



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE TEXCOCO

INGENIERÍA EN ROBÓTICA

GRUS

MATERIA: Tesina

GRUPO: 10MIR1

INTEGRANTES:

- 1.- Rodríguez Méndez Luis
- 2.- Soto Hernández Jacqueline
- 3.- Varela Rosales Cesar Alejandro



TEXCOCO, EDO. DE MEX. ABRIL DEL 2021

Índice General

Índice General.....	i
Índice de Figuras... ..	ii
Índice de tablas... ..	iii
Resumen.....	iv
Objetivo General	v
Objetivos específicos... ..	v
Objetivos del proyecto	v
Justificación	vi
Planteamiento del problema	vii
1. Estado del arte	2
1.1 Discapacidad.....	2
1.1.1 Grados y tipos de discapacidad	5
1.2 Grúas de transferencia para personas con discapacidad.....	5
1.2.1 Grúas de transferencia disponibles... ..	7
2. Marco teórico... ..	8
2.1 Marco metodológico	8
3. Diseño Conceptual.....	11
3.1 Metodología del diseño	11
4. Diseño a detalle	15
Componentes del prototipo	15
4.1.1 Disponibles para la compra	16
4.1.1.1 Motores.....	16
4.1.1.2 Drivers	17
4.1.1.3 Elementos mecánicos... ..	19
4.1.1.4 Batería	20
4.1.2 Componentes a fabricar	21
Materiales seleccionados	22
4.3 Funcionamiento mecánico	24
4.4 Funcionamiento electrónico	28
5 Anexos... ..	30
6 Bibliografía.....	55

Índice de Figuras

Figura 1.1 Discapacidad según INEGI	4
Figura 1.2 Grados y tipos de discapacidad.....	4
Figura 1.3 Esquema de grúa de transferencia para pacientes con discapacidad	6
Figura 3.1 Muestra a escala persona contraído y extraído	12
Figura 3.2 Vista desarmada de todos los componentes del prototipo	13
Figura 3.3 Visible del prototipo.....	13
Figura 4.1 Llanta motor	16
Figura 4.2 Motor brushless modelo D350 KV100KV	17
Figura 4.3 Driver para llanta motor	18
Figura 4.4 Driver ECS para motor elevador	18
Figura 4.5 Tornillo t8 y dimensiones	19
Figura 4.6 Tuerca de latón T8 y dimensiones.....	19
Figura 4.7 Engranaje planetario para motores brushless	20
Figura 4.8 Batería de litio	20
Figura 4.9 Análisis estático de desplazamiento	22
Figura 4.10 Punto de vencimiento de estructura	22
Figura 4.11 Análisis estático de tensiones	23
Figura 4.12 Análisis de deformaciones unitarias	23
Figura 4.13 Cargas sujeciones y propiedades volumétricas.....	24
Figura 4.14 Vista desarmada de motor elevador.....	25
Figura 4.15 Parámetros de aceleración de motor brushless.....	25
Figura 4.16 Aceleración angular en motor brushless.....	26
Figura 4.17 Momento angular en motor brushless	26
Figura 4.18 Momento transnacional de motor	26
Figura 4.19 Parámetros de aceleración de llanta	27
Figura 4.20 Energía cinética de llanta motor	27
Figura 4.21 Diagrama de flujo representativo de código.....	28
Figura 4.22 Vista previa de PBC y vista de placa digital.....	29
Figura 4.23 Análisis de desplazamiento en Aluminio 6061.....	54
Figura 4.24 Análisis de desplazamiento en Aluminio 3003-H12	54

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Ventajas del uso de grúa de transferencia	6
Tabla 4.1 Características de llanta motor tipo scooter	16
Tabla 4.2 Características comerciales de motor brushless	17
Tabla 4.3 Características de driver para llanta motor	18
Tabla 4.4 Características de driver motor elevador	18

Resumen.

