



DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**SISTEMA DE MOVILIDAD Y TRANSFERENCIA
PARA ADULTOS CON PARÁLISIS CEREBRAL
Y CUADRIPLÉSIA ESPÁSTICA.**

D.I Gerardo Ceballos Caldera

Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño
Línea de Investigación: Nuevas Tecnologías

Miembros del Jurado:

M.D.I. Francesca Sasso Yada

Directora de la tesis

Dr. Jorge Sánchez de Antuñano

M.D.I. Roberto Bernal Barrón

M.D. Edwing Almeida Calderón

M.D.I. Pedro Puerta Huerta

México D.F.

Abril de 2012

Índice General

| | |
|---|-------|
| Dedicatoria. | . IX |
| Agradecimientos. | . X |
| Resumen. | . XI |
| Introducción. | . XIV |
| | |
| 1. Capítulo I: Punto de partida | |
| 1.1. Antecedentes. | . 1 |
| 1.2. Objetivo general. | . 7 |
| 1.3. Objetivos específicos. | . 7 |
| 1.4. Hipótesis general. | . 8 |
| 1.5. Justificación. | . 9 |
| | |
| 2. Capítulo II: Sobre la discapacidad | |
| 2.1. Marco teórico conceptual. | .12 |
| 2.2. La discapacidad en México. | .12 |
| 2.2.1. Características socioeconómicas en México. | .13 |
| 2.2.2. Repercusiones de la pobreza y la discapacidad en la familia. | .13 |
| 2.2.3. Barreras a las que se enfrentan las personas con discapacidad. | .14 |
| 2.2.4. Acciones para la integración de las personas con discapacidad. | .15 |
| 2.2.5. ¿Qué es la Parálisis Cerebral? | .16 |
| 2.2.6. Causas de la parálisis cerebral. | .18 |
| 2.2.7. Factores de riesgo. | .19 |
| 2.2.8. Otras afecciones asociadas con la parálisis cerebral | .20 |
| 2.2.9. Cómo se maneja la parálisis cerebral. | .20 |
| 2.2.10. Desafíos de salud especiales que enfrentan los adultos con parálisis cerebral. | .21 |

| | |
|---|------|
| 2.3. Ergonomía. | . 22 |
| 2.3.1. Ergonomía y discapacidad. | . 22 |
| 2.3.2. Productos para usuarios con discapacidad. | . 23 |
| 2.3.3. Consideraciones biomecánicas en la silla de ruedas manual. | . 24 |
| 2.3.4. Antropometría. | . 25 |
| 2.3.4.1. Dimensiones de las personas con discapacidad en México. | . 26 |

3. CAPÍTULO III: Método

| | |
|---|------|
| 3.1. Sujetos de estudio. | . 31 |
| 3.1.1. Selección de los sujetos de estudio. | . 33 |
| 3.1.2. Sujeto de estudio específico. | . 39 |
| 3.2. Determinación de requerimientos por subsistema. | . 41 |
| 3.2.1. Sedestación (posición sentada). | . 41 |
| 3.2.2. Bipedestación (posición de pie, verticalización). | . 43 |
| 3.2.3. Yacente (posición horizontalización del cuerpo acostado,). | . 45 |
| 3.2.4. Traslados. | . 47 |
| 3.2.5. Requerimientos de construcción.. . . . | . 48 |

4. CAPÍTULO IV: Desarrollo de la etapa creativa del proyecto

| | |
|--|------|
| 4.1. Idea preliminar, boceto1. | . 50 |
| 4.2. Modelo 3D 1. | . 51 |
| 4.3. Maqueta 1. | . 53 |
| 4.4. Segunda propuesta de diseño, boceto2. | . 54 |
| 4.5. Modelo 3D 2, modelo final. | . 55 |
| 4.6. Segunda etapa de maquetas. | . 57 |
| 4.7. Prototipo final. | . 60 |
| 4.8. Análisis por elemento finito. | . 62 |
| 4.9. Centro de Masa. | . 65 |

| | |
|-------------------------------------|------|
| 4.10. Planos de producción. | . 66 |
|-------------------------------------|------|

5. CAPÍTULO V: Proceso de fabricación del prototipo

| | |
|--|-------|
| 5.1. Selección de materiales. | . 71 |
| 5.2. Descripción del método de fabricación.. . . . | . 71 |
| 5.2.1. Base. | . 72 |
| 5.2.2. Estructura. | . 74 |
| 5.2.3. Asiento. | . 75 |
| 5.2.4. Descripción de los materiales que se emplean. | . 76 |
| 6. Conclusiones. | . 78 |
| 7. Recomendaciones. | . 82 |
| 8. Bibliografía. | . 84 |
| 9. Anexo1 | |
| Consideraciones biomecánicas en la silla de ruedas manual. | . 90 |
| Anexo2 | |
| Materiales compuestos. | . 105 |
| 10. Glosario de términos. | . 109 |

Índice de Figuras.

| | |
|--|------|
| Figura 1: Andador Escort. | . 2 |
| Figura 2: Andador 4 ruedas Lifante. | . 2 |
| Figura 3: Andador Interior. | . 2 |
| Figura 4: Andador 4 ruedas. | . 3 |
| Figura 5: Silla de ruedas fija. | . 3 |
| Figura 6: Silla sunrise medical. | . 3 |
| Figura 7: Silla posicionadora Relax. | . 4 |
| Figura 8: Silla de ruedas Bipedestación. | . 4 |
| Figura 9: Silla de acero Breezy. | . 4 |
| Figura 10: Silla de ruedas Eléctrica. | . 5 |
| Figura 11: Grúa Mini. | . 5 |
| Figura 12: Chaleco sujeción. | . 5 |
| Figura 13: Esquema del cerebro. | . 17 |
| Figura 14: Medidas antropométricas de personas de sexo masculino en silla de ruedas en posición estática vista frontal. | . 27 |
| Figura 15: Medidas antropométricas de personas de sexo femenino en silla de ruedas en posición estática vista frontal. | . 28 |
| Figura 16: Medidas antropométricas de personas en silla de ruedas, posición estática vista transversal superior. | . 29 |
| Figura 17: Ejemplos de maniobras. | . 30 |
| Figura 18: Taller de artes y oficios APAC. | . 31 |
| Figura 19: Taller de artes y oficios APAC. | . 31 |
| Figura 20: Maco Antonio Juárez Rico. | . 34 |
| Figura 21: María Antonieta Lugo Méndez. | . 34 |
| Figura 22: Javier Dorantes. | . 35 |
| Figura 23: Cristina López Rodríguez. | . 35 |

| | | |
|--|-----------|------|
| Figura 24: Gerardo Rivera López. | | . 36 |
| Figura 25: Juan Chávez. | | . 36 |
| Figura 26: Daniel Hernández Forcada. | | . 37 |
| Figura 27: Mónica Ruíz Araiza. | | . 37 |
| Figura 28: Edgar Crispín García. | | . 38 |
| Figura 29: Augusto Sobrón Canovi. | | . 38 |
| Figura 30: Protector cuello y cabeza. | | . 41 |
| Figura 31: Asiento espumado rígido. | | . 42 |
| Figura 32: Asiento con abductor. | | . 42 |
| Figura 33: Protección rodillas. | | . 42 |
| Figura 34: Sujetador tobillos. | | . 43 |
| Figura 35: Soporte lateral reposacabeza. | | . 43 |
| Figura 36: Cinturón para cadera. | | . 44 |
| Figura 37: Protector frontal rodilla. | | . 44 |
| Figura 38: Sujetador tobillos. | | . 44 |
| Figura 39: Protector cuello y cabeza. | | . 45 |
| Figura 40: Abductores de tronco. | | . 45 |
| Figura 41: Cama para masajes. | | . 46 |
| Figura 42: Medidas generales de prototipo funcional. | | . 49 |
| Figura 43: Idea preliminar, boceto 1. | | . 50 |
| Figura 44: Modelo Preliminar en 3D. | | . 51 |
| Figura 45: Modelo Preliminar en 3D. | | . 52 |
| Figura 46: Maqueta 1. | | . 53 |
| Figura 47: Segunda propuesta de diseño, boceto 2. | | . 54 |
| Figura 48: Modelo en 3D, diseño final. | | . 55 |
| Figura 49: Modelo en 3D, diseño final. | | . 56 |
| Figura 50: Maqueta 1 del diseño final. | | . 57 |
| Figura 51: Maqueta 2 del diseño final. | | . 58 |
| Figura 52: Maqueta 3 del diseño final. | | . 59 |
| Figura 53: Prototipo final listado de elementos. | | . 60 |

| | |
|--|------|
| Figura 54: Prototipo final posiciones. | . 61 |
| Figura 55: Análisis de esfuerzos Von Mises. | . 62 |
| Figura 56: Factor de seguridad Von Mises. | . 63 |
| Figura 57: Factor de desplazamiento. | . 64 |
| Figura 58: Centro de Masa (XY). | . 65 |
| Figura 59: Centro de masa (Z). | . 65 |
| Figura 60: Planos de producción: base. | . 66 |
| Figura 61: Planos de producción: despiece | . 67 |
| Figura 62: Planos de producción: horquetas. | . 68 |
| Figura 63 Planos de producción: estructura superior. | . 69 |
| Figura 64: Planos de producción: vistas generales. | . 70 |
| Figura 65: Partes principales del prototipo. | . 72 |
| Figura 66: Secuencia de fabricación de la base primera opción. | . 73 |
| Figura 67: base doblada en tubo cuadrado segunda opción.. . . . | . 74 |
| Figura 68: Secuencia de corte y fabricación de la estructura. | . 75 |
| Figura 69: Estructura del asiento.. | . 76 |
| Figura 70: Altura hombro. | . 92 |
| Figura 71: Posición incorrecta de respaldo 1. | . 92 |
| Figura 72: Posición incorrecta de respaldo 2. | . 92 |
| Figura 73: Respaldo demasiado reclinado. | . 92 |
| Figura 74: Altura del respaldo. | . 93 |
| Figura 75: Soporte brazos. | . 93 |
| Figura 76: Riesgo de oblicuidad pélvica. | . 94 |
| Figura 77: Anchura pélvica. | . 94 |
| Figura 78: Riesgo de escaras. | . 95 |
| Figura 79: Longitud del muslo. | . 95 |
| Figura 80: Asiento largo. | . 95 |
| Figura 81: Asiento ancho. | . 95 |
| Figura 82: Asiento corto. | . 95 |
| Figura 83: Asiento largo. | . 95 |

| | |
|---|------|
| Figura 84: Longitud de asiento. | . 95 |
| Figura 85: Tapicería de asiento blanda. | . 96 |
| Figura 86: Cojín adaptado. | . 96 |
| Figura 87: Retroversión Pélvica. | . 96 |
| Figura 88: Riesgo de escaras. | . 96 |
| Figura 89: Longitud de la pantorrilla. | . 97 |
| Figura 90: Ángulo tobillos. | . 98 |
| Figura 91: Plataformas bajas. | . 98 |
| Figura 92: Plataformas altas. | . 98 |
| Figura 93: Angulación de la rueda. | . 99 |

Índice de Tablas.

| | |
|---|------|
| Tabla 1: Análisis taxonómico de andaderas. | . 2 |
| Tabla 2: Análisis taxonómico de sillas de ruedas. | . 3 |
| Tabla 3: Análisis taxonómico de sillas de ruedas. | . 4 |
| Tabla 4: Análisis taxonómico de grúas de traslado y equipo de sujeción. | . 5 |
| Tabla 5: Medidas corporales del sexo masculino con cuadriplejía alcance hacia arriba, del piso ala cabeza, altura al ojo, altura al hombro y alcance abajo. | . 26 |
| Tabla 6: Medidas corporales del sexo masculino con cuadriplejía, alcance al frente, longitud antebrazo, alcance lateral y profundidad del tronco. | . 27 |
| Tabla 7: Medidas corporales del sexo femenino con cuadriplejía, alcance hacia arriba, del piso ala cabeza, altura al ojo, altura al hombro y alcance abajo.. . . . | . 28 |
| Tabla 8: Medidas corporales del sexo femenino con cuadriplejía, alcance al frente, longitud antebrazo, alcance lateral y profundidad del tronco. | . 28 |
| Tabla 9: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 1. | . 34 |
| Tabla 10: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 2.. . . . | . 35 |
| Tabla 11: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 3.. . . . | . 36 |
| Tabla 12: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 4.. . . . | . 37 |
| Tabla 13: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 5.. . . . | . 38 |
| Tabla 14: Requerimientos por subsistema, Sedestación (posición sentado). | . 43 |
| Tabla 15: Requerimientos por subsistema bipedestación | |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|--------------|
| (posición de pie, verticalización). | . | . | . | . | . 44 |
| Tabla 16: Requerimientos por subsistema yacente | | | | | |
| (posición acostado horizontalización). | . | . | . | . | . 46 |
| Tabla 17: Requerimientos de traslados dependiendo de las | | | | | |
| necesidades de cada parte del cuerpo. | . | . | . | . | . 47 |
| Tabla 18: Ventajas de los materiales compuestos. | . | . | . | . | . 108 |

Dedicada...

Al Creador, por darme la oportunidad de
amar y de aprender;
a mi hermano Martín por
creer en mí y apoyarme en todos
los proyectos que he emprendido;
a la memoria de mi padre:
estés donde estés espero
no haberte defraudado,
ten por seguro que siempre te amaré.

Agradecimientos

A Dios, por haber estado a mi lado en todo momento, dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante a pesar de todas las barreras que se me han presentado. Le agradezco a mi mamá Esperanza Caldera y a mi papá Rito Ceballos Pérez, ya que gracias a ellos he llegado a ser quien soy. Mis padres fueron los que me dieron el cariño y el calor humano que necesité, los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación y alimentación; a ellos les debo todo: horas de consejos, de regaños, de reprimendas, de tristezas y de alegrías. Estoy bastante seguro de que todo esto lo han hecho con todo el amor del mundo y con el único objetivo de formarme como un ser integral. Me siento extremadamente orgulloso de haber contado con ellos.

A mis hermanos Armando y Eduardo, a mi hermana Alejandra que amo con todo mi corazón, siempre he contado con su apoyo y su ejemplo ha sido una inspiración de trabajo y amor. Especialmente a mi hermano Martín por confiar en mí: es obvio que sin ti este sueño nunca hubiera podido ser completado, gracias por ser mi hermano, mi mejor amigo, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas y por dedicar tu tiempo, dinero y esfuerzo a la realización de este proyecto.

A todos los maestros que me apoyaron en la realización de esta tesis, en especial a la Maestra Francesca Sasso Yada, por su infinita paciencia y conocimientos aportados en esta investigación.

A los alumnos, maestros y terapeutas de la escuela de Artes y oficios de APAC por todo el apoyo brindado para este trabajo.

A la asociación Vida Y Diseño A.C (VYDAC) por patrocinar el prototipo funcional de esta tesis.

Resumen.

El objetivo principal de esta investigación es diseñar un prototipo funcional que sirva como apoyo en la movilidad, locomoción, bipedestación y traslado de personas adultas con parálisis cerebral. La carencia de este tipo de ayudas técnicas fue el principal motivo para llevar a cabo el proyecto. Bajo ese concepto, se estableció como meta el desarrollo de un prototipo funcional.

Así pues, apoyados con diferentes tipos de software especializados en diseño (Autocad), manufactura (Inventor), modelado (3D max) y la utilización de materiales no convencionales para la fabricación de este tipo de artefactos y la combinación de varios de esos materiales, se logró realizar un prototipo con características diferentes a las que generalmente poseen los artefactos tradicionales. Aunque existen diferentes aparatos, principalmente en los países desarrollados, no se encontró ninguno que reuniera todas las características para solventar las necesidades que se desean resolver en este proyecto. De ahí que se haya decidido investigar tipos de materiales, con lo que se ofrecerá un artefacto muy versátil y novedoso que solucionará los aspectos contemplados.

Lo siguiente, es identificar las necesidades básicas que un artefacto como este debe resolver. Como población de estudio se consideró a la Asociación Pro Personas con Parálisis Cerebral (APAC)¹, debido a que se trata de una institución no lucrativa, con grandes necesidades y que atiende a un gran número de personas con Parálisis Cerebral. Dentro de APAC existe un área que se dedica específicamente a capacitar a los adultos con esta y otras discapacidades físicas, para ser integrados laboralmente a una actividad productiva de acuerdo a sus habilidades y capacidades.

Entre la población de personas atendidas por esta institución, se eligieron 10 candidatos, mujeres y hombres indistintamente. Después de evaluar las necesidades y el tipo de parálisis de cada uno de ellos, se consideró que la persona más adecuada para participar en este proyecto era Juan Antonio Juárez Rico, quien fue el candidato

¹ Institución privada que evalúa, rehabilita e integra personas con diversos problemas relacionados con la parálisis cerebral.

con el nivel de parálisis más alto. Una vez identificado un candidato adecuado, se procedió a detectar las necesidades específicas que tiene tanto en APAC como en los demás ámbitos de su vida cotidiana.

Más tarde, se realizó un análisis taxonómico de los productos existentes; se consultó la bibliografía de referencia para este caso; se entrevistó a terapeutas, maestros de APAC y padres de familia; y al mismo tiempo se generó el sustento teórico, el cual ha dado como resultado esta tesis. A partir de ello se propone una alternativa de diseño que integra varias funciones como el traslado, bipedestación, horizontalización (función igual a la de una cama), y locomoción; con el objeto de apoyar al usuario conjuntamente con sus familiares, maestros, terapeutas y en general con todas las personas con quien interactúa a lo largo de un día cualquiera.

Introducción

Cualquier situación que cambie o altere la armonía de una familia, como el nacimiento de un hijo o una hija con alguna discapacidad o el accidente de algún miembro que lo incapacite de por vida, romperá el equilibrio interior de la comunidad familiar y de cada uno de sus participantes, lo que a la postre genera duelo, inestabilidad y angustia en el interior de su estructura. Criar a niños que nacen sanos es toda una responsabilidad y un arte que debe perfeccionarse día con día; pero hacerse cargo de niños que nacen con discapacidad, resulta ser el doble de responsabilidad y compromiso. Algo similar ocurre cuando hablamos sobre responsabilizarse de alguien de cualquier edad que ha sufrido alguna discapacidad, ya sea causada por una enfermedad o por un accidente.

Cuando se habla de personas con discapacidad, en pleno siglo XXI es evidente que existe una gran discriminación respecto a ellos en todos los ámbitos de la vida cotidiana. Un ejemplo de ello es que las relaciones sociales que forman parte de su vida muchas veces se encuentran integradas solamente por unos cuantos individuos. Es así que podemos encontrarnos con personas que a causa de la discapacidad viven en una absoluta marginación social; otros están reclusos en instituciones dedicadas a cuidarlos, pero en condiciones inhumanas, en donde la única relación con la sociedad proviene de los cuidadores, quienes sólo cumplen con los cuidados mínimos y sólo en algunos casos desarrollan algún tipo de vínculo afectivo. No sólo eso, también los niños, niñas o personas que padecen alguna discapacidad y que viven con su familia son segregados por su propio círculo de relaciones familiares. Más aún, si hablamos de la sociedad en general, la apariencia física de estos individuos provoca un rechazo general hacia ellos.

En ese orden, podemos señalar que el hecho de que el aspecto físico de las personas afectadas por parálisis cerebral se encuentra alterado, ellos pueden ser señalados como sujetos distintos o extraños dentro de una sociedad. Más aún, los marca su forma de hablar, su postura o forma de andar y quizás también tengan problemas auditivos. El aspecto físico y la discapacidad del niño o adulto limitan su

participación o actividad, pues se juzgan de acuerdo a su apariencia externa que atrae la atención hacia el propio cuerpo, fomentando así un inadecuado concepto de sí mismos (“El impacto emocional...” 2003).

La falta de estructuración de la imagen del cuerpo se debe en gran parte al hecho de que los padres, al no obtener las respuestas esperadas según la edad de su hijo, no intentan comunicarse con él de otra manera que mediante un cuerpo a cuerpo dirigido sólo a satisfacer las necesidades y abandonan su humanización. El niño con parálisis cerebral tiene las mismas necesidades emocionales y sociales de cualquier niño. En suma, necesita amor, pero no mimos; cuidados, pero no consentimientos; y ante todo, oportunidades para desenvolverse, ser dueño de sí mismo y alcanzar su crecimiento integral como persona.

La familia, principalmente los padres, puede motivar al niño, estimularlo e interesarlo; y así, dentro de todo este proceso, él irá creciendo y mejorando interna y externamente. Es importante, pues, afrontar la situación de un modo en que la dependencia física y emocional hacia los padres vaya disminuyendo a medida que el niño crece y pasa a la adolescencia. Para lograrlo, se necesita estimular desde el principio el desarrollo de su vida independiente y, a medida que el niño crece, procurar que también él se interese en lo mismo. Todo esto es parte de un proceso en el que será indispensable aprender a conocerlo, comprenderlo y aceptarlo tal como es. Después de todo:

Aprender a reconocer nuestras necesidades es el primer paso para reconocer las necesidades de los otros, donde el bienestar social de todas las personas tiene que basarse en la justicia, igualdad, equidad e interdependencia, así como el reconocer y aceptar la diversidad. (Sasso Yada 2004, 11)

Los problemas mencionados requieren una gran cantidad de tiempo, costo y esfuerzo no sólo por parte de la persona con parálisis cerebral sino también de las personas con quienes convive diariamente. Por otra parte, existe un costo social que se manifiesta en forma de medicamentos, terapia, atención médica, transportación, falta de productividad, entre otros.

Es por esto que surge la necesidad de diseñar y producir un satisfactor que reduzca la dependencia de las personas que padecen este tipo de discapacidad. Éste

sin duda redundaría en múltiples beneficios, entre ellos: el incremento de la autoestima del propio individuo, la adquisición de una perspectiva del mundo similar a la de las personas sin ese problema, la capacidad de ejercitar algunos de sus miembros por si mismo, la disminución de las afecciones por falta de circulación, la posibilidad de colaborar con su mantención, la reducción del esfuerzo físico para quien lo atiende, la disminución de algunos de los costos sociales, etc.

Por fines expositivos y para el desarrollo de este documento, se han dividido los contenidos en cinco capítulos y una conclusión. El primer capítulo presenta un análisis de los productos existentes en el mercado; para ello se realizó un estudio que destaca tanto las cualidades, como los defectos que presentan estos productos especializados para ser usados por personas con parálisis cerebral. Los resultados arrojados por este análisis se tomaron en cuenta para hacer la propuesta final de diseño.

Posteriormente en el capítulo dos, “El marco teórico”, hablamos sobre la parálisis cerebral: ¿qué es?, sus causas y repercusiones en la vida diaria de las personas con esta afección, ¿cómo se trata la parálisis cerebral en México?, las características socioeconómicas de la población con discapacidad en México y los programas nacionales para la atención a las personas con discapacidad. De acuerdo a lo anterior, se establecen las bases ergonómicas y antropométricas para la fabricación de una silla de ruedas y el uso adecuado de la misma, con un enfoque especial hacia las personas con parálisis cerebral.

En el tercer capítulo se describe el trabajo de investigación de campo realizado en las instalaciones de APAC, [Asociación Pro Personas con Parálisis Cerebral](#), la cual consistió en dos etapas. La primera de ellas fue principalmente de observación, se realizaron periodos de contemplación y convivencia con alumnos y pláticas con maestros, terapeutas y familiares.

En esta primera etapa se definieron los objetivos específicos y generales. En la segunda etapa se seleccionaron diez posibles usuarios a los cuales se les tomaron medidas y se analizaron sus características físicas, así como sus niveles de afectación motora por causa de la parálisis cerebral. Con estos resultados, se eligió al usuario principal y con él se trabajó directamente en el diseño del prototipo final.

Más tarde, en el capítulo cuarto, se desarrolló la etapa creativa. En este capítulo es donde se generan y se desarrollan las ideas para el diseño del prototipo funcional. Básicamente, ese diseño se apoyó en bocetos, modelos de 3Dmax, Autocad y maquetas tridimensionales, las cuales nos ayudaron a hacer análisis de materiales, funcionalidad y ergonomía. Finalmente, con los resultados se realizaron los planos de fabricación del prototipo funcional.

Para el capítulo quinto se describe el método de fabricación del prototipo funcional, en el que se utilizaron materiales compuestos, y se enuncian las ventajas que se pueden obtener utilizando este tipo de materiales. La descripción del armado del prototipo se dividió en tres partes: base, estructura y asiento. En cada una de ellas se describe detalladamente su fabricación y armado. Finalmente, en la última parte, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. Punto de partida

Este capítulo representa un punto de partida hacia el diseño de un sistema de movilidad, locomoción y traslado para personas adultas con parálisis cerebral. De acuerdo a ello, se presentan a continuación los antecedentes en cuanto al diseño y la funcionalidad de artefactos para la movilidad de personas con esta discapacidad, y más tarde los objetivos y la justificación de este trabajo.

1.1. Antecedentes

A pesar de que en la actualidad existe una variedad extensa de productos para las personas que tienen parálisis cerebral, principalmente en el continente europeo, en México son pocas las empresas que se dedican al desarrollo y producción de este tipo de ayudas técnicas para el bienestar de los afectados por tal discapacidad. Sin embargo, las instituciones educativas a nivel superior así como algunas asociaciones civiles han desarrollado proyectos que, aunque esporádicos, resultan muy interesantes. No obstante, aunque consideremos estos aportes, no podemos negar que nuestro país sufre un notable atraso en este tema

A continuación se presenta un análisis taxonómico de los productos más significativos que se encuentran en el mercado y son específicos para la movilidad y traslado de personas con parálisis cerebral. El análisis será de utilidad en la investigación en la medida en la que se tomarán en cuenta requerimientos de diseño comunes y otros que enriquezcan el producto a diseñar. Las tablas a continuación se dividen en 1. andaderas, 2. y 3. sillas de ruedas y 4. grúas de traslado y equipo de sujeción.

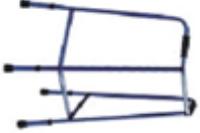
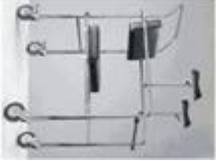
| PRODUCTO EXISTENTE EN EL MERCADO | PROCEDECENCIA | VENTAJAS | DESVENTAJAS | CARACTERÍSTICAS ÚTILES PARA EL DISEÑO DEL NUEVO PRODUCTO |
|---|---------------|--|---|---|
|  <p>Andador Escort Figura 1 http://www.todoortopedia.com/web/anda/hn?ide=127</p> | España | Ligero, de altura ajustable, de gran estabilidad, ideal para andar paso a paso | Solo es útil para las personas con las parálisis menos severas | El material es ligero, mantiene al usuario de pie, el usuario puede ejercitarse mientras lo usa |
|  <p>Andador 4 ruedas Lifante Figura 2 http://www.todoortopedia.com/web/anda/hn?ide=255</p> | España | Plegable con apoyo auxiliar, con asiento y respaldo | En los niveles severos de parálisis no se puede controlar el movimiento, es inestable | El usuario puede mantenerse de pie o sentarse cuando esté cansado |
|  <p>Andador interior Figura 3 http://www.todoortopedia.com/web/anda/hp?ide=369</p> | España | Altura regulable, adaptable a cualquier edad, de fácil manejo | No es apto para todos los niveles de parálisis | Se adapta a cualquier altura, la estructura es muy ligera |

Tabla 1: Análisis taxonómico de andaderas. Propuesta del Autor.

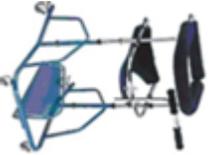
| PRODUCTO EXISTENTE EN EL MERCADO | PROCEDENCIA | VENTAJAS | DESVENTAJAS | CARACTERÍSTICAS ÚTILES PARA EL DISEÑO DEL NUEVO PRODUCTO |
|---|-------------|--|---|---|
|  <p>Andador 4 ruedas Figura 4 http://www.todoortopedia.com/web/andador4ruedas?ide=275</p> | España | Altura regulable, se adapta a cualquier edad, fácil manejo | Producto especializado en la rehabilitación, no se adapta a la vida cotidiana de la persona con parálisis cerebral | Sistema para la rehabilitación |
|  <p>Silla de ruedas fija Figura 5 http://www.todoortopedia.com/web/silla?ide=266</p> | España | Contiene respaldo reclinable, cabezal con inodoro y reposapiés | Es una silla médica más que de uso cotidiano, no se adapta a las ayudas técnicas que requiere una persona con parálisis cerebral | El respaldo se puede mover a diferentes ángulos e incluye un cabezal que ayuda en el control de la cabeza |
|  <p>Silla sunrise medical Figura 6 http://www.todoortopedia.com/web/silla?ide=430</p> | España | Reposapiés giratorios y desmontables, manejable en espacios reducidos, reposabrazos abatibles y desmontables | Aunque esta silla es para personas con parálisis cerebral, carece de adaptamientos como control de cuello y piernas así como de arneses | Facilidad de movimiento en espacios reducidos y las piezas desmontables |

Tabla 2: Análisis taxonómico de sillas de ruedas. Propuesta del Autor.

| PRODUCTO EXISTENTE EN EL MERCADO | PROCEDECENCIA | VENTAJAS | DESVENTAJAS | CARACTERÍSTICAS ÚTILES PARA EL DISEÑO DEL NUEVO PRODUCTO |
|---|---------------|---|--|--|
|  <p>Silla posicionadora Relax Figura 7 http://www.todoortopedia.com/web/tienda/ahp?ide=169</p> | España | Adecuada para pacientes pasivos, toma en cuenta a la persona que atiende al usuario | Provoca que el usuario pase todo el tiempo sentado y no ejercite su cuerpo | Los elementos que contiene, como descansa-brazos o reposa-pies, así como el aditamento para control de la cabeza resultan confortables para pasar períodos prolongados en posición cedente |
|  <p>Silla de ruedas bipedestación Figura 8 http://www.todoortopedia.com/web/tienda/ahp?ide=207</p> | España | El usuario puede estar de pie o sentado, tiene protección para las rodillas | No posee aditamentos para la parte de arriba del cuerpo, tales como arneses o protecciones para el control del cuello o cabeza | Función de bipedestación |
|  <p>Silla de acero Breezy Figura 9 http://www.todoortopedia.com/web/tienda/ahp?ide=433</p> | España | Su función principal es obtener un descanso parecido al de una cama, cuenta con aditamentos para la seguridad | Propicia largos períodos en posición cedente, poco propicia para una persona con parálisis cerebral | Función reclinable similar a la de una cama |

Tabla 3: Análisis taxonómico de sillas de ruedas. Propuesta del Autor.

| PRODUCTO EXISTENTE EN EL MERCADO | PROCEDENCIA | VENTAJAS | DESVENTAJAS | CARACTERÍSTICAS ÚTILES PARA EL DISEÑO DEL NUEVO PRODUCTO |
|---|-------------|--|---|--|
|  <p>Silla de ruedas eléctrica Figura 10 http://www.todoortopedia.com/weshienda/hno2?idc=162</p> | España | Compacta y ajustable, combina maniobrabilidad y confort. Gracias a su motor eléctrico programable y sus diferentes asientos, puede adaptarse a distintos ambientes | El chasis y el motor la hacen muy pesada, además de que resulta bastante rígida | Tanto el material empleado, como la tecnología que usa |
|  <p>Grúa mini Figura 11 http://www.todoortopedia.com/weshienda/hno2?idc=106</p> | España | Fácil manejo, compatible con varios arneses, puede usarse tanto en hospitales como en casa | Es demasiado pesada (150kg), y se supone que es usada por personas que carecen de todo movimiento | Es desmontable y se puede adaptar a varias alturas |
|  <p>Chaleco sujeción Figura 12 http://www.todoortopedia.com/weshienda/hno2?idc=389</p> | España | Mantiene buen control del cuerpo y puede adaptarse a cualquier silla | No controla el movimiento del cuello ni de la cabeza | Adaptable a cualquier sistema de movilidad |

Tabla 4: Análisis taxonómico de grúas de traslado y equipo de sujeción. Propuesta del Autor.

