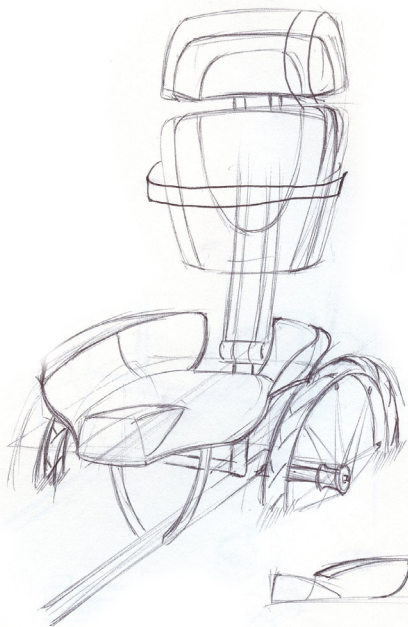


Fig. 4.9

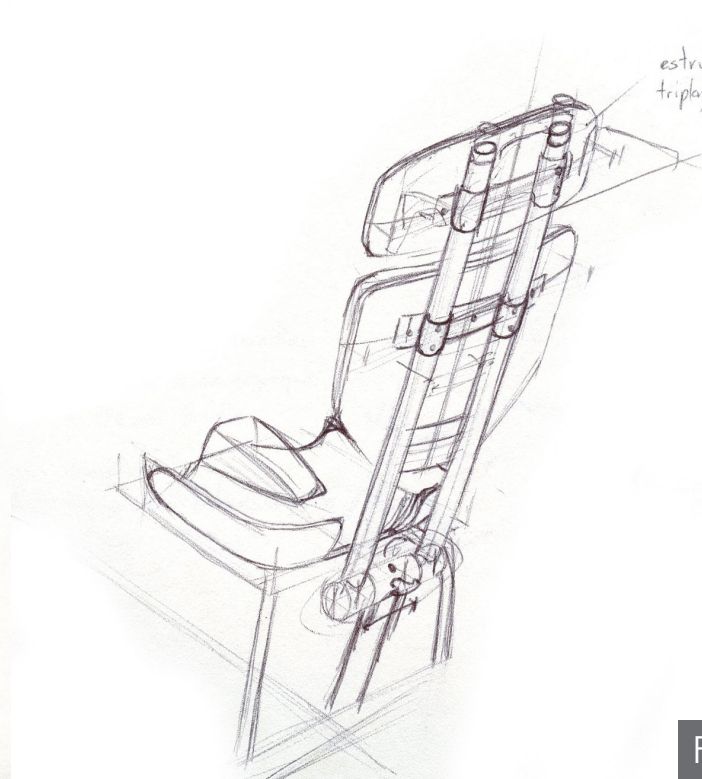


Fig. 4.8

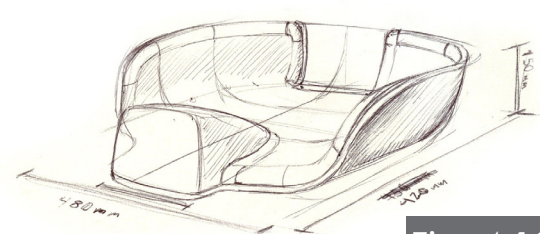
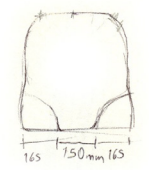


Fig. 4.10

Originalmente el mecanismo planteado para la propuesta era una pieza de metal maquinada que se fabricaría *in situ* (Fig. 4.11 y 4.13). Sin embargo, la complejidad de la pieza dificultaba y encarecía su producción, por lo cual se optó por una solución más sencilla: un alma de nylon con 2 barrenos dispuestos a 90° y un plunger\* que actuaría como traba para controlar el giro del respaldo (Fig 4.12).

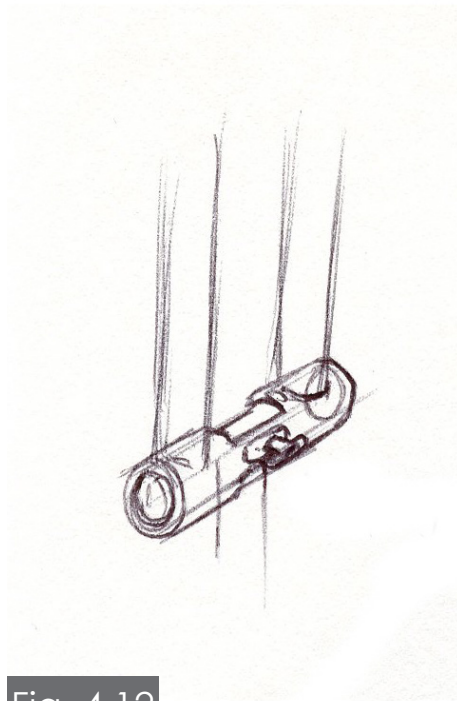


Fig. 4.12

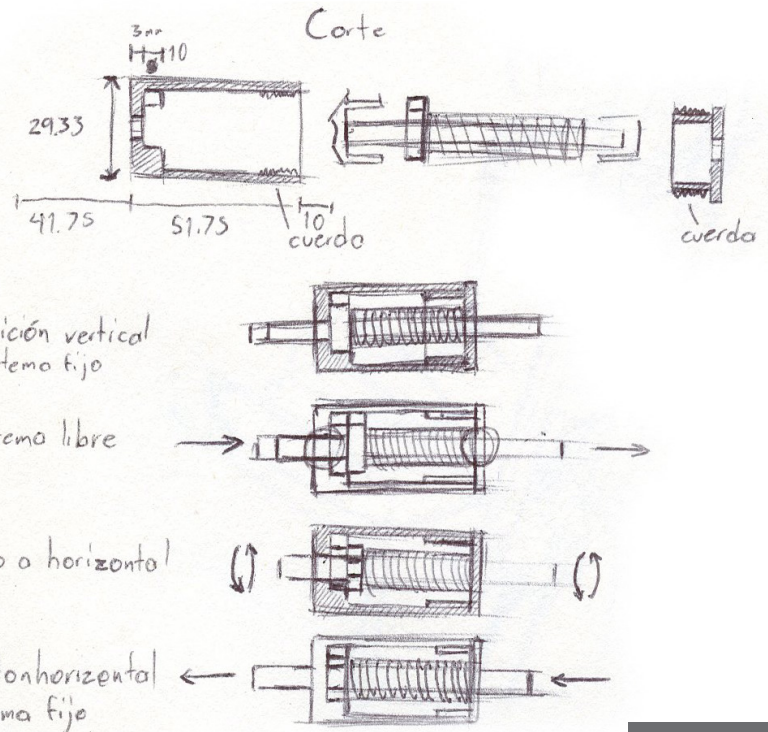


Fig. 4.13

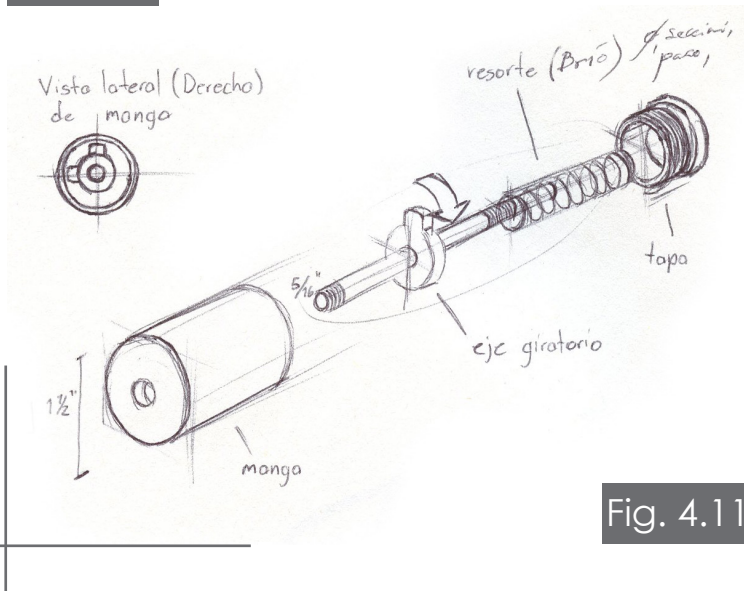


Fig. 4.11



## SIMULADOR

A continuación se muestran fotografías del simulador *in situ* durante el periodo de pruebas:

Por motivos de espacio, muchas de las vías de tránsito para sillas de ruedas dentro de la escuela tienen transiciones en esquina a 90° y no se desarrollan en curvas amplias, por lo cual se definió que el radio de giro mínimo sería de 85cm.

Las pruebas del simulador se realizaron en el colegio Giocosa donde SL cursa su preparatoria (Fig 4.14). Como se mencionó anteriormente en el capítulo de contexto, el colegio cuenta con numerosas rampas y vías de acceso habilitadas para el uso de sillas de ruedas; sin embargo, debido a su naturaleza improvisada, no todas cuentan con las dimensiones necesarias para acomodar cualquier silla de ruedas. Algunas de las vías de tránsito y accesos en el colegio cuentan con una anchura de menos de 1 metro (Fig. 4.15). Por esta razón se definió que el ancho máximo del auxiliar sería de 60 cm.

Luego de haber seleccionado el concepto a desarrollar, se fabricó un simulador con el cual se realizó un recorrido del sitio principal de operación. El propósito de este simulador fue entender cómo las dimensiones del objeto restringían el producto e interactuaban con el entorno planteado en la ODT. Para ello, el simulador debió ser fabricado con perfil tubular de hierro, madera y algunas piezas comerciales. La estructura del simulador nos daba la posibilidad de probar ciertas variables basadas en las medidas antropométricas de los usuarios a fin de determinar cuáles de éstas se adaptan mejor a las necesidades específicas de los mismos. Las variables a definir por el simulador serían la altura del maneral para manejar la silla, la altura de los estribos y la distancia entre ejes de la silla. El simulador de función se fabricó y evaluó en colaboración con los alumnos: **Tarek Villalobos, Francisco Castillo y Yolotzin Nava.**



Fig. 4.14



Fig. 4.15



Una de las observaciones más notorias al hacer el recorrido del sitio fue que la llanta delantera se atoraba en los espacios de un piso de rejilla metálica, por lo cual se marcó como objetivo **cambiar esta rueda por una que permitiera paso libre por este tipo de rejilla.** (Fig. 4.16 y 4.17)

La rejilla en cuestión tenía un espacio de aproximadamente 2.5 cm entre cada solera de metal en el sentido transversal y 10 cm en el sentido longitudinal.



Fig. 4.16



Fig. 4.17



Los estribos contaban con 2 posiciones de ajuste. Sin embargo se optó por dejar los estribos a 15 cm del suelo para poder librar obstáculos en el piso. (Fig. 4.18)

**La altura del asiento demostró ser idónea** para el uso de la silla en el salón de clases, ya que permitía que la silla entrara debajo de un escritorio de altura estándar eliminando la necesidad de mover al usuario a una silla convencional, o bien utilizar un escritorio especial. (Fig. 4.19)



Fig. 4.19



Fig. 4.18



# PROPUESTA FINAL



**A**l terminar con el proceso de diseño, el resultado final fue el siguiente (Fig 5.1): Un auxiliar de movilidad compacto, ligero y estéticamente agradable. De acuerdo con las especificaciones de la ODT, el auxiliar cuenta con un respaldo plegable, un arnés para asegurar la posición del usuario, frenos de fácil acceso y manejo para el operador, un abductor y dimensiones que permiten maniobrabilidad apropiada en la mayoría de los espacios de un entorno urbano.