En la presente investigación se redacta el diseño, de una grúa de transferencia para personas con discapacidad motriz, a la misma se le aplicará una parte innovadora en la cual será posible la movilización de pacientes a través de un control adaptativo, este ayudará al paciente a desplazarse de un lugar a otro por cuenta propia, así como también tendrá la posibilidad de adquirirla a un costo más accesible que las grúas ya existentes en el mercado.

Partiendo de la existencia de este producto, en el documento presente se redactará su funcionamiento normal (del ya existente), así como su funcionamiento con la innovación propuesta (proyecto planteado), posteriormente su construcción.

En primera instancia se revisa la literatura y el estudio del arte de mecanismos existente con similares características y que se encuentran en el mercado.

A continuación, se procede con el diseño de un dispositivo que sirva para el traslado del paciente y que sea de apoyo.

Por último se construirá el mecanismo y se realizarán pruebas para asegurar el correcto funcionamiento.

Palabras clave: grúa de transferencia, innovación, discapacidad motriz.

Objetivo General.

A partir de conocimientos previamente adquiridos a lo largo de la carrera universitaria, se pretende innovar un producto ya existente, volviéndolo sustentable y viable para su realización; esto con el fin de mejorar o implementar una mejora que a su vez sea rentable y beneficie a la comunidad, y consecuentemente solucione un problema en específico o más a la vez.

Objetivos específicos

- Tomar como punto de partida un auxiliar de movilidad existente, con la finalidad de implementar mejoras y hacer más sencilla su utilización, así reducir lo más posible el trabajo aplicado para llevar a cabo su funcionamiento y dándole nuevas características ampliando el campo de usuarios, así como la posibilidad económica de adquirirlo.
- Favorecer la facilitación de actividades que mantengan la autonomía de la persona dependiente aún con cierto grado de dependencia.
- Ayudar a mantener el vínculo de la persona dependiente con su entorno al ayudar a facilitar la movilidad evitando el aislamiento al ser partícipes de su entorno por cuenta propia.
- Fomentar la independencia de la persona dependiente de forma respetuosa a su integridad y dignidad a la vez que mejore su calidad de vida.

Objetivos del proyecto.

- Identificar la situación actual de la edificación de la Fundación os SOY analizar los diferentes tipos de dispositivos existentes para ubicación imposición de rehabilitación el transporte de pacientes con discapacidad en lugares reducidos.
- Determinar los parámetros del diseño de un dispositivo mecánico para el transporte y ubicación en posición de rehabilitación de pacientes con discapacidad con la ayuda de software para ingeniería que facilite la simulación y modelado del sistema puntos
- Construir el dispositivo mecánico utilizando los procesos de manufactura existentes en la localidad y con los materiales adecuados disponibles en el mercado local garantizando las funciones para las que fue diseñado.
- Realizar un estudio de precios unitarios para determinar el costo de un dispositivo mecánico para el transporte y ubicación en posición de rehabilitación de pacientes con discapacidad motriz

Justificación.

La idea del proyecto surge después de analizar la problemática que existe al día, con personas que carecen de la movilidad en sus extremidades. Ya que estas, no pueden valerse por sí solas en lo que respecta a sus actividades cotidianas.

Últimamente se ha dado mayor importancia y atención a los discapacitados, por lo que se han hecho implementaciones para ofrecerles calidad de vida, como lo son rampas y cajones de estacionamientos para minusválidos (Borgues, 2018), una problemática es que en realidad no se ha tomado en consideración que tampoco se pueden desempeñar dentro de un ambiente domestico; por lo consiguiente la propuesta del proyecto está pensada para beneficiar a las personas que carecen de movilidad en sus extremidades inferiores, ya que las provee de ayudas técnicas para poder obtener mayor grado de independencia en sus actividades personales más importantes dentro de su hogar (López, 2017). Las restricciones más importantes que estas personas tienen son:

- *Bañarse.*

Es una actividad básica en la vida diaria, la cual significa un gran reto para estas personas, ya que normalmente se realiza de pie, (cabe recalcar que la grúa solo servirá para trasladarse al baño, ya que no se puede mojar el artefacto.)