De los productos anteriores se detectaron cualidades que se tomarán en cuenta en el proceso de diseño y fabricación del producto final. En el primer cuadro se agruparon las andaderas, al tiempo que se describen sus materiales de fabricación y sus características.

Para la fabricación de las andaderas se utiliza generalmente aluminio, un material muy ligero, y todas las esquinas están redondeadas, por lo que no tienen aristas filosas y en algunos casos, además, tienen partes forradas con espuma de poliuretano que las hace muy seguras. Por otro lado, resalta su estabilidad, gracias a que se apoyan en cuatro puntos, además el usuario participa con un mayor número de puntos de apoyo que las vuelven aún más estables. Resalta también que son fáciles de transportar, pues son plegables y ligeras y ocupan poco espacio al momento de guardarlas debido a su capacidad de doblado. Finalmente, sirven para ayudar en la marcha, ya que estabilizan al usuario y lo ayudan a sentirse seguro, en algunos casos incluso usan llantas, las cuales cuentan con frenos para inmovilizar la andadera en los momentos que sea necesario.

En la segunda y tercera tabla se muestra el grupo de las sillas de ruedas. La mayoría tiene como función principal la transportación de personas con deficiencia de movimiento. Entre sus características resalta el acojinamiento adecuado para la postura del usuario, además el respaldo y el reposapiés cuentan con diferentes posiciones. Están equipadas con una serie de implementos para mejorar la ergonomía y seguridad de los usuarios, tales como: arneses, abductores, cinturones y respaldos con una adecuada tapicería. Estos últimos, además, incluyen mecanismos que permiten el posicionamiento a diferentes alturas, soportes para cuello y cabeza, reposapiés que en algunos casos son giratorios y protección para pantorrillas.

Sólo en un caso tenemos una silla bipedestadora que puede poner al usuario de pie, característica importante para la silla a desarrollar, porque las personas con parálisis cerebral requieren estar de pie para mejorar sus condiciones de salud. La mayoría de las sillas estudiadas tienen buena estabilidad, porque son pesadas y tienen cuatro ruedas; son cómodas, pues los materiales usados en el asiento son acojinados,

resistentes, permiten la transpiración y se adaptan al cuerpo humano. En suma, estas sillas pueden ser usadas por personas que tienen parálisis cerebral si el médico así lo recomienda.

En la última tabla de esta sección tenemos equipos de grúas de traslado especializados para personas que carecen de movimiento en todo el cuerpo. Son hidráulicas y eléctricas y se pueden adaptar a las condiciones que necesita el usuario. El último producto es un equipo de sujeción que se puede adaptar cualquier silla de ruedas y es práctico tanto para mujeres como para hombres.

1.2. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es diseñar, desarrollar y construir un sistema de movilidad en espacios urbanos, propio para la Ciudad de México, para personas que tienen parálisis cerebral y son mayores de 18 años.

1.3. Objetivos específicos

De acuerdo a lo visto anteriormente, se plantea la necesidad de generar un sistema que, entre otras cosas, permita adaptar la forma del respaldo y asiento al usuario (que sea ergonómico), para que le ayude a mantener la postura correcta en tronco, piernas, control del cuello y cabeza erguida, en las posturas sedente y bipedestación. Así pues, se realizará un producto que satisfaga las necesidades de personas con parálisis cerebral con un alto nivel de afectación física, de modo que éste sea adaptable a usuarios con un menor grado de necesidades.

El sistema general de este producto se compone de varios subsistemas que a continuación se señalan y que son considerados los objetivos específicos del proyecto:

- Mantener la postura correcta de tronco, piernas, control del cuello y cabeza erguida

- Permitir la movilidad del usuario a tres posiciones corporales: yacente (posición horizontal del cuerpo o acostado), sedestación (sentado) y bipedestación (posición de pie o vertical)
- Transportar al usuario de un lugar a otro (desde al consultorio médico, hasta el baño, la recámara, el patio, la escuela, el parque, etc.)
- Trasladar al usuario de un sistema a otro (sanitario, regadera, automóvil, sillones, cama, entre otros)
- Satisfacer las necesidades de personas con parálisis cerebral con un alto nivel de afectación física.

1.4. Hipótesis General

En pocas palabras, con este proyecto se persigue un sistema que logre el traslado y la transferencia de personas con parálisis cerebral. En este contexto el trabajo del diseñador industrial es indispensable, ya que a través del diseño de objetos o ayudas técnicas las personas con discapacidad podrían realizar varias actividades de forma independiente. Incluso se aspira a lograr que, por medio de un sistema como éste, se pueda mantener el cuerpo erguido de las personas que sufren una parálisis de alto nivel de afectación por periodos de tiempos cada vez más prolongados.

Otro asunto de la mayor importancia es la posibilidad de transportar al usuario a diferentes sistemas, como al automóvil o a cualquier transporte, también a sillas fijas, sillones, camas, camillas y muebles de baño. Finalmente, este proyecto favorece la inclusión del usuario con su entorno inmediato y facilitar su relación con las demás personas. De tal forma que en algunos casos, cuando la parálisis no es tan severa, se favorecerá la independencia y facilitará las actividades diarias de acuerdo al grado de afectación. Gracias a ello se logrará una mayor comodidad y autoestima.

Además de todo, el sistema propuesto permite realizar terapia, pues coloca al usuario en bipedestación y adicionalmente cuenta con un sistema para la terapia ocupacional específicamente (mesa de trabajo). Por otro lado, es importante considerar

a las personas que rodean al usuario, (quienes para efectos del proyecto, serán considerados usuario secundario) es decir cuando los familiares, por ejemplo, tengan que intervenir en su traslado o movilidad, el producto debe facilitarles la tarea y permitirles su manipulación tanto como sea posible; principalmente cuando los familiares pertenecen a la población de adultos mayores o cuando el usuario primario es más grande o pesado que el usuario secundario. Para terminar esta sección, hay que mencionar que con este proyecto se pueden beneficiar alrededor de 70,000 (Dif s.f.) personas que tienen diferentes discapacidades de movimiento en la Ciudad de México.

1.5. Justificación

Las personas que padecen parálisis cerebral, una vez que han llegado a la adolescencia, suelen tener problemas para ser atendidas, ya que su cuerpo ha finalizando su desarrollo y alcanzan hasta 1.80 m. de estatura y pueden superar los 50 Kg. de peso (Adams 2007). Todo esto torna muy difícil su movilidad, locomoción y traslado, sobre todo tratándose de personas con parálisis severas y que, por lo tanto, no ayudan para llevar a cabo estas actividades y se consideran peso muerto (como comunmente se le denomina).

Generalmente estas personas dependen físicamente de sus familiares, terapeutas o cuidadores quienes los mueven, los cargan, los trasladan y sufren una alta demanda de esfuerzo físico. De ahí que pueda haber consecuencias en la salud de quienes los atienden, como hernias, ruptura de nervio, desgarres en tejidos internos, lesiones en la columna, sangrados vaginales, entre los más comunes.

Por otro lado, es importante resaltar que las personas que no controlan el movimiento corporal y no pueden mantener el cuerpo erguido pasan la mayor parte del tiempo sentadas en posiciones inadecuadas, por lo que se ocasionan deformaciones que paulatinamente se agravan y traen consecuencias negativas de salud. De ahí la necesidad de adoptar la posición de bipedestación por períodos entre 20 y 45 minutos

hasta completar tres horas a lo largo del día², lo que favorece la circulación sanguínea, el aumento de tono muscular y el fortalecimiento del sistema óseo. La bipedestación también permitirá que las personas con esta afección permanezcan sentados o acostados en ciertos períodos de tiempo, lo que evitará el surgimiento de escaras en su cuerpo. Esta posición además, permite el traslado de personas con parálisis cerebral y facilita su transferencia. Cuando el usuario esté de pie, por su parte, el producto permitirá movilidad autónoma, lo que le lo hará capaz de llevar a cabo actividades que sólo se pueden realizar con el cuerpo erguido, como manipular objetos que se encuentren a su alcance.

En concreto, el proyecto beneficiará no sólo a los usuarios directos, sino a todas las personas involucradas en su entorno. Al otorgarles un producto con todos estos beneficios, mejorará sin duda su condición, ayudará a su autoestima y por tanto mejorará su calidad de vida. En México existen productos importados y de fabricación casera que reúnen las características indispensables para satisfacer todas las necesidades que requieren las personas que tienen parálisis cerebral en un grado de afectación severa. Así, los aparatos existentes posibilitados para satisfacer este tipo de necesidades generalmente se encuentran en el extranjero y traerlos a México resulta ser muy caro.

Para finalizar, es importante mencionar que en esta investigación en particular se realizará un prototipo funcional de acuerdo a las necesidades específicas de Juan Antonio Juárez Rico de 29 años de edad, con parálisis cerebral. Él presenta las manifestaciones físicas típicas de la espasticidad y atetosis que se enumeran a continuación:

Características de la espasticidad:

- Contractura en músculos flexores
- Piernas en posición de tijera
- Tiene flexionadas las manos

² Información terapeutas de Asociación pro Parálisis Cerebral A.C.

- Tiene dificultad para abrir las palmas de las manos.
- Brazos rígidos
- No tiene control muscular en la boca (la abre sin control)
- No puede succionar la saliva
- Cuando está sentado carga su cuerpo al lado derecho y deja caer todo su peso sobre la axila derecha

Características de la atetosis

- Tiene movimientos involuntarios
- No controla los movimientos de manos, brazos, piernas y cabeza

CAPÍTULO II

2. Sobre la discapacidad

2.1. Marco teórico conceptual.

Cerca del año de 1860, un cirujano inglés de nombre William Little³ escribió las primeras descripciones médicas de un trastorno enigmático que afligía a los niños en los primeros años de vida, causando rigidez y espasticidad de los músculos de las piernas y en menor grado de los brazos. Estos niños tenían dificultades para agarrar objetos, gatear y caminar. Esta condición, la cual se nombró por muchos años como la enfermedad de Little, es ahora conocida como “diplejía espástica”, la cual se define como una afectación de las extremidades con predominio en las extremidades inferiores.

Debido a que muchos de estos niños nacieron después de un parto complicado, Little sugirió que su condición resultaba de la falta de oxígeno durante el parto. Él propuso que la falta de este elemento causaba daño a ciertos tejidos susceptibles en el cerebro que controlaban el desarrollo motriz. Pero en 1897, el famoso médico Sigmund Freud sugirió que a veces el trastorno puede tener sus raíces más tempranamente, durante el mismo desarrollo del cerebro en el vientre.⁴

2.2. LA DISCAPACIDAD EN MÉXICO

En nuestro país ni siquiera se sabe con exactitud cuántas personas con discapacidad existen. El último censo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática señala que en la República Mexicana hay 2 millones 300 mil personas con esta condición, mientras que la Organización Mundial de la Salud, informa que en países como México, entre el 10 y 14% de la población presenta algún tipo de discapacidad, esto es, aproximadamente, 10 millones de habitantes (INEGI 2004, 22-25)

³ William Little médico cirujano inglés del siglo XIX, fue director del Hospital Londres y posteriormente fundó el hospital ortopédico real (Vallejo Ortega 2006, 5-6).

⁴ Todo esta parte está basada en “Introducción” (NINDS 2007).

Entre otras cosas este grupo poblacional sufre de discriminación, desigualdad, exclusión y marginación; conductas que lesionan la dignidad y limitan la calidad de vida de la persona afectada y de su familia. Los niños con discapacidad que no reciben atención hoy, mañana serán adultos sin posibilidad de integrarse al área productiva para poder ser independientes.

2.2.1. Características socioeconómicas en México

De acuerdo a un estudio oficial elaborado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la pobreza extrema tan sólo ha descendido en este país un 4,2% entre 1992 y 2005. Por otra parte, un 18,2% de la población total de México, estimada en 103,2 millones de personas, vive en pobreza extrema, es decir, con menos de dos dólares al día. Al mismo tiempo, casi la mitad de los mexicanos viven al día y sin posibilidad alguna de generarse un patrimonio.

Según este estudio, los estados del sureste y del pacífico tienen el mayor número de población en pobreza de patrimonio, con Chiapas a la cabeza, con el 75,7%; seguido de Guerrero, con el 70,2%; Oaxaca, con el 68%; Tabasco, con el 59,4%, y Durango, con 59,4%. Precisamente, se trata de estados poblados principalmente por indígenas (Millán 2001).

2.2.2. Repercusiones de la pobreza y la discapacidad en la familia

Por principio, la familia se encuentra ante un acontecimiento que no tenía previsto y que implica la ruptura del modelo tradicional en que vivía. Además de enfrentarse a las barreras políticas y sociales, también deben asumirse las barreras físicas y arquitectónicas de la ciudad, así como una estructura social que no toma en cuenta a las personas con discapacidad.

Lo anterior trae como consecuencia negación, culpa, coraje, depresión y abandono. Si sumamos todo esto a la fuerte carga económica que representa dar tratamiento a quien presenta la discapacidad, se genera un nivel de marginación

bastante profundo. Adicionalmente, se calcula que en México el 75 % por ciento de la población con alguna discapacidad se encuentra económicamente inactiva, lo cual es una marca más de abandono (IDRM 2004, 277). Podemos concluir que el nivel de marginación social de los mexicanos con discapacidad es muy profundo desde muchos puntos de vista, como el económico, el social y el laboral.

2.2.3. Barreras a las que se enfrentan las personas con discapacidad.

Cada persona con discapacidad presenta un cuadro específico de necesidades por cubrir para facilitar su integración, inclusión y acceso a todos los ámbitos sociales y productivos. Los principales obstáculos a los que se enfrenta la población con discapacidad en la vida cotidiana son las barreras sociales, psicológicas y físicas. Una barrera es un obstáculo físico, mental o sensorial, que impide el desenvolvimiento o uso de los bienes y servicios por parte de las personas con discapacidad.

Las barreras sociales comprenden los ámbitos familiares, comunitarios, culturales, educativos, laborales y recreativos. En cada uno de estos ámbitos la problemática es muy diversa; sin embargo, el factor común es el desconocimiento acerca del trato que una persona con discapacidad debe recibir

Generalmente, el primer rechazo se da en la familia, que considera reprobable e indigno que uno de sus miembros tenga una discapacidad y por lo tanto debe permanecer oculta. Esta actitud llega a ser común en la sociedad en su conjunto, debido, principalmente, a la ignorancia.

En términos laborales la ignorancia sobre las personas con discapacidad se asocia a la concepción de que se encuentran imposibilitados de realizar cualquier tipo de actividad. Esto es un factor que limita las posibilidades de empleo, o, en algunos casos, se les brinda la oportunidad, pero no se les encomienda el trabajo de acuerdo al perfil que ellos pueden desempeñar.

Por principio, la eliminación de barreras arquitectónicas o físicas es primordial para que se lleve a cabo la inclusión de las personas con discapacidad. No obstante, se puede observar que existe una falta de normas de construcción que obliguen a

considerar el acceso de todos los miembros de la sociedad a cualquier espacio público o privado, ya sea recreativo, escolar o laboral.

El desconocimiento de las limitaciones de las personas con discapacidad también influye en el diseño de objetos, equipo, mobiliario y maquinaria, no siempre aptos para ser usados por esta población. Éste resulta, pues, otro ámbito de acción en el que deben ser considerados, además de que se pone de relieve que debe adecuarse el medio físico para que sea accesible para todos. La falta de cultura sobre la discapacidad provoca que el trabajo en las diferentes disciplinas o profesiones no incorpore los elementos necesarios para que las personas con discapacidad sean incluidas e integradas en todos los ámbitos.

2.2.4. Acciones para la inclusión de las personas con discapacidad

En respuesta a la problemática apenas comentada, actualmente se han elaborado programas nacionales para la atención a las personas con discapacidad, mismos que han sido promovidos e impulsados por la Oficina de Representación para la Promoción e Integración Social para las Personas con Discapacidad (ORPISPCD) y el Consejo Consultivo para la Integración de las Personas con Discapacidad (CODIS); en el período 2001-2005 (IDRM 2004, 280-286). Algunos de estos programas son:

- Programa de Accesibilidad
- Programa de Prevención y Rehabilitación de Discapacidades (PreveR-Dis)
- Programa de Atención con Calidad
- Programa de Fortalecimiento de la Educación Especial y de la Integración Educativa
- Programa de Integración Laboral para Personas con Discapacidad.
- Programa de Apoyo a Personas con Discapacidad en el Medio Rural

A nivel Distrito Federal se cuenta con el Consejo Promotor para la integración al desarrollo de las personas con discapacidad (“Consejo Promotor...” s.f.), que está presidido por el Jefe de Gobierno; la Secretaría Técnica, por su parte, se encuentra a cargo del Secretario de Desarrollo Social. Este consejo está compuesto por

representantes de la sociedad civil, por representantes de organismos no gubernamentales, así como por representantes de los diferentes niveles de gobierno.

En su interior están conformados los grupos de:

- Accesibilidad y transporte
- Deporte y recreación
- Educación y cultura
- Investigación y desarrollo tecnológico
- Legislación y derechos humanos
- Rehabilitación laboral, capacitación y empleo
- Salud y rehabilitación

Adicionalmente, se cuenta con diferentes organismos de atención a personas con discapacidad, como el Sistema para el desarrollo integral de la familia DIF, tanto a nivel federal como a nivel local; así como un importante número de Organizaciones de la Sociedad Civil que luchan por la integración social de esta población.

2.2.5. ¿Qué es la Parálisis Cerebral?

La parálisis cerebral afecta el movimiento muscular; sin embargo, no está causada por problemas en los músculos o los nervios, sino por anomalías neurológicas que interrumpen la capacidad del cerebro para controlar el movimiento y la postura. En algunos casos, la corteza motora cerebral no se desarrolla normalmente durante el crecimiento fetal, la afección, pues, es el resultado de una lesión cerebral que puede haberse adquirido en la etapa prenatal, perinatal o postnatal (véase figura 13). En cualquier caso, el daño no es reparable y las incapacidades resultantes son permanentes.

En resumidas cuentas, la parálisis cerebral es un término aplicado a un grupo de problemas cuyo resultado es la función alterada de los músculos. Entre otras cosas, afecta habilidades motrices referentes a la psicomotricidad fina, como comer, escribir o vestirse; a la psicomotricidad gruesa, específicamente a la marcha; aquellas que permiten la verbalización y el habla; y/o las que afectan la función muscular del ojo y el

oído. Es muy importante recordar que la parálisis cerebral, pese a su aparatosidad, no tiene porque suponer una afectación a nivel cognitivo. Existen diferentes grados de parálisis, y en cada nivel la gravedad varía, así como varían las áreas del cuerpo que resultan afectadas.

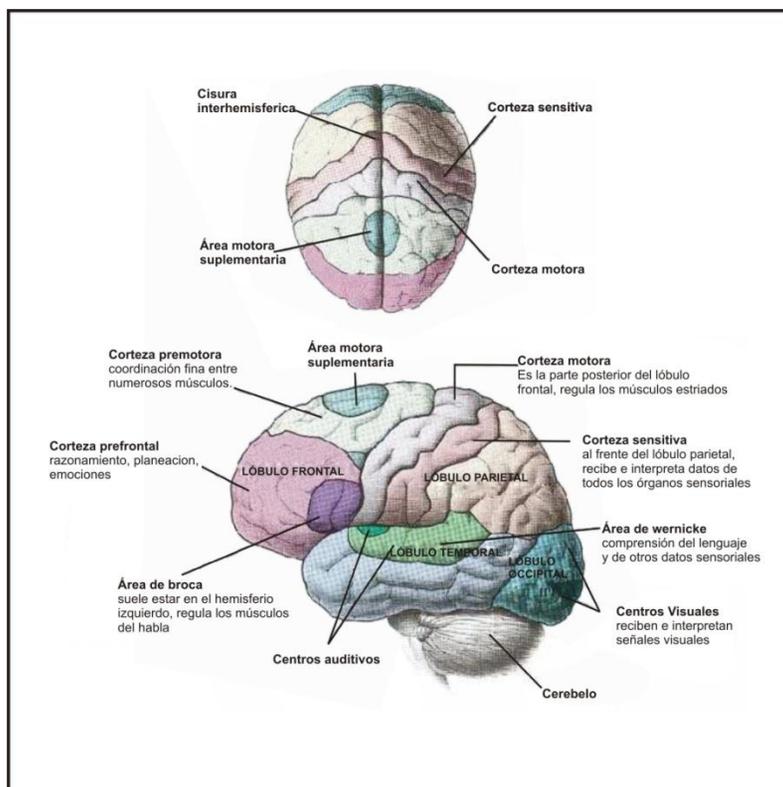


Figura 13: Esquema del cerebro (Biocampangue, s.f.)

Para decirlo en pocas palabras, las personas con parálisis cerebral pueden presentar una amplia variedad de síntomas, tales como:

- Carencia de coordinación muscular al realizar movimientos voluntarios (*ataxia*)
- Músculos tensos y rígidos y reflejos exagerados (*espasticidad*)
- Caminar con un pie o arrastrar una pierna
- Caminar en punta de pie, con una marcha agachada, o marcha "en tijera"

- Variaciones en el tono muscular, muy rígido o muy hipotónico
- Babeo excesivo o dificultad para tragar o hablar
- Sacudidas (temblor) o movimientos involuntarios al azar
- Dificultad con los movimientos precisos, como escribir o abotonarse una camisa

Todos estos posibles síntomas de parálisis cerebral difieren en el tipo y la gravedad de una persona a otra, y hasta pueden variar en un solo individuo con el tiempo. Algunas personas con parálisis cerebral también tienen otros trastornos médicos, como retraso mental, convulsiones, visión o audición deteriorada, y sensaciones o percepciones físicas anormales. Finalmente, la parálisis cerebral no siempre causa discapacidad severa. Mientras un niño con parálisis cerebral grave podría ser incapaz de caminar y necesitar atención amplia y para toda la vida, otro con la misma afección pero en grado leve puede tener problemas de motricidad imperceptibles.

2.2.6. Causas de la parálisis cerebral

La mayoría de los niños con parálisis cerebral nace con ella, aunque podría no detectarse hasta meses o años después. Esto se llama “parálisis cerebral congénita”. En el pasado, cuando los médicos no podían identificar otra causa, atribuían la mayoría de los casos de parálisis cerebral congénita a problemas o complicaciones durante el trabajo de parto que causaban “asfixia” (falta de oxígeno) durante el nacimiento. Sin embargo, hay una extensa investigación realizada por los científicos del NINDS⁵ y algunos otros, que ha demostrado que pocos bebés que tienen asfixia durante el nacimiento crecen y tienen parálisis cerebral o cualquier otro trastorno neurológico. En nuestros días se calcula que las complicaciones del nacimiento, incluida la asfixia, son responsables de sólo entre el 5 al 10 por ciento de los bebés nacidos con parálisis cerebral congénita.

⁵ *Neuro Immune Dysfunction Syndromes*, (NINDS s.f.).

Un número pequeño de niños, menos del 1%, tiene parálisis cerebral adquirida, lo que significa que el trastorno comienza después del nacimiento. En estos casos, a menudo los médicos pueden señalar un motivo específico para el problema, como daño cerebral en los primeros meses o años de vida, infecciones cerebrales como meningitis bacteriana o encefalitis viral, lesión craneana debido a un accidente de automóvil o una caída, etc.

2.2.7. Factores de riesgo

Así como hay tipos particulares de daño que causan parálisis cerebral, también hay ciertas enfermedades o eventos que pueden ocurrir durante el embarazo y el parto que aumentarían el riesgo de que un bebé nazca con esta afección. Dentro de una investigación, se han examinado a cientos de mujeres embarazadas, fueron seguidas hasta el nacimiento, y monitoreado el desarrollo neurológico precoz de sus hijos para establecer estos factores de riesgo. Si una madre o su bebé tienen alguno de estos factores de riesgo, no significa que la parálisis cerebral sea inevitable, pero aumenta la probabilidad para los tipos de daño cerebral que la causan. Los factores de riesgo son:

- Bajo peso de nacimiento y nacimiento prematuro
- Nacimientos múltiples
- Infecciones durante el embarazo
- Incompatibilidad sanguínea
- Exposición a sustancias tóxicas
- Madres con anomalías tiroideas, retraso mental, o convulsiones
- Presentación de nalgas
- Trabajo de parto y parto complicados
- Tamaño pequeño para la edad gestacional
- Puntuación de Apgar⁶ baja

⁶ La puntuación de Apgar es el primer examen que se realiza a los recién nacidos, se lleva a cabo en la misma habitación donde sucedió el parto. Desarrollada en 1952 por la anesthesióloga Virginia Apgar, esta prueba médica fue

2.2.8. Otras afecciones que están asociadas con la parálisis cerebral

Muchos individuos con parálisis cerebral no tienen trastornos médicos adicionales; sin embargo, debido a que la parálisis involucra al cerebro y que éste controla tantas funciones del cuerpo, también puede causar convulsiones, desarrollo intelectual deteriorado, y afectar la visión, la audición y la conducta. Enfrentar estas discapacidades puede ser más desafiante que enfrentar los mismos deterioros motores que son propios de la parálisis cerebral.

Entre las condiciones adicionales que pueden acompañar a la parálisis cerebral, se encuentran:

- Retraso mental
- Convulsiones
- Retraso del crecimiento y del desarrollo
- Deformidades de la columna
- Visión, audición y lenguaje deteriorados
- Babeo
- Incontinencia

2.2.9. ¿Cómo se maneja la parálisis cerebral⁷

La parálisis cerebral no puede curarse, pero a menudo el tratamiento es capaz de mejorar la calidad de vida de un paciente. Muchos niños con esta afectación crecen para disfrutar vidas casi normales como adultos, esto es posible sólo si sus incapacidades son controladas adecuadamente. En general, cuanto antes comience el tratamiento, mayor será la probabilidad de que los niños superen sus incapacidades y desarrollen o aprendan formas nuevas para completar las tareas que implicarían normalmente un desafío para ellos.

creada para evaluar rápidamente la condición física de los recién nacidos después del parto y para determinar la necesidad inmediata de cualquier tratamiento adicional o emergencia médica (Hirsch, 2008).

⁷ Esta parte está basada en NINDS 2011.

Con todo, no existe una terapia estándar que funcione para cada individuo con parálisis cerebral. Una vez que se hace el diagnóstico y se determina el tipo de parálisis específico, un equipo de profesionales médicos trabajará con un niño y sus padres para identificar deterioros y necesidades precisas. Más tarde, en conjunto se desarrollará un plan adecuado para afrontar las incapacidades esenciales que afecten la calidad de vida del niño.

Un plan de manejo integral incluiría la combinación de profesionales en atención médica con experiencia en las siguientes áreas:

- Fisioterapia
- Terapia ocupacional
- Terapia del lenguaje
- Terapia de conducta y asesoramiento
- Medicamentos
- Cirugía
- Tecnologías asistidas como:
 - Ayudas técnicas para mejorar la movilidad
 - Ayuda mecánica para el traslado
 - Ayuda para la comunicación

2.2.10. Desafíos especiales de salud que enfrentan los adultos con parálisis cerebral

Antes de mediados del siglo veinte, pocos niños con parálisis cerebral sobrevivían hasta la edad adulta. Ahora, gracias a las mejoras en la atención médica, la rehabilitación y las tecnologías asistidas, de entre 65 a 90 por ciento de los niños con parálisis alcanza la adultez. Este aumento en la esperanza de vida a menudo se acompaña de un aumento en los problemas médicos y funcionales, algunos de los cuales relativamente comienzan a una temprana edad. A continuación se apuntan algunos de estos problemas:

- Vejez prematura

- Problemas funcionales en el trabajo
- Depresión
- Síndrome post-deterioro
- Osteoartritis y artritis degenerativa
- Dolor

2.3. Ergonomía⁸

De forma muy general, podríamos definir a la ergonomía como el campo de conocimientos multidisciplinarios que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, su interacción en el medio y de acuerdo a ello, se analizan aquellos aspectos que afectan al diseño de entornos, de productos y procesos de producción.

En todas las aplicaciones su objetivo es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a las capacidades y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores.