Fig. 5.1

Uno de los principales puntos de atención durante el proceso de diseño fue la movilidad de la silla. Dado que el producto fue concebido con la intención de ser usado en entornos urbanos (específicamente en la Ciudad de México) fue necesario considerar las limitaciones en dimensiones de los caminos a los que el producto estaría expuesto. Para ello, el volumen general del aparato se contiene en un paralelepípedo de 116 x 62 x 106 cm cuando está desplegado y 116 x 62 x 74 cm plegado. (Fig. 5.2)

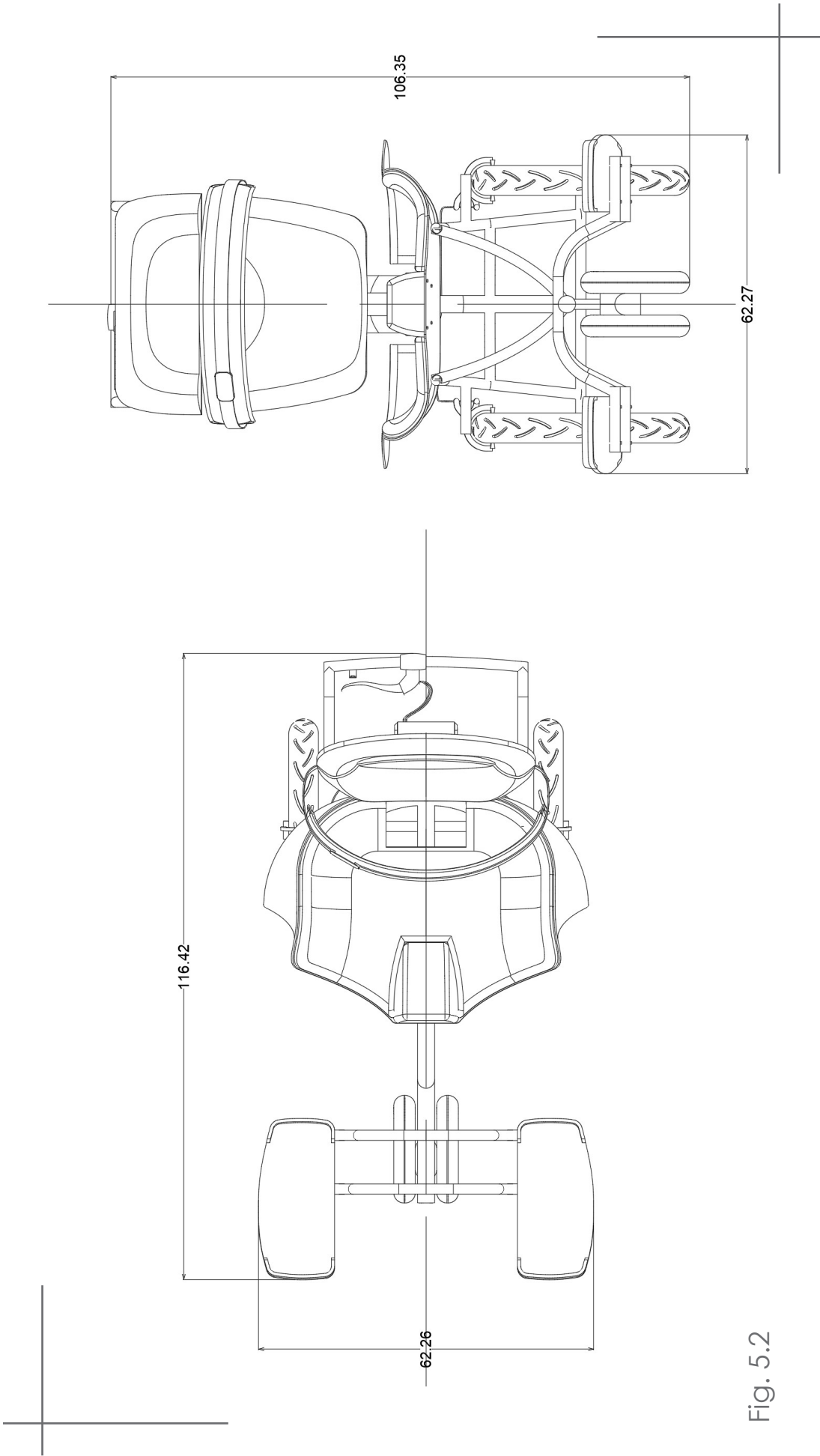


Fig. 5.2



Su anchura le permite el paso a través de la mayoría de las puertas y accesos en la ciudad. Debido a la distancia entre ejes, su radio de giro es de tan sólo 85cm lo cual también le permite maniobrar en espacios reducidos.

El auxiliar cuenta con un mecanismo que permite que el respaldo se pliegue para reducir su espacio de almacenamiento (Fig. 5.3 y 5.4). El mecanismo consta de un plunger comercial con resorte que se jala para liberar el mecanismo y así inclinar el respaldo 90 grados respecto a su posición original.

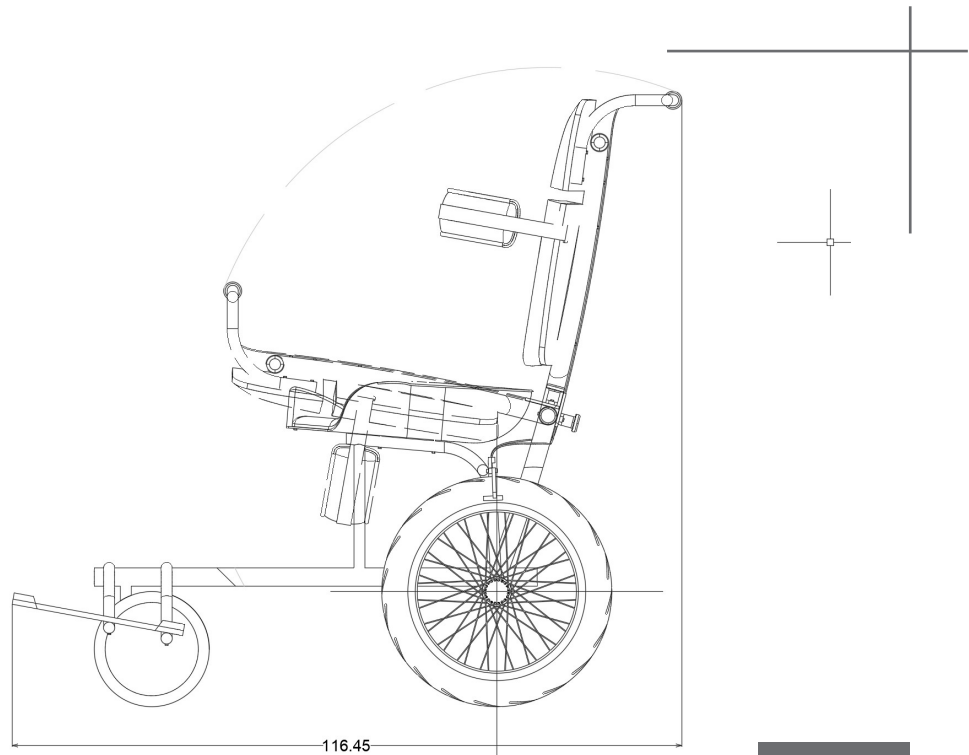


Fig. 5.3

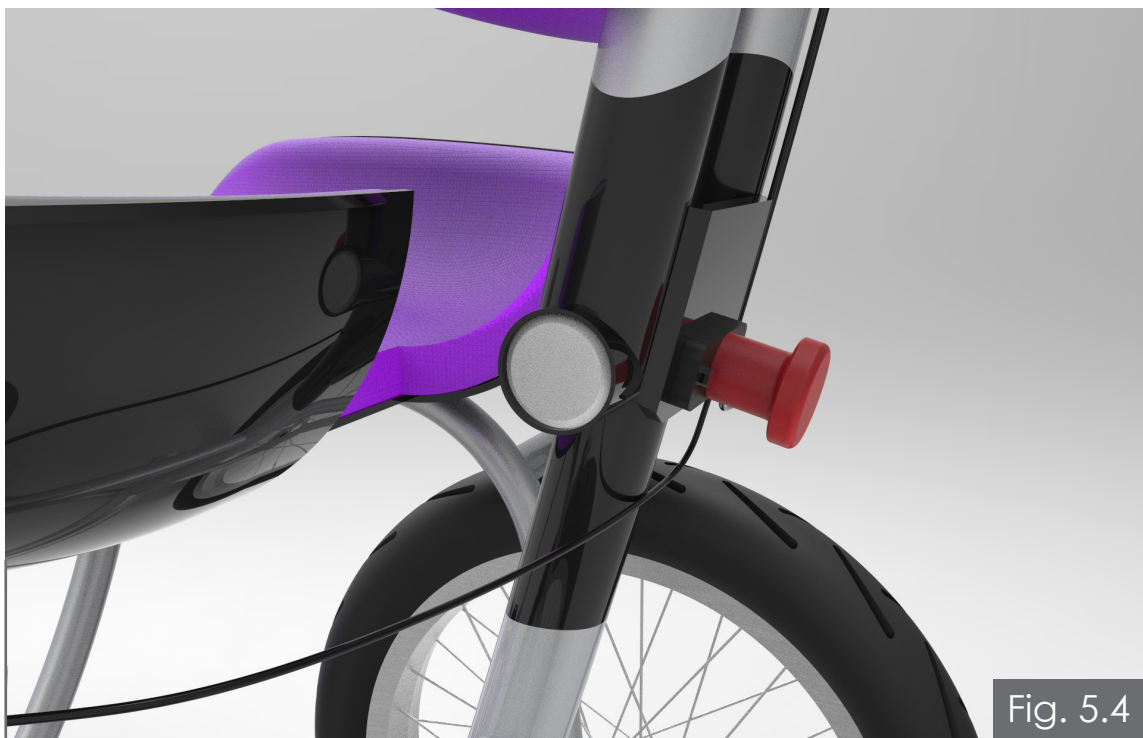


Fig. 5.4

## SECUENCIA DE USO

Para plegar el asiento es necesario primero tirar del plunger. (Fig. 5.5)

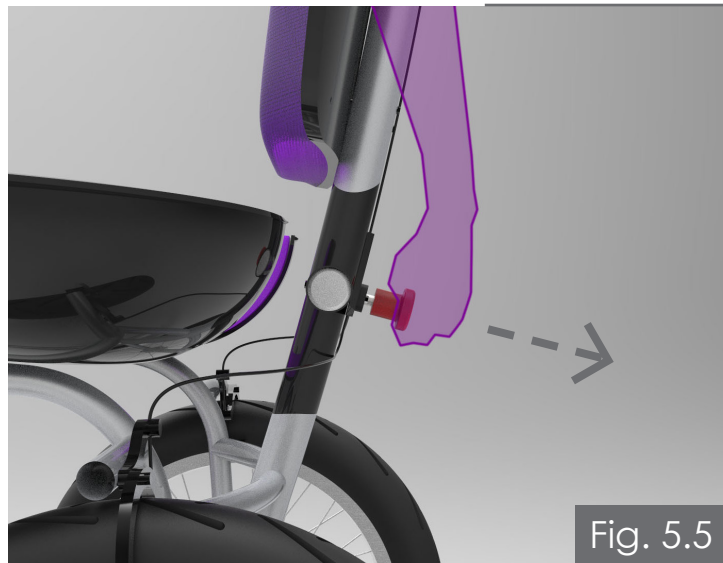


Fig. 5.5

Esto libera el mecanismo y permite que el operador baje el respaldo hasta la posición de guardado. (Fig. 5.6)

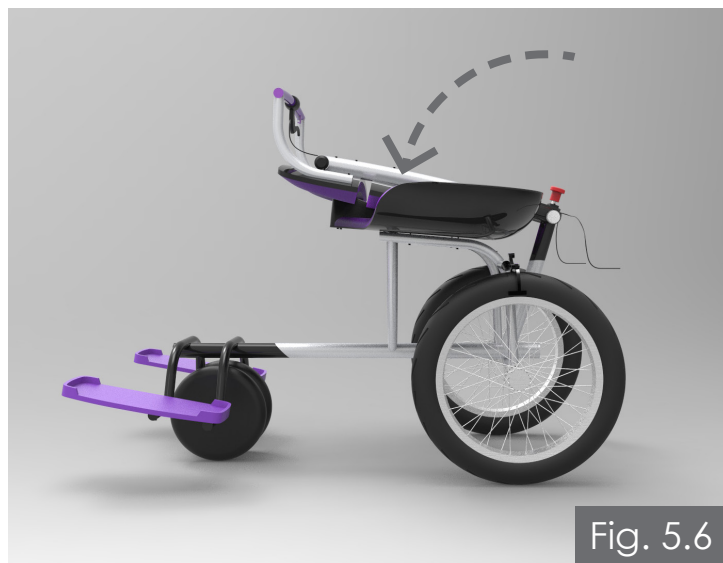


Fig. 5.6

Una vez en la posición de guardado, el plunger regresará automáticamente a su posición de bloqueo.