- *Trasladarse de la silla de ruedas a diferentes mobiliarios.*

Toda persona discapacitada requiere en el transcurso del día, de la ayuda de una persona para trasladarse de la silla de ruedas a la cama, al sanitario, a un sillón o a una silla, y viceversa, ya que la silla de ruedas es la herramienta que utilizan para desplazarse en todo momento.

- *Uso del sanitario.*

Esta es una de las barreras más grandes que se encuentran dentro de esta problemática, ya que para estas personas representa una gran dificultad trasladarse de la silla de ruedas al sanitario, a pesar de que existen barras de apoyo para los sanitarios estas no les soluciona del todo el problema.

Después de un análisis y describir brevemente algunas afectaciones y limitaciones a necesidades básicas de cualquier persona para tener una buena calidad de vida, surgió la idea basada en ayuda técnica y mecanizada de realizar un dispositivo cuyo propósito es ayudar a la realización de este tipo de tareas de una manera más sencilla y prioritariamente independiente para una persona con esta discapacidad.

Con base en los conocimientos en mecánica de materiales, así como de programación, entre otras, se llevara a cabo este proyecto, con la finalidad de aplicar lo teórico a lo práctico, además de solucionar una problemática que aqueja a la sociedad.

Planteamiento del problema

En la actualidad existen muchas personas con movilidad reducida, los/las cuales deben tener ayuda extra para poder trasladarse de lugar, además de que para su movilidad necesitan artefactos costosos, estos pueden ser sillas o grúas, el problema de estos es que muchas veces son estorbosos, grandes y difíciles de usar, puesto que no caben en lugares reducidos, o no es sencillo acomodar a la persona en el aparato, para el uso especializado de PMR sus artefactos deben ser más complejos, así como más amplios para ser lo suficientemente adecuados para la persona (CDC, 2019).

Existen diversos problemas para las PMR así como para sus personas de asistencia, ya que el ayudante debe contar con la suficiente fuerza para cargar al paciente y ubicarlo en su grúa o silla, además de que en la mayoría de los casos de PMR aunque ellos estén en su dispositivo de transporte, este sigue necesitando de la ayuda externa para obtener movilidad.

Como solución al problema de lo estorboso, caro y dificultad de uso que tienen los dispositivos de transporte se propone efectuar el diseño una grúa la cual, no necesite de una persona externa con mucha fuerza, que sea mucho más fácil de usar y llevar a lugares reducidos, así como más económico, pues estas grúas suelen ser de precio elevado y más aun si son eléctricas; nuestra propuesta se enfoca en ayudar a las PMR a obtener la facilidad de desplazarse, y en dado caso de que tenga extremidades movibles, como pueden ser dedos o boca, el moverse por sí solo con la ayuda de su grúa, lo cual no solo lo favorece físicamente si no que también emocionalmente puesto que le ayudaría a sentir un sentido de independencia más natural.

Cabe mencionar que esta grúa no puede ser expuesta al chorro de agua directamente, ya que esta la probabilidad de dañar alguna parte eléctrica o electrónica, lo que dañaría el funcionamiento de esta, además, es importante decir que la capacidad máxima de peso será de 100 kilogramos con un margen de error del 25%.

1

ESTADO DEL ARTE

Es necesario realizar un análisis de la literatura existente, en primer lugar sobre la discapacidad y los tipos existentes, enfocándonos principalmente en la discapacidad motriz, esto nos pondrá en contexto sobre la situación y de la cual surge la idea del proyecto.

1. Estado del Arte

Para el desarrollo del proyecto en cuestión, se debe indagar sobre la problemática planteada, tomando en cuenta los tipos de discapacidad y específicamente la discapacidad motriz, posteriormente sobre el mecanismo que cumpla con funciones y características similares al objetivo del proyecto planteado, movilizar a pacientes garantizando su seguridad e integridad física, además, se toma en cuenta los diferentes actuadores existentes en el mercado.