2.3.1. Ergonomía y discapacidad

El termino discapacidad significa ausencia o limitación de la capacidad para realizar una actividad. En suma, la discapacidad es una experiencia personal que difiere no sólo entre individuos sino también con el tipo y severidad de la deficiencia subyacente con la manera de vencer o compensar las limitaciones funcionales, con la naturaleza de la tarea que se realiza y con las condiciones del entorno en que éste se produce.

La ergonomía aplicada a grupos de población especial consiste en adaptar el entorno a las características de las personas y para ello debe analizarse la relación que existe entre las necesidades, capacidades, habilidades y limitaciones del sujeto y las

⁸ Todo el apartado 2.4 se basa en *Ergonomía y discapacidad* s.f.

condiciones de aquello que se intenta adaptar, sea una vivienda, un equipo, un puesto de trabajo, o cualquier otro espacio o producto. Todo esto con la finalidad de armonizar demandas y capacidades, pretensiones y realidades, preferencias y restricciones.

Aunque siempre interesa adaptar el entorno al usuario, en el caso de las personas con limitaciones funcionales la adaptación es especialmente necesaria, dado que dependen mucho más de su entorno inmediato que una persona sin esa limitación. Si dicho entorno (producto, trabajos, espacios) no se ajusta a sus características, necesidades y limitaciones, repercutirá no sólo en el confort, facilidad de uso y eficiencia a corto plazo, sino que también en su salud, seguridad, independencia, bienestar social y en definitiva en su calidad de vida en general.

2.3.2. Productos para usuarios con discapacidad

Uno de los campos en los que la ergonomía del producto está experimentando un mayor desarrollo es el diseño de objetos destinados a grupos con características especiales (niños, personas mayores o personas con discapacidad). En estos casos, la realización de estudios ergonómicos adquiere una importancia primordial, ya que las características de los usuarios generalmente son diferentes a las del resto de los usuarios.

Un planteamiento ergonómico correcto permitirá incorporar al diseño los requisitos específicos de estos grupos de población, dando lugar a soluciones compatibles con cualquier tipo de usuario (diseño universal) o a desarrollos específicamente adaptados a necesidades concretas. Un aspecto especialmente importante, es la aplicación de los principios ergonómicos al diseño de productos dirigidos a las personas con capacidad funcional disminuida.

En este ámbito merece la pena destacar lo que se conoce como Tecnologías Adaptadas o Ayudas Técnicas. Son tecnologías que evitan, neutralizan, compensan o mitigan las limitaciones funcionales de las personas para acceder a entornos y utilizar productos y servicios, lo cual mejora su participación social, independencia y calidad de vida. Estas tecnologías pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Ayudas técnicas para la valoración, tratamiento y rehabilitación
- Ayudas técnicas para la movilidad y ortoprotésica
- Ayudas técnicas para personas con deficiencias visuales
- Ayudas técnicas para la audición
- Accesibilidad a la información y comunicación
- Accesibilidad urbanística y en la edificación
- Ayudas técnicas para las actividades de la vida diaria
- Accesibilidad al automóvil y a los medios de transporte
- Mobiliario adaptado
- Accesibilidad en el puesto de trabajo

2.3.3. Consideraciones biomecánicas en la silla de ruedas manual⁹

Una silla de ruedas debe tener como objetivo primordial permitir al usuario la máxima funcionalidad, comodidad y movilidad; ya sea de manera independiente o asistida. Para cumplir con este objetivo la silla debe estar pensada para ajustarse a la persona, no es la persona la que debe amoldarse a su silla. Si se escoge una silla de ruedas no apropiada, puede resultar incómoda o tener un asiento en el que el usuario resbale hacia delante o se incline hacia un lado. El resultado será que la energía del usuario se malgastará de manera innecesaria debido al esfuerzo continuado por corregir su postura y, en caso de no tener movilidad, su cuerpo acabará por irse deformando poco a poco.

Cuando una silla de ruedas es inapropiada provoca deformaciones posturales, por lo que es necesario considerar los siguientes requerimientos de diseño, que en su conjunto permitirán que la silla sea adecuada, confortable y sobre todo ergonómica:

- Sentarse erguido en posición simétrica.
- Reducir al máximo la presión que se ejerce en las nalgas y muslos.

⁹ El apartado 2.5 fue tomado de “Consideraciones biomédicas” (s.f).

- Conseguir la máxima capacidad funcional con el mínimo gasto de energía.

Las Consideraciones biomecánicas para el diseño adecuado de una silla de ruedas son: Tamaño del asiento, forma y ángulo del asiento, la altura del hombro, soporte de los brazos, posición pélvica y estabilidad, longitud de la pantorrilla, soporte para los pies, factores que afectan a la propulsión, distancia entre ejes, angulación de la rueda, tipos de componentes de una silla de ruedas, materiales, ruedas delanteras, ruedas traseras, llantas, freno, reposa brazos, reposapiés y plataformas.

Los aspectos antes mencionados son de vital importancia tanto para diseñar una silla de ruedas, como para adquirirla. Es útil tanto para los usuarios con movilidad independiente o bien los usuarios que necesitan asistencia.

Para resolver todos los aspectos antes mencionados y aplicarlos en el prototipo funcional de esta investigación se consulto el Manual Consideraciones Biomecánicas el que se encuentra anexo (ver anexo1).

2.3.4. Antropometría

Una de las características principales de los “factores humanos” o “ergonomía” en el diseño de objetos es que su práctica es interdisciplinaria, ya que varios campos del conocimiento convergen hacia su fin y su objeto de estudio, que es el hombre en su entorno, ya sea ecológico, del hogar, del trabajo, de la vida cotidiana o de la recreación. Los términos “factores humanos” y “ergonomía” son usados como sinónimos, pues ambos describen la interacción entre los objetos, el hombre, y el entorno; ejemplo de esto es la relación entre los operarios en una industria, la maquinaria y el espacio de la planta de producción.

Los beneficios de dicha práctica se ponen de manifiesto en los objetos de diseño cada vez mejores en relación con los usuarios; herramientas, equipos, lugares de trabajo; la productividad y trabajos también mejoran en términos de seguridad, salud, grado de confort, satisfacción y desempeño del ser humano que usa esos objetos. De

esta manera, todos estos beneficios también se reflejan en los objetos especiales para personas con discapacidad.

En pocas palabras, la antropometría se puede definir como el estudio de las personas en términos de sus dimensiones físicas, es decir, en las características del cuerpo humano como tallas, anchuras, circunferencias y distancias entre puntos anatómicos. Entre los tipos de antropometría se encuentran la Antropometría física, la Antropometría dinámica y la Antropometría biomecánica.

2.3.4.1. Dimensiones de las personas con discapacidad en México

Como ya se ha mencionado, uno de los objetivos de esta investigación es desarrollar un prototipo muy versátil que pueda ser utilizado por cualquier persona con parálisis cerebral, sin importar el grado de severidad en el que se encuentre. De acuerdo a ello, debe tomarse en cuenta las dimensiones generales de hombres y mujeres en edad adulta con cuadriplejía¹⁰.

A continuación se presenta la carta antropométrica de personas de sexo masculino que sufren de esta afección:

| PER CEN TIL | MEDIDAS CORPORALES | | | | | | |
|-------------------|----------------------|--------|-------------------------|------------------|---------------------|---------------|-------|
| | Alcance hacia arriba | | Del piso a la Cabeza | Altura al ojo | Altura al hombro | Alcance abajo | |
| | Dedo | Puño | | | | Dedo | Puño |
| 5 | 158.55 | 146.95 | 117.28 | 106.83 | 93.10 | 68.25 | 58.73 |
| 50 | 175.30 | 164.60 | 128.95 | 118.75 | 103.10 | 75.20 | 65.45 |
| 95 | 188.30 | 176.75 | 136.45 | 126.35 | 110.43 | 85.68 | 76.15 |
| D.E. | 9.11 | 9.58 | 6.02 | 5.79 | 5.25 | 5.83 | 5.53 |
| PROM | 174.36 | 164.08 | 128.25 | 118.28 | 102.64 | 75.96 | 66.30 |

Tabla 5: Medidas corporales del sexo masculino con cuadriplejía; alcance hacia arriba, del piso a la cabeza, altura al ojo, altura al hombro y alcance abajo (Vega, 2004).

¹⁰ Es la parálisis de las cuatro extremidades y por tanto del tronco también (García García 2009).

| PER CEN TIL | MEDIDAS CORPORALES | | | | | | |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|-----------------|-------|------------------------|
| | Alcance al frente | | Longitud antebrazo | | Alcance lateral | | Profundidad del tronco |
| | Dedo | Puño | Dedo | Puño | Dedo | Puño | |
| 5 | 80.73 | 71.30 | 27.45 | 19.40 | 81.08 | 70.80 | 27.33 |
| 50 | 89.60 | 79.25 | 37.80 | 27.45 | 88.65 | 79.85 | 35.45 |
| 95 | 98.10 | 87.93 | 51.33 | 41.30 | 97.13 | 88.03 | 43.28 |
| D.E. | 5.47 | 5.19 | 7.78 | 9.68 | 5.32 | 5.15 | 4.81 |
| PROM | 89.33 | 79.59 | 38.56 | 29.93 | 89.30 | 79.93 | 35.33 |

Tabla No.6: Medidas corporales del sexo masculino con cuadriplejía; alcance al frente, longitud antebrazo, alcance lateral y profundidad del tronco (Vega, 2004)

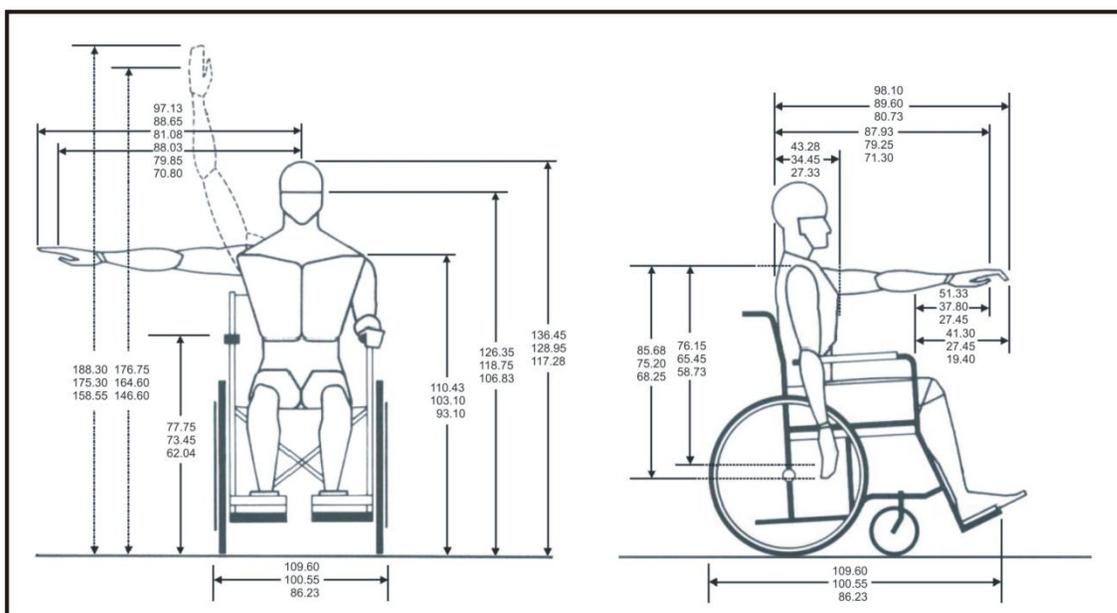


Figura 14: Medidas antropométricas de personas de sexo masculino en silla de ruedas en posición estática, vista frontal y lateral (Vega, 2004).

Las cartas antropométricas de personas del sexo femenino son las siguientes:

| PER CEN TIL | MEDIDAS CORPORALES | | | | | | |
|-------------------|----------------------|--------|-------------------------|------------------|---------------------|---------------|-------|
| | Alcance hacia arriba | | Del piso a la cabeza | Altura al ojo | Altura al hombro | Alcance abajo | |
| | Dedo | Puño | | | | Dedo | Puño |
| 5 | 141.84 | 132.32 | 111.04 | 99.58 | 89.18 | 59.14 | 49.64 |
| 50 | 162.60 | 152.10 | 122.75 | 112.55 | 99.20 | 66.75 | 58.40 |
| 95 | 173.05 | 163.61 | 132.12 | 119.86 | 105.43 | 74.81 | 65.46 |
| D.E. | 9.77 | 9.75 | 10.45 | 6.94 | 5.98 | 5.13 | 5.17 |
| PROM | 160.77 | 150.60 | 122.65 | 111.34 | 97.82 | 66.50 | 57.61 |

Tabla 7: Medidas corporales del sexo femenino con cuadruplejía; alcance hacia arriba, del piso a la cabeza, altura al ojo, altura al hombro y alcance abajo (Vega, 2004).

| PER CEN TIL | MEDIDAS CORPORALES | | | | | | |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|-----------------|-------|---------------------------|
| | Alcance al frente | | Longitud antebrazo | | Alcance lateral | | Profundidad del tronco |
| | Dedo | Puño | Dedo | Puño | Dedo | Puño | |
| 5 | 74.76 | 65.66 | 21.61 | 13.00 | 72.26 | 62.92 | 28.06 |
| 50 | 81.10 | 72.10 | 29.75 | 21.10 | 82.00 | 73.55 | 35.75 |
| 95 | 88.96 | 79.69 | 43.32 | 34.79 | 88.91 | 80.74 | 48.59 |
| D.E. | 4.34 | 4.59 | 7.17 | 7.46 | 5.45 | 5.71 | 6.60 |
| PROM | 81.22 | 72.25 | 30.60 | 22.24 | 81.12 | 72.65 | 36.43 |

Tabla 8: Medidas corporales del sexo femenino con cuadruplejía; alcance al frente, longitud antebrazo, alcance lateral y profundidad del tronco (Vega, 2004).

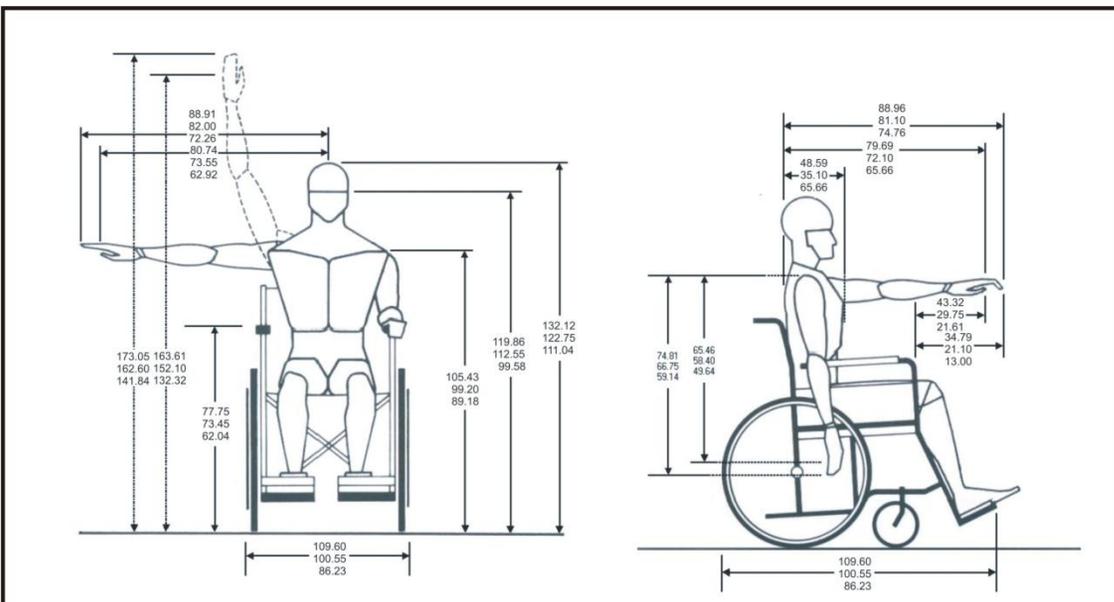


Figura 15: Medidas antropométricas de personas de sexo femenino en silla de ruedas en posición estática, vista frontal y lateral (Vega 2004).

A continuación se presentan las medidas antropométricas de personas en silla de ruedas en posición estática, dichas medidas resultan indispensables para la libre maniobra:

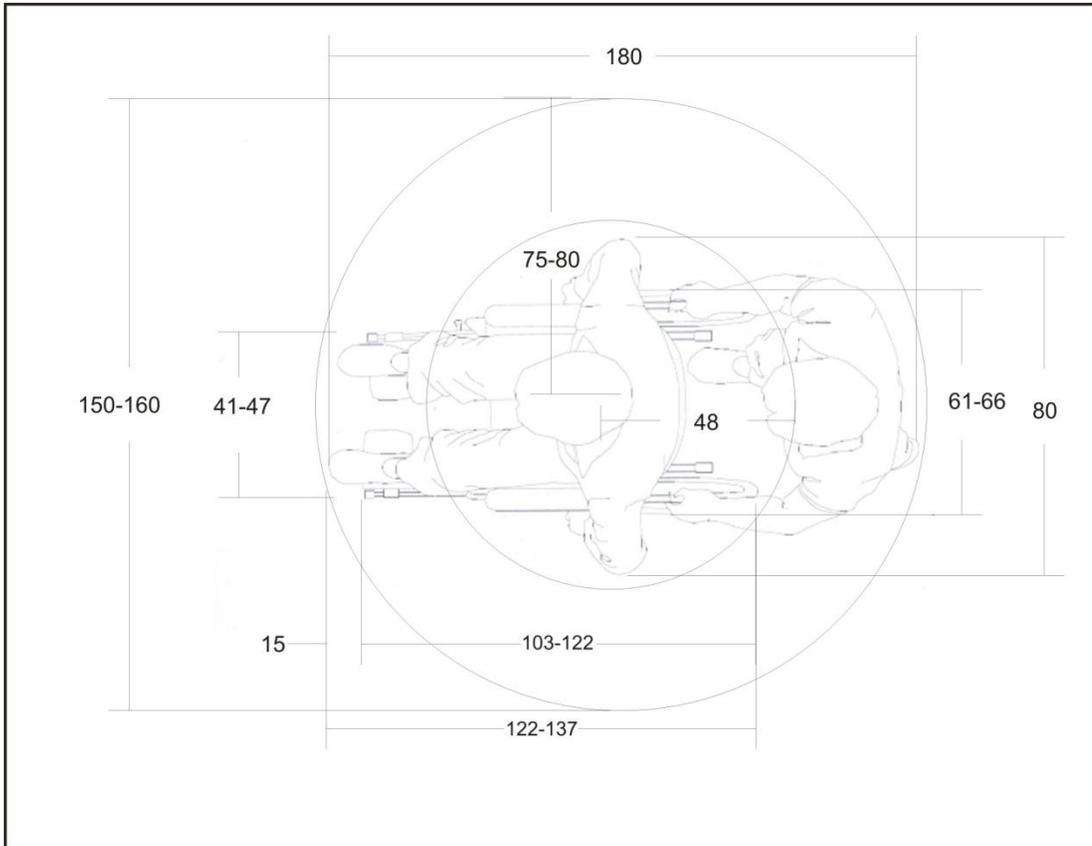


Figura 16: Medidas antropométricas de personas en silla de ruedas, posición estática vista transversal superior (Seduvi 2007, 23).

Finalmente, los siguientes son ejemplos de maniobras que se pueden realizar con las sillas de ruedas y las dimensiones que se requieren para que se realicen:

- A) Rotación de 360 grados (cambio de dirección)
- B) Rotación de 180 grados (inversión del sentido de la marcha)
- C) Rotación de 90 grados
- D) Vuelta de 90 grados
- E) Inversión del sentido de la marcha con maniobras combinadas

La siguiente figura expone más claramente estos movimientos:

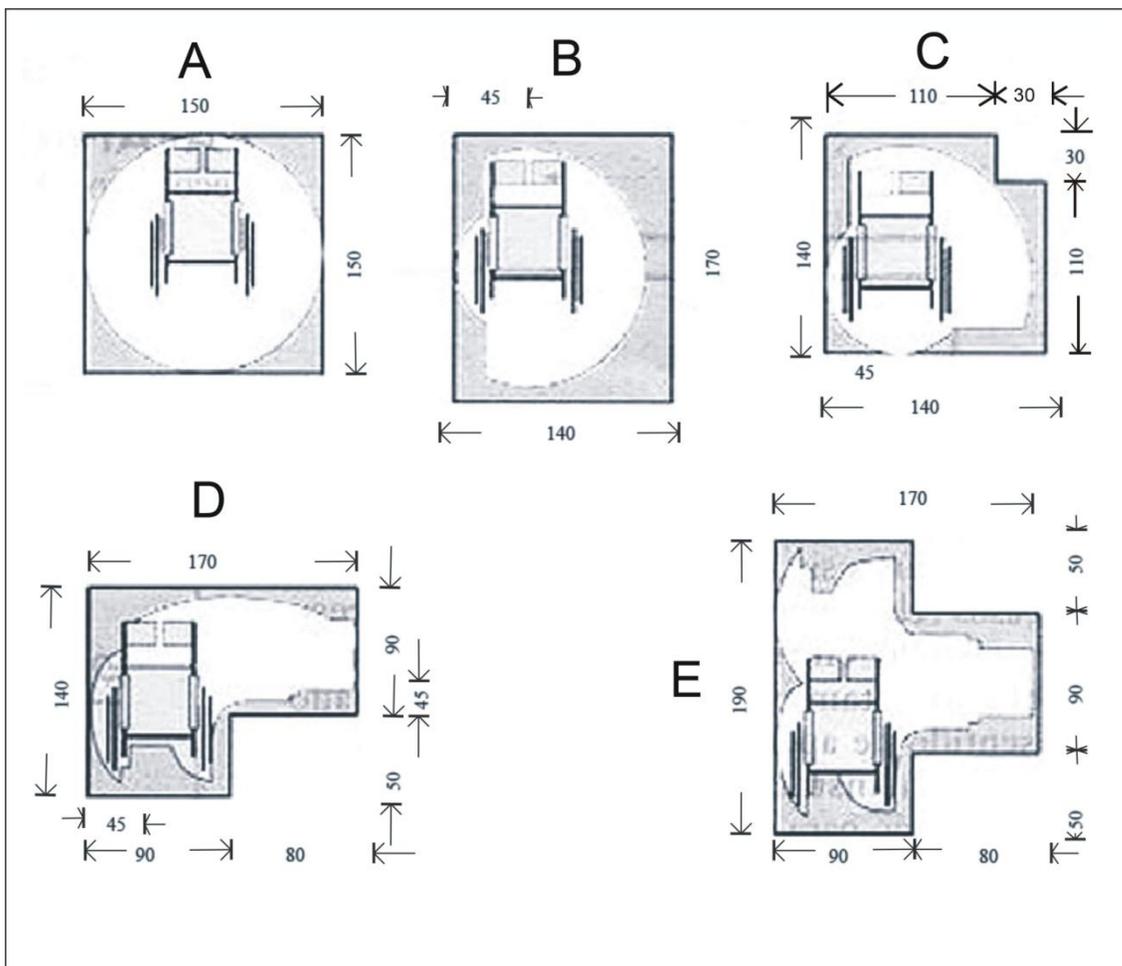


Figura 17: Ejemplos de maniobras (“Estudio técnico” s.f.)

CAPÍTULO III

3. Método

3.1. Sujetos de estudio

En el presente capítulo se describe el trabajo realizado con los jóvenes de la clase de artes y oficios de la Asociación Pro Personas con Parálisis Cerebral (APAC), asociación que se encarga de capacitar a las personas con parálisis cerebral para integrarlos laboralmente en actividades productivas de acuerdo a sus habilidades y capacidades. Se realizaron varias visitas, las cuales tuvieron tres objetivos principales: el primero fue observar las características y capacidades de los sujetos, el segundo el desarrollo del trabajo y el tercero sostener pláticas informativas con maestros y terapeutas.



Figura 18:

Fotos tomadas en el taller de artes y oficios de APAC.



Figura 19:

A continuación se describen dichas actividades y los resultados. Se consideraron el total de las actividades que se realizan en APAC desde el inicio del día, es decir desde la llegada a la institución hasta el fin de las clases. Esta descripción es de utilidad para definir los requerimientos para el diseño del producto.

Las actividades comienzan con la llegada de los alumnos, cada uno por su cuenta y acompañados por sus familiares en un transporte particular. Así, lo primero que hay que hacer al arribar a APAC es bajar de los transportes, colocarse en sus respectivas sillas de ruedas y acomodar sus mochilas para ingresar a la institución.

Uno de los problemas más notorios, es lo inadecuadas que resultan las sillas para ser transportadas y para el uso personal en general. En los automóviles son estorbosas y ocupan demasiado espacio, no todas caben en la cajuela, algunas las amarran sobre la defensa del coche o las colocan en el asiento trasero; en cuanto al funcionamiento, los familiares les han adaptado algún tipo de aditamento para hacerlas más cómodas, pero el resultado no siempre es el esperado. Las adaptaciones suelen ser inadecuadas y el funcionamiento final no es el óptimo, ya que generalmente provocan malformaciones y otras molestias al usuario.

De acuerdo al orden en las actividades del día, continuamos con la descripción. Cuando ya han bajado de sus transportes y están listos para entrar, los pacientes tienen que subir por unas rampas hasta un tercer nivel donde se encuentra el salón de clases. Ya en dicho salón las actividades son principalmente manuales; sin embargo, no todos utilizan las manos, algunos de los alumnos las realizan con la cabeza, ayudados por aditamentos que los padres improvisan. Más tarde se realizan sesiones físicas: baile o aerobics sobre su silla de ruedas.

En el transcurso del día los alumnos tienen la necesidad de ir al baño, pero ésta resulta ser una tarea complicada, ya que colaboran sólo dos encargados en el grupo, un profesor y su asistente. Los alumnos que necesitan ayuda son más de veinte y es imposible atenderlos a todos al mismo tiempo. Si se trata de mujeres, las

complicaciones son mayores, pues resulta necesario buscar una maestra o trabajadora en la institución, lo cual lleva tiempo. Hay que mencionar, sin embargo, que los baños están adecuados perfectamente para personas con discapacidad; no obstante las personas que tienen parálisis cerebral en grados avanzados no controlan el movimiento de su cuerpo y generalmente necesitan ayuda para usar los cuartos de baño.

A lo largo de las actividades mencionadas anteriormente, se observó que determinados alumnos realizan movimientos involuntarios de alguno de sus miembros, mientras que a otros les es imposible mover ciertas partes de su cuerpo. Lo anterior se hace evidente a la hora de pasar al comedor: algunos alumnos fueron auxiliados, otros, con dificultad, lograron comer por si solos.

Finalmente, al terminar las clases se repitió la misma rutina de transporte y desplazamiento que se lleva a cabo para ingresar o retirarse de la institución. Para concluir, los alumnos que tienen parálisis cerebral en grados muy avanzados necesitan ayuda en todas las actividades que realizan, no así los alumnos que tienen parálisis en un grado medio o bajo.

3.1.1. Selección de los sujetos de estudio.

De manera preliminar, se eligió un rango de entre 18 a 50 años, de acuerdo a ello, se involucraría a un importante universo de posibles sujetos de estudio. Otro criterio de selección, fue el requisito de que los adultos pertenecieran al taller de artes y oficios de APAC, además de que tuvieran parálisis cerebral en un grado medio o alto. Con estos criterios, se seleccionaron diez adultos entre hombres y mujeres. Las siguientes tablas presentan sus datos y medidas:

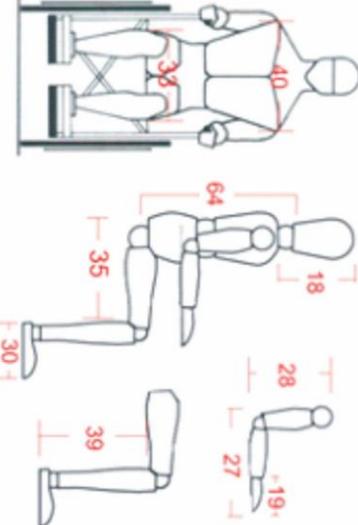
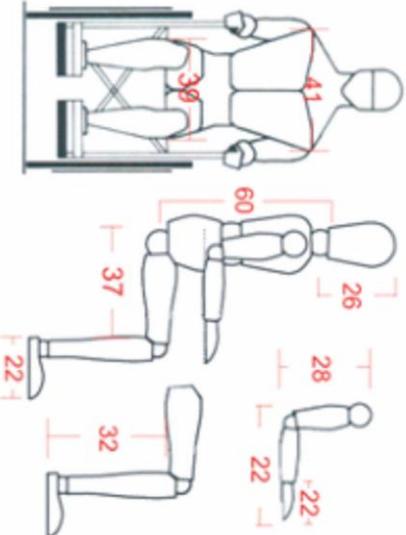
| Nombre | Medidas corporales | Tipo de parálisis | Sexo y edad |
|---|---|----------------------------|------------------------------|
| <p>Figura 20: Marco Antonio Juárez Rico</p>  |  | <p>Cuadriparesia mixta</p> | <p>Masculino 28 años</p> |
| <p>Figura 21: María Antonieta Lugo Méndez</p>  |  | <p>Espástica</p> | <p>Femenino 34 años</p> |

Tabla 9: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 1. Propuesta del Autor.

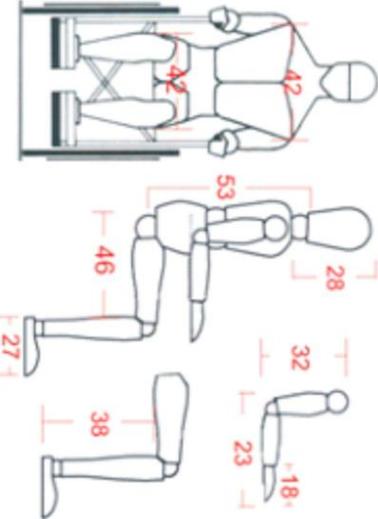
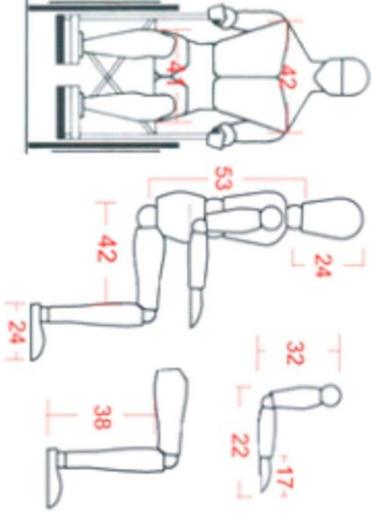
| Nombre | Medidas corporales | Tipo de parálisis | Sexo y edad |
|--|---|-------------------|----------------------|
| <p>Figura 22: Javier Dorantes</p>  |  | Atetósica | Masculino 35 años |
| <p>Figura 23: Cristina López Rodríguez</p>  |  | Espástica | Femenino 23 años |

Tabla 10: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 2. Propuesta del Autor.