Para desplegar el asiento, sólo es necesario repetir el proceso pero de forma inversa. (Fig. 5.7)



Fig. 5.7

El diseño se elaboró con la intención de mejorar aspectos de la silla roja construida por ML mencionada anteriormente. Uno de los aspectos a mejorar era el peso. La silla original utilizaba triplay de madera como su material estructural principal, lo que la volvía muy pesada. El nuevo auxiliar utiliza perfil tubular de acero al carbón con fibra de vidrio, piezas comerciales de plástico y rines de aluminio. Todo esto ayuda a mantener el peso debajo de los 10 Kg, comparado a los 14+ Kg de la silla roja.

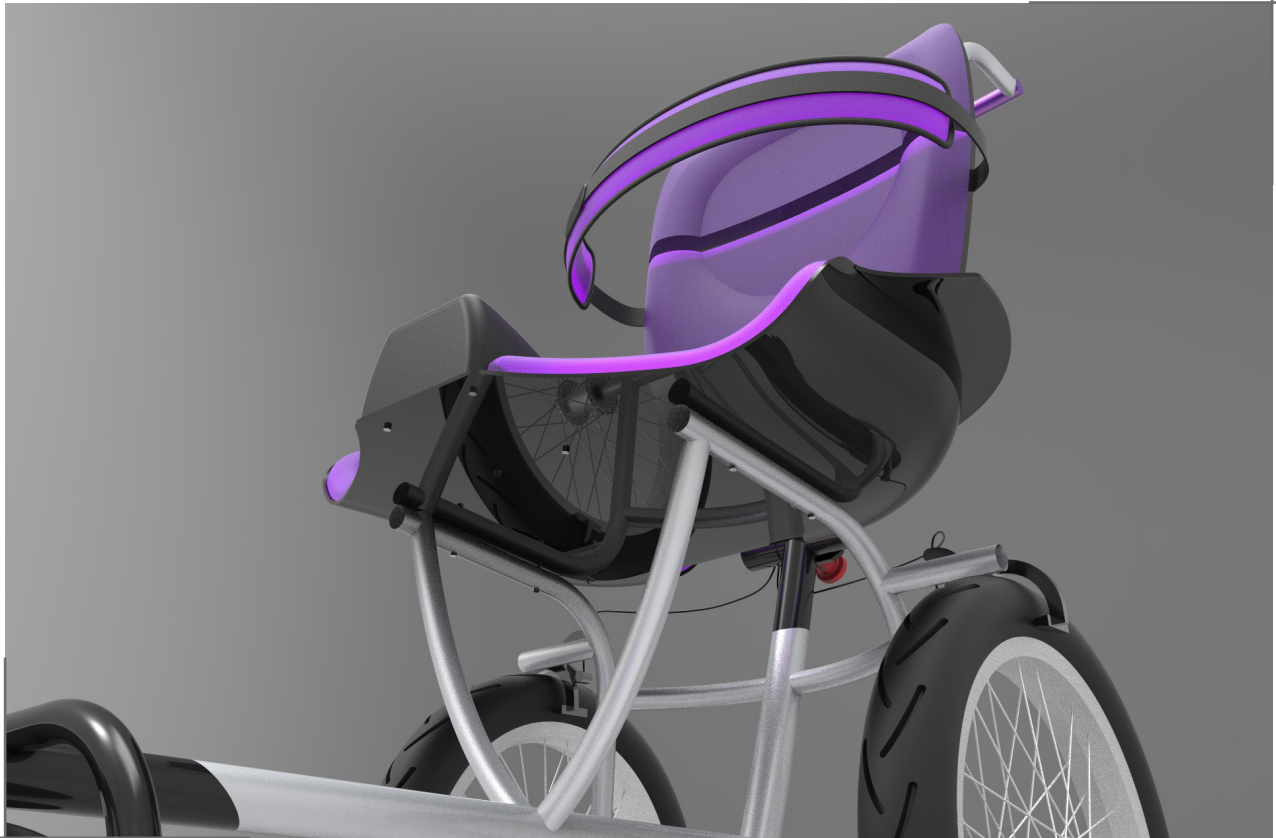


Fig. 5.8

Para la comodidad del usuario principal, la silla cuenta con acojinamiento de espumado plástico recubierto con tela de algodón (Fig 5.8). El asiento lleva un capitonado para dar a los cojines una forma que siga apropiadamente las proporciones del torso y asentaderas del usuario. El respaldo cuenta con un arnés (Fig 5.9 y 5.10) que se sujeta con un broche comercial de plástico. Éste también es de tela de algodón con espumado.



Fig. 5.9

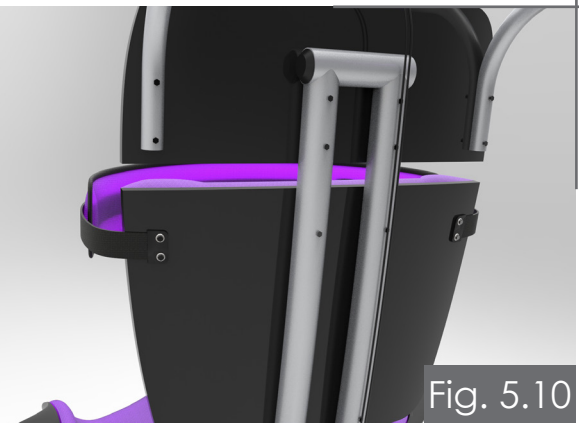


Fig. 5.10

Para facilitar la operación del auxiliar y por motivos de seguridad, éste cuenta con frenos accionados desde el maneral que pueden bloquearse en la posición de freno (Fig 5.11). Los frenos en cuestión son de cangrejo y se conectan con el maneral por chicotes que corren a lo largo de la columna del respaldo. (Fig 5.12 y 5.13)



Las ruedas delanteras son una pieza comercial fabricada por Prinsel (Productos Infantiles Selectos S.A. de C.V.) para carreolas modelo Barcelona. Diámetro: 5 ½" (14mm) x 37mm de ancho inyectadas en HDPE\*.

Cada rueda trasera consta de un rin 16" para 32 rayos con maza tipo push para facilitar la remoción de la rueda en caso de que se quiera reducir aún más el espacio ocupado por la silla durante su almacenamiento. El escaso diámetro de las ruedas junto con su posición baja, ayuda a mantenerlas fuera del alcance de SL para evitar posibles lesiones en caso de que baje la mano, al igual que las guardas con las que cuenta el asiento a cada lado.

La estructura es de perfil tubular redondo de 1 ¼" (31.75 mm) y ¾" (19.05 mm) ambos calibre 18, de acero al carbón unido por soldadura. Está recubierta con pintura electrostática blanca y negra. A ésta se unen estribos, respaldo y asiento por uniones mecánicas (tornillos de 6.35 mm (1/4") con tuerca inserto de corona). En su mayoría se le dará forma al acero tubular por medio de dobladora de tubo, con algunas piezas roladas ya sea con roladora de 3 puntos o escantillón de mesa (tubos 2 – 4, 11–12 y 26 ).

En total, la estructura se construye con 2.26 metros de acero tubular de 1 ¼" y 4.64 metros de acero tubular de ¾" doblados o rolados. Las secciones de tubo se distribuyen de la siguiente forma (Fig. 5.14):



No.	Longitud (mm)	Diametro (in)
1	770	1 1/4
2	294	1 1/4
3	484	1 1/4
4	484	1 1/4
5	39	1 1/4
6	37	1 1/4
7	39	1 1/4
8	105	1 1/4
9	467	3/4
10	467	3/4
11	280	3/4
12	280	3/4
13	400	3/4
14	445	3/4
15	427	3/4
16	150	3/4
17	150	3/4
18	150	3/4
19	150	3/4
20	160	3/4
21	160	3/4
22	96	3/4
23	96	3/4
24	257	3/4
25	257	3/4
26	380	3/4

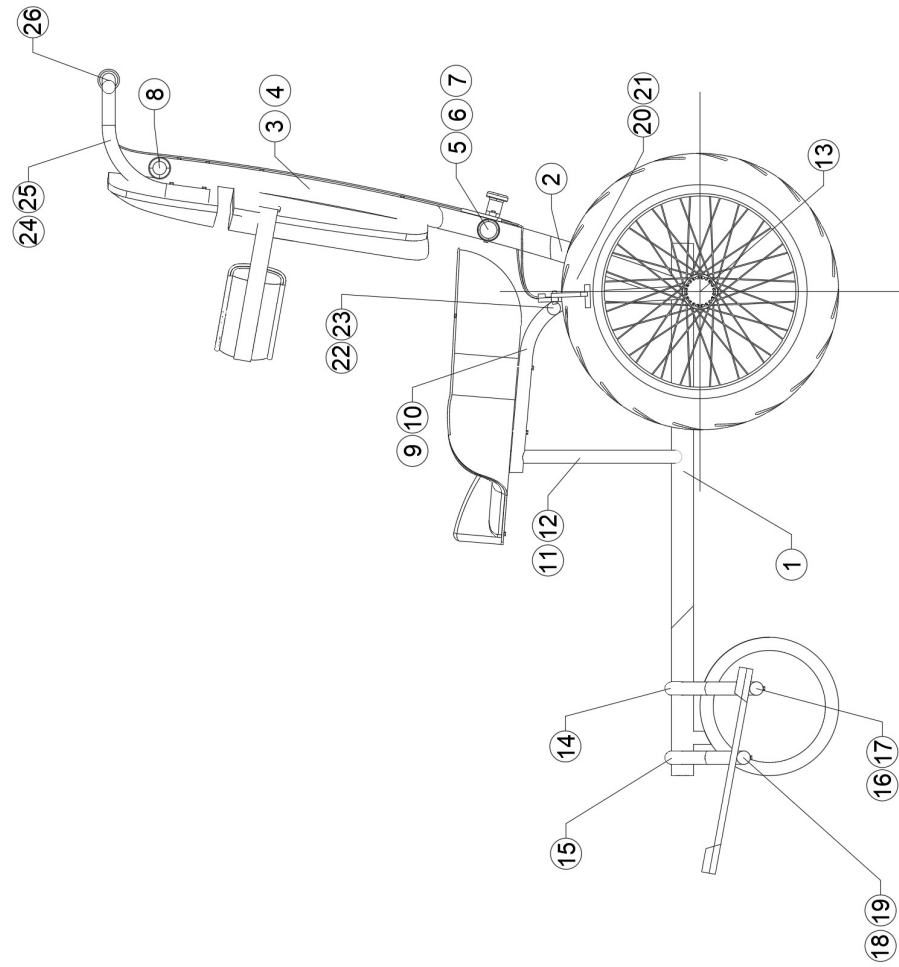


Fig. 5.14

El respaldo consta de 2 bases de triplay de 18mm de espesor, dobladas y pintadas con su acojinamiento respectivo.

El asiento, además de estar recubierto con acojinamiento de espuma de mediana densidad, cuenta con un abductor que impide que el usuario junte las rodillas, de acuerdo con las especificaciones de la ODT. También cuenta con 2 guardas a cada lado que a su vez actúan como descansabrazos.

Estéticamente, el diseño utiliza el perfil tubular de la estructura con un color neutro (blanco) para reducir el impacto visual de la misma y hacer menos notorio el carácter terapéutico de la silla, dando así una apariencia más similar a un accesorio o vehículo representativo de la persona que lo usa y no de una consecuencia de una condición. El esquema de color también ayuda a crear un contraste con ciertos puntos focales que indican piezas esenciales para el funcionamiento del aparato (estribos, mecanismo de plegado, asiento y maneral).

El esquema de color se pensó tomando en cuenta la posibilidad de una producción de mayor escala. Los colores blanco y negro al ser de carácter neutro, pueden combinarse con cualquier otro color, esto permite personalización en el color de estribos, maneral y la tela del asiento, respaldo y arnés (Fig 5.15).



Fig. 5.15

Las curvaturas e inclinaciones del tubo en la estructura ayudan a darle al aparato una apariencia más dinámica y jovial.

El maneral se definió como un tubo horizontal para facilitar la aplicación de la maneta de freno. Esta orientación también permite que las manos del usuario secundario u operador permanezcan en una posición más cómoda y natural a comparación con otras sillas de ruedas convencionales, ya que éstas obligan al operador a mantener las muñecas en híper-extensión, lo cual representa un riesgo postural.