Discapacidad

Según la OMS, Discapacidad es un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales. Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive.(OMS, 2011)

Por otro lado, en México según la SEDESOL

Discapacidad. - Es la consecuencia de la presencia de una deficiencia o limitación en una persona, que al interactuar con las barreras que le impone el entorno social, pueda impedir su inclusión plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con los demás.(SEDESOL, 2016)

- Discapacidad motriz - Limitación para caminar, moverse, subir o bajar.
- Discapacidad visual - Limitación para ver, aun usando lentes.
- Discapacidad del habla - Limitación para hablar, comunicarse o conversar.
- Discapacidad auditiva - Limitación para oír, aun usando auxiliar auditivo.
- Discapacidad múltiple - Limitación para vestirse, bañarse o comer.
- Discapacidad intelectual - Limitación para poner atención o aprender cosas sencillas.
- Discapacidad mental - Limitación en el funcionamiento del sistema neuronal.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), una persona con discapacidad es aquella que tiene alguna limitación física o mental para realizar actividades en su casa, en la escuela o trabajo, como caminar, vestirse, bañarse, leer,

escribir, escuchar, etcétera. En México, las personas con discapacidad tienen dificultades para ejercer con plenitud sus derechos, debido a obstáculos sociales y culturales en virtud de sus condiciones físicas, psicológicas y/o conductuales; los espacios públicos no están planeados en función de sus necesidades y aunado a esto sufren, en su mayoría, una doble discriminación pues el género, la condición socioeconómica, la raza y la etnia pueden acentuar esta situación(INEGI, 2010).

La promoción y protección de los derechos humanos de personas con discapacidad y su plena inclusión en la sociedad para que puedan desarrollarse en condiciones de igualdad y dignidad, deberá realizarse mediante una serie de acciones transversales para que se respete su derecho al trabajo, a la educación, a la salud, así como el garantizar la accesibilidad física, de información y comunicaciones para personas con discapacidades sensoriales, mentales o intelectuales.(INEGI, 2010)

Desde hace muchos años se ha tenido la problemática sobre el traslado de personas con poca o nula movilidad, partiendo de este problema se encontró con información sobre la escases de soluciones, hasta lo costoso que es adquirir una grúa de transporte, existe poca información sobre la venta de estas grúas para personas de bajos recursos(ONG, 2017). A continuación, se presentan algunos antecedentes relacionados con el tema, estos fueron divididos en:

- Personas con capacidad de movilidad nula

Las personas con movilidad reducida (PMR) son aquellas que tienen permanente o temporalmente limitada la capacidad de moverse sin ayuda externa. Es decir, las personas con movilidad reducida no son capaces de moverse sin ayuda, sin embargo, estas pueden tener o no una discapacidad. Dentro de personas con movilidad reducida están las personas con discapacidad y también los ancianos, es decir, toda aquella persona que por cualquier circunstancia tiene algún tipo de problema a la hora de moverse sin ayuda. Bien porque es una persona mayor y sus piernas ya le son pesadas o bien porque tiene una discapacidad que no le deja moverse por sí sola. Se puede ser una PMR y no necesariamente ser minusválido (Jimenez, 2013).

Por tanto, podemos ver que ambos términos son muy parecidos, de hecho, en la actualidad es más utilizado persona con movilidad reducida tanto para llamar a los minusválidos como para llamar a las personas que tienen problemas para moverse correctamente.

Las necesidades más habituales para las PMR son la ausencia de desniveles, la suficiente anchura de paso, así como falta de aparatos/sillas/grúas de traslado.

- Uso de artefactos para movilidad

La movilidad afecta a todas las esferas de nuestra existencia. Nos desplazamos continuamente para ir al trabajo, para ir de compras, o simplemente para ir al baño, así que poder movernos es muy importante en nuestro día a día. No disponer de transporte accesible es un grave problema para las personas con movilidad reducida ya que les impide vivir su vida con libertad e independencia

En el caso de transporte privado, que supone aproximadamente el 50% de los desplazamientos de las personas con movilidad reducida, serán el uso de sillas, así como de grúas.