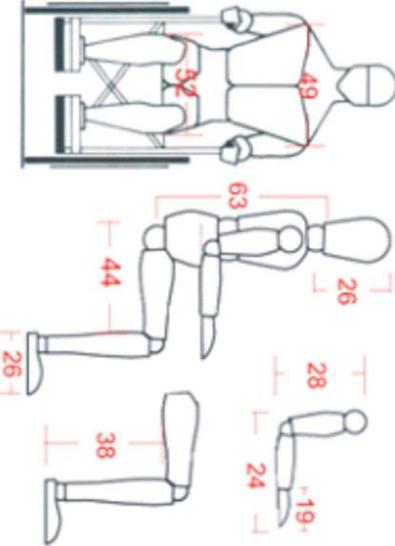
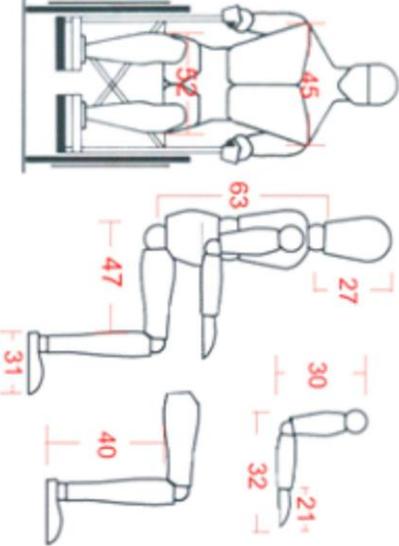
| Nombre | Medidas corporales | Tipo de parálisis | Sexo y edad |
|---|---|-------------------|----------------------|
| <p>Figura 24: Gerardo Rivera López</p>  |  | Atetósica | Masculino 48 años |
| <p>Figura 25: Juan Chávez</p>  |  | Atetósica | Masculino 37 años |

Tabla 11: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 3. Propuesta del Autor.

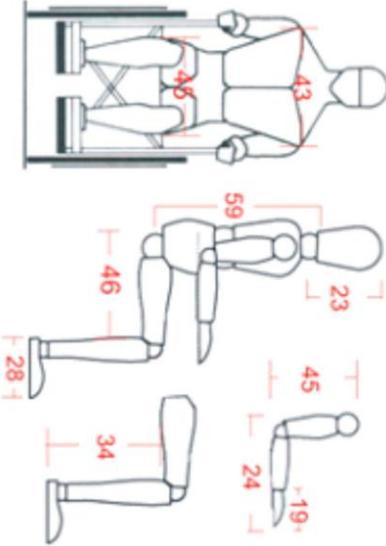
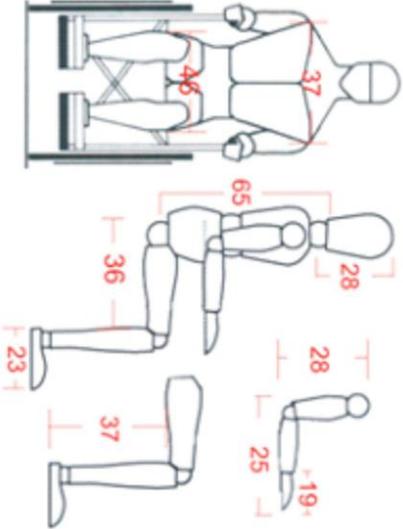
| Nombre | Medidas corporales | Tipo de parálisis | Sexo y edad |
|---|---|-------------------|----------------------|
| Figura 26: Daniel Hernández Forcada  |  | Espástica | Masculino 41 años |
| Figura 27: Mónica Ruiz Araiza  |  | Espástica | Femenino 32 años |

Tabla 12: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 4. Propuesta del Autor.

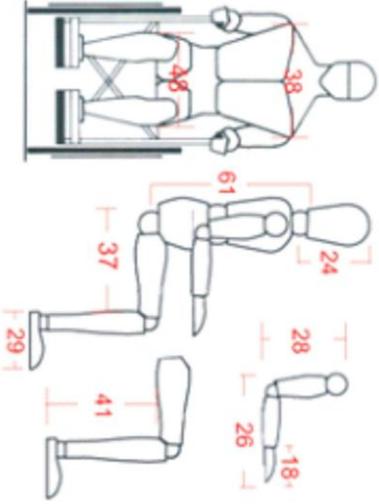
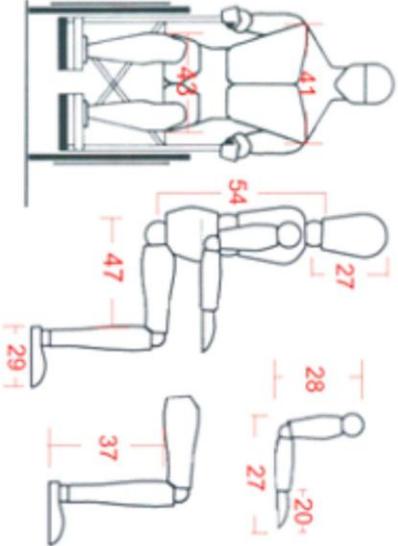
| Nombre | Medidas corporales | Tipo de parálisis | Sexo y edad |
|---|---|-------------------|----------------------|
| <p>Figura 28: Edgar Crispín García</p>  |  | Espástica leve | Masculino 35 años |
| <p>Figura 29: Augusto Sobrón Canovi</p>  |  | Espástica | Masculino 42 años |

Tabla 13: Medidas de los sujetos de estudio, alumnos de APAC 5. Propuesta del Autor.

3.1.2. Sujeto de estudio específico

A continuación se presenta la ficha de la persona que se escogió en conjunto con la gente de APAC:

- Juan Antonio Juárez Rico:
 - Fecha de nacimiento: 18 de octubre 1981
 - Tipo de parálisis: cuadriparesia mixta
 - Grupo de sangre: ORH-
 - Diagnóstico Médico: parálisis cerebral cuadriparesia mixta

El siguiente párrafo proviene directamente del expediente de APAC:

Presenta atención visual y auditiva (fija y rastrea), busca fuentes sonoras, responde a su nombre, tiene establecido el sí con movimientos oculares verticales y el no con la cabeza, comprende órdenes, emite sonidos guturales, inicia vocálicos, no hay reacciones de defensa, inicia control de cuello, no presenta postura osimétrica, inicia cambios de cubito. Presenta movimientos involuntarios, no cruza la línea media, se le dificulta la percepción, conoce colores, formas, nociones prenuméricas, relaciones espaciales y temporales (día y noche).

Por otra parte, ha desarrollado las siguientes afectaciones:

- Piernas cruzadas
- Brazos rígidos
- No tiene control de su boca (la abre sin control)
- Le cuesta trabajo abrir las palmas de las manos
- No mueve las muñecas de las manos

- Carga su cuerpo al lado derecho y deja caer todo su peso sobre la axila derecha
- No controla el movimiento de sus brazos
- No controla la cabeza.



Figura 20: Marco Antonio Juárez Rico. Foto tomadas en el taller de artes y oficios de APAC

3.2. Determinación de requerimientos por subsistema

Después de analizar las necesidades que el usuario demanda, se presentan los requerimientos por subsistemas que podrían satisfacer las necesidades que hay que solucionar para así para poder proponer una solución de diseño adecuada.

3.2.1. Sedestación (posición sentado)

Para este sistema se tendrán que tomar en cuenta los problemas que el usuario presenta en algunas partes de su cuerpo. Además, en las zonas en las que no se presenta ningún problema, se tendrá cuidado que los aditamentos a usar no causen lesiones, malformaciones o malas posturas.

| Parte del cuerpo | Parámetro determinante | | Parámetro determinado |
|------------------|---|--|---|
| Cabeza | Se necesitan apoyos laterales porque el usuario no controla en su totalidad el movimiento de cabeza, pero a su vez es necesaria cierta libertad, ya que con esta parte del cuerpo se comunica | En este caso en particular el control de cuello y cabeza es importante, ya que con esta se comunica y efectúa actividades que generalmente se realizan con las manos |  Figura 30: Protector cuello y cabeza http://www.todoortopedia.com/upload/tie/169-a-relax.pdf |

| | | | |
|------------------------------|--|---|---|
| <p>Tronco-Riñones</p> | <p>El usuario necesita soportes para mantener el cuerpo erguido, ya que el peso de todo su cuerpo lo recarga sobre su axila derecha</p> | <p>Es necesario mantener el cuerpo erguido y corregir la mala posición que actualmente tiene el usuario</p> |  <p>Figura 12: Arnés http://www.todoortopedia.com/web/tienda.php?ide=389</p> |
| <p>Cadera-Nalgas</p> | <p>La cadera del usuario esta desviada a causa del la silla que usa actualmente, pues no tiene el ángulo adecuado</p> | <p>Es importante corregir la postura</p> |  <p>Figura 31: Asiento espumado rígido http://www.todoortopedia.com/upload/tie/169-a-relax.pdf</p> |
| <p>Muslos</p> | <p>El usuario adolece del síndrome de piernas cruzadas</p> | <p>Es necesario controlar el movimiento descontrolado de piernas y por consecuencia corregir la postura</p> |  <p>Figura 32: Asiento con abductor http://www.todoortopedia.com/upload/tie/169-a-relax.pdf</p> |
| <p>Pantorrillas</p> | <p>El usuario no puede mantener por si mismo las pantorrillas en posición vertical, ni en posición correcta; por ello se sujetarán por medio de dos pequeños arneses y necesitará una protección en rodillas</p> | <p>Es necesario impedir que el usuario cruce las piernas y estén firmes a la hora de ponerlo de pie</p> |  <p>Figura 33: Protección rodillas http://www.todoortopedia.com/upload/tie/207-a-LifeStand%5B1%5D.pdf</p> |

| | | | |
|--------------------|--|--|--|
| <p>Pies</p> | <p>La planta del pie nunca está en los soportes de la silla, se tiene que mantener firme ya que a partir de esa posición se puede mantener firme el cuerpo</p> | <p>Es necesario mantener el cuerpo firme, en posición horizontal y vertical. Los pies son la base del cuerpo</p> |  <p>Figura 34: Sujetador tobillos http://www.todoortopedia.com/upload/tie/207-a-LifeStand%5B1%5D.pdf</p> |
|--------------------|--|--|--|

Tabla 14: Requerimientos por subsistema: sedestación (posición sentado). Propuesta del Autor.

3.2.2. Bipedestación (posición de pie verticalización)

Para este sistema se tendrán que tomar en cuenta los problemas que el usuario presenta en algunas partes de su cuerpo. Además, en las zonas en las que no se presenta ningún problema, se tendrá cuidado que los aditamentos a usar no causen lesiones, malformaciones o malas posturas.

| Parte del cuerpo | Parámetro determinante | Parámetro determinado | |
|----------------------|---|--|--|
| <p>Cabeza</p> | <p>Se necesitan apoyos laterales para evitar los movimientos bruscos del cuello</p> | <p>Es necesario mantener el equilibrio y mejorar la posición</p> |  <p>Figura 35: Soporte lateral reposacabeza http://www.todoortopedia.com/upload/tie/169-a-relax.pdf</p> |

| | | | |
|------------------------|---|---|--|
| <p>Pectoral</p> | <p>Se tendrá que elaborar un arnés tipo chaleco, así como riñoneras, puesto que el cuerpo se va totalmente de lado</p> | <p>En esta posición es importante que la espalda este totalmente apoyada en el respaldo</p> |  <p>Figura 12: Árnés http://www.todoortopedia.com/web/tienda.php?ide=389</p> |
| <p>Cadera</p> | <p>En la cadera se tendrán que usar soportes de tipo cinturón para mantener la cadera pegada al respaldo y así ayudar a estabilizar el cuerpo</p> | <p>La cadera fundamental para mantener el equilibrio en esta posición</p> |  <p>Figura 36: Cinturón para cadera http://www.minos97.com/</p> |
| <p>Rodillas</p> | <p>No se tiene fuerza en las rodillas y es un punto de apoyo importante</p> | <p>Es necesario dar mejor estabilidad a todo el cuerpo</p> |  <p>Figura 37: Protector frontal rodilla http://www.minos97.com/</p> |
| <p>Tobillos</p> | <p>Los tobillos no están en buena posición.</p> | <p>Es indispensable la estabilidad del cuerpo</p> |  <p>Figura 38: Sujetador tobillos http://www.todoortopedia.com/upload/tie/207-a-LifeStand%5B1%5D.pdf</p> |

Tabla 15: Requerimientos por subsistema, bipedestación (posición de pie, verticalización. Propuesta del Autor.

3.2.3. Yacente (posición horizontalización del cuerpo acostado)

Para este sistema se tendrá que tomar en cuenta los problemas que el usuario presenta en algunas partes de su cuerpo y en las zonas del cuerpo que no presenta ningún problema se tendrá cuidado que los aditamentos a usar no causen lesiones, malformaciones o malas posturas.

| Parte del cuerpo | Parámetro determinante | | Parámetro determinado |
|------------------|---|--|--|
| Cabeza | Se necesitan apoyos laterales porque el usuario no controla en su totalidad el movimiento de cabeza, pero a su vez es necesaria cierta libertad, ya que con esta parte del cuerpo se comunica | Es necesario mantener el equilibrio |  <p>Figura 39: Protector cuello y cabeza http://www.todoortopedia.com/upload/tie/169-a-relax.pdf</p> |
| Tronco | El usuario necesita un soporte para mantener el peso de la espalda sobre la cubierta del respaldo | Es necesario mantener el cuerpo fijo y así facilitar el aseo del usuario |  <p>Figura 12: Arnés http://www.todoortopedia.com/web/tienda.php?ide=389</p> |
| Riñoneras | Importante para cuando el usuario está en posición horizontal | Para tener el cuerpo fijo y así facilitar el aseo del usuario |  <p>Figura 40: Abductores de tronco Elaboración propia</p> |

| | | | |
|----------------------------|--|--|---|
| <p>Nalgas</p> | <p>Para esta función la cadera y nalgas quedan sin sujeción y con libertad de movimiento</p> | <p>Facilitar el aseo personal del usuario y la transferencia</p> |  <p>Figura 41: Cama para masajes http://www.interferenciales.com.mx/index.php/esl/Productos/Mesas-y-Sillas-de-Tratamiento-y-Masaje/Mesas-para-Tratamiento-Region</p> |
| <p>Muslos</p> | <p>Sin sujeción, con libertad de movimiento</p> | <p>Facilitar el aseo personal del usuario y la transferencia</p> |  <p>Figura 41: Cama para masajes http://www.interferenciales.com.mx/index.php/esl/Productos/Mesas-y-Sillas-de-Tratamiento-y-Masaje/Mesas-para-Tratamiento-Region</p> |
| <p>Pantorrillas</p> | <p>Sin sujeción, con libertad de movimiento</p> | <p>Facilitar el aseo personal del usuario y la transferencia</p> |  <p>Figura 41: Cama para masajes http://www.interferenciales.com.mx/index.php/esl/Productos/Mesas-y-Sillas-de-Tratamiento-y-Masaje/Mesas-para-Tratamiento-Region</p> |

Tabla 16: Requerimientos por subsistema, yacente (posición acostado, horizontalización). Propuesta del Autor.

3.2.4. Traslados

Para este sistema se tendrá que tomar en cuenta los tipos de traslado o funciones que realiza el diseño así como los problemas que el usuario puede presentar en algunas partes de su cuerpo.

| Parte del cuerpo | Parámetro determinante | | Parámetro determinado |
|--|---|--|--|
| Traslado sedestación (cuando está sentado) | El usuario, por el tipo de parálisis que tiene, no controla sus movimientos y esto dificulta sacarlo de su silla | Es importante evitar cargar al usuario, ya que sus padres, quienes lo cuidan, son mayores. Con esto se evitará causar lesiones tanto al usuario como a los familiares o cuidadores | Colocar rieles debajo del asiento para acercarlo al elemento de traslado |
| Traslado horizontalización (cuando está acostado) | No controla su cuerpo, esto dificulta el trasladarlo a una cama | Es importante evitar cargar al usuario, ya que sus padres, quienes lo cuidan, son mayores. Con esto se evitará causar lesiones tanto al usuario como a los familiares o cuidadores | Con los rieles debajo del asiento y con un mecanismo que haga bajar el respaldo hasta la occisión horizontal y otro que suba una base donde descansan los pies |
| Bipedestación (verticalización) | Esta posición es muy importante, ya que permitirá que el usuario pueda ponerse de pie en periodos de 45 minutos tres veces al día. La silla que usa actualmente es inadecuada y no le permite esta posición | Es importante que pueda ponerse de pie y mantenerse así sin supervisión de otra persona | Con un mecanismo hidráulico y mandos electrónicos que haga subir el respaldo hasta una posición completamente vertical |
| Plegado y desarmado | Los familiares del usuario poseen un automóvil chico, así pues todos los aditamentos del sistema serán desarmables | Es importante facilitar el traslado, almacenaje y el mantenimiento del artefacto | Todas las partes que componen el sistema son independientes entre si |

Tabla 17: Requerimientos de traslado dependiendo de las necesidades de cada parte del cuerpo. Propuesta del Autor.

3.2.5. Requerimientos de construcción

En el marco teórico conceptual se analizaron las características para diseñar correctamente una silla de ruedas. Así también se tomaron en cuenta las necesidades particulares del usuario anteriormente mencionadas y a partir de ello presentamos los requerimientos y dimensiones que debe contener el diseño del prototipo funcional.

Estos son los requerimientos finales por sistema:

Sistema de sedentación (posición sentado)

Requerimientos:

Control de cabeza - diseño de un reposacabezas apoyos laterales acolochados.

Tren superior - respaldo con accesorios para corregir la postura.

Brazos y pies – descansabrazos, reposapiés.

Sistema de bipedestación (posición de pie)

Requerimientos:

Control de cabeza - diseño de un reposacabezas apoyos laterales acolochados.

Bloqueo de tren superior – arneses.

Cadera - Se bloquea con el asiento y el respaldo.

Rodillas y pies - abductor, reposapiés.

Movimiento vertical – pistón neumático o tornillo sin fin o usillo.

Yacente (posición horizontalización del cuerpo acostado)

Requerimientos:

Control de cabeza - diseño de un reposacabezas apoyos laterales acolochados.

Cadera - Se asegura con un arnés.

Rodillas y pies – plataforma para apoyar los miembros inferiores.

Movimiento vertical – tornillo sin fin y engranes.

Traslado:

Requerimientos:

movimiento horizontal – riel para el deslizamiento del asiento.

Medidas generales:

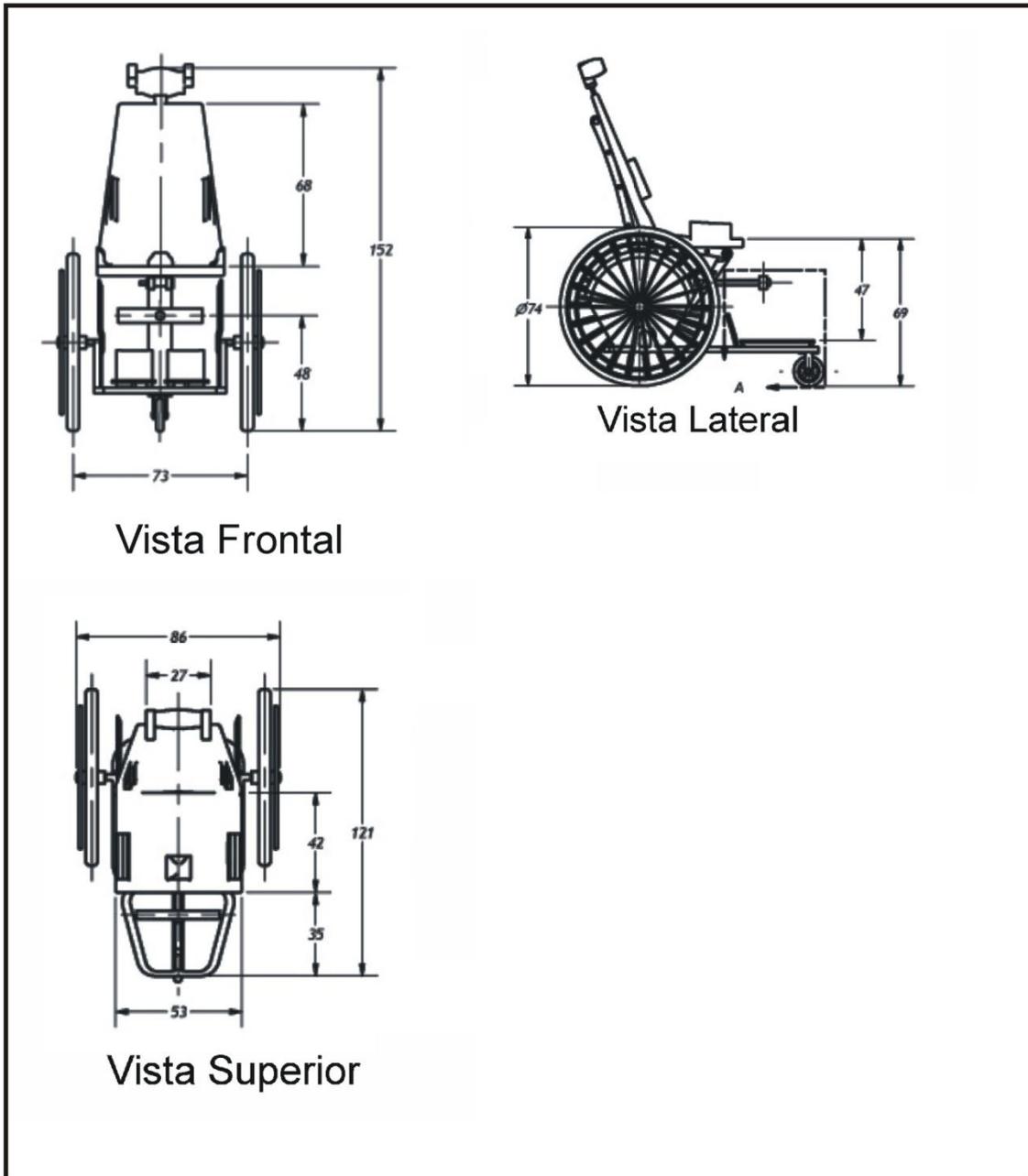


Figura 42: Medidas generales de prototipo funcional. Propuesta del Autor.

4.2. Modelo 3D 1

Después de los bocetos se modeló en 3D para tratar de visualizar el modelo con materiales:

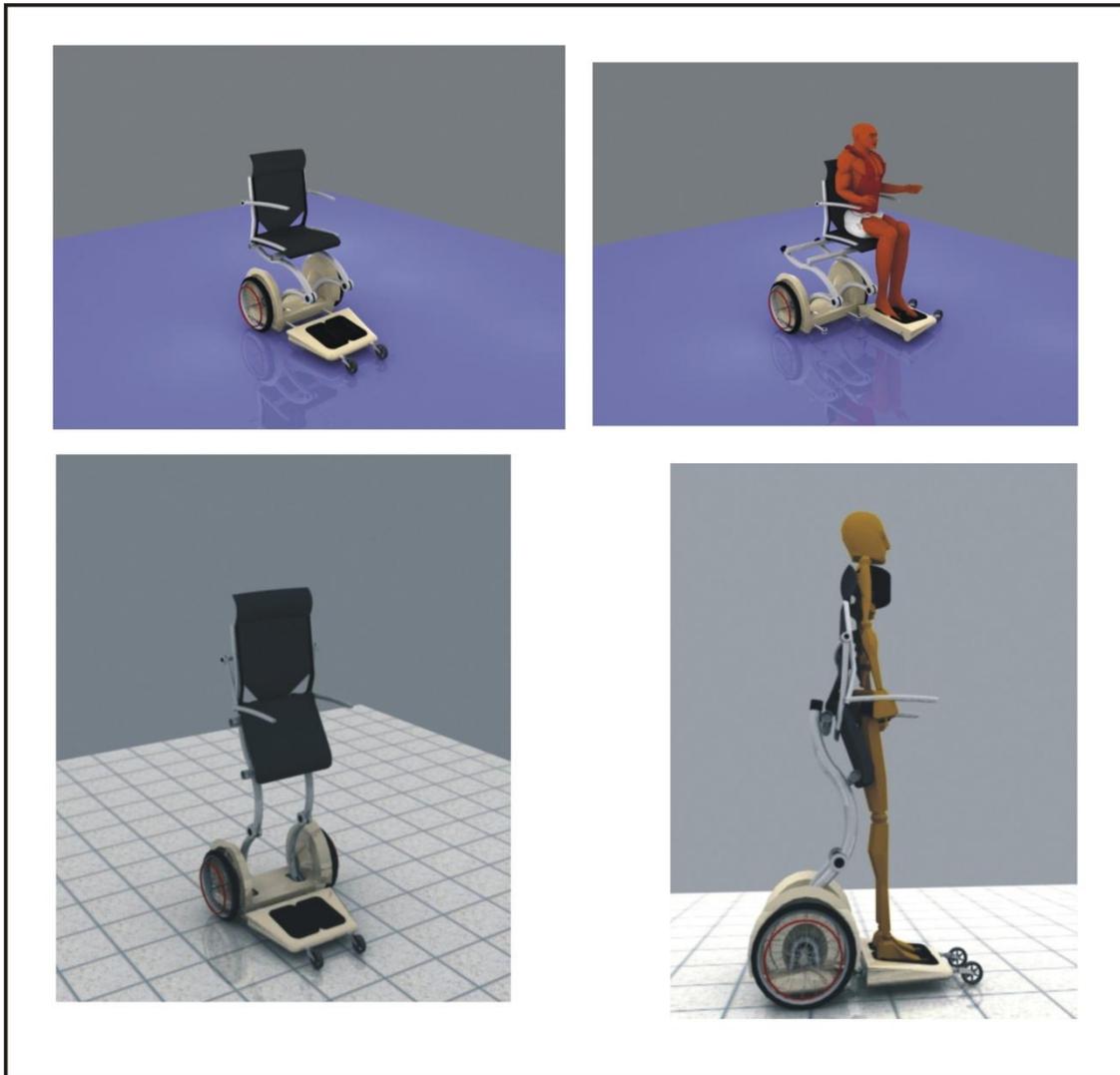


Figura 44: Modelo Preliminar en 3D. Propuesta del Autor.

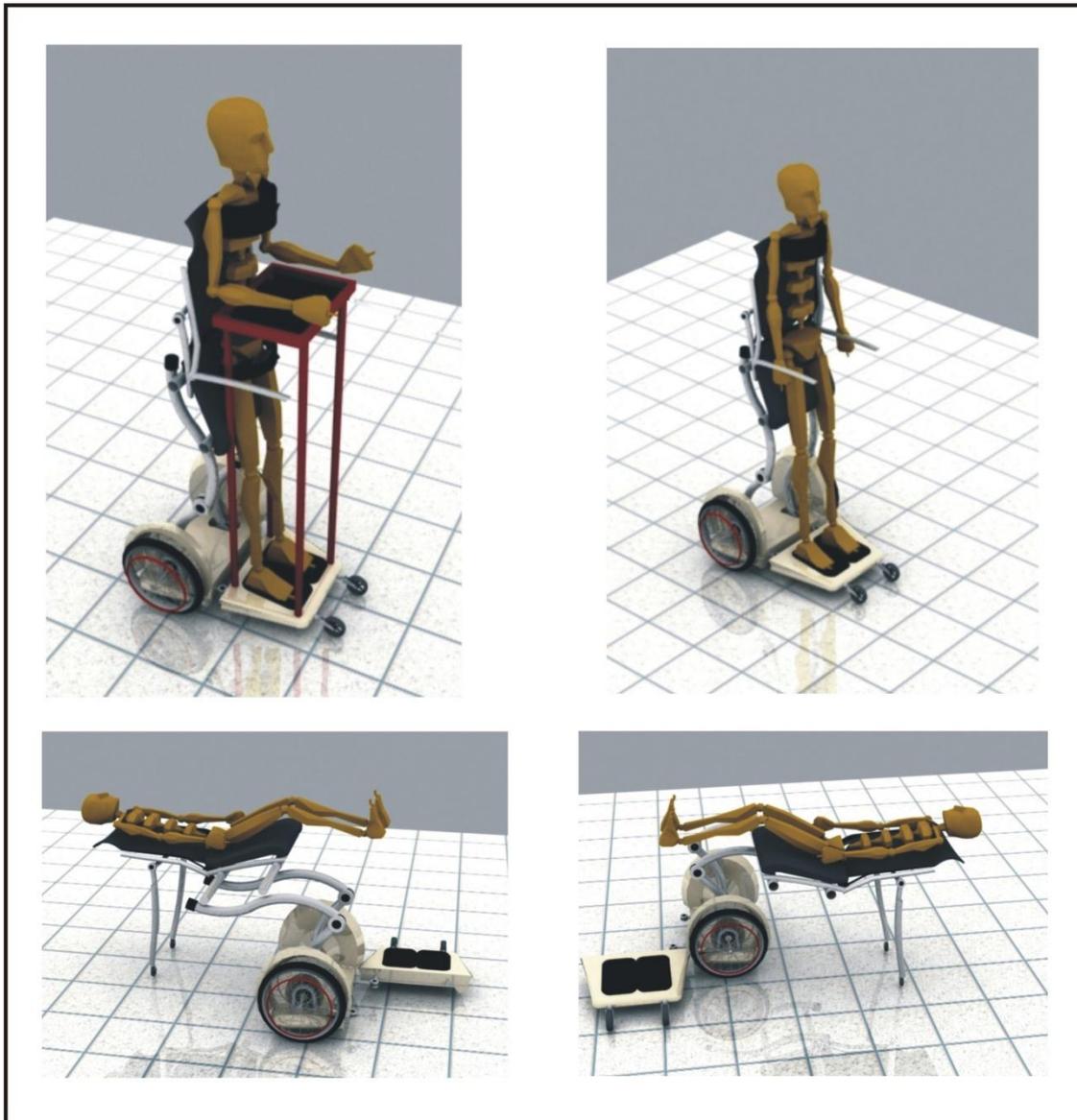


Figura 45: Modelo Preliminar en 3D. Propuesta del Autor

4.3. Maqueta 1

Después de los primeros bocetos y modelos en 3 dimensiones se fabricaron las primeras maquetas, con el fin de analizar los mecanismos propuestos y su funcionalidad.