# CONCLUSIONES

## CONCLUSIÓN

Con base en la investigación y pruebas realizadas durante el transcurso del proyecto, se pudo demostrar que con el cambio en las medidas de los ejes base, más la adición de mecanismos de plegado y remoción de las ruedas, disminuyó el volumen total en comparación con las sillas de ruedas que utiliza actualmente el usuario, tanto en su forma de almacenamiento como en su forma desplegada. Esto permite su almacenamiento en vehículos de menor volumen y de la misma manera facilita su transporte cuando no está en uso.

También se concluye que la movilidad del aparato en espacios interiores reducidos o “confinados”, mejoró a través de la reducción de las dimensiones en los ejes principales del aparato, lo cual permite su paso por umbrales de puertas comerciales en la ciudad. El aumento en los radios de las ruedas delanteras permite que el aparato pueda circular por la mayoría de los terrenos que presenta el entorno urbano, que es la Ciudad de México con menor esfuerzo por parte del asistente.

Finalmente se comprobó que el uso de una estructura de acero tubular fabricada localmente y de piezas comerciales, facilita el mantenimiento regular de la silla por las siguientes razones: al estar hecha en un taller local, con métodos de fabricación comunes, la estructura se puede reparar o bien replicar en cualquier taller que cumpla con equipamiento mínimo; de igual manera, si alguna de las piezas comerciales resultara defectuosa o dejara de funcionar, se le puede sustituir fácilmente a un menor costo que si se utilizaran piezas especializadas.

## REFLEXIÓN PERSONAL

**D**espués de realizar las investigaciones apropiadas, queda clara la importancia del paradigma de la inclusión en el diseño de productos. El diseño incluyente genera un ambiente de crecimiento y aceptación para la población en general ya que permite que aquellas personas con discapacidad desempeñen tareas que no sólo son útiles económica y socialmente, sino que también les ayuda a desarrollar un sentido de pertenencia y a estrechar vínculos emocionales y sociales con otros individuos. Si bien esto representa un crecimiento moral y emocional para el individuo, simplemente por la cantidad de personas con discapacidad que existen, crear un entorno incluyente significa que estos individuos se integran a una sociedad económicamente activa, quebrantando así esa visión arcaica sobre las personas con discapacidad que nos divide y debilita.

Existe una variedad tan grande de discapacidades aun sin incluir todas las posibles combinaciones entre ellas, que al analizar la problemática de un individuo específico, es posible ver que las necesidades entre cada uno de ellos varían de manera abrumadora. Esto significa que existen tantas oportunidades de diseño tan sólo en una silla de ruedas o “auxiliares de movilidad”, como existen personas en el mundo. Con base en esto es posible concluir que el diseño incluyente representa una veta mayormente intacta con un gran potencial para generar no sólo ganancia económica sino también un cambio social importante.

También cabe aclarar que el diseño industrial para producciones en serie y el diseño personalizado presentan una diferencia particular que se manifiesta a lo largo de todo el proceso de diseño. El diseño para producciones mayores o enfocadas a públicos mas grandes, requiere de un enfoque holístico que abarque la mayor cantidad de características propias del público al que va dirigido. Entre más grande sea éste, mayor es la diferencia entre cada extremo y por lo tanto, el diseñador deberá decidir cuándo es posible adaptarse al público y cuándo el público debe adaptarse a un estándar con tal de entregar una propuesta factible y económicamente viable. Por otra parte, el diseño personalizado no ataca incógnitas multitudinarias o problemas de tipo sistemático, por lo cual es mucho más sencillo investigar y adaptar el diseño a las necesidades particulares del usuario que lo solicita. De cualquier forma ha de destacarse que este proyecto se creó con un usuario particular como su enfoque principal; sin embargo, se optó por dejar una senda abierta para su desarrollo como un proyecto de producción en serie en algún futuro.





Render con escala humana



# INFORMACIÓN ADICIONAL

## GLOSARIO DE CONCEPTOS

- **Escuela integral:** Institución educativa cuyo objetivo es generar un ambiente de aprendizaje adecuado para personas de cualquier condición por medio de la inclusión.
- **Plunger:** Mecanismo que consta de una base y un perno con resorte que, en su posición de descanso, funciona como un seguro o bloqueo para otro mecanismo no específico. Éste se libera por acción humana al tirar de él y regresa a su posición de descanso por acción del resorte.
- **Chicote:** se le denomina chicote a la sección de cable o cuerda de acero que acciona un mecanismo al tirar de él.
- **Benchmarking:** Se le llama así al método de análisis para explorar el estado del arte actual por comparación de estándares.
- **HDPE:** Denominación RIC para Polietileno de Alta Densidad (High Density PolyEthylene).



## FUENTES DOCUMENTALES

- **Frank Vassilyadi.** (2012). Hallmarks in the history of cerebral palsy: From antiquity to mid-20th century. Extraído el 31 de enero de 2019, de Sociedad Japonesa de Neurología Infantil. Sitio web: [https://www.brainanddevelopment.com/article/S0387-7604\(12\)00117-9/fulltext](https://www.brainanddevelopment.com/article/S0387-7604(12)00117-9/fulltext)
- **Confederación de Asociaciones de Atención a Personas con Parálisis Cerebral.** (2014). Tipos de parálisis cerebral. Extraído el 20 de octubre de 2018, de Confederación Española de Asociaciones de Atención a las Personas con Parálisis Cerebral Sitio web: <https://aspace.org/tipos-de-paralisis-cerebral>
- **Colegio Giocosa.** (2016). Colegio Giocosa. Extraído el 16 de octubre de 2018, de Colegio Giocosa, Juventud en Armonía S. C. Sitio web: <https://www.colegiogiocosa.edu.mx/>
- **Jefatura de Gobierno de la Ciudad de México.** (2016). Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad. Extraído el 14 de noviembre de 2018, de Instituto para la Integración al Desarrollo de las Personas con Discapacidad Sitio web: <http://data.indepedi.cdmx.gob.mx/documentos/ManualNormasTecnicasAccesibilidad.pdf>
- **Instituto para el Desarrollo de las Personas con Discapacidad.** (2012). Manual Técnico de Accesibilidad. Extraído el 12 de noviembre de 2018, de Instituto para la Integración al Desarrollo de las Personas con Discapacidad Sitio web: [http://data.indepedi.cdmx.gob.mx/documentos/MTA\\_2012.pdf](http://data.indepedi.cdmx.gob.mx/documentos/MTA_2012.pdf)
- **Instituto para el Desarrollo de las Personas con Discapacidad.** (2010). Magnitud de la discapacidad en 2010. Extraído el 13 de noviembre de 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía Sitio web: <http://data.indepedi.cdmx.gob.mx/estadistica1.html>
- **Jonás López y Lilián Hernández.** (2016). Personas con discapacidad; trasladarse es todo un desafío. Extraído el 22 de enero de 2019, de Excélsior Sitio web: <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2016/12/03/1131915>

## AGRADECIMIENTOS

Por este medio se extiende un agradecimiento especial a:

- MDI Mauricio Moyssén Chávez
- DI Víctor Manuel Valencia Sosa
- DI Ubaldo Dander Sánchez

Por su asesoría y apoyo durante el desarrollo de este proyecto y documentación del mismo, así como a mis compañeros:

- Tarek Villalobos
- Francisco Castillo
- Yolotzin Nava Miranda
- Iraís Medina
- Adriana Escoto

Por su participación en las etapas de investigación y desarrollo de propuestas en este proyecto.

Y por último un agradecimiento a todas aquellas personas que me apoyaron e hicieron posible que llegara a este punto. Porque el fin de un viaje significa el comienzo de uno nuevo.

"Por mi raza hablará el espíritu"

CIDI | FA | UNAM | CDMX 2020



¡GRACIAS!

1

2

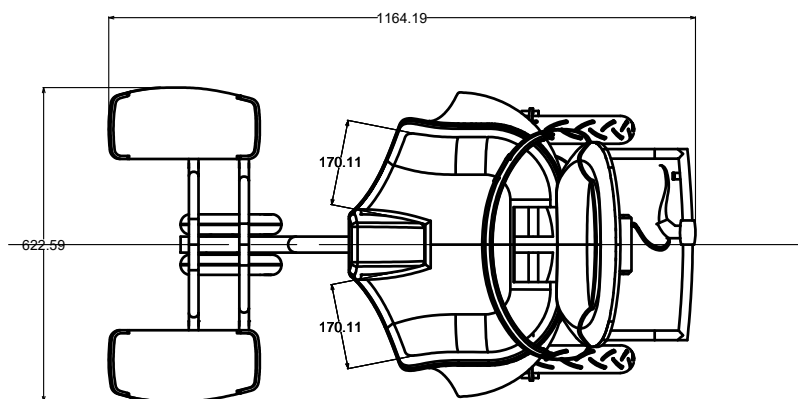
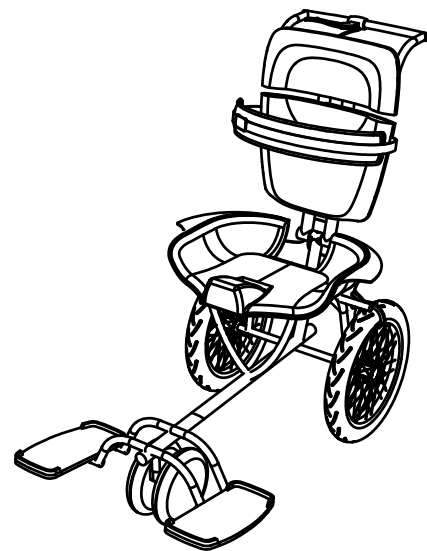
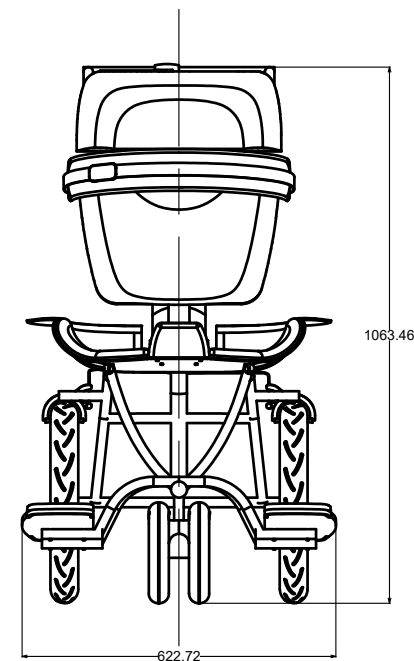
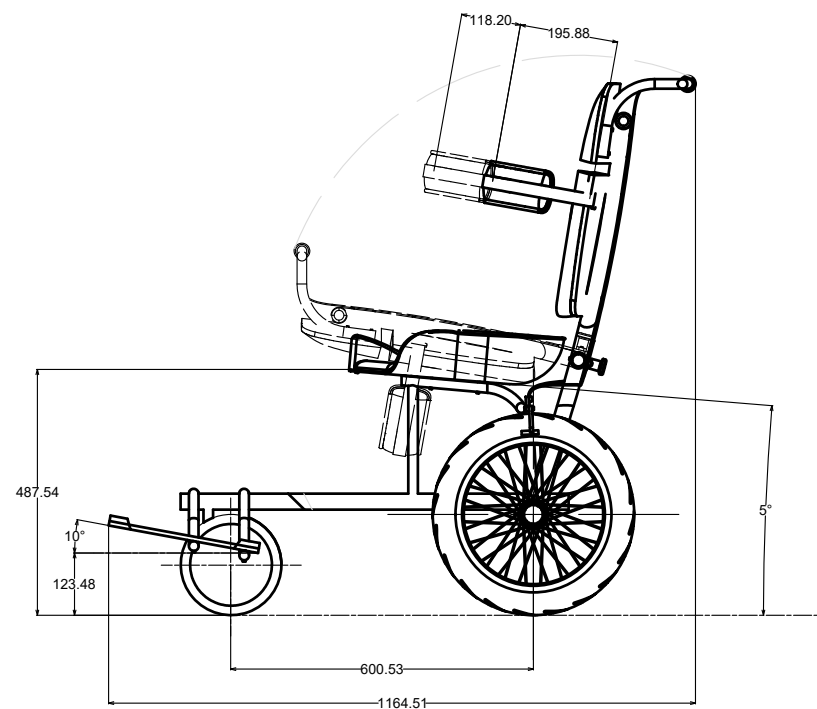
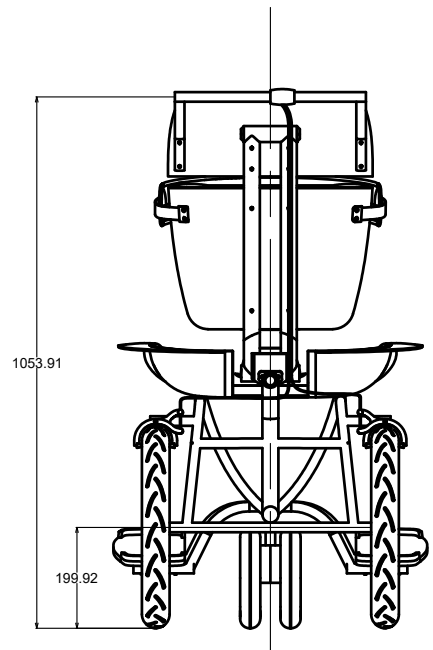
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