- Dificultad para adquirir artefactos de transporte

Sillas: El adquirir una silla ideal para la PMR suele ser costoso y tedioso ya que no todas las sillas son adecuadas para la persona que la necesita, ya sea porque estas no están completamente adecuadas para cubrir la necesidad o bien porque son muy grandes y estorbosas, lo cual impide el traslado en lugares angostos, así como el poder acomodar a la persona en la silla, ya que si no se tiene la fuerza necesaria para cargar a la PMR se agrega mayor dificultad para sentarla.

Grúas: El uso de grúas de transporte puede ser hastiado, pues estas son muy costosas de adquirir, y al mismo tiempo son muy difíciles de usar, ya que se debe usar un arnés para subirlo, el cual, es difícil de colocar a la PRM, además, de que es necesario que la persona que coloca el arnés tenga la fuerza necesaria para colocarlo correctamente. El uso de este medio de transporte también suele ser cansado para la persona que la lleva, pues las grúas usualmente son pesadas. (Hedasa)

Cabe mencionar que para utilizar este medio de transporte para las PMR es necesario el uso de una persona de apoyo, ya que para adquirir un artefacto de estos eléctricos se necesita de una gran cantidad de dinero, aunque este no garantiza que la persona pueda moverse.

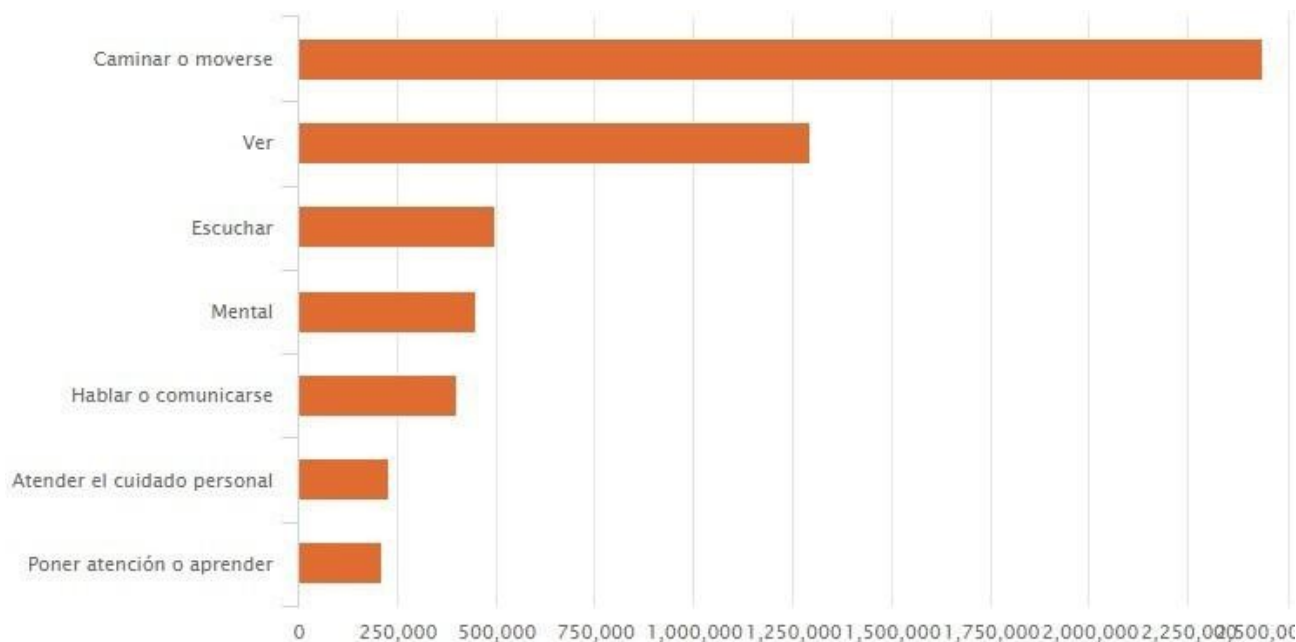


Figura 1.1 Discapacidad según INEGI

1.1.1 Grados y tipos de discapacidad

En 2001 la 54ª Asamblea General de la OMS aprobó la “clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud” (CIF), el esquema general se muestra en la (OMS, 2011) figura 1.2