Figura 46: Maqueta 1. Propuesta del Autor.

4.5. Modelo 3D 2, modelo final

Igualmente que en la idea anterior, después de los bocetos se modeló en 3D con el fin de visualizar el modelo con los materiales propuestos, que se determinaron con base en los requerimientos.; poder analizar las proporciones del objeto con respecto al usuario y por último poder determinar las características estéticas del producto:



Figura 48: Modelo en 3D, diseño final. Propuesta del Autor.

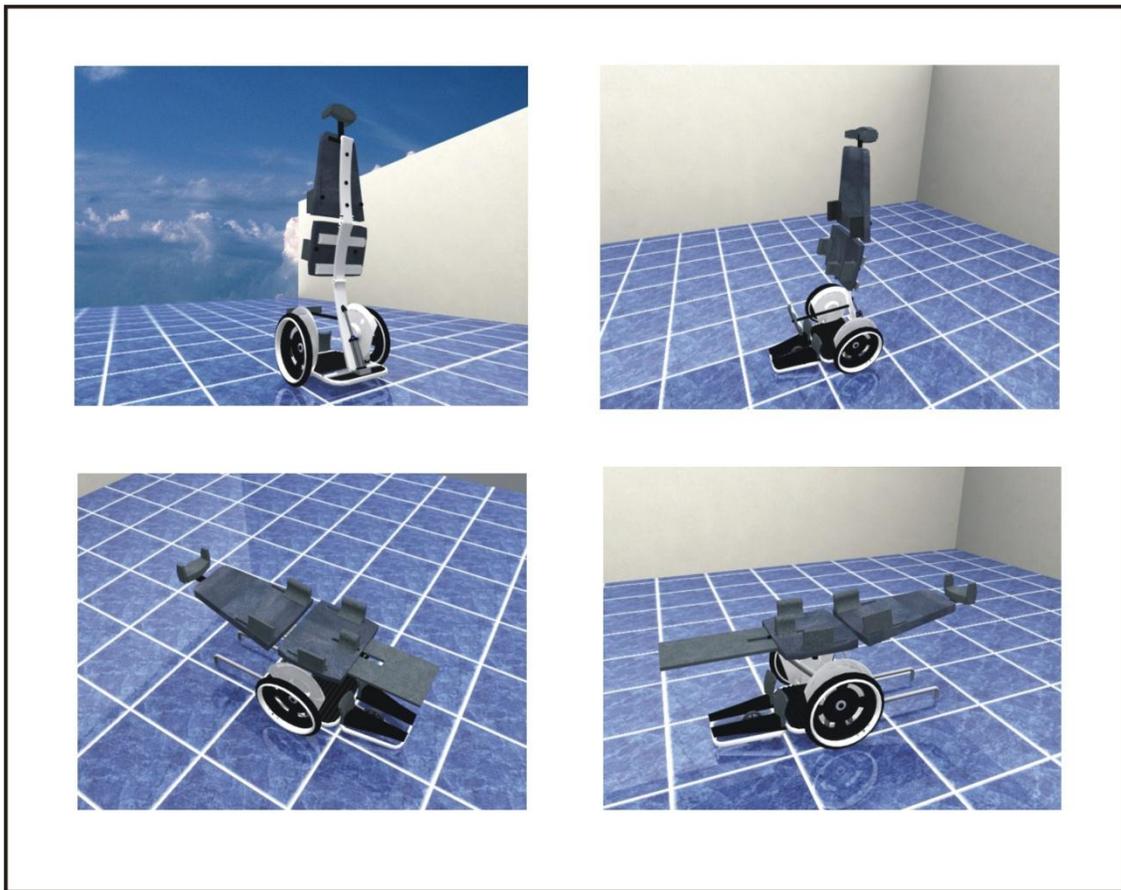


Figura 49: Modelo en 3D, diseño final. Propuesta del Autor.

4.6. Segunda etapa de maquetas

Se realizaron dos tipos de maquetas, la primera escala 1:1 y 1:5.a

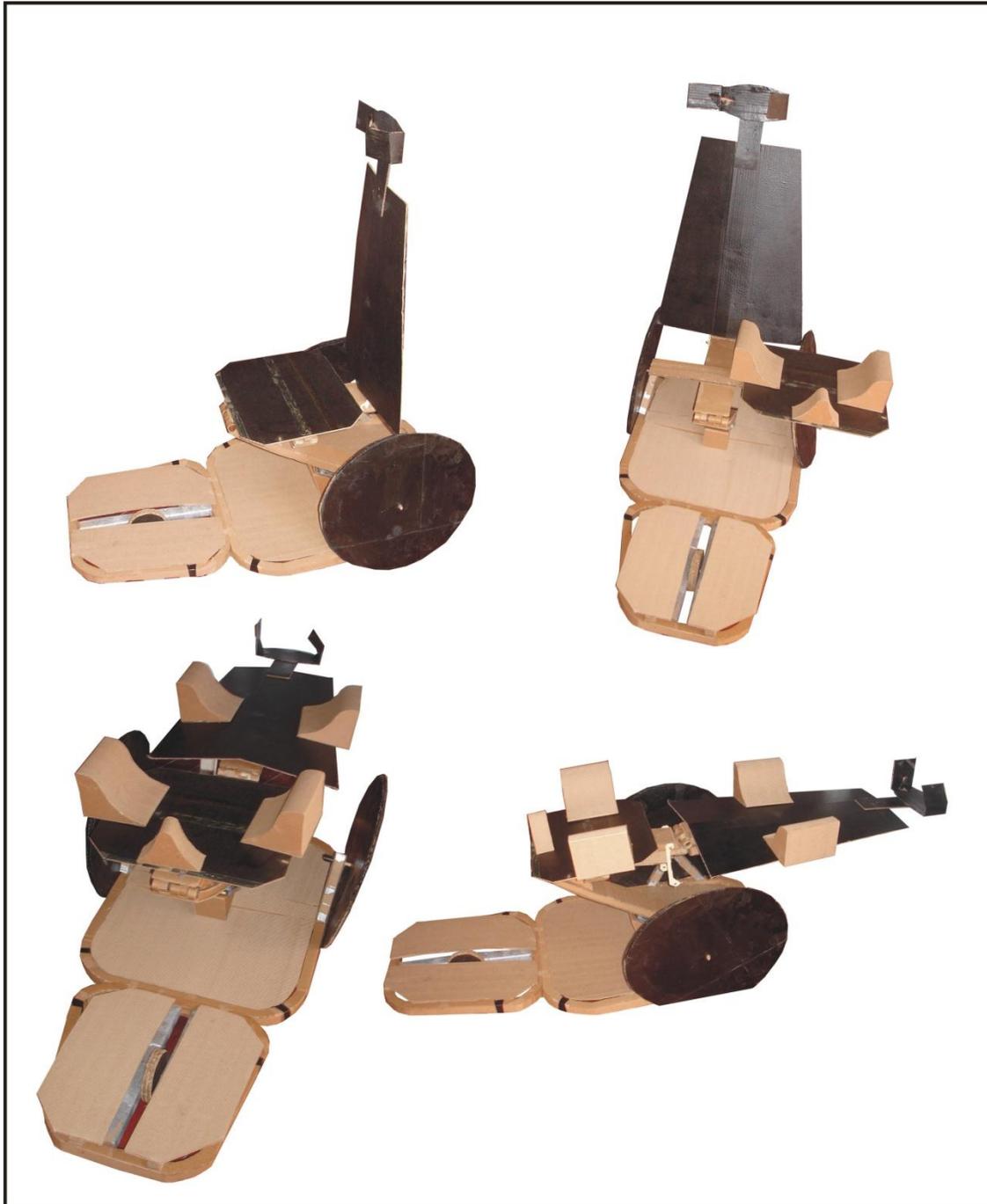


Figura 50: Maqueta 1 del diseño final. Propuesta del Autor.

La maqueta escala 1:1 permitió detectar que el punto de equilibrio estaba desfasado, en la verticalización; se detectó la necesidad de un soporte trasero; se pudo hacer un análisis de los espacios que ocupa cada pieza para su adecuada transportación y por último se detecto que la dimensión del respaldo era excesiva,



Figura 51: Maqueta 2 del diseño final. Propuesta del Autor.



Figura 52: Maqueta 3 del diseño final. Propuesta del Autor.

En la construcción de esta propuesta, se desarrollaron los soportes para pies, rodillas y pantorrillas.

Ésta fue la propuesta más viable, ya que la estructura se comportó de manera muy firme y se usa menos material. Por otro lado, es muy estable, se ve más ligera, se ahorran piezas y es más versátil.

4.7 Prototipo final.

Tomando en cuenta los bocetos, maquetas, modelos en 3D y los requerimientos del usuario, el modelo final queda de la siguiente manera.

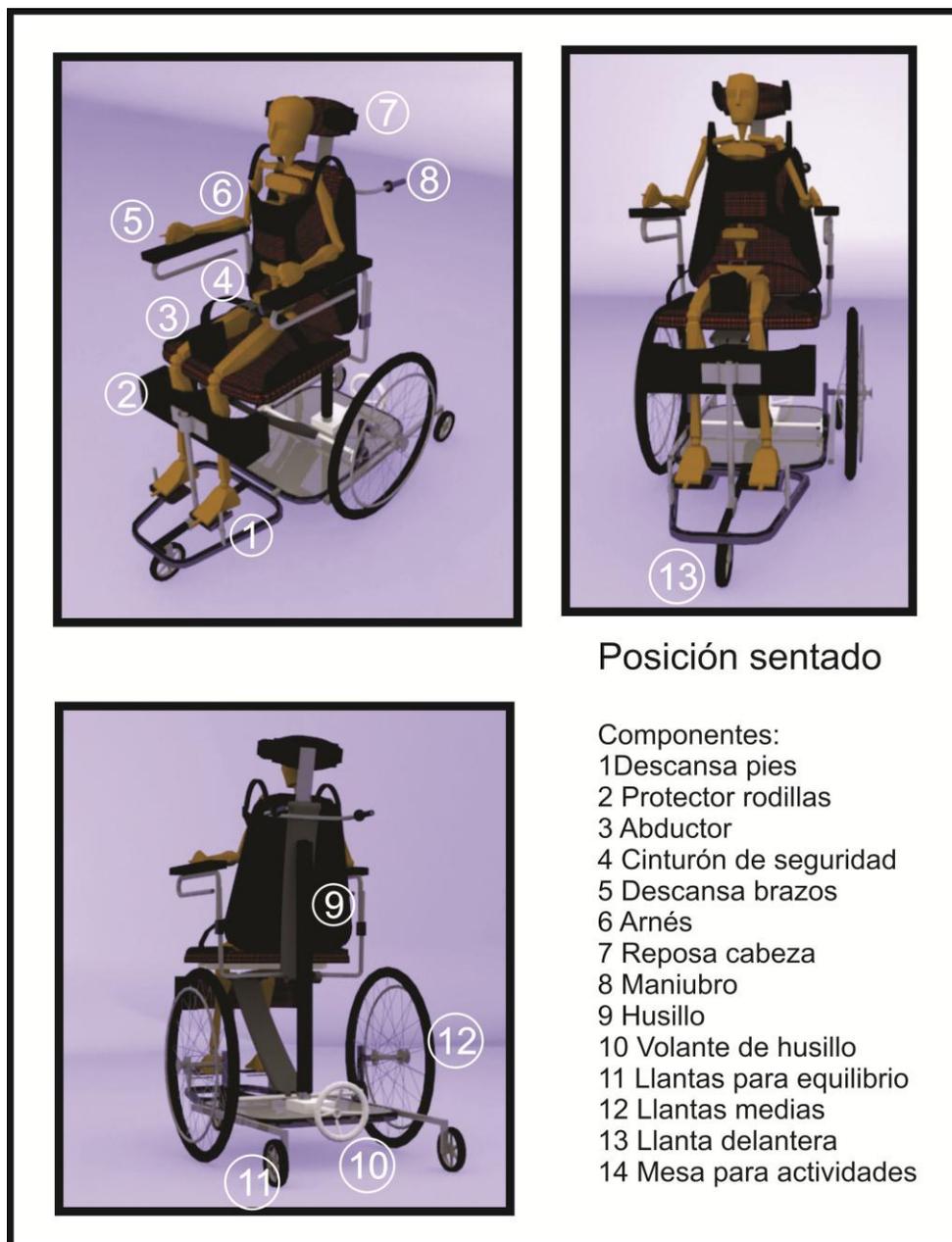
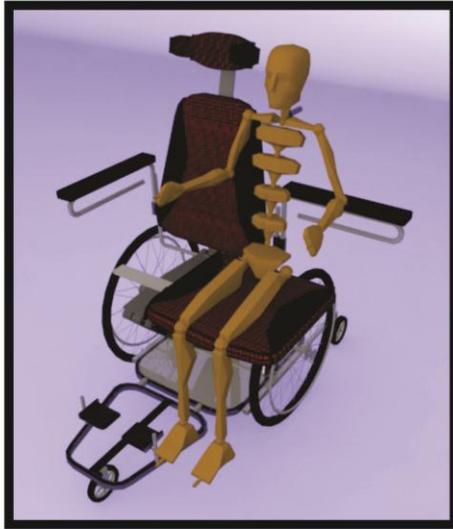


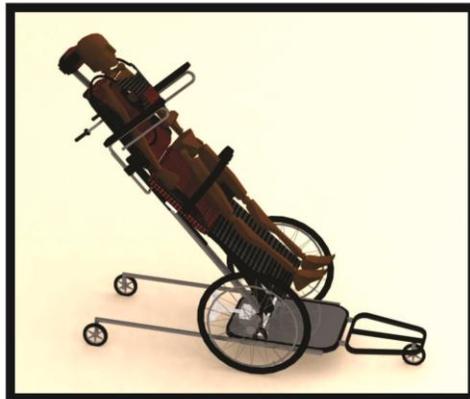
Figura 53: Prototipo final listado de elementos. Propuesta del Autor.



Posición Traslado



Posición Bipedestación



Posición Horizontalización



Figura 54: Prototipo final posiciones. Propuesta del Autor.

4.8 Análisis por elementos finitos.

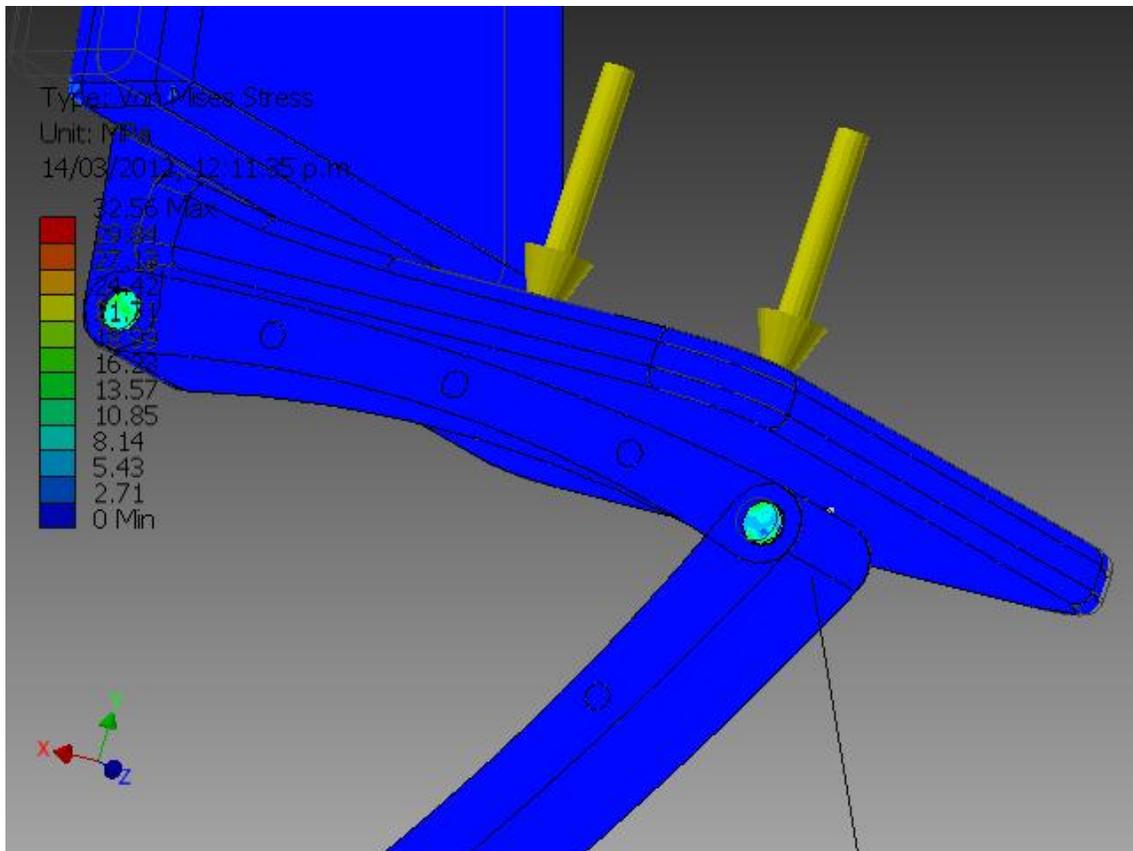


Figura 55: Análisis de esfuerzos Von Mises realizado en Inventor Profesional. Elaboración Propia.

La figura anterior muestra, que tras realizar el análisis de elementos finitos (FEA) para Esfuerzos de Von Misses, que el punto de máxima debilidad son los pernos que actúan como bisagras, por lo que se tomó la decisión de cambiar el material inicialmente utilizado, el Cold Roll por el Nylon Reforzado Especial, los colores muestran que entre más se acercan a la escala superior (colores verde, amarillo, naranja y rojo) son puntos más débiles

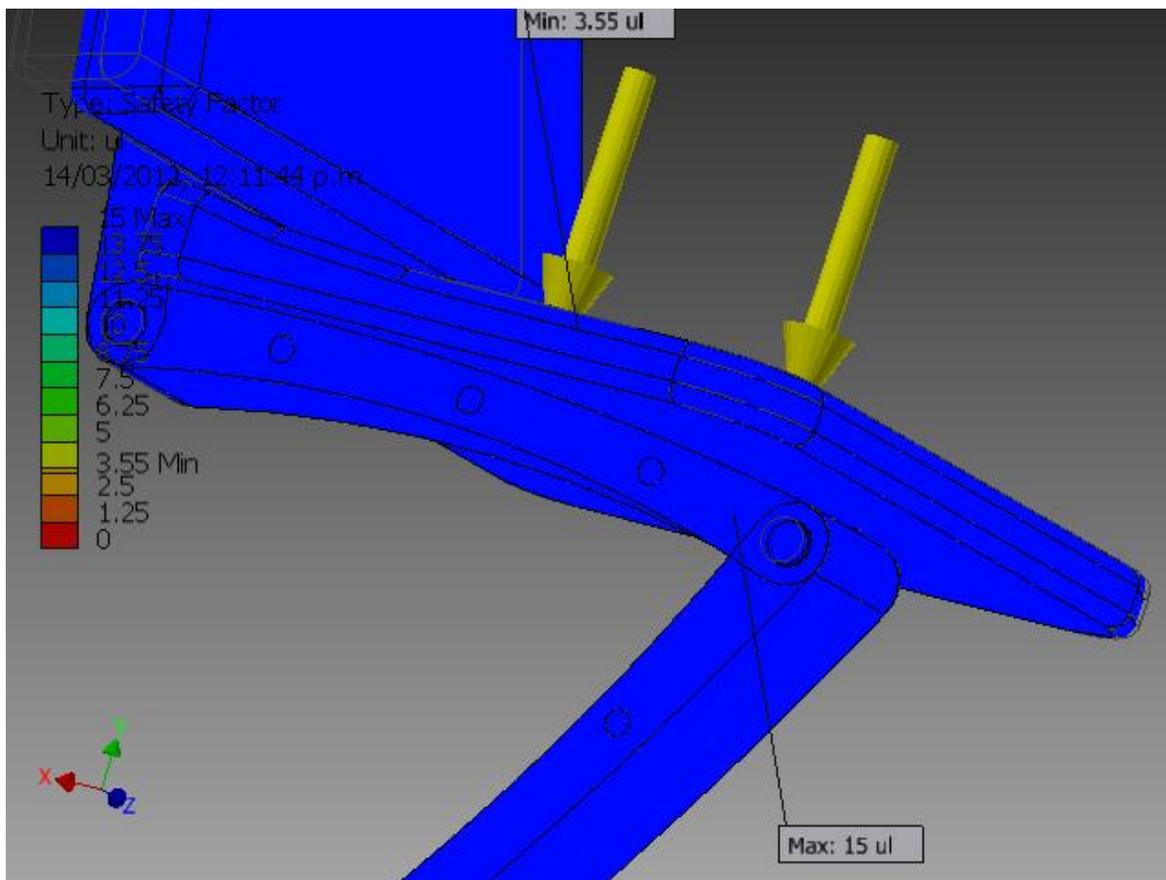


Figura 56: Factor de seguridad Von Mises realizado en Inventor Profesional. Elaboración Propia.

La figura anterior muestra el FACTOR DE SEGURIDAD, el cual es de $FS = 15$, lo cual significa que se encuentra 15-++ veces por debajo del límite de cedencia.

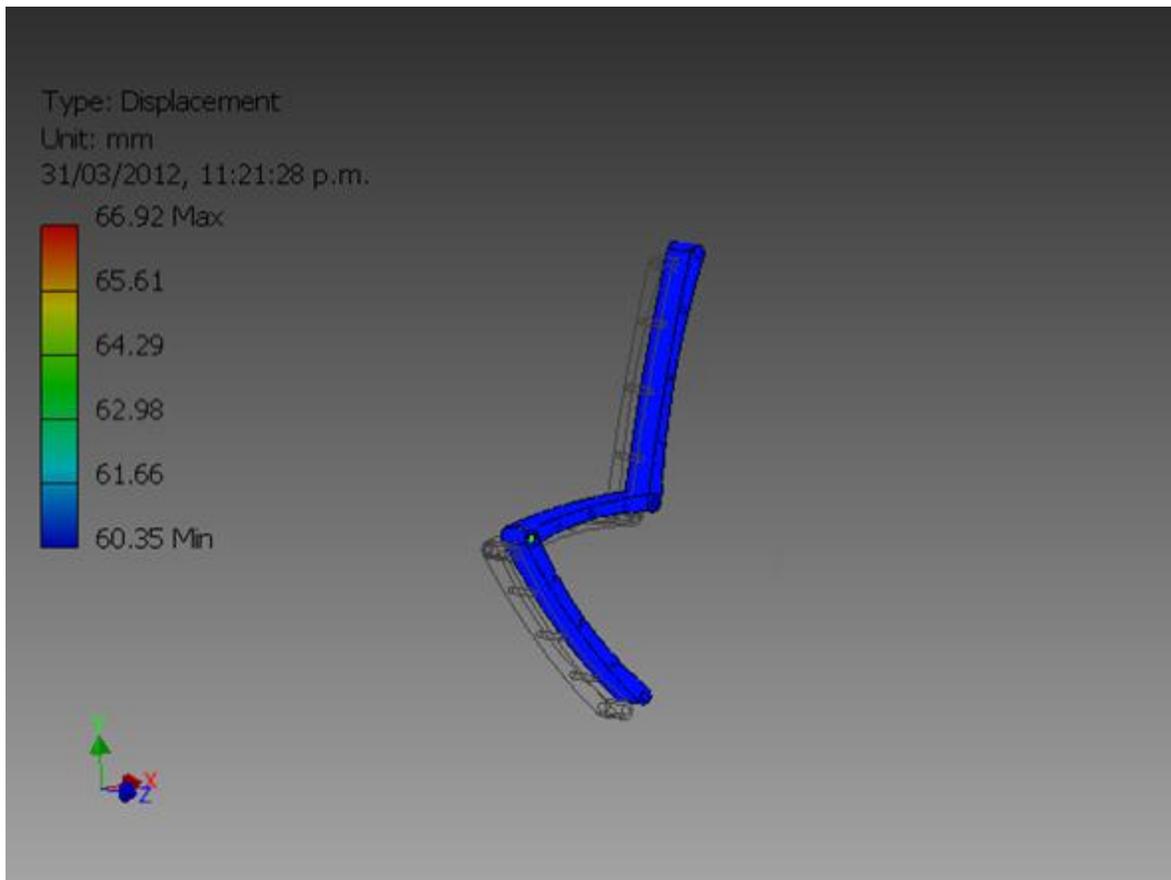
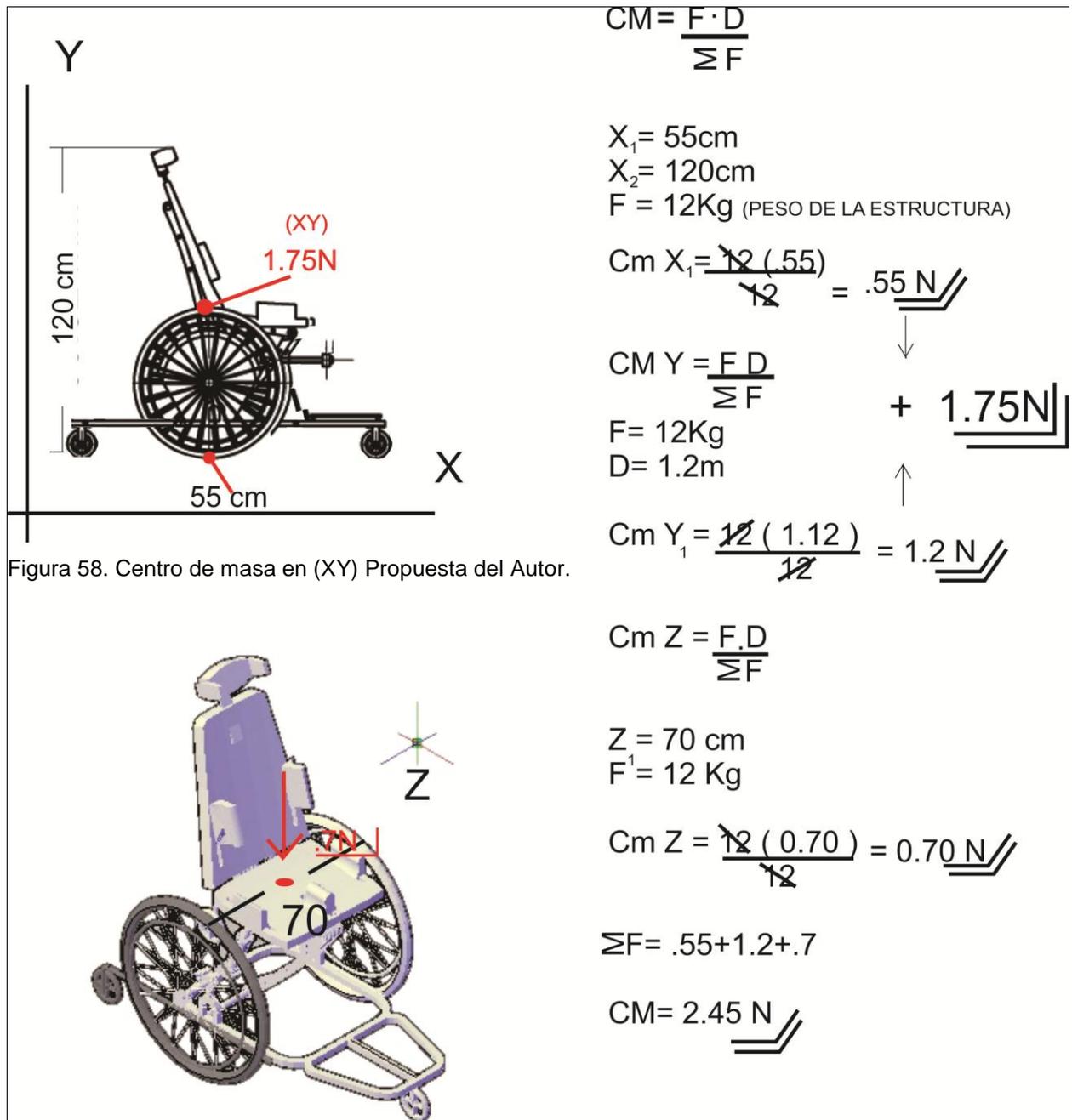


Figura 57: Factor de Desplazamiento realizado en Inventor Profesional. Elaboración Propia.

La figura anterior muestra que existe desplazamiento en el perno delantero que actúa como bisagra, pero sin embargo se encuentra dentro del rango aceptable.

4.9 Centro de Masa

Se calculo el centro de masa primeramente en los ejes XY posteriormente se calculo en el eje z, esto nos establece que el prototipo es estable y seguro para el usuario.



$$CM = \frac{F \cdot D}{\Sigma F}$$

$$X_1 = 55 \text{ cm}$$

$$X_2 = 120 \text{ cm}$$

$$F = 12 \text{ Kg (PESO DE LA ESTRUCTURA)}$$

$$Cm X_1 = \frac{12 (55)}{12} = .55 \text{ N}$$

$$CM Y = \frac{F \cdot D}{\Sigma F}$$

$$F = 12 \text{ Kg}$$

$$D = 1.2 \text{ m}$$

$$Cm Y_1 = \frac{12 (1.12)}{12} = 1.2 \text{ N}$$

$$Cm Z = \frac{F \cdot D}{\Sigma F}$$

$$Z = 70 \text{ cm}$$

$$F = 12 \text{ Kg}$$

$$Cm Z = \frac{12 (0.70)}{12} = 0.70 \text{ N}$$

$$\Sigma F = .55 + 1.2 + .7$$

$$CM = 2.45 \text{ N}$$

Figura 58. Centro de masa en (XY) Propuesta del Autor.