A

B

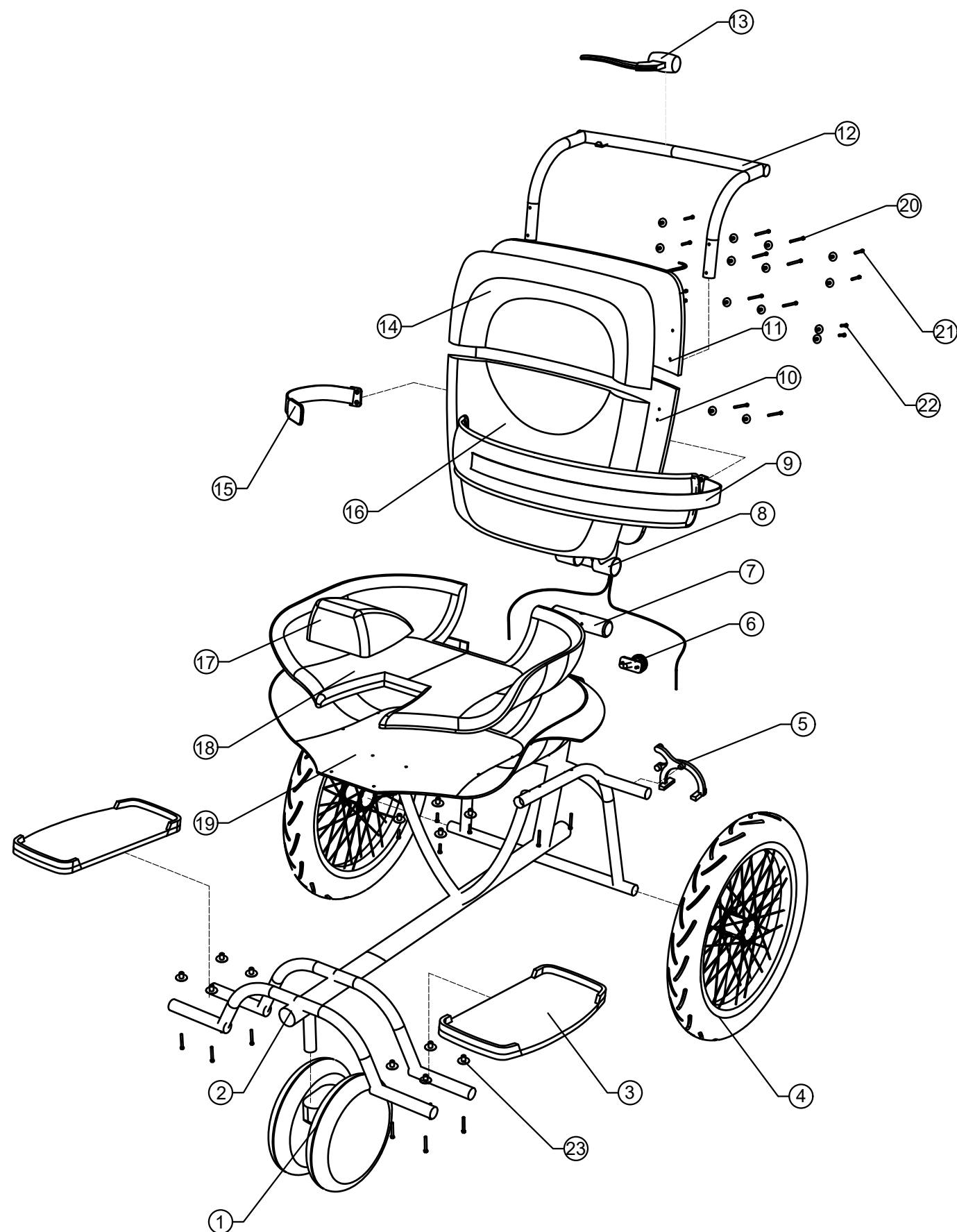
C

<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:15
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	<b>1/14</b>
<b>Nombre del Plano:</b> Vistas Generales			

D



no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



No.	Nombre	Descripción	Cantidad
1	Juego de ruedas delanteras Prinsel	Pieza comercial de HDPE inyectado	1
2	Estructura principal	Acero dulce tubular 1 1/4" soldado c/ pintura electrostática	1
3	Estribo	Triplay de 18mm pintado	1
4	Ruedas traseras	Rin 12" de Al con eje push y maza de 36 rayos	2
5	Juego de frenos de cangrejo	Freno comercial para bicicleta con manguera y chicote	2
6	Plunger JW Winco	Modelo GN608.5 con pin de acero inoxidable	1
7	Alma de Nylamide	Pieza maquinada en torno	1
8	Estructura de respaldo	Acero dulce tubular 1 1/4" soldado c/ pintura electrostática	1
9	Arnés	Tela de nylon c/ acojinamiento y broche comercial	1
10	Base para respaldo inferior	Triplay de 18mm maquinado	1
11	Base para respaldo superior	Triplay de 18mm maquinado	1
12	Maneral	Acero dulce tubular 3/8" soldado c/ pintura electrostática	1
13	Maneta de freno	Pieza comercial para bicicleta	1
14	Cojín de respaldo superior	Tela de nylon con espumado densidad media	1
15	Arnés	Tela de nylon con broche comercial de presión	1
16	Cojín de respaldo inferior	Tela de nylon con espumado densidad media	1
17	Abductor	Ensamble de MDF c/ recubrimiento de espumado baja densidad	1
18	Cojín de asiento	Tela de nylon con espumado densidad media	1
19	Carcasa de asiento	Fibra de vidrio moldeada con recubrimiento de resina	1
20	Tornillo de 44mm	Tornillo cabeza hex Ø 1/4" 44mm cuerda fina	8
21	Tornillo de 25mm	Tornillo cabeza hex Ø 1/4" 25mm cuerda fina	16
22	Tornillo de 13mm	Tornillo cabeza hex Ø 1/4" 13mm cuerda fina	12
23	Tuerca inserto	Tuerca inserto tipo corona Ø 1/4" cuerda fina	28
24			
25			
26			

Nombre: Héctor Armando Fierro Gastélum	Institución: CIDI - U.N.A.M.	Fecha: 29/05/19	Esc: 1:15
Proyecto: Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
Nombre del Plano: Explosivo		Cotas: mm	2/14

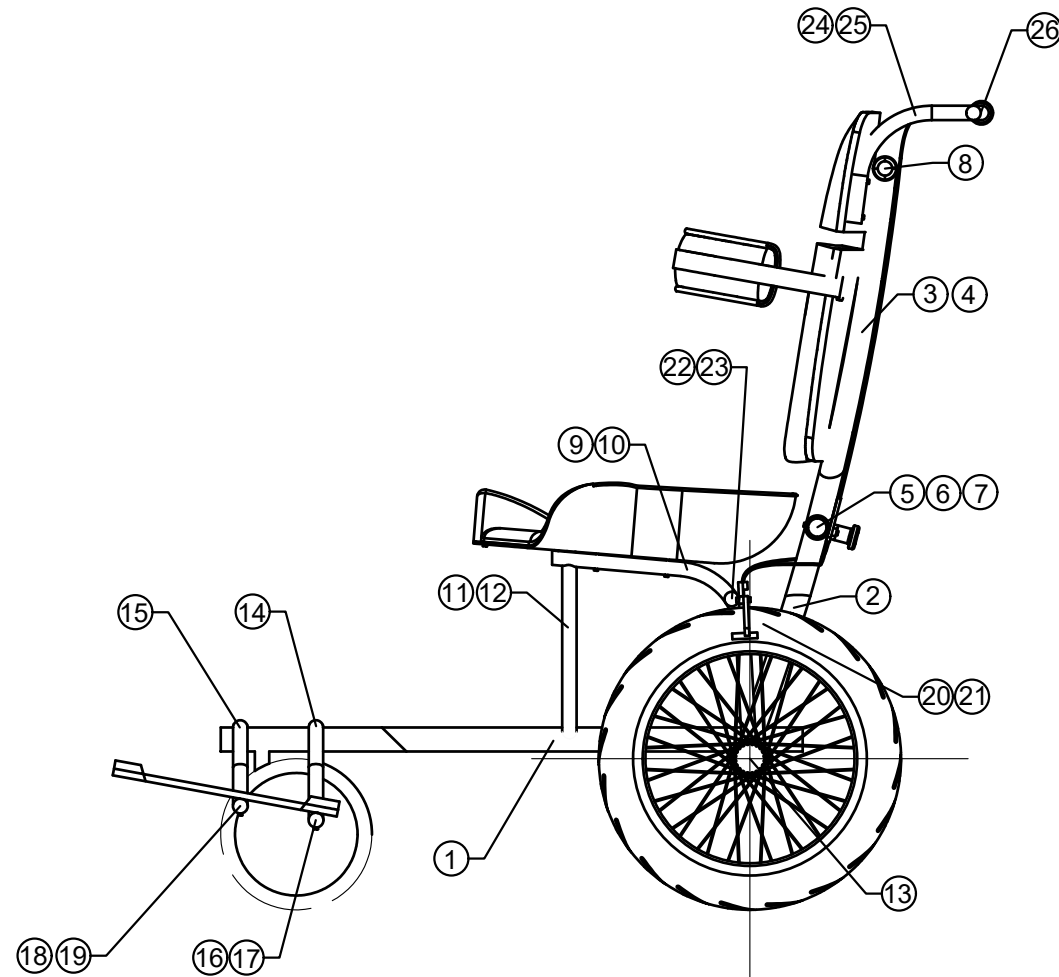
A

B

C

D

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



No.	Longitud (mm)	Diametro (in)
1	770	1 1/4
2	294	1 1/4
3	484	1 1/4
4	484	1 1/4
5	39	1 1/4
6	37	1 1/4
7	39	1 1/4
8	105	1 1/4
9	467	3/4
10	467	3/4
11	280	3/4
12	280	3/4
13	400	3/4
14	445	3/4
15	427	3/4
16	150	3/4
17	150	3/4
18	150	3/4
19	150	3/4
20	160	3/4
21	160	3/4
22	96	3/4
23	96	3/4
24	257	3/4
25	257	3/4
26	380	3/4

<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:10
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Tabla de tubulares			

A

B

C

D

1

2

3

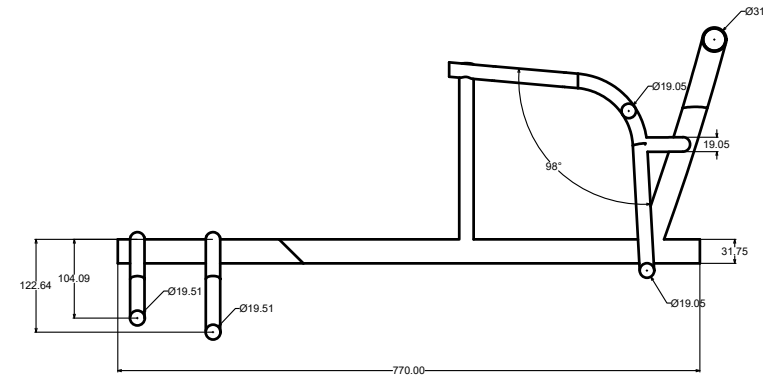
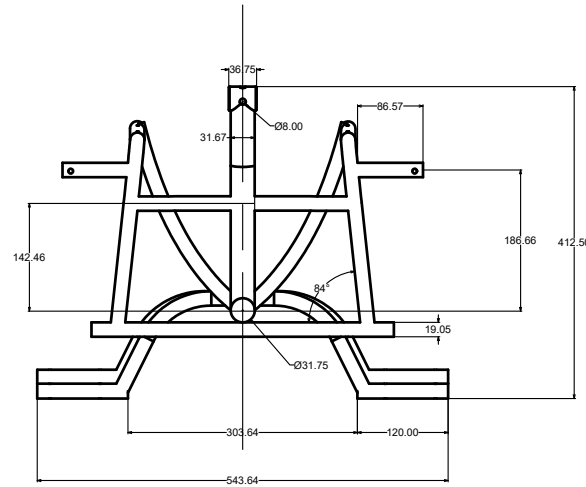
4

5

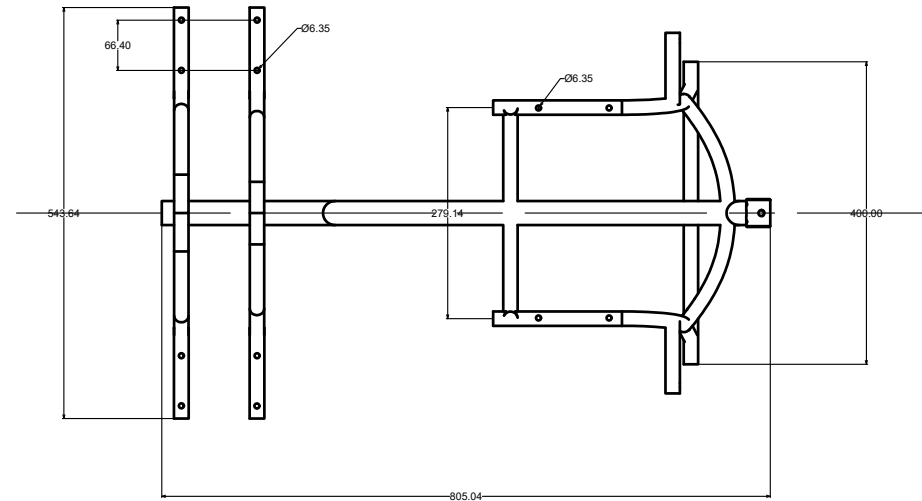
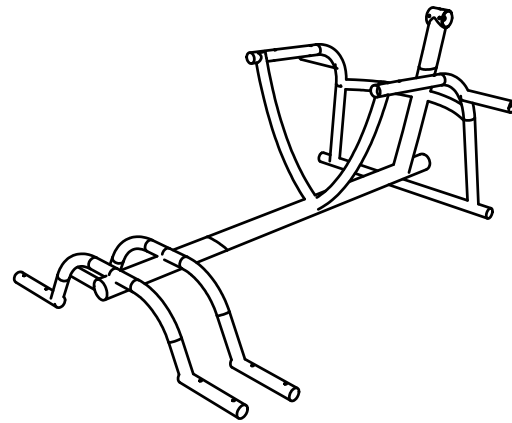
6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó

A



B



C

<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:10
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Estructura Principal		<b>Cotas:</b> mm	<b>4/14</b>

D

1

2

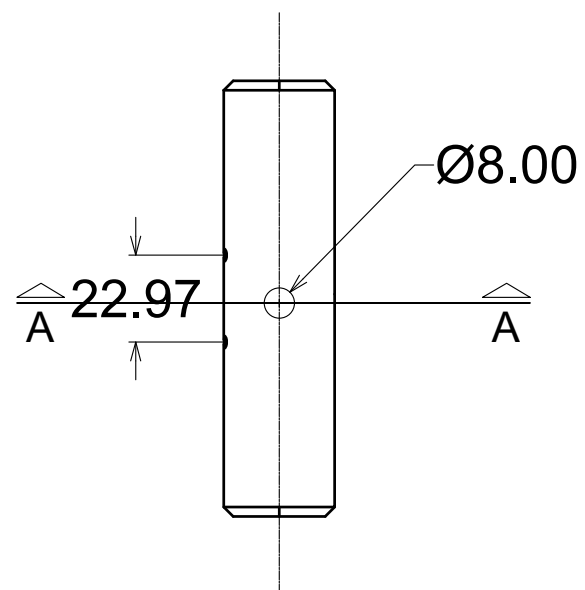
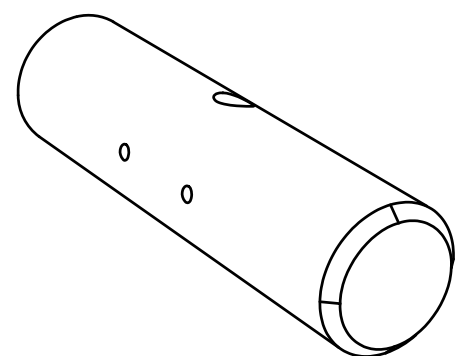
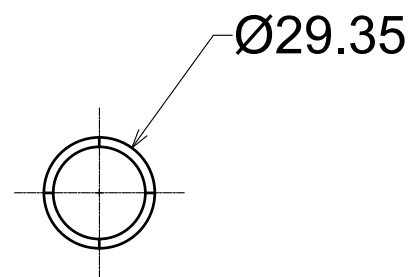
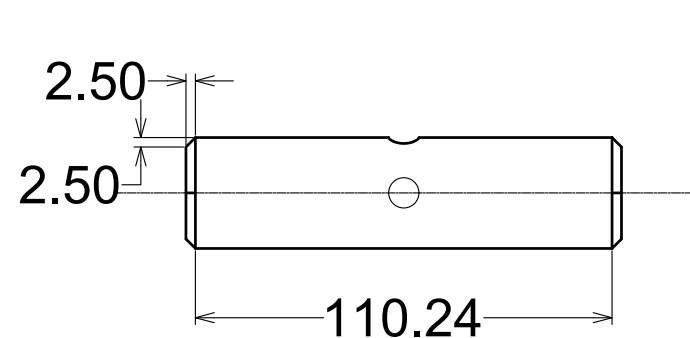
3

4

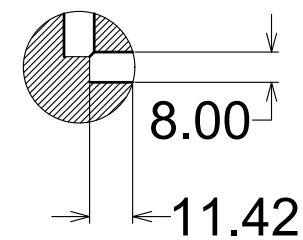
5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



Corte A'



Nombre: Héctor Armando Fierro Gastélum	Institución: CIDI - U.N.A.M.	Fecha: 29/05/19	Esc: 1:2
Proyecto: Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
Nombre del Plano: Alma de nylamide		Cotas: mm	5/14

A

B

C

D



1

2

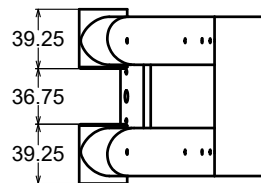
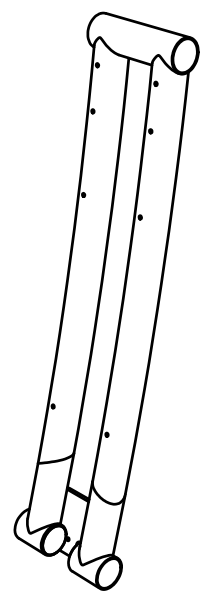
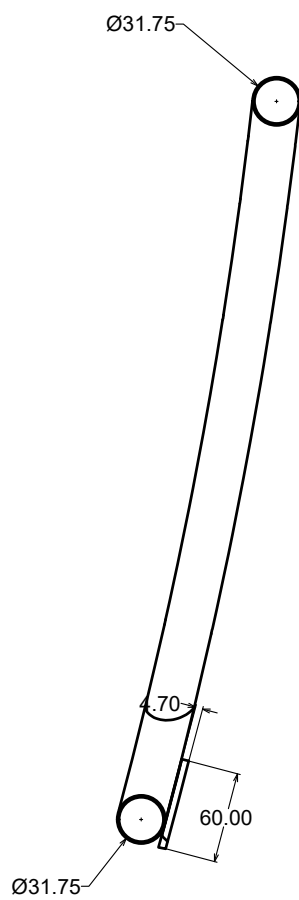
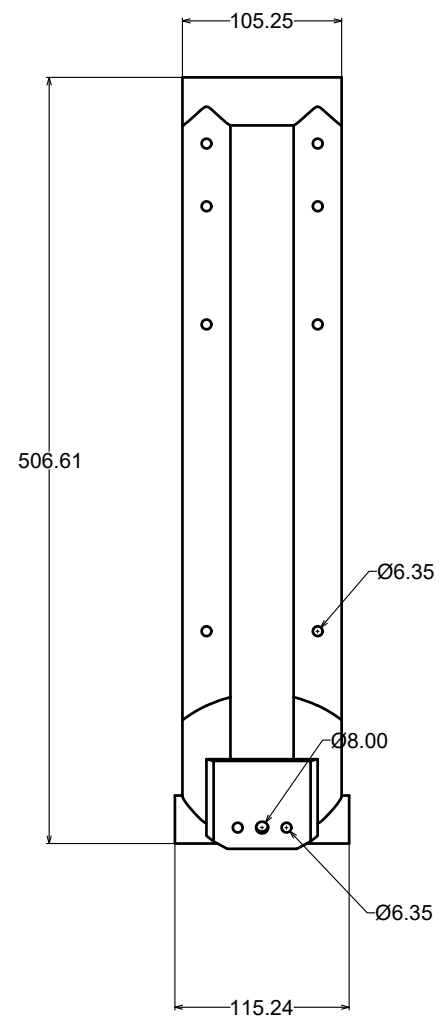
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



A

B

C

D

<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Estructura de respaldo		<b>Cotas:</b> mm	<b>6/14</b>

1

2

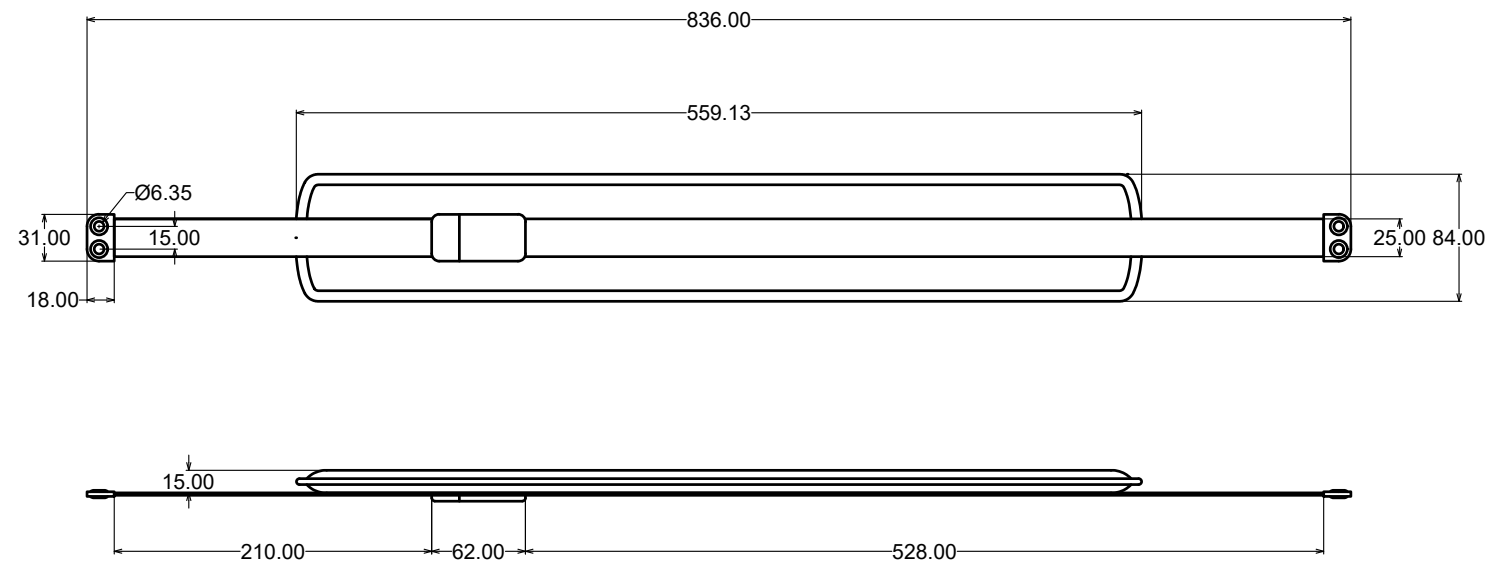
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Arnés		<b>Cotas:</b> mm	<b>7/14</b>