Figura 59: Centro de masa en (z). Propuesta del Autor.

4.10 Planos de producción

Enseguida se presentan los planos para la elaboración del prototipo:

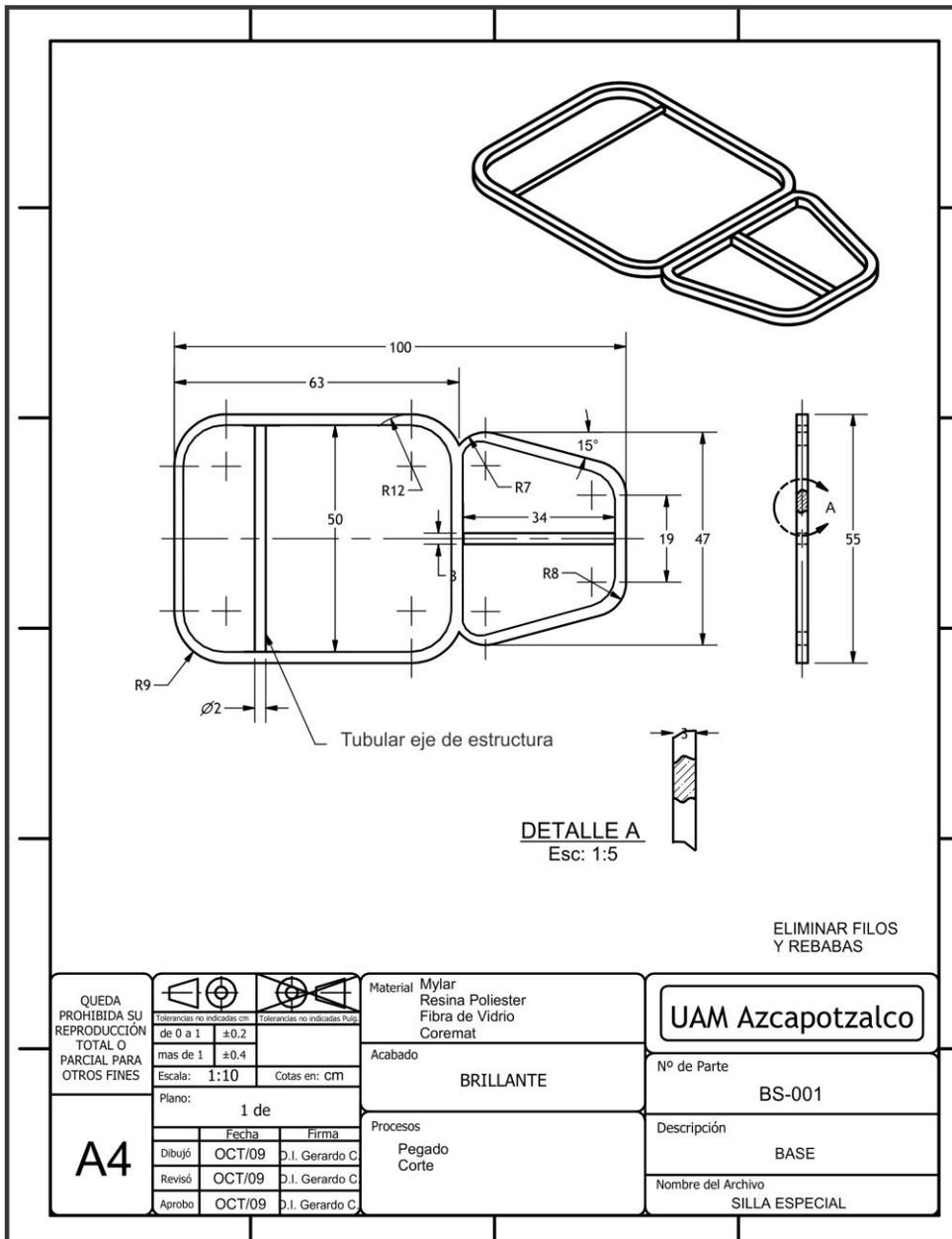
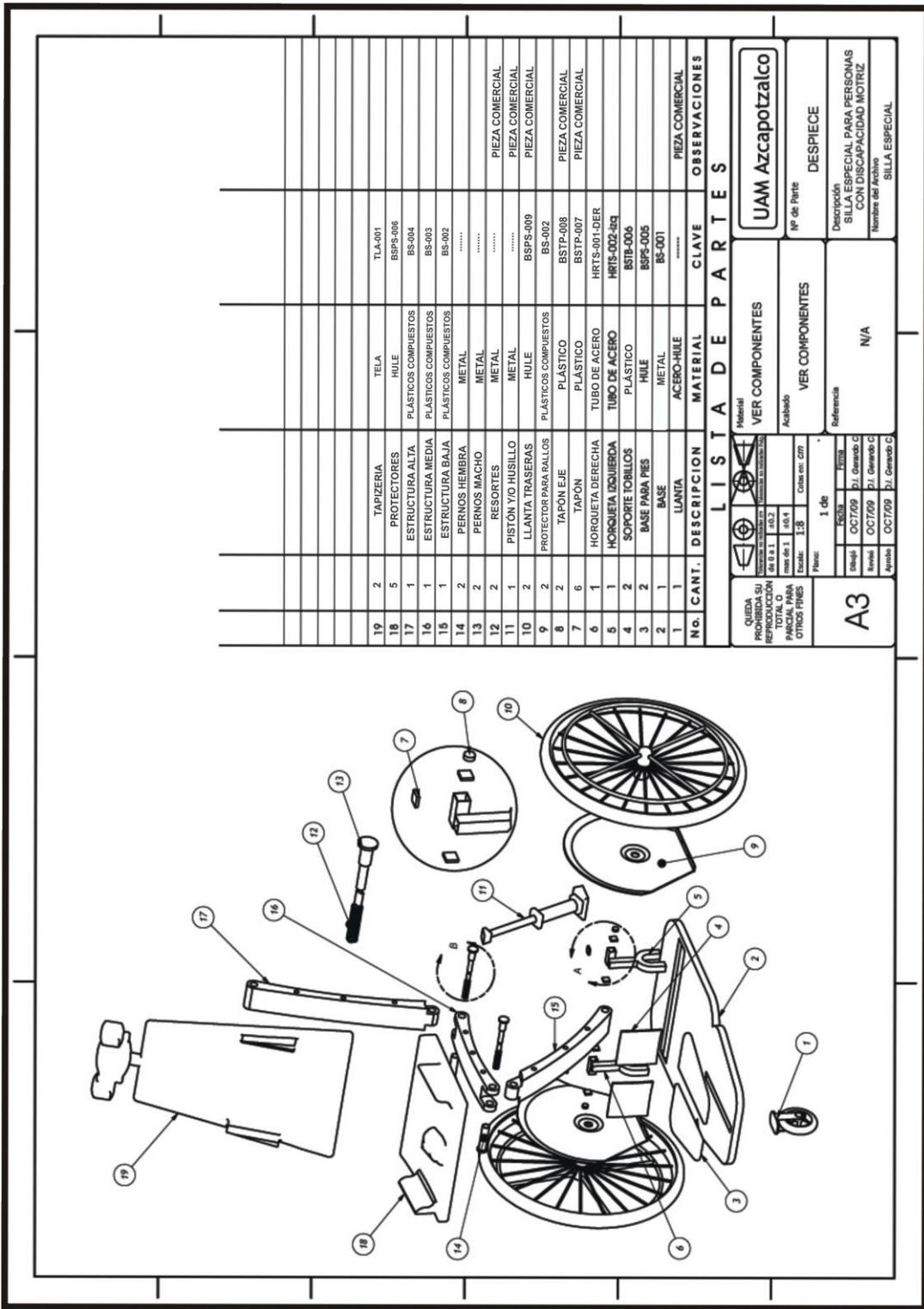


Figura 60: Planos de producción: base. Propuesta del Autor.



| Nº. | CANT. | DESCRIPCION | MATERIAL | CLAVE | OBSERVACIONES |
|-----|-------|------------------------|----------------------|--------------|-----------------|
| 19 | 2 | TAPIZERIA | TELA | TLA-001 | |
| 18 | 5 | PROTECTORES | HULE | BSPS-006 | |
| 17 | 1 | ESTRUCTURA ALTA | PLASTICOS COMPUESTOS | BS-004 | |
| 16 | 1 | ESTRUCTURA MEDIA | PLASTICOS COMPUESTOS | BS-003 | |
| 15 | 1 | ESTRUCTURA BAJA | PLASTICOS COMPUESTOS | BS-002 | |
| 14 | 2 | PERNOS HEMBRA | METAL | | |
| 13 | 2 | PERNOS MACHO | METAL | | |
| 12 | 2 | RESORTES | METAL | | |
| 11 | 1 | PISTON Y/O HUSILLO | METAL | | PIEZA COMERCIAL |
| 10 | 2 | LLANTA TRASERAS | HULE | BSPS-009 | PIEZA COMERCIAL |
| 9 | 2 | PROTECTOR PARA RALLLOS | PLASTICOS COMPUESTOS | BS-002 | PIEZA COMERCIAL |
| 8 | 2 | TAPON EJE | PLASTICO | BSTP-008 | PIEZA COMERCIAL |
| 7 | 6 | TAPON | PLASTICO | BSTP-007 | PIEZA COMERCIAL |
| 6 | 1 | HORQUETA DERECHA | TUBO DE ACERO | HRTS-001-DER | |
| 5 | 1 | HORQUETA IZQUIERDA | TUBO DE ACERO | HRTS-002-IZQ | |
| 4 | 2 | SOPORTE TOBILOS | PLASTICO | BSTP-006 | |
| 3 | 2 | BASE PARA PIES | HULE | BSPS-005 | |
| 2 | 1 | BASE | METAL | BS-001 | |
| 1 | 1 | LLANTA | ACERO-HULE | | PIEZA COMERCIAL |

L I S T A D E P A R T E S

| | |
|------------------------------------|--|
| Material VER COMPONENTES | UAM Azcapotzalco |
| Aprobado VER COMPONENTES | Nº de Parte DESPIECE |
| Referencia N/A | Descripción SILLA ESPECIAL PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ |
| Fecha: 1 de | Nombre del Fabricante SILLA ESPECIAL |

Queda prohibida su reproducción parcial para otros fines.
A3
 1 de
 Diseñó: OCT/09 D.I. Gerardo C.
 Revisó: OCT/09 D.I. Gerardo C.
 Aprobó: OCT/09 D.I. Gerardo C.

Figura 61: Planos de producción: despiece. Propuesta del Autor.

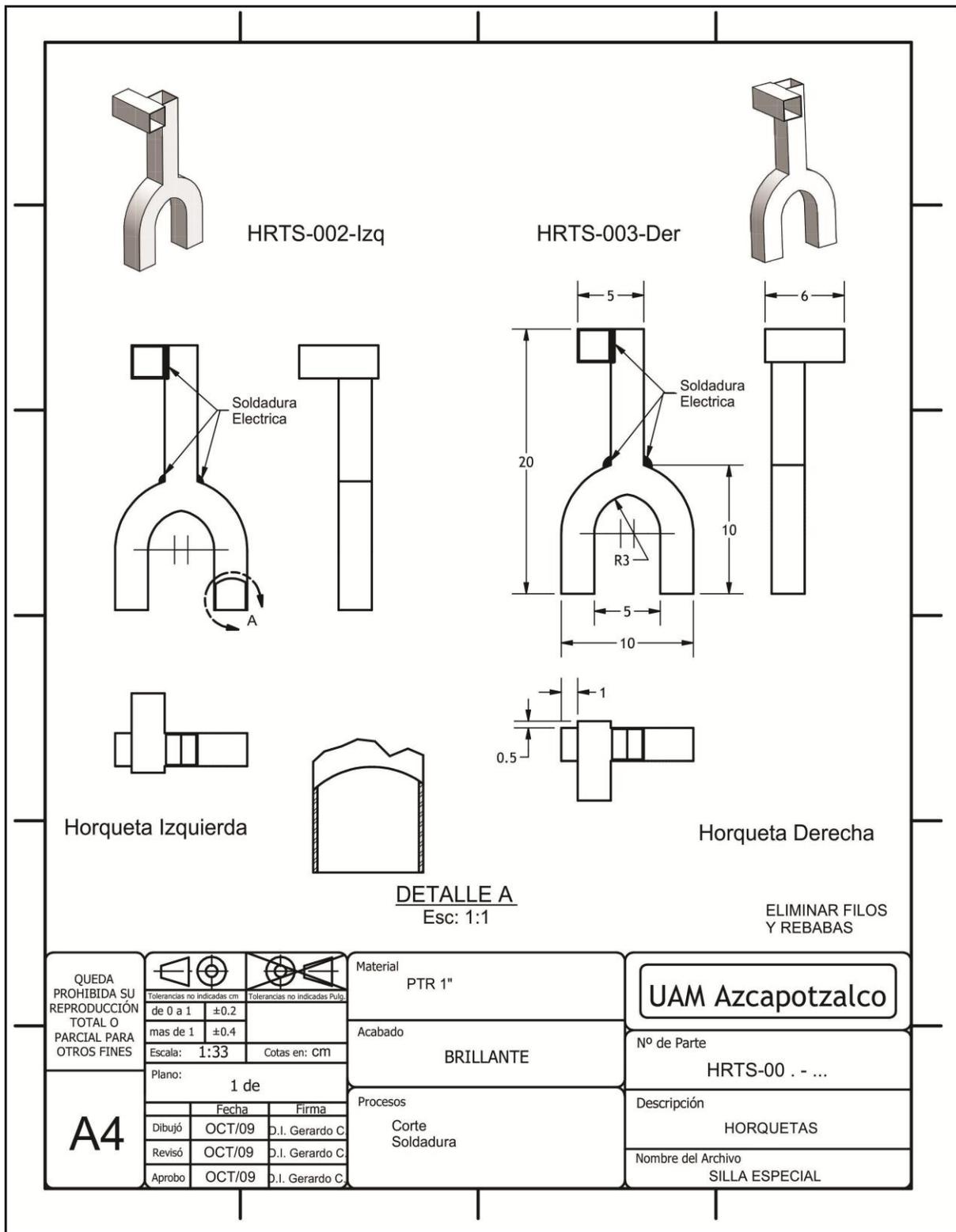


Figura 62: Planos de producción: horquetas. Propuesta del Autor.

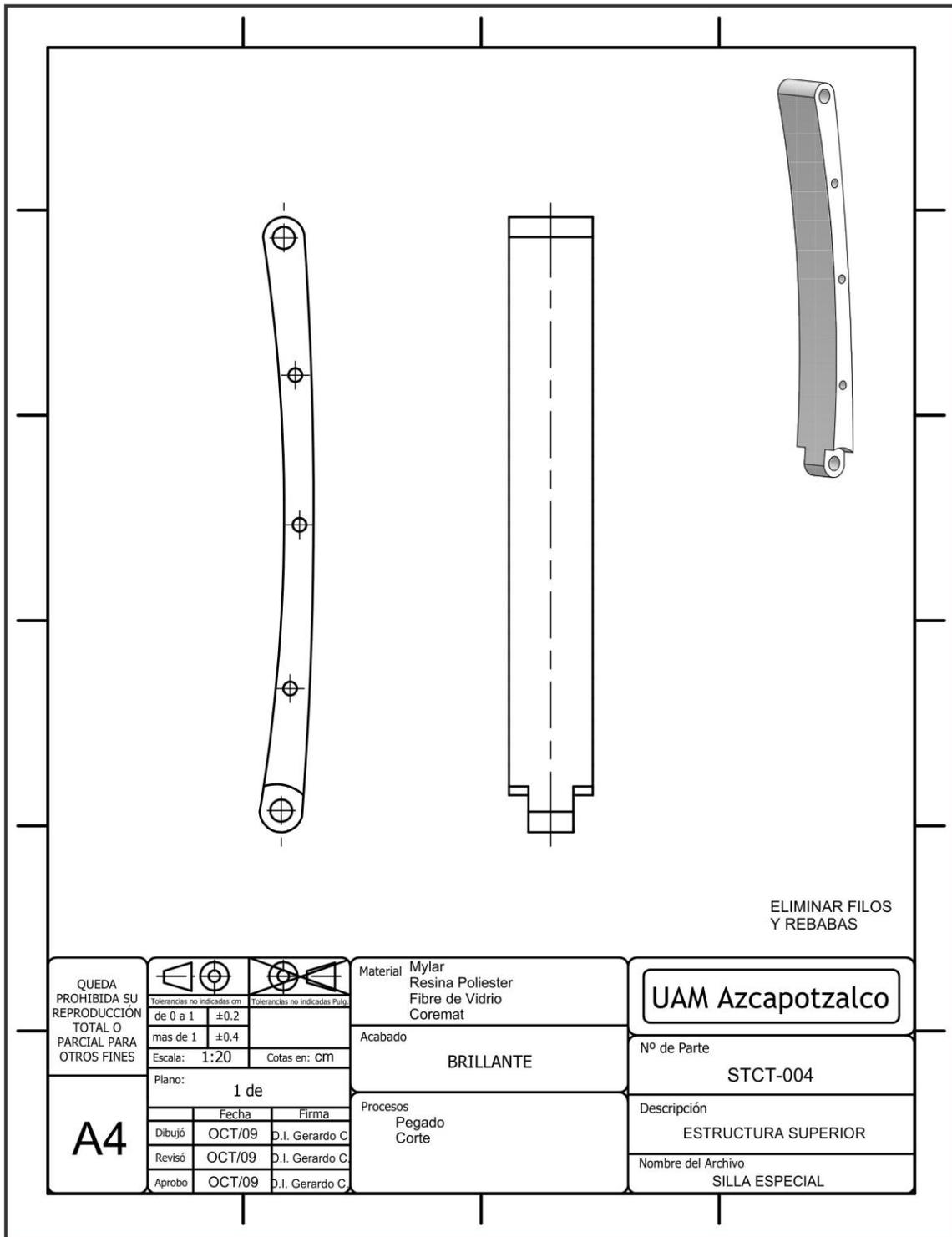


Figura 63: Planos de producción: estructura superior. Propuesta del Autor.

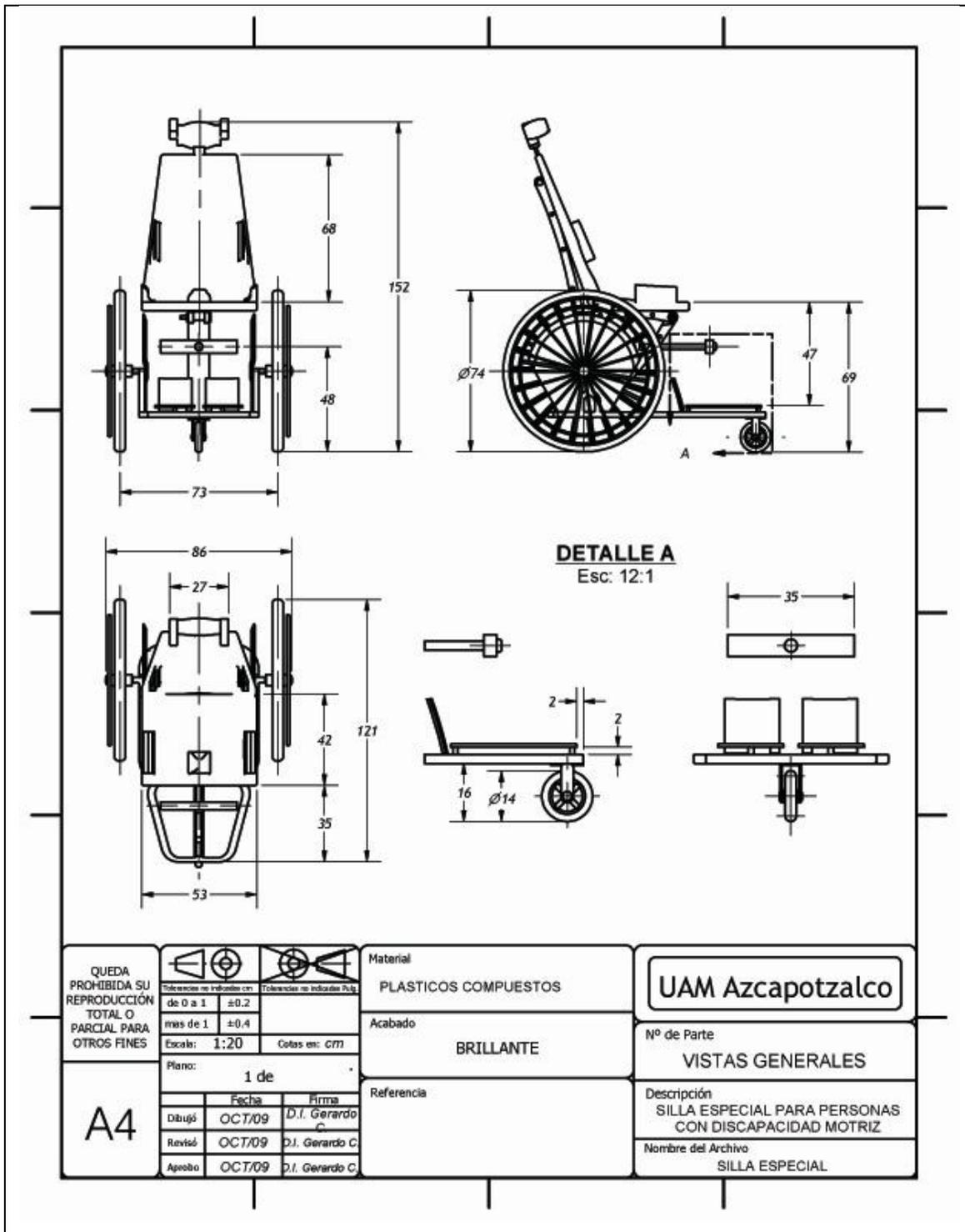


Figura 64: Planos de producción: vistas generales. Propuesta del Autor.

CAPÍTULO V

5 Proceso de fabricación del prototipo

5.1 Selección de materiales

Después del análisis de los productos existentes en el mercado, así como de los requerimientos de diseño que se deben cubrir; nos damos cuenta que el material más usado es el metal con algunos complementos de plástico inyectado. Por otro lado, muy frecuentemente los productos son ensamblados por medio de tornillería o remaches, esto trae como consecuencia que no sean desmontables y su peso se eleve, por tanto su transportación se torna algo difícil.

El prototipo que se busca fabricar, pues, está pensado para reducir peso y para ser de fácil transportación, entre otras cualidades que ya hemos mencionado anteriormente. Bajo este entendido, estamos hablando de un producto sumamente versátil.

Por todo esto se buscó la asesoría de especialistas en varios materiales; como conclusión, y después de analizar varias opciones, se decidió que los materiales más adecuados para los elementos estructurales son los materiales compuestos. Las primeras pruebas con este material se realizaron en el Departamento de Construcción de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) unidad Azcapotzalco, bajo la supervisión del Mtro. Amando Padilla Ramírez, Coordinador Divisional de Vinculación Profesional. Posteriormente, con la ayuda del Ingeniero Pedro Calzada Pinto de la empresa *Honeycom*, se fabricaron los primeros elementos de la estructura hecha con base de materiales compuestos (ver anexo 2).

5.2 Descripción del método de fabricación

En este proyecto se ha tratado de innovar en lo relativo al material para la fabricación del prototipo. Por consecuencia, el método de fabricación resulta poco convencional.

Bajo ese entendido, se divide el proyecto en tres partes importantes: base, estructura y asiento. En todas estas partes se echará mano de materiales compuestos (ver figura 81).

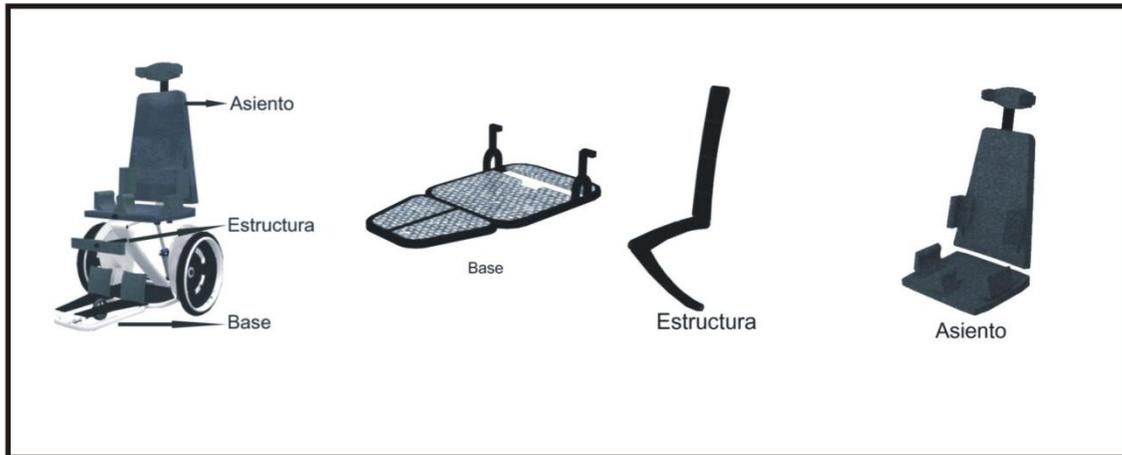


Figura 65: Partes Principales del prototipo.

5.2.1 Base

Para la base se tomaron en cuenta dos opciones, para la primera opción fabricaron placas de materiales compuestos de 1.10X65cm de la siguiente manera: primero se utilizará un vidrio de 6mm de grosor mínimo y con las dimensiones antes citadas; por encima del vidrio se colocará una película de maylar transparente, esto para que el vidrio no se adhiera con la placa de material compuesto; luego se procederá a aplicar una capa de gel-coat, suficiente para que al curar se tenga un espesor de 3mm; antes de que cure totalmente se procederá a aplicar una capa de resina poliéster.

Inmediatamente después se colocará una colchoneta de fibra de vidrio, se seguirá con una capa de petatillo, y más tarde con dos colchonetas de coremat, con un espesor de 3mm, cada una. Hasta este punto la placa estará a la mitad, para terminarla el proceso se invierte, es decir después de las dos placas de coremat se continuará con una capa de petatillo y se sigue con una colchoneta de fibra de vidrio. Posteriormente se colocará una capa de resina poliéster y se dejará endurecer, pero que no cure

totalmente; para finalizar se colocará otra capa de gel-coat, y todo esto se cubrirá con una película de maylar. Encima se colocará otro vidrio, para que la cara de arriba de la placa quede uniforme se le colocará peso, teniendo el cuidado de no romper el vidrio.

Las placas se dejarán curar por 48 horas, después se procederá al corte con previo diseño y planos propios para el router de control numérico, con ello se obtendrá un corte exacto y perfecto. Cuando ya se tenga el corte de ambas placas se pegarán una encima de la otra para obtener el grosor deseado, se adherirán con adhesivo y tornillos y al final se les barnizará con una capa de gel-coat para darles un acabado terso. Más tarde se colocarán las horquillas que soportarán las llantas traseras (hechas de tubo cuadrado) y se colocarán con tornillería. A continuación se ilustra la secuencia de la fabricación de las placas.

Para la segunda opción se uso el tubo cuadrado, el cual se formo en una dobladora hidráulica para tubo según medidas ya establecidas en los planos de producción, posteriormente se fabricaron dos orquetas, que se soldaron a la base las cuales tienen la función de ejes para soportar las llantas intermedias traseras.



Figura 66: secuencia de fabricación de la base primera opción.



Figura 67: base doblada en tubo cuadrado segunda opción.

5.2.2 Estructura

Para la estructura se elaborarán dos placas de materiales compuestos de 60X70 cm. El proceso se realizó de la siguiente manera: en principio se utilizó un vidrio de 6mm mínimo con las dimensiones antes citadas; por encima del vidrio se colocó una película de maylar transparente, esto para que el vidrio no se adhiriera con la placa de material compuesto; luego se procederá a aplicar una capa de gel-coat, suficiente para que al curar se tenga un espesor de 3mm; antes de que cure totalmente se procederá a aplicar una capa de resina poliéster.

Inmediatamente después se colocará una colchoneta de fibra de vidrio, se seguirá con una capa de petatillo, y más tarde con dos colchonetas de coremat, con un espesor de 3mm, cada una. Hasta este punto la placa estará a la mitad, para terminar el proceso se invierte, es decir después de las dos placas de coremat se continuará con una capa de petatillo y se sigue con una colchoneta de fibra de vidrio. Posteriormente se colocará una capa de resina poliéster y se dejará endurecer, pero que no cure totalmente; para finalizar se colocará otra capa de gel-coat, y todo esto se cubrirá con una película de maylar. Encima se colocará otro vidrio y para que la cara de arriba de la placa quede uniforme se le colocará peso, se tendrá cuidado de no romper el vidrio.

Las placas se dejarán curar por 48 horas, después se procederá al corte con previo diseño y planos propios para el router de control numérico, con ello se obtendrá un corte exacto y perfecto. Cuando ya se tenga el corte de ambas placas las piezas se irán uniendo mediante postes de col rol (ver figura 83). Luego se rellenarán con micro

esferas de vidrio. Al final se barnizará con una capa de gel-coat, para darles un acabado terso. A continuación se presenta la secuencia de la fabricación de los elementos de la que se compone la estructura.

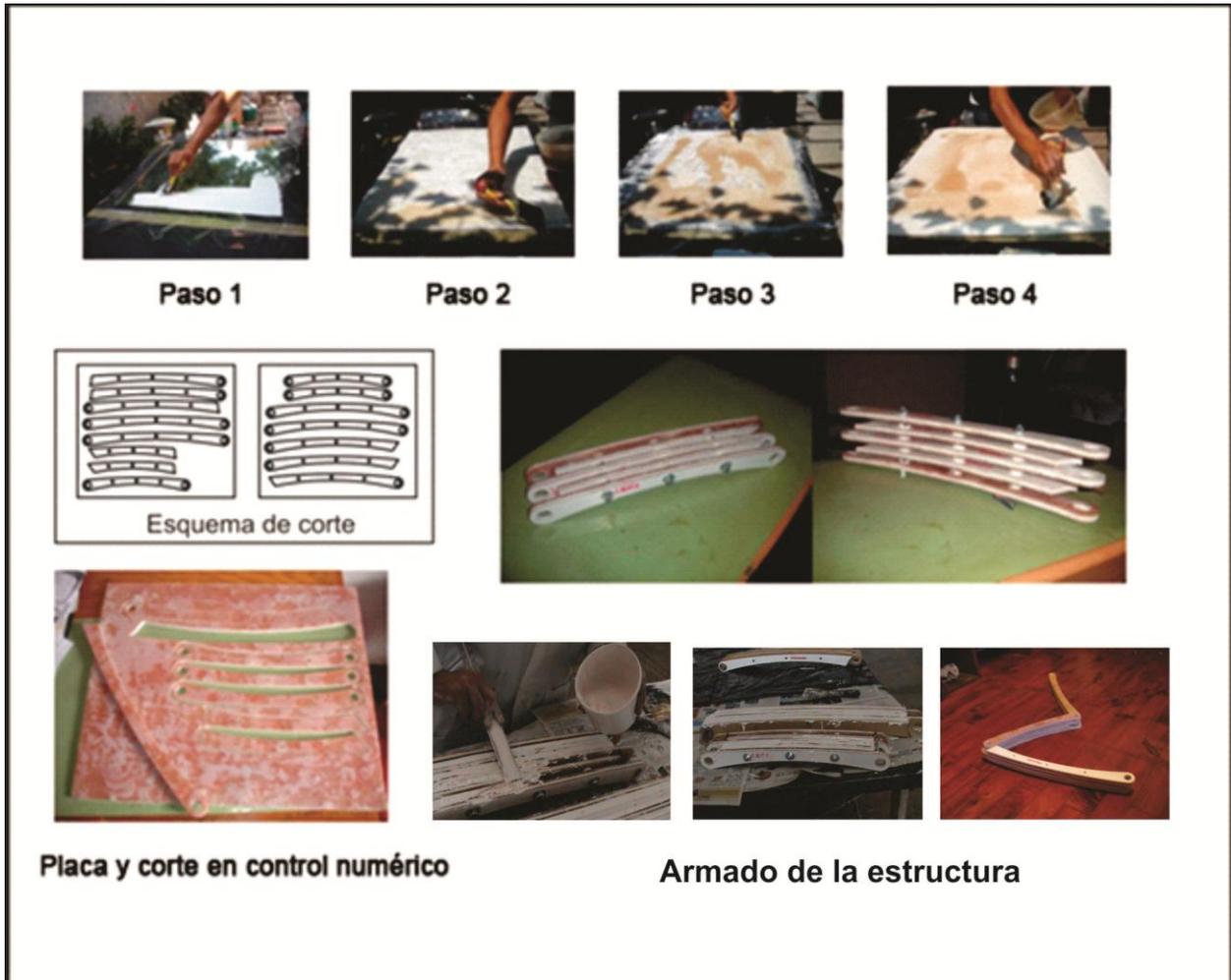


Figura 68: Secuencia de corte y fabricación de la estructura.

5.2.3 Asiento:

Para el asiento se sacó un molde de yeso a la espalda, nalgas y muslos del usuario con parálisis cerebral espástica, ya que el usuario tiene una columna y caderas bastante deformadas por causa de la parálisis. Con el molde se elaboro un casco de fibra de vidrio para el asiento y el respaldo. Este casco se forro con una capa de espuma de

poliuretano de mediana densidad, más tarde con otra de baja densidad y por último se tapizará con tela porosa que permita la ventilación y que no cause lesiones en la piel. Se debe tomar en cuenta que tanto al asiento como al respaldo se les adaptaron cinturones o arneses y protectores¹¹.



Figura 69: Estructura del asiento.

5.2.4 Descripción de los materiales que se emplean:

Para la base primera opción y la estructura se elaborarán dos placas de materiales compuestos de 60X70 cm y de 1.10X65 cm respectivamente. Para ello se utilizó una placa de maylar transparente como desmoldante y gel-coat isoftálico de alta resistencia, para conseguir un acabado de muy buena calidad. Así también se utilizó resina poliéster isotálica, con colchoneta de fibra de vidrio de 450 gramos/m², así como petatillo woven roving y core incor-te300, para que actúen como refuerzo y le den la resistencia adecuada. En el asiento se usa resina poliéster isotálica conjuntamente con una colchoneta de fibra de vidrio de 450 gramos/m², para hacer el casco del asiento la tapicería fue elaborada con espuma de poliuretano y tela porosa, en el caso de los arneses se usaron cintas de algodón con broches de plástico.

Para la segunda opción de la base se fabricó una estructura de tubo cuadrado de una pulgada, doblada y soldada.

¹¹ Los moldes del usuario son propiedad de APAC, para este proyecto sólo se mostrará una parte del casco que se está elaborando como prueba.

En la parte mecánica se decidió por usar un tornillo sin fin (usillo) para elevar el respaldo a la posición yacente (vertical), y engranes para la posición horizontal, y finalmente un riel de metal para el traslado.

Para unir todo se utilizó tornillería y soldadura comercial, los aditamentos fueron 2 llantas para sillas de ruedas de 24 pulgadas con sistema quitapón, dos llantas para sillas de ruedas traseras de 10 pulgadas y una llanta delantera multidireccional con freno para carga industrial, todas estas comerciales.

CAPÍTULO VI

6 Conclusiones.

Habiendo concluido los requerimientos para el diseño y fabricación “*Sistema de Movilidad en Espacios Urbanos de la Ciudad de México para Personas que Tienen Parálisis Cerebral y son Mayores de 18 Años*” hemos alcanzado el objetivo general, para lograrlo fue necesario resolver cada uno de los objetivos particulares, que se plantearon con base en los diferentes subsistemas que conforman nuestro producto final. Los que han sido satisfechos en los diferentes capítulos de esta investigación.

Los objetivos se dividieron en cuatro subsistemas los que fueron resueltos como a continuación se describe:

El primero es el **sistema de sedentación** (posición sentado), que debe cumplir los siguientes requerimientos, control de cabeza, tren superior, brazos y pies.

A continuación describimos la solución que se dio a cada uno de estos:

Control de cabeza

Controlar el movimiento involuntario de cabeza, con cierta libertad. El usuario no se comunica verbalmente, lo hace con movimientos de cabeza. Este requerimiento fue resuelto a través del diseño de un reposacabezas con apoyos laterales acolchados que protegen la cabeza, y se encuentran sobre el respaldo y anclados a la estructura superior.

- Tren superior

El usuario no puede por si mismo mantener una postura erecta, en el tren superior. La solución se dio, a través, del diseño del respaldo con accesorios para corregir la postura, dos a nivel de riñones y un apoyo lumbar, diseñados en un material rígido para el soporte y suave para el contacto con el cuerpo, que permiten el confort anatómico del usuario. Para mantener la espalda y la zona lumbar totalmente apoyadas en el

respaldo, se determinó el ángulo que promueve la postura adecuada, la que le permite al usuario mantener recto el tren superior.

El usuario tiene escoliosis a nivel lumbar, debido al ángulo y al acolchonamiento inadecuados de su actual silla; además tiene síndrome de piernas cruzadas. Para corregir la postura, el asiento se diseñó con características ergonómicas, con un corrector de postura de piernas que se coloca sobre los muslos, teniendo tres funciones que cubrir, mantener las piernas sobre el asiento, mantenerlas separadas y evitar su deslizamiento frontal.

- Brazos

Los brazos del usuario tienen apoyo en el descansabrazos que tienen movimiento y se adapta a diferentes alturas.

- Pies

Las plantas de los pies del usuario en su silla actual, nunca están en los soportes de la silla, por lo que se diseñó un reposapiés de plástico con huella y en bajo relieve, ligero, resistente, con el ángulo adecuado y ancla los pies para corregir la postura y evita el desplazamiento.

El segundo, es el **sistema de bipedestación** (posición de pie), que debe cumplir los siguientes requerimientos de control de cabeza, bloqueo de tren superior, cadera, rodillas y pies.

- Tren superior

El pecho se bloquea con arneses que refuerzan la seguridad del usuario en esta posición.

- Cadera

Se bloquea con el asiento y el respaldo por la parte trasera del usuario, gracias a su despliegue.

- Rodillas

El abductor que se usa sobre los muslos en posición sedente, se desplaza y se coloca sobre rodillas, para su bloqueo.

- Pies

Por las características del soporte de pies, que cuenta con un elemento anterior a nivel de falanges y no tope posterior a nivel de talones, los pies están bloqueados y se evita su desplazamiento.

Para lograr la verticalización del producto, el mecanismo usado fue un tornillo sin fin o usillo, que mueve suavemente al usuario a la posición de bipedestación. Para garantizar la seguridad del usuario en esta posición se lleva a cabo el bloqueo de las diferentes articulaciones.

El tercer sistema, **Yacente** (posición horizontalización del cuerpo acostado) no se logró totalmente, ya que debido a las características del mecanismo que hace la función de bipedestación la horizontalización alcanza una posición de 30 grados a nivel del tren superior.

En relación al último de los objetivos el sistema de **traslado silla - silla**, se resolvió fijando un riel metálico que se fija a la estructura media de la silla, y el carro para el riel se fija la base del asiento, el mecanismo permite el desplazamiento lateral del usuario para cambiar de asiento.

El traslado a la cama funciona perfectamente, el traslado al automóvil no se resolvió en su totalidad, debido a que el ángulo que genera la puerta del auto al abrirse no es suficiente para el ingreso de la silla, ayuda al acceso parcialmente.

Por las características de los mecanismos del sistema en bipedestación no se logró que el sistema fuera desarmable totalmente, se desmontan el respaldo, asiento, la estructura superior y llantas traseras.

En cuanto al cumplimiento del objetivo general, se logró gracias a que es un sistema integral, que es accesible a personas adultas, con parálisis cerebral en un nivel de afectación severa, puede ser usado en diferentes ámbitos de la vida cotidiana.

Favorecerá la adecuada circulación sanguínea, por lo tanto el fortalecimiento muscular, óseo y nervioso. Corrige la postura y evita posturas inadecuadas. Además, de ofrecer un espacio para la terapia ocupacional.

La experimentación con diferentes materiales que no son los comúnmente usados y el uso de estos en la construcción del producto permitió versatilidad en el diseño de las piezas estructurales, pueden ser fabricados con baja tecnología, el mantenimiento es menor, redujo el peso del sistema en general frente al uso de materiales tradicionales y la vida útil de las partes es mas larga, casi del 50%, que la de los materiales comúnmente usados.

El proceso de aprendizaje adquirido a lo largo de la presente investigación y construcción del prototipo fue muy amplio, ya que, reforcé y amplié mis conocimientos sobre la planeación de un proyecto de diseño, valoré la importancia de la aplicación de la antropometría en el diseño de productos ergonómicos, la experimentación del uso de materiales alternativos me amplió la visión sobre las posibilidades para diseñar y por último, descubrí un campo virgen para el diseñador industrial, que es el referente al de la atención de las personas con discapacidad.

CAPÍTULO VII

7 Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se puede usar la información que ofrece la presente, en el desarrollo nuevos productos, como los referentes a sillas basculantes, que son muy limitadas en el mercado. Para el desarrollo de productos dirigidos a usuarios con discapacidades menos severas. Estabilizadores para el desempeño de actividades cotidianas, diseño de grúas para traslados, la adecuación de espacios respecto a las ayudas técnicas necesarias para la inclusión de personas con discapacidad, el diseño de ayudas para comer, aseo personal y vestirse. Experimentación con nuevos materiales o no convencionales. Estos son algunos de los campos detectados a lo largo de la investigación y que por las limitaciones del proyecto no pudieron ser resueltos.

Para poder aportar una solución integral a una problemática específica, no es necesario saber de todo, sino se requiere del trabajo interdisciplinario coordinado, cuya eficacia depende de la comprensión mutua, intereses y metas afines, fijando un programa de trabajo a seguir. Del choque entre puntos de vista aparentemente opuestos y en realidad convergentes, surgen nuevas ideas. Muchas de estas ideas así mezcladas no tienen valor inmediato, pero algunas de ellas permiten activar procesos creativos que producen resultados que justifican el costo de la confrontación.

Adicionalmente, el presente documento pretende:

Sensibilizar a los diseñadores para actuar a favor de las personas con discapacidad.

Promover y difundir una cultura de inclusión social de las personas con discapacidad.

Promover y difundir la problemática de las personas con discapacidad.

Explorar campos de acción para el diseño industrial que en nuestro país se encuentran prácticamente vírgenes.

Favorecer y promover el estudio de las personas con parálisis cerebral, que resulta muy complejo e interesante para los diseñadores, por la diversidad de características que tiene cada una de las personas que la tienen.

Es muy importante fomentar investigaciones con criterios ergonómicos sobre personas con discapacidad, ya que es un ámbito poco estudiado.

Promover la autosuficiencia de las personas con discapacidad en actividades de la vida cotidiana, escolar, recreativa, laboral y cultural.

CAPITULO VIII

8 Bibliografía

AGUILAR, M.C., "El ordenador en un aula de educación infantil", en M. Cebrián *et al* (coords.), *Creación de materiales para la innovación educativa con nuevas tecnologías*. Málaga: ICE de la Universidad de Málaga, 1998.

ANDAMO, E. M. (ed.), *Guide to program evaluation for physical therapy and occupational therapy services*, Haworth Press, 1984.

BAKER, Robin, *Desing the future: The computer in architecture and desing*, Nueva York, Thames and Hudson, 1993.

BOBATH, B. y K. Bobath, *Desarrollo Motor en distintos tipos de Parálisis Cerebral*, trad. de Mario A. Marino, Buenos Aires, Panamericana, 1984.

BONILLA RODRÍGUEZ, Enrique, *La técnica antropométrica aplicada al diseño industrial*, México, UAM- X, 1993.

BORRÁS S., V. Rosell y T. Talens, *Guía para la reeducación de la deglución atípica y trastornos asociados*, Madrid, Nau Llibres, 2005.

BUSTO, C., *Reeducación del habla y del lenguaje en el paralítico cerebral*, Madrid, CEPE, 1994.

CARDONA, Martín M., M. V. Gallardo Jáuregui y M. L. Salvador López, M. L., *Adaptemos la escuela. Orientaciones ante la discapacidad motórica*, Málaga, Aljibe, 2001.

CRUICKSHANK, William M, *El niño con daño cerebral*, México, Trillas, 1971.

EHRlich, Marc I., *Discapacidad, enfrentar juntos el reto*, México, Trillas, 2002.

FINNIE, N. R., *The young cerebral palsied at home*, Londres, Heinemann, 1981

- GARRIDO LANDÍVAR, J., *Programación de actividades para Educación Especial*, Madrid, CEPE, 2003.
- IDRM (INTERNATIONAL DISABILITY RIGHTS MONITOR), *Regional Report of the Americas*, Chicago, International Disability Network, 2004.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA), *Las personas con discapacidad en México: una visión censal*, México, INEGI, 2004.
- KONG, E., *Minimal cerebral palsy. The importance of its recognition*, Londres, Little Club Clin. in Dev Med 10 Heinemann, 1963
- LEVITT, S., *Tratamiento de la parálisis cerebral y del retraso motor*, trad. de María del Carmen González, Irene Cudich de Silberleib y María Julia Stinga, Buenos Aires, Medica Panamericana, 1978.
- LOVE, R. y W. Webb, *Neurología para los especialistas del habla y del lenguaje*, Madrid, Editorial médica Panamericana, 2001.
- MILLÁN, Henio, "Crisis y pobreza extrema en México: ¿Provoca pobreza el modelo de desarrollo?", en *Perfiles latinoamericanos*, núm. 19, diciembre de 2001.
- PEÑA-CASANOVA, J., *Manual de logopedia*, Barcelona, Masson, 2002.
- PUYUELO, M., P. Póo, C. Basil y M. Le Métayer, *Logopedia en la parálisis cerebral: Diagnóstico y tratamiento*, Barcelona, Masson, 1996.
- S.A., *Ergonomía y discapacidad*, Valencia, Instituto de biomecánica de Valencia, s.f.
- SASSO YADA, Francesca, *Requerimientos para el diseño de ayudas para niños que presentan parálisis cerebral espástica*, tesis para el obtener el grado de Maestría en Diseño Industria, México, UNAM, 2004.

SEDUVI (SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA), *Manual técnico de accesibilidad*, México, Seduvi, 2007.

THE SPASTIC SOCIETY. *Your child has cerebral palsy: a guide for parents on living and learning with young children*, Londres, The Spastic Society, 1991.

TOLEDO GONZÁLEZ, M., *Parálisis cerebral* Madrid,. SEREM,.1970 (Colección Rehabilitación. Serie cuadernos prácticos).

VALLEJO ORTEGA, Lorena, *Parálisis cerebral*, Valencia, Universidad de Valencia, Facultad de Psicología, 2006.

Referencias electrónicas

- ADAMS ARATA, Luis, "Perú, seguridad y salud para los estibadores", en *Criterio técnico*, 2007, última consulta el 22 de febrero del 2011.
<http://criteriotecnico.nireblog.com/post/2007/06/05/peru-seguridad-y-salud-para-los-estibadores>
- APAC, s.f, última consulta 13 de abril de 2011.
http://www.apac.org.mx/paginas_interioresiap/paralisis.htm
- BIOCARAMPANGUE, "Funciones cerebrales", en Biocarampangue, recursos para aprender y enseñar biología, s.f., última consulta el 19 de febrero de 2011.
http://www.carampangue.cl/Biocarampangue/3-Funciones_cerebrales.jpg
- CASTILLO, Alberto E., *Breve historia de las prótesis en México*, 2007, última consulta 5 de diciembre de 2007.
http://www.amputee-coalition.org/spanish/aca/brief_history.html
- CHALAYE, Herbé, "Los materiales compuestos. Dinamismo e innovación", en Digitip (Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie), *Le 4 pages de statistiques industrielles*, no. 158, 2002, última consulta el 11 de abril de 2011.
<http://www.industrie.gouv.fr/sessi/4pages/pdf/4p158espagnol.pdf>
- DIF D.F. (SISTEMA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA DEL D.F.), "Población con discapacidad en el D.F.", s.f., última consulta el 22 de febrero de 2011.
http://www.dif.df.gob.mx/dif/discapacidad_pob.php
- GARCÍA GARCÍA, Manuel, "Cuadriplejía", en *Medicopedia*, 2009, última consulta 07 de marzo de 2011.
http://www.portalesmedicos.com/diccionario_medico/index.php/Cuadriplejia
- HIRSCH, Larissa, "¿Qué es la puntuación de Apgar?", en *Kids Health*, 2008, última consulta el 19 de febrero de 2011.
http://kidshealth.org/parent/en_espanol/embarazo/apgar_esp.html
- MEDICAL ADVISORY BOARD AND RESEARCH INSTITUTE, *Nins: Neuro Immune Dysfunction Syndromes*, s.f., última consulta el 19 de febrero de 2011.
<http://nids.net/index.htm>
- NINDS, "Parálisis cerebral: Esperanza en la investigación", en Ninds, National Institute of Neurological Disorders and Strokes, 2007, última consulta el 19 de febrero de 2011. <http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/paraliscerebral.htm>

- MUÑOZ CÉSPEDES, J. M. "Neurología y daño cerebral", en *Revista Electrónica de Psicología*, Vol. 2, No. 1, 1998, última consulta 13 de abril de 2011.
<http://www.psiquiatria.com/revistas/index.php/psicologiacom/article/viewFile/613/591/>
- QUIMINET, "¿Qué son los materiales compuestos?", en QuimiNet.com, 2000, última consulta el 11 de abril de 2011.
http://www.quiminet.com/ar2/ar_zgtvcdarm-que-son-los-materiales-compuestos.htm
- PAVÓN RABASCO, F. y R. Ordóñez Sierra, *Las nuevas tecnologías como recursos de apoyo para el aprendizaje de las personas con necesidades educativas especiales*, 2003, última consulta 20 de noviembre de 2007
<http://tecnologiaedu.us.es/edutec/paginas/33.html>
- S.A., "Aparatos ortopédicos robóticos para rehabilitación después de un derrame cerebral", en *Solo ciencia*, s.f., última consulta 13 de abril de 2011.
<http://www.solociencia.com/medicina/07042603.htm>
- S.A., "Consejo Promotor para la Integración al Desarrollo de las Personas con Discapacidad", s.f., última consulta el 21 de febrero de 2011.
<http://www.dif.df.gob.mx/dif/apoyo/consejo.php>
- S.A., "Consideraciones biomédicas", s.f. última consulta el 22 de febrero de 2011.
<http://www.imagina.org/archivos/biomecanica.htm#Medidas>
- S.A., "Estudio técnico: discapacitados físicos, necesidades de uso y aspectos a considerar en aquellos proyectos de construcción que contemplan como prioritario eliminar las barreras arquitectónicas que los discapacitados físicos se encuentran cada día en edificación pública o privada", en *Minusval 2000*, s.f., última consulta el 27 de febrero de 2011.
<http://www.minusval2000.com/otros/legislacion/estudiotecnico/index.html#ANTR OPOMETRIA>
- S. A., "El impacto emocional de los padres que tienen un hijo con parálisis cerebral" en *Parálisis cerebral y educación*, 2003 última consulta el 17 de febrero del 2011.
<http://parcereduca.blogspot.com/2009/10/el-impacto-emocional-de-los-padres-que.html>
- S.A., *Guía para trabajar con la fibra de vidrio*, s.f, última consulta 13 de abril de 2011.
<http://www.hard-h2o.com/vertema/24967.html>
- SHAER, Stacy y Kate Moss, *La Parálisis Cerebral y los Niños que Padecen de Pérdida de la Vista o del Oído*, 1998, última consulta 20 de noviembre de 2007.
<http://www.tsbvi.edu/Outreach/seehear/fall98/cpvh-span.htm>

SOLANA, Joaquín, “¿Fibra de vidrio?”, en *Solana*, 2004, última consulta 13 de abril de 2011.

<http://www.jsolana.com.mx/fibra/index.html>

TODO DE ORTOPEDIA, última consulta el 18 de septiembre de 2010.

<http://www.todoortopedia.com/web/tienda.php?ids=65>

VEGA, DE LA BUSTILLOS, Enrique Javier *et al*, *Antropometría para discapacitados*,

Sociedad de ergonomistas de México, 2004, última consulta 27 de febrero de 2011.

<http://www.semac.org.mx/archivos/6-22.pdf>

WIKIPEDIA, “Composite”, en *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 2011, última consulta el 27 de febrero de 2011.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Composite>

CAPITULO IX

Anexo 1

Consideraciones biomecánicas en la silla de ruedas manual¹²

Este anexo muestra las medidas generales que presentan las sillas de ruedas para movilidad independiente o de manera asistida que usa la población con discapacidad en México. Estas medidas fueron tomadas en cuenta a la hora de proponer el diseño del prototipo funcional que se realizó en esta investigación.

Una silla de ruedas debe tener como objetivo primordial permitir al usuario la máxima funcionalidad, comodidad y movilidad; ya sea de manera independiente o asistida. Para cumplir con este objetivo la silla debe estar pensada para ajustarse a la persona, no es la persona la que debe amoldarse a su silla. Si se escoge una silla de ruedas no apropiada, puede resultar incomoda o tener un asiento en el que el usuario resbale hacia delante o se incline hacia un lado. El resultado será que la energía del usuario se malgastará de manera innecesaria debido al esfuerzo continuado por corregir su postura y, en caso de no tener movilidad, su cuerpo acabará por irse deformando poco a poco.

En los siguientes párrafos se muestran las medidas generales que presentan las sillas de ruedas para movilidad independiente o de manera asistida que usa la población con discapacidad en México. Estas medidas fueron tomadas en cuenta a la hora de proponer el diseño del prototipo funcional que se realizó en esta investigación.

Medidas necesarias para la correcta prescripción de la silla de ruedas

¹² El apartado 2.5 fue tomado de “Consideraciones biomédicas” (s.f).

La independencia en una silla de ruedas puede facilitarse o empeorarse como resultado de una toma de medidas correcta o incorrecta. Por principio, éstas deben tomarse en una superficie plana. Por otra parte, al tomar medidas el usuario debe posicionarse en la postura correcta que después va a adoptar en la silla de ruedas. En algunos casos es necesaria la colaboración de amigos o familiares. Asimismo deberá considerarse la ropa que lleve puesta en ese momento y la que llevará habitualmente. En el caso de esta investigación, a pesar que el usuario no puede ser totalmente independiente por el grado de severidad de la parálisis cerebral que tiene, se busca que de alguna forma, con tiempo y terapia, pueda manejar su silla él mismo.

Una silla de ruedas únicamente resulta útil para su usuario si le proporciona comodidad y una base de asiento estable que le permita, entre otras cosas:

- Sentarse erguido en una posición simétrica
- Conseguir la máxima capacidad funcional con el mínimo gasto de energía
- Reducir la presión que soporta en las nalgas y muslos

A continuación analizaremos los distintos factores de los que depende que el usuario pueda adoptar en su silla la postura correcta para cumplir estos objetivos.

Forma, altura y ángulo del respaldo

El respaldo debe ser lo bastante alto como para estabilizar la región lumbar superior. Por encima de este nivel, la altura del respaldo depende de las necesidades o preferencias particulares del usuario. También se recomienda un respaldo más alto para dar seguridad al usuario que usa por primera vez una silla de ruedas (véase figura 14). La mayoría de usuarios se sentirá cómoda con un respaldo que brinde un soporte adecuado a la región lumbar. La forma, junto con un ángulo de inclinación justo, proporciona apoyo y equilibrio a la parte superior del cuerpo.

El respaldo debe de estar ligeramente reclinado para que la fuerza de gravedad recaiga sobre el pecho del usuario ayudándole a mantenerse estable en la silla (véase figura 15). Un respaldo completamente recto hace que la fuerza de gravedad recaiga en

los hombros del usuario, por lo que éste tenderá a inclinarse hacia adelante para compensarla (véase figura 16). En contraparte, un respaldo demasiado reclinado resulta incómodo porque el usuario ve reducido su campo visual (véase figura 17).

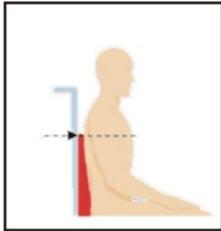


Figura 70:
Altura hombro.

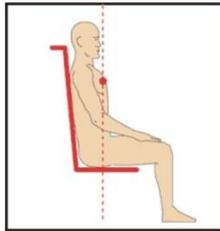


Figura 71:
Posición incorrecta
de respaldo 1.

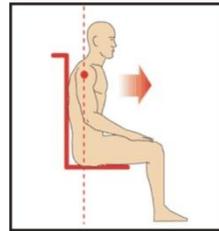


Figura 72:
Posición incorrecta
de respaldo 2.

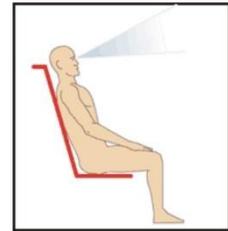


Figura 73:
Respaldo demasiado
reclinado .

Fuente: "Consideraciones biomédicas" (s.f.).

La altura del hombro

La altura del hombro permite determinar la altura del respaldo de la silla de ruedas. Esta dimensión se toma con el usuario en posición sedente, del plano del asiento a la altura del hombro. La correcta dimensión del respaldo y por tanto la postura adecuada del usuario promueve la estabilidad escapular y la movilidad, el soporte torácico y lumbar, y la estabilidad y el control de cabeza (véase figura 18).

Cuando hay poco control del tronco se recomienda ayudar al paciente basculando o inclinando la silla hasta lograr su equilibrio, siempre manteniendo los ángulos de la pelvis, de las rodillas y del tobillo a 90° (salvo que tenga deformidades fijas en las articulaciones). En caso de ser necesario, se deberán añadir además, mayor altura del respaldo, soportes laterales, lumbares y cabecero

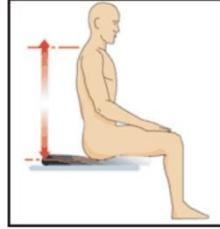


Figura 74: Altura del respaldo. (“Consideraciones biomédicas” s.f.).

Soporte de los brazos

Los reposabrazos procuran descanso a los brazos y músculos del cuello. Cuando se ajustan de manera adecuada, los antebrazos del usuario apoyados deben quedar a 90° con respecto al brazo. Si los apoyabrazos son demasiado altos, los hombros quedarán forzados hacia arriba, dando lugar a dolores musculares en la zona cervical. Si los apoyabrazos están demasiado bajos, el usuario tenderá a dejarse caer hacia un lado cuando los utilice. Una base de asiento estable puede eliminar la necesidad de apoyabrazos en los usuarios activos (véase figura 19).

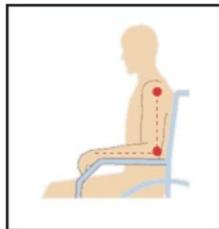


Figura 75: Soporte brazos. (“Consideraciones biomédicas” s.f.).

Medida del asiento

Un asiento demasiado ancho provocará un aumento en el riesgo de oblicuidad pélvica (véase figura 20), de ahí la importancia de conocer el método para obtener las medidas

exactas. La dimensión que debe ser considerada para determinar la anchura del asiento de la silla se toma midiendo la máxima anchura de las caderas (véase figura 21). A esta medida se le denomina anchura pélvica.



Figura 76:
Riesgo de oblicuidad pélvica.

Fuente: "Consideraciones biomédicas" (s.f.).