A

B

C

D

1

2

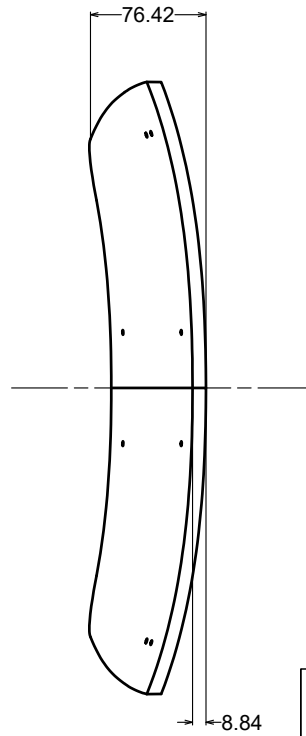
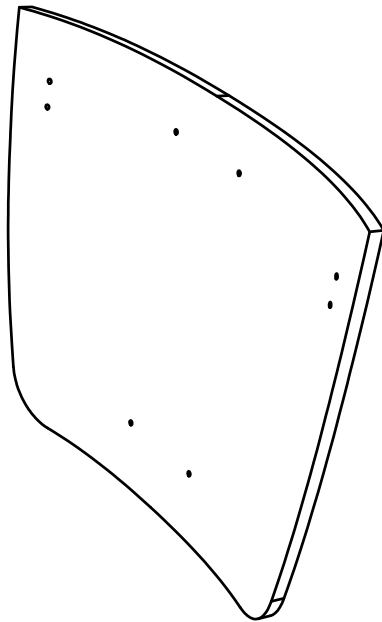
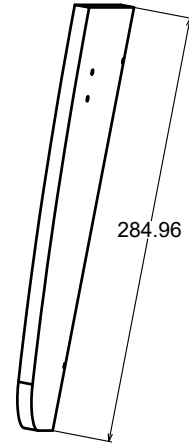
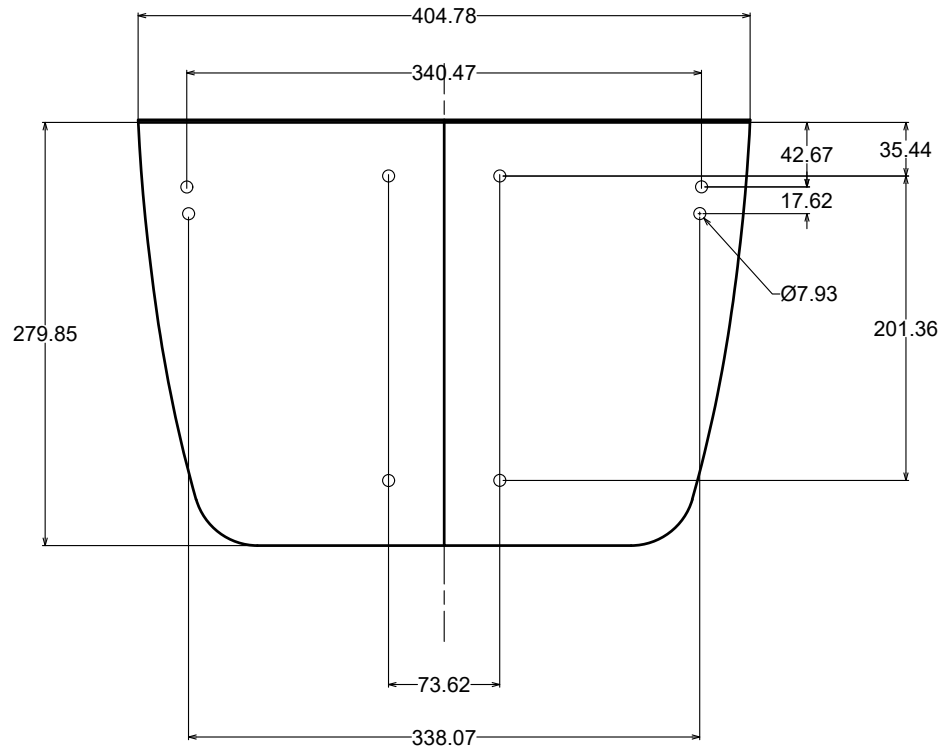
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



A

B

C

<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Base para respaldo inferior		<b>Cotas:</b> mm	<b>8/14</b>

D

1

2

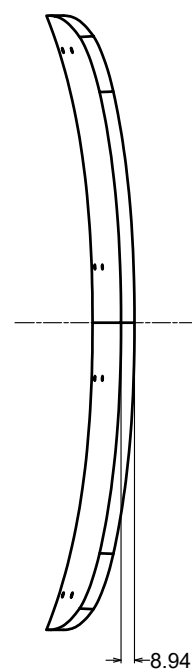
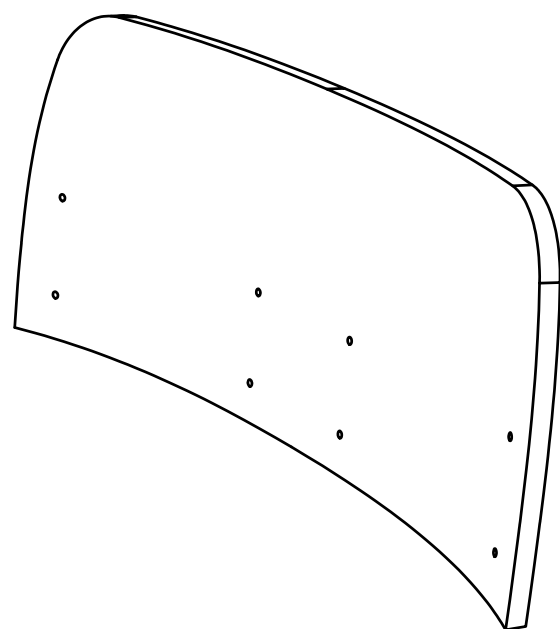
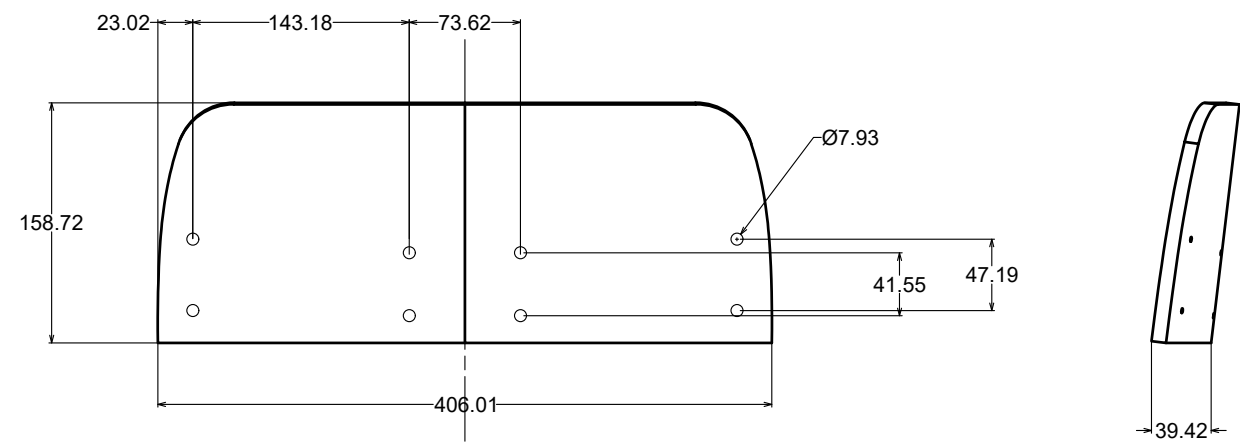
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Base para respaldo superior		<b>Cotas:</b> mm	<b>9/14</b>

A

B

C

D



1

2

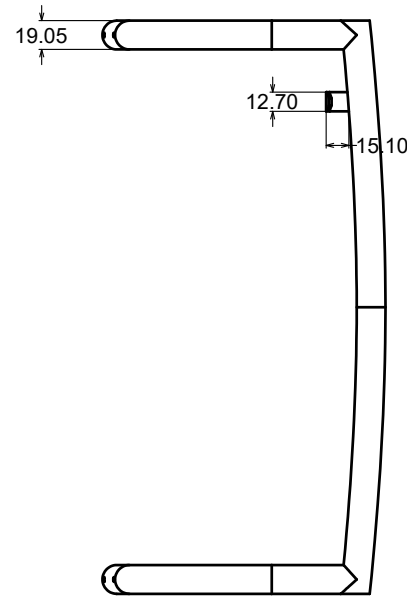
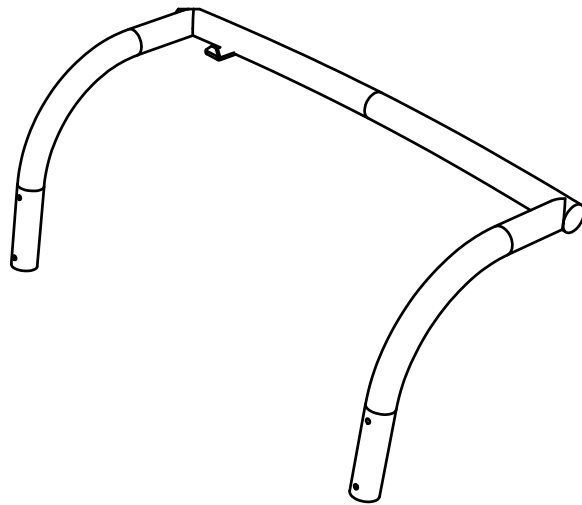
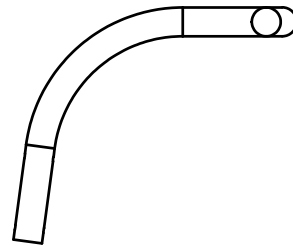
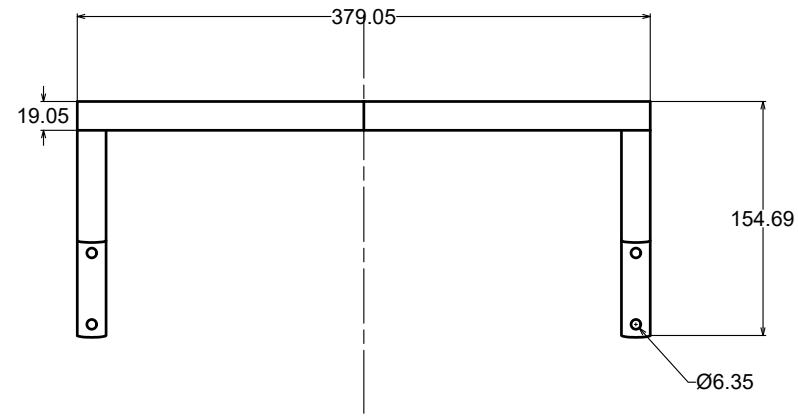
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



A

B

C

<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Maneral		<b>Cotas:</b> mm	<b>10/14</b>

D

1

2

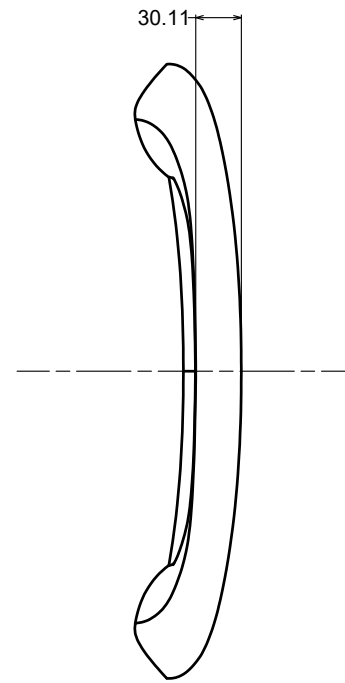
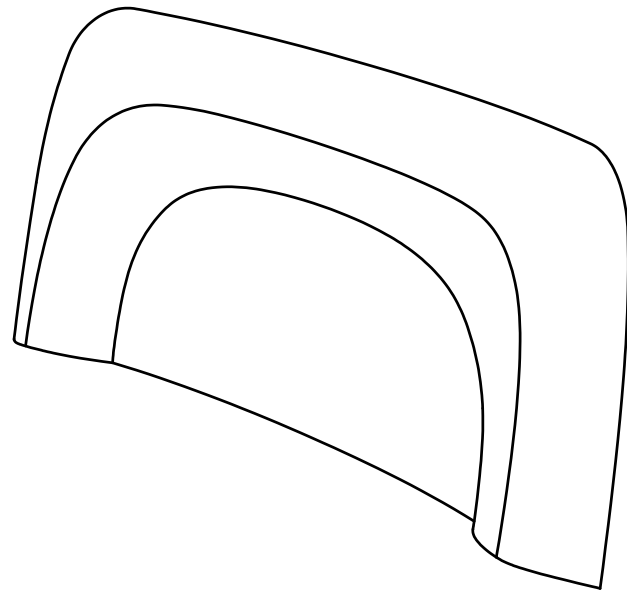
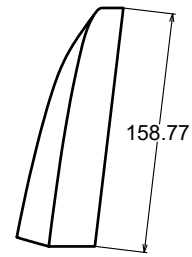
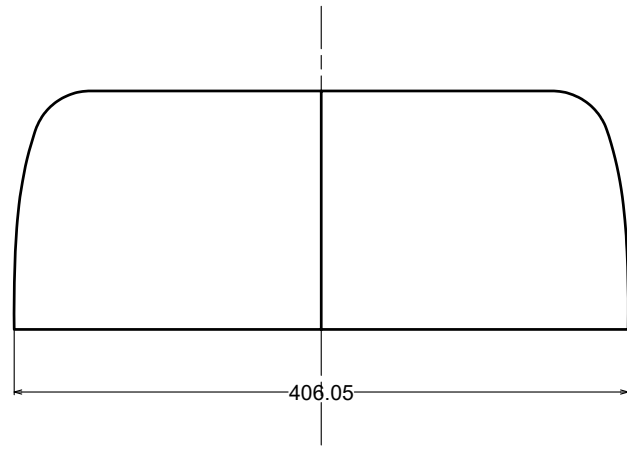
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



A

B

C

<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Cojín de respaldo superior			

D

1

2

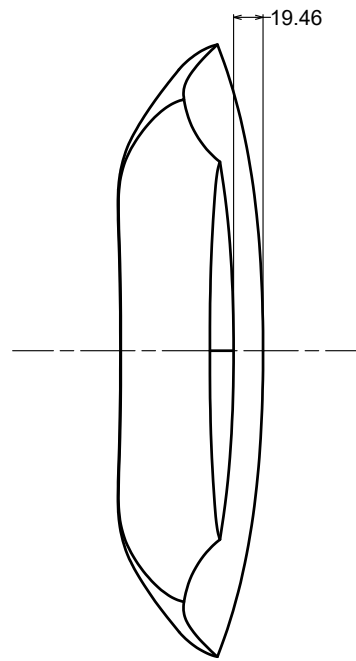
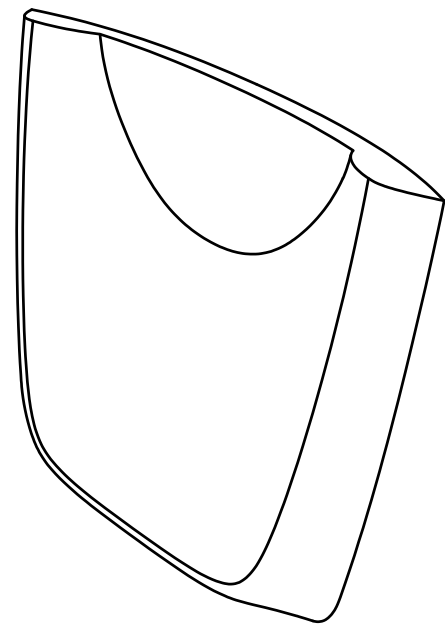
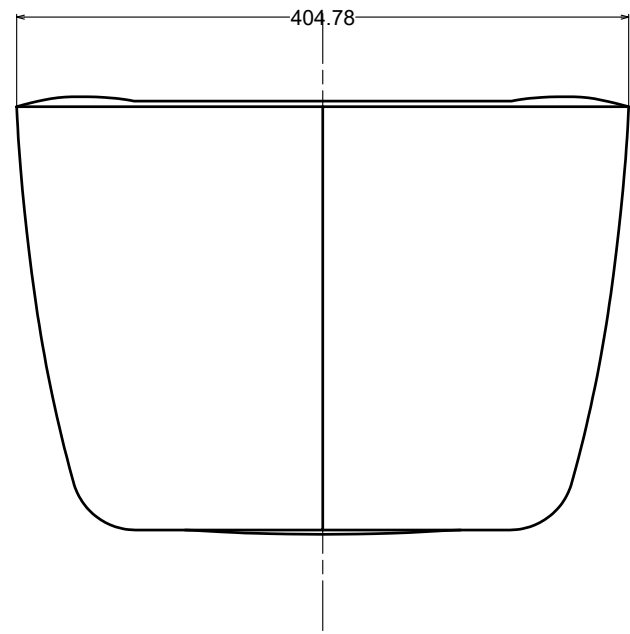
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Cojín de respaldo inferior			

A

B

C

D

1

2

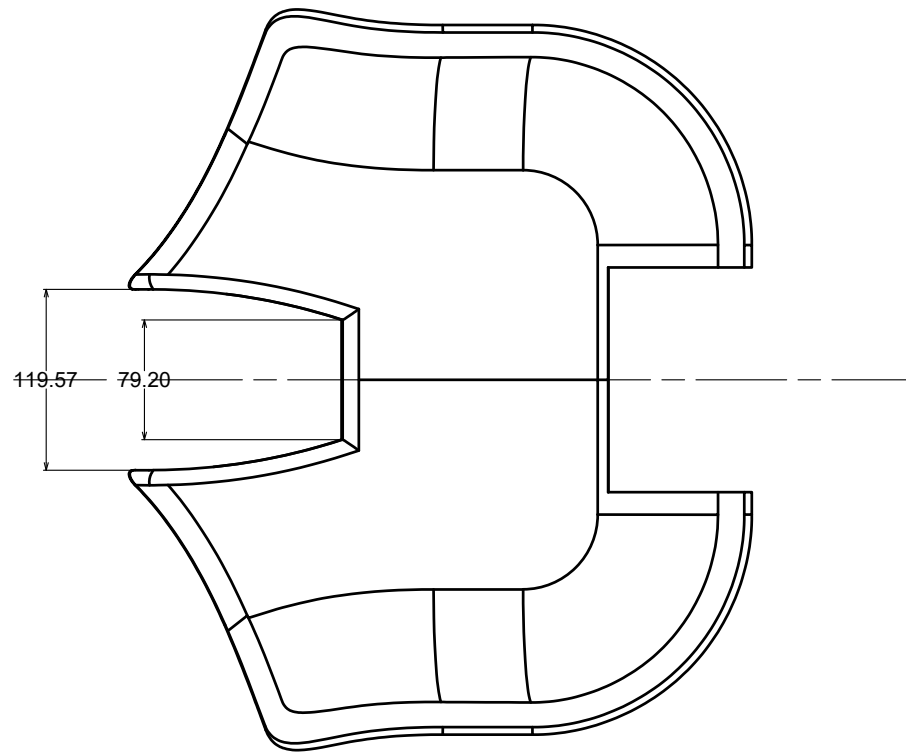
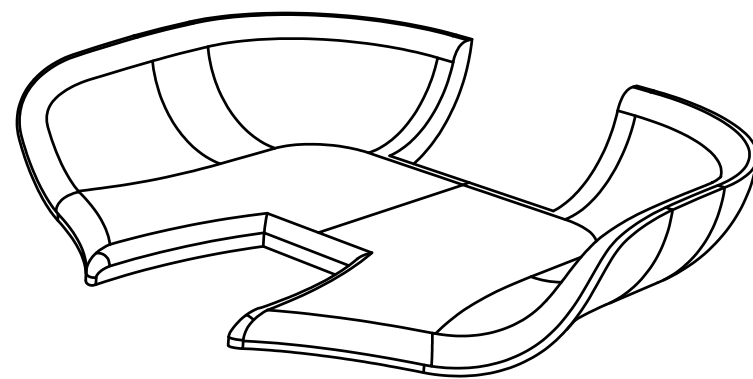
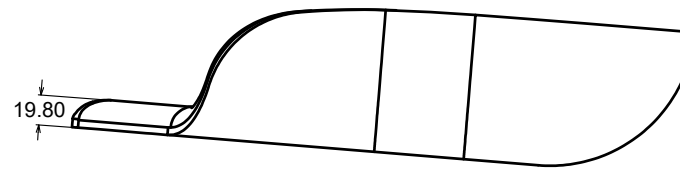
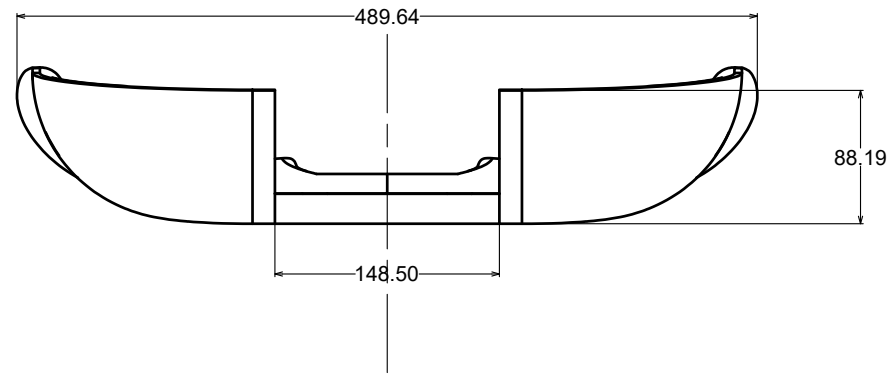
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:5
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Cojín de asiento		<b>Cotas:</b> mm	<b>13/14</b>

A

B

C

D



1

2

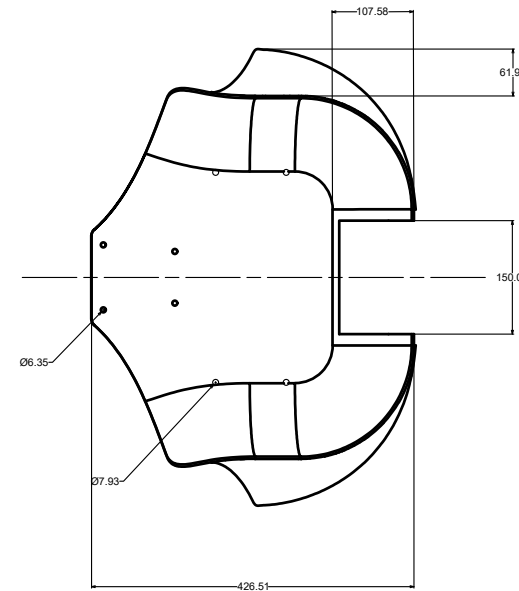
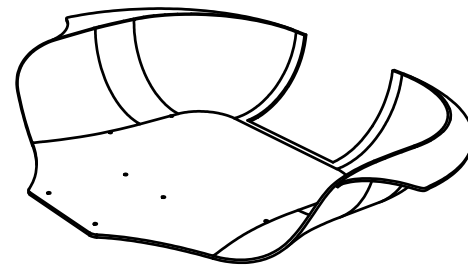
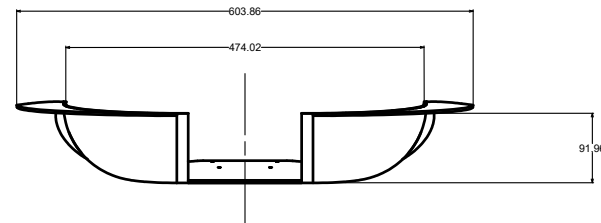
3

4

5

6

no.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



<b>Nombre:</b> Héctor Armando Fierro Gastélum	<b>Institución:</b> CIDI - U.N.A.M.	<b>Fecha:</b> 29/05/19	<b>Esc:</b> 1:10
<b>Proyecto:</b> Asistente de movilidad para personas con parálisis cerebral		<b>A3</b>	
<b>Nombre del Plano:</b> Carcasa de asiento		<b>Cotas:</b> mm	<b>14/14</b>

A

B

C

D