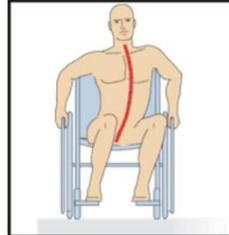


Figura 77:
Anchura pélvica.

Si el asiento resulta demasiado corto, la mayor distribución del peso recaerá en la zona de riesgo de escaras (tuberosidades isquiáticas y coxis) (véase figura 22). Un método práctico para medir la profundidad correcta del asiento de la silla es colocar al paciente sentado en una mesa con el borde anterior de la mesa a tres dedos del poplíteo, al mismo tiempo se pone una caja en la parte posterior de la espalda. Finalmente, se mide desde el plano vertical posterior de la espalda hasta el borde de la mesa. A esta dimensión se le llama longitud del muslo (véase figura 23).

Por el contrario, si el asiento es demasiado largo, el paciente sufrirá rozamiento en el poplíteo, para evitarlo se deslizará sobre la superficie del asiento (véase figura 24).

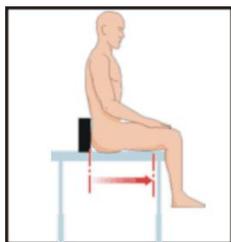


Figura 78:
Riesgo de escaras.



Figura 79:
Longitud del muslo.

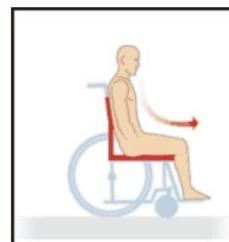


Figura 80:
Asiento largo.

Fuente: "Consideraciones biomédicas" (s.f.).

El tamaño del asiento asegura la estabilidad y optimiza la zona del cuerpo del usuario en contacto con la base del soporte. También procura alivio de la presión al distribuir de manera uniforme el peso del usuario en la mayor superficie posible.

Si el asiento es demasiado ancho, el usuario tenderá a no sentarse simétricamente; si es demasiado estrecho existe el riesgo de que se produzcan lesiones por la presión (véase figura 25). Por otro lado, si es demasiado corto, los muslos no se apoyan en el asiento en toda su longitud, de forma que se acumula mayor presión en las nalgas (véase figura 26). Si es demasiado largo, puede producir tensión en la zona detrás de la rodilla; también dificultará que el usuario obtenga el soporte adecuado del respaldo, ya que tenderá a deslizarse en el asiento para evitar la tensión (véase figura 27). La longitud óptima del asiento debe ser aquella que, mientras el usuario se encuentre bien sentado (erguido), deje una distancia aproximada de dos dedos de espacio entre el final del asiento y la zona interna de las rodillas (véase figura 28).

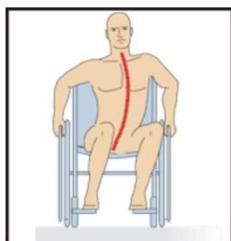


Figura 81:
Asiento ancho

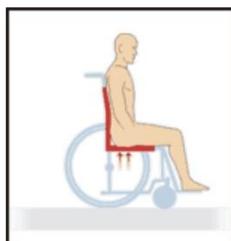


Figura 82:
Asiento corto

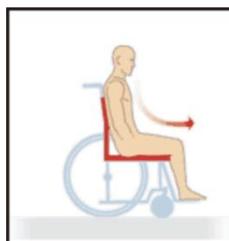


Figura 83:
Asiento largo

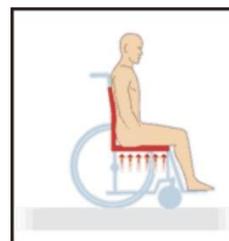


Figura 84:
Longitud de asiento

Fuente: "Consideraciones biomédicas" (s.f.).

El asiento debe ser firme y estar nivelado. Una tapicería de asiento blanda provocará que el usuario se sienta de manera asimétrica haciendo que los muslos y las rodillas se empujen. Esto produciría un exceso de presión y rozamiento (véase figura 29). Cuando se mantiene una buena postura, el ángulo de la cadera (entre los muslos y el tronco) es fundamental ya que determina la estabilidad de la pelvis. Se considera que el ángulo de 105° es el más adecuado para las actividades cotidianas. La mejor forma de conseguir este ángulo es utilizando un cojín adaptado a la forma humana, es decir más bajo por detrás para acomodar la forma de las nalgas (véase figura 30).

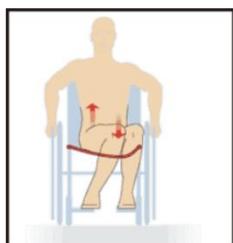


Figura 85:

Tapicería de asiento blanda.

Fuente: "Consideraciones biomédicas" (s.f.).



Figura 86:

Cojín adaptado.

Posición pélvica y estabilidad

Si los reposapiés están demasiado largos los pies van a buscarlos, lo cual provoca una retroversión pélvica (véase figura 31). Por otro lado, si los reposapiés están demasiado cortos, el paciente no apoyaría los muslos y el peso estaría concentrado en la zona de riesgo de escaras, tuberosidades isquiáticas y cóccix (véase figura 32).

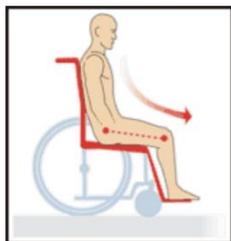


Figura 87:

Retroversión Pélvica.

Fuente: "Consideraciones biomédicas" (s.f.).

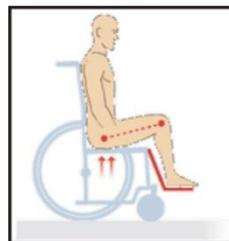


Figura 88:

Riesgo de escaras.

Longitud de la pantorrilla

La longitud de la pantorrilla equivale a la distancia entre el poplíteo hasta la zona de apoyo del talón con el tobillo en flexión. Si el individuo usa cualquier aparato o ayuda, normalmente se debe tomar en cuenta la medición de ambas piernas para considerar cualquier posible diferencia (véase figura 33). Esta medición determina en gran parte la distribución de la presión en el cuerpo, pues a la pantorrilla le corresponde el 19% del peso que se distribuye en los pies.

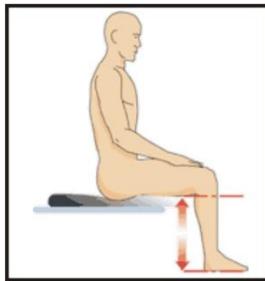


Figura 89:
Longitud de la pantorrilla. ("Consideraciones biomédicas" s.f.).

Soporte para los pies

Una vez establecido el ángulo de la cadera en 90° , la mayoría de las personas se sentirán cómodas si las rodillas se encuentran en el mismo ángulo. De acuerdo a ello, también los tobillos deberán mantenerse a la misma inclinación (véase figura 34). Así pues, desde el punto de vista ergonómico los reposapiés deberían de ser de 90° ; sin embargo, en adultos normalmente no se construye tal ángulo, porque de esta forma las plataformas del reposapiés impedirían el libre giro de las ruedas delanteras. Por otra

parte, en usuarios con piernas largas el ángulo del reposapiés deberá ser inferior para que las plataformas no entorpezcan actividades como subir un bordillo.

La altura a la que estén colocadas las plataformas también es importante. Si están demasiado bajas o el asiento demasiado alto, las rodillas del usuario estarán más bajas que sus caderas. De esta forma el usuario tenderá a deslizarse en el asiento, lo que dificultará la propulsión y aumentará el rozamiento en las nalgas (véase figura 35). Si las plataformas están demasiado altas o el asiento bajo, las rodillas estarán más altas que las caderas y se aumentará la presión sobre las nalgas (véase figura 36).

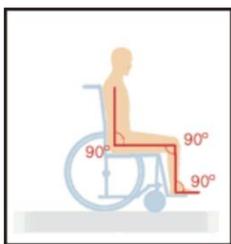


Figura 90:
Ángulo tobillos.



Figura 91:
Plataformas bajas.

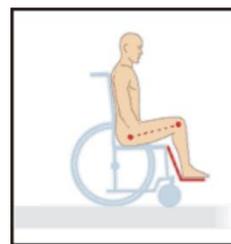


Figura 92:
Plataformas altas.

Fuente: "Consideraciones biomédicas" (s.f.).

Factores que afectan a la propulsión

El montaje de la silla de ruedas debe proporcionar una propulsión eficaz junto con un gasto mínimo de energía tanto para el discapacitado como para las personas que lo asisten. Cada usuario, debido a sus circunstancias particulares, tiene una capacidad de propulsión distinta y a veces limitada o nula. Por eso es importante tener en cuenta los siguientes factores importantes que permitirán buscar la composición de silla que cada usuario necesita para poder optimizar la propulsión dentro de sus posibilidades.

Distancia entre ejes

Una distancia larga entre ejes trasero y delantero permite mantener un rumbo más recto, pero al mismo tiempo las ruedas recorren mayor distancia, en ese caso resulta necesaria más cantidad de energía para su propulsión. Una distancia de ejes corta gira con mayor facilidad y se maneja más fácil al requerir menor gasto de energía.

Angulación de la rueda

La propulsión óptima se realiza con las ruedas traseras paralelas al asiento. De esta forma la distancia de los brazos al cuerpo es la adecuada para aplicar la energía necesaria para la propulsión correcta. Si las ruedas están más anchas en la base, la silla es más estable, pero los brazos quedan más cerca del cuerpo. Así se produce una mayor abducción de los hombros y finalmente una propulsión más difícil y menos eficaz. Si las ruedas están más juntas en la base, los brazos quedarán muy lejos del cuerpo, lo cual dificultará aplicar la fuerza necesaria para la propulsión y la silla será más inestable (véase figura 37).

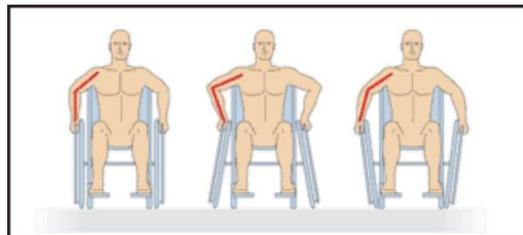


Figura 93: Angulación de la rueda (“Consideraciones biomédicas” s.f.)

Tipos de componentes de una silla de ruedas

Para poder adecuar correctamente una silla de ruedas a las necesidades del usuario, es importante conocer la extensa gama de posibilidades que existen en sus distintos componentes. De esta forma podremos elegir en cada caso, el componente que mejor se adapte al usuario y así potenciar al máximo su funcionalidad en la silla. Como partes claves de una silla de ruedas, a continuación se analizarán los distintos tipos de

armazón, ruedas, frenos, reposapiés y reposabrazos, y las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

Material

La composición de la estructura es un factor clave en la funcionalidad de la silla. El acero es el material más habitual en este caso, es el más pesado pero también el más barato. Una silla con armazón de aluminio es mucho más ligera y por lo tanto fácil de propulsar, pero también más cara. Por otra parte, se pueden encontrar armazones realizados en materiales muy ligeros como titanio y carbono, se utilizan habitualmente en sillas de armazón rígido y tienen un precio muy elevado.

Ruedas delanteras

El tamaño de las ruedas delanteras puede ir desde los 75mm de diámetro hasta los 200mm. Cuanto más pequeñas sean las ruedas delanteras, tendrán menor rozamiento y mayor facilidad de giro, característica que las hace adecuada para los espacios interiores. Las ruedas grandes, por su parte, son más recomendables para exteriores y suelo accidentado, ya que resulta más fácil salvar obstáculos y no se clavan en el terreno. El estándar intermedio para exterior e interior es la rueda de 150mm. Siempre que variemos el tamaño de la rueda delantera, es necesario ajustar la horquilla, pues el eje de giro de la horquilla debe de estar siempre a 90° con respecto al suelo. Estas ruedas requieren de cubiertas, las cuales pueden ser de dos tipos:

- Neumáticas: amortiguan las imperfecciones del terreno pero requieren mantenimiento (se pueden pinchar y hay que hincharlas).
- Macizas: resultan más duras de conducción al no amortiguar, pero no requieren mantenimiento.

Ruedas traseras

La rueda trasera más habitual es la de 600 mm de diámetro (24"). Se llegan a utilizar ruedas más pequeñas de 22" (550mm) o 20" (500mm) en sillas de niño, para personas con limitación del movimiento en los hombros o para hemipléjicos, gracias a ese diámetro pueden llegar al suelo y propulsarse con el pie. La rueda más pequeña permite aplicar menor esfuerzo para propulsarla, pero también requiere mayor número de impulsos. Las ruedas de 650 mm (26") se utilizan para personas muy altas y para deportistas. Es importante considerar lo anterior en este proyecto, ya que los cuidadores del usuario principal son de edad avanzada y es indispensable que hagan el menor esfuerzo. Al igual que las llantas delanteras, estas llantas también requieren de cubiertas que pueden ser de tres tipos:

- Macizas: ofrecen menor resistencia al rodar y no requieren mantenimiento, pero son más pesadas y de conducción más dura al no amortiguar los accidentes del terreno. Presentan peor agarre en superficies mojadas.
- Neumáticas: Son de conducción más cómoda porque amortiguan los accidentes del terreno y presentan un buen agarre en la mayoría de las superficies. Son las más ligeras. El inconveniente es que requieren algo más de fuerza para propulsarlas al ser más blandas, además necesitan mantenimiento (se pueden pinchar, y hay que hincharlas y vigilar la presión del aire para mantener su rendimiento).
- Inserto sólido: Son un intermedio entre las macizas y las neumáticas. No requieren mantenimiento, presentan mejor agarre que las macizas en superficies mojadas, aunque no amortiguan tanto como las neumáticas y pesan algo más que éstas.

Entre los neumáticos tenemos tres clases:

- Tubulares: Muy ligeros y con mínima resistencia a la rodadura. Sin embargo, tiene poca resistencia a pinchazos y elevado mantenimiento. Se utilizan para sillas de deporte en pista como el baloncesto.
- Alta presión: Se utilizan en deportes y en sillas de aluminio (activas). Son neumáticos muy ligeros, de alto rendimiento, que al llevar cámara permiten que su reparación sea más económica (sólo se cambia la cámara).
- Macizos blandos: Con un peso similar a los neumáticos, pero presentan menor resistencia a la rodadura. Tienen mayor durabilidad que el inserto sólido y además son más baratos.

Llantas

Para la fabricación de una silla de ruedas se puede elegir entre ruedas y llantas, estas últimas tienen ciertas ventajas que a continuación mencionaremos:

- Llantas de plástico: apenas requieren mantenimiento, pero pesan más que las ruedas de radios.
- Llanta de radios de aluminio: Resulta más ligera que la de plástico y absorbe mejor las rugosidades del terreno. Los radios cruzados ofrecen un entramado más fuerte.

Para deporte se prefieren los radios rectos, que dan mayor rigidez al conjunto, pero los aros y el carrete deben de ser especialmente fuertes.

Frenos

Los frenos más comunes son los “frenos con zapata”. Son de montaje alto (se anclan al tubo que queda por debajo del asiento) y pueden ser de dos tipos, según se activen empujando hacia delante o tirando hacia atrás. Para sillas muy ligeras o deportivas se suelen utilizar “frenos de tijera”, este tipo de frenos pueden ser de montaje alto o

montaje bajo (según se anclen en el tubo superior o inferior del armazón). Estos frenos quedan recogidos por debajo del asiento cuando no se utilizan, por lo que están más protegidos de impactos y no molestan en las transferencias.

Además de los antes mencionados, tenemos:

- Freno de una mano: Para personas hemipléjicas que sólo se propulsan con una mano, existe un tipo de freno que permite frenar las dos ruedas con una sola mano.
- Frenos con alargador: El alargador de frenos es un accesorio que se utiliza para facilitar el acceso al freno de usuarios con poca movilidad en los brazos o las manos.

Reposa brazos

Hay varios tipos de reposabrazos. Pueden ser desmontables o abatibles hacia atrás; con distintas longitudes del almohadillado (normal o largo). Entre estos tenemos:

- Ajustables en altura: El almohadillado puede colocarse en varias alturas para ajustarse a las necesidades del usuario.
- De escritorio: Con forma que permite el acercamiento a mesas.
- Tubulares: Pesan menos pero tiene superficie de apoyo inferior.

Para gente muy activa se suelen eliminar los reposabrazos y colocar unos protectores laterales para impedir que las ruedas ensucien la ropa al salpicar.

Reposapiés y Plataformas

Pueden ser fijos o desmontables. Para acortar la longitud de la silla en espacios reducidos como ascensores, es mejor que sean desmontables. Por otra parte, si no hay problemas de espacio es más aconsejable que los reposapiés sean fijos. La posición anatómica ideal de los reposapiés es a una inclinación de 90°. Sin embargo, en adultos los pies pueden interferir con el giro de las horquillas delanteras, por lo que el ángulo se tiende a reducir. Los ángulos más frecuentes son de 90°, 70° y 60°, y en algunos casos

suelen ser elevables, es decir, elevan el conjunto de la pierna para adoptar posturas más cómodas. Se utilizan mucho en sillas con respaldo reclinable. Las plataformas de reposapiés son normalmente de composite¹³. Pueden ser dobles o bien una plataforma única, con o sin cintas taloneras. Normalmente el ángulo entre el reposapiés y las plataformas es de 90°, pero hay plataformas que tienen la posibilidad de regular este ángulo para adaptarse a las necesidades concretas de algunos usuarios.

¹³ Los “composites” o resinas compuestas son materiales sintéticos que están mezclados heterogéneamente y que forman un compuesto. Están compuestos por moléculas de elementos variados. Estos componentes pueden ser de dos tipos: los de cohesión y los de refuerzo (Wikipedia 2011).

Anexo2

¿Qué son los materiales compuestos?

Los materiales compuestos son materiales de ingeniería, es decir combinaciones de materiales diversos como resinas epoxi, poliéster, acrílicas, poliuretánicas, con materiales de refuerzo tales como fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras aramídicas, etc. Sus propiedades son superiores a la simple suma de las cualidades de sus componentes, pues dan como resultado materiales de características excepcionales, muy utilizados en la industria espacial, aeronáutica, química, náutica, etc.

Un componente suele ser un agente *reforzante*, como una fibra fuerte; puede ser fibra de vidrio, cuarzo o fibra de carbono que proporciona al material su fuerza de tracción. Por otra parte, se incluye otro componente (llamado matriz) que suele ser una resina, como la epóxica o el poliéster, que envuelve y liga las fibras, de forma que transfiere la carga de las fibras rotas a las intactas y entre las que no están alineadas con las líneas de tensión. Con ello, también, a menos que la matriz elegida sea especialmente flexible, evita el pandeo de las fibras por compresión.

Algunos compuestos utilizan un agregado en lugar o en adición a las fibras. De esta forma, la matriz tiene un carácter continuo, mientras que el agente reforzante tiene un carácter discontinuo. Así pues, las partes constitutivas de los materiales compuestos son:

- Fibras de refuerzo: pueden ser de vidrio, de carbono, o aramídicas y estar tejidas o no

- Las tejidas tienen el aspecto de una tela tipo de arpillera, en cambio las no tejidas son mantas con infinidad de hilos cortados en diferentes direcciones y aglomeradas con un ligante para que no se deshaga dicha manta.
- Resinas: las de uso más generalizado son el poliéster y el epoxi, esta última tiene condiciones mecánicas extraordinarias
- Acelerador: este elemento sirve para modificar la velocidad de reacción en las resinas poliéster. El de uso más común es Octoato de Cobalto, un líquido de color azul intenso.
- Catalizador: este producto es el encargado de la polimerización (curado) de la resina. El más común es el Peróxido de Metil Etil Cetona, un líquido incoloro y que no debe ponerse en contacto con el acelerador de cobalto, ya que genera una reacción exotérmica
- Gelcoat: ésta es la vista externa del plástico reforzado. Se trata de una resina poliéster especialmente formulada para resistir las condiciones atmosféricas. El gelcoat tiene una muy alta resistencia a la abrasión y confiere brillo y color a la pieza fabricada.
- Diluyente: su función es disminuir la viscosidad de la resina o del gelcoat. El más difundido se llama Monómero de Estireno, y, a diferencia de lo que generalmente se espera de un diluyente, éste se polimeriza junto a la resina o el gelcoat, o sea, no se evapora como un solvente (Quiminet 2000).

Ventajas de los materiales compuestos

Los materiales compuestos disponen de ventajas con relación a productos competidores, pues aportan numerosas cualidades funcionales como ligereza, resistencia mecánica y química, mantenimiento reducido y libertad de formas. Su uso permite aumentar la vida útil de ciertos equipos gracias a sus propiedades mecánicas (rigidez, resistencia a la fatiga) y gracias a sus propiedades químicas (resistencia a la corrosión). También refuerzan la seguridad gracias a una mejor resistencia a los

impactos y al fuego, lo que ofrece un mejor aislamiento térmico o fónico y, para algunos de ellos, eléctrico. Por otra parte, enriquecen las posibilidades de diseño, lo que permite aligerar estructuras y realizar formas complejas, aptas para cumplir varias funciones.

El costo de fabricación de los «composites»¹⁴ es superior al de los materiales tradicionales como el acero, la madera o el aluminio¹⁵. Sin embargo, si se ahorran piezas de enlace y mecanización, se reducen de manera importante los gastos de mantenimiento y se aumenta la vida útil y la seguridad; las ventajas de los materiales compuestos pueden valorizarse en términos de beneficios con el uso.

En realidad, la «solución del composite» representa siempre para el diseñador un «salto tecnológico». Los materiales compuestos ofrecen, efectivamente, la posibilidad de realizar un producto específicamente adaptado a las prestaciones solicitadas y optimizar la pareja precio/prestación. Pero, con relación a las soluciones alternativas, el beneficio aportado debe evaluarse desde el diseño, y al mismo tiempo desde las pruebas que cabe realizar.

Los materiales tradicionales (madera, acero, aluminio) aparecen como una solución de más tranquilidad, puesto que sus prestaciones técnicas son bien conocidas y están bien catalogadas, con lo cual es previsible su comportamiento durante el uso. En general, el uso de estos materiales también genera beneficios de mejoras regulares (ligereza, tratamientos especiales para los metales, etc.). En la práctica, para que los materiales compuestos puedan adoptarse en lugar de tales soluciones tradicionales, tienen que distinguirse absolutamente por sus aportes positivos en cinco criterios funcionales, por lo menos (Chayale 2002 ver tabla 18)¹⁶.

¹⁴ Materiales compuestos

¹⁵ De 3 Euros a 38 Euros/kg. Según las prestaciones requeridas para los materiales compuestos, entre 1,5 Euros y 5 Euros/kg para los materiales más tradicionales.

¹⁶ Ver tabla 18.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES COMPOSITOS POR SECTOR

| | Aeronáutica | Automóvil | Ferroviano | Construcción | Construcción Industrial | Industrial Náutica | Medicina | Electricidad | Deportes y recreo |
|--|-------------|-----------|------------|--------------|-------------------------|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| VIDA ÚTIL | | | | | | | | | |
| Rigidez | | | | ☒ | | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ |
| Resistencia Mecánica | | | | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ |
| Resistencia a la fatiga | ☒ | ☒ | | ☒ | | ☒ | ☒ | ☒ | |
| Resistencia a la corrosión | ☒ | | | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| Impermeabilidad | | | | ☒ | | | | | |
| SEGURIDAD | | | | | | | | | |
| Resistencia a los Choques | | ☒ | | ☒ | | ☒ | ☒ | | ☒ |
| Resistencia al Fuego | ☒ | | ☒ | ☒ | ☒ | | | ☒ | |
| Aislamiento Térmico | | | | ☒ | ☒ | | | ☒ | |
| Aislamiento Eléctrico | | | | | | | | ☒ | |
| Amortiguamiento, Vibraciones | | | | | ☒ | | | | ☒ |
| DISEÑO | | | | | | | | | |
| Integración de Funciones | ☒ | ☒ | | | | | | ☒ | |
| Formas Complejas | ☒ | ☒ | ☒ | ☒ | | | | | ☒ |
| Transparencia de ondas electromagnéticas | | | | | | | | ☒ | |
| Disminución del Peso de las Estructuras | ☒ | ☒ | | | | | ☒ | | ☒ |

Tabla 18: ventajas de los materiales compuestos. Propuesta del Autor.

9 Glosario de términos

Asfixia - una falta de oxígeno debido a la dificultad para respirar o poco suministro de oxígeno en el aire.

Asfixia intraparto - la reducción o suspensión total del oxígeno circulante en el cerebro del bebé durante el trabajo de parto y el parto.

Ataxia (atáxico) - la pérdida del control muscular.

Atetoide - hacer movimientos lentos, sinuosos, involuntarios y de torsión, especialmente con las manos.

Cerebral - relacionado con los dos hemisferios del cerebro humano.

Contractura - una afección en la cual los músculos se vuelven fijos en una posición anormal y rígida, lo que causa distorsión o deformidad.

Convulsión tónico-clónica - un tipo de convulsión que produce pérdida de la conciencia, convulsiones generalizadas, pérdida del control vesical, y mordedura de la lengua seguida por confusión y letargo cuando terminan las convulsiones.

Cuadriplejía - parálisis de los brazos y las piernas.

Cuadriplejía espástica (o cuadriparesia) - una forma de parálisis cerebral en la que todos los miembros están paralizados o débiles por igual.

Diplejía espástica (o diparesia) - una forma de parálisis cerebral en la que la espasticidad afecta a ambas piernas, pero los brazos están relativa o completamente respetados.

Distonía (distónico) - una afección de tono muscular anormal.

Escoliosis - una enfermedad de la columna en la cual ésta se tuerce o se curva hacia un lado del cuerpo.

Espástico (o espasticidad) - describe músculos rígidos y movimientos torpes.

Estrabismo - desalineación de los ojos, también conocido como bizquera.

Hemiparesia - parálisis que afecta solamente un lado del cuerpo.

Hemiplejía espástica (o hemiparesia) - una forma de parálisis cerebral en la que la espasticidad afecta a un brazo y una pierna de un lado del cuerpo.

Parálisis - parálisis, o falta de control sobre los movimientos voluntarios.

Parálisis cerebral adquirida - parálisis cerebral que se produce como resultado de una lesión cerebral luego del nacimiento o durante la niñez temprana. **parálisis cerebral congénita** - parálisis cerebral que está presente en el nacimiento por causas que han ocurrido durante el desarrollo fetal.

Paresia o -plejía - debilidad o parálisis. En la parálisis cerebral, estos términos típicamente se combinan con otras frases que describen la distribución de parálisis y debilidad; por ejemplo, **cuadriplejía** significa parálisis de los cuatro miembros. **placenta** - un órgano que une a la madre con su bebé no nacido y proporciona nutrición y sustento.

Puntuación de Apgar - un sistema de puntuación numerada que los médicos usan.

1. Curriculum vitae

DATOS GENERALES:

Nombre: Gerardo Ceballos Caldera

Domicilio: Calle Río Grijalva Lt.6 Mz.k Colonia: Puente Colorado Delegación: Álvaro Obregón México D.F C.P. 01730 Teléfono: 56 35 5110 cel.: 044 55 12354805

*E-mail: gceballosc@hotmail.com , gerardoceballosc@ymail.com

EDUCACION ACADEMICA

Licenciatura.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad - Xochimilco

Título recibido: LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL.

Promedio obtenido: 9.0

De marzo de 1992 a marzo de 1997

Proyecto final: "Juego recreativo y educativo para el desarrollo psicomotriz e intelectual del niño".

Especialidad.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad - Azcapotzalco

Especialidad en: Nuevas Tecnologías

Título recibido: ESPECIALISTA EN DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA.

Promedio obtenido: 9.33

De agosto de 2007 a agosto de 2008

Proyecto de tesis: "Sistema de movilidad y traslado para personas con parálisis cerebral".

CAPACIDADES.

Con iniciativa, activo e independiente para tomar decisiones y hacer juicios razonables. Creatividad para desarrollar nuevos productos, excelente capacidad de comunicación para trabajar en equipo, y me adapto con facilidad a cualquier sistema o ambiente de trabajo. Gusto por la docencia y la asesoría de diseño. Amplia experiencia con diferentes tipos de materiales y procesos de producción. Profesional en computación especialmente con programas de diseño como autocad y 3D-max.

V.-EXPERIENCIA PROFESIONAL.

Actualmente trabajo como docente en la Universidad Delvalle me México Campus Tlalpan y en forma independiente para grupo quintana donde me dedico al diseño de stands, escenografías y mueble comercial para ferias y exposiciones.

Colaboro con la asociación Vida y diseño A.C. realizando diseño de sillas de ruedas especializadas para gente con parálisis cerebral y ayudas técnicas para personas con discapacidad física, así mismo dentro de la asociación imparto cursos y conferencias sobre diseño y discapacidad entre las cuales están:

El Diseño sustentable.

Procesos metodológicos para desarrollo de productos.

Taller diseño, desarrollo y construcción de ayudas técnicas para favorecer actividades de la vida cotidiana en personas con discapacidad.

El campo de Diseño Industrial

Consideraciones y/o requerimientos de Diseño, ergonomía y antropometría.

He realizado proyectos de diseño por mi cuenta entre los proyectos:

Diseño y planeación del parque ecológico Huayamilpas, para la delegación Coyoacán. Diseño y planeación de muebles de madera en la empresa Mirand diseños (principal proveedora de muebles de línea y de mobiliario para uso de la empresa Wal-Mart así como también de Elektra, salinas y Rocha, muebles Troncoso.). Y ventanas y puertas de seguridad para le empresa El Fierro dulce.

AVTIVIDADES: Entre las actividades que realizo están: propuestas de diseño en 3D Estudio Max y Autocad.

CURSOS

Sistemas de calidad-modelo para aseguramiento de la calidad en diseño desarrollo, producción, instalación y servicio (ISO-9001).

Seminario-taller Perfeccionamiento de estilo para estudiantes de posgrado en diseño línea de nuevas tecnologías.

Seminario-taller de metodología de la investigación para el diseño.

Seminario I+D+i en la aplicación innovadora de internet a la educación.

Taller de materiales compuestos.

Curso de redacción para alumnos de posgrado.

Curso Photoshop

Curso 3d Max

Curso Autocad 2d y 3d

Curso Corel Draw.