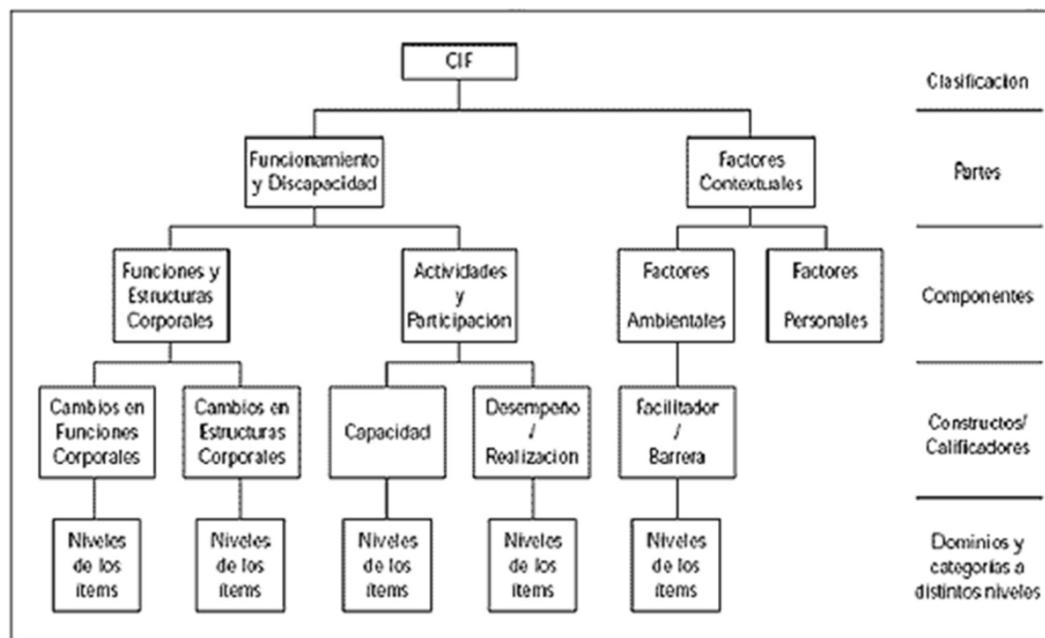


Figura 1.2 Grados y tipos de discapacidad

La clasificación mostrada, se divide en dos partes:

La primera se refiere a los cambios que se presentan en las funciones fisiológicas y psicológicas de los sistemas corporales, cambios en partes anatómicas del cuerpo como extremidades y órganos, y a su vez la ejecución de tareas en un entorno uniforme. La segunda es acerca de la influencia de factores internos (mentales) y externos (barreras físicas, sociales y actitudinales) y como estos se relacionan con la funcionalidad y discapacidad de las personas.

Grúas de transferencia para personas con discapacidad

Una grúa de transferencia son mecanismos que tiene como objetivo facilitar el transporte de un lugar a otro de personas con problemas de movilidad.

Algunos proyectos enfocan principalmente las personas encargadas del cuidado: el asistente de una persona con deficiencia motriz tiene que mover al paciente de la cama o camilla la silla de ruedas y viceversa; una forma de ayudar al enfermero en su trabajo y a su vez evitarle posibles lesiones ocasionadas por dicho traslado es un dispositivo

especializado para la movilización de las personas con discapacidad motriz. Se determinó que el dispositivo óptimo para realizar este trabajo es una grúa de transferencia.

El uso de las grúas de transferencia presenta una serie de ventajas tanto para el usuario como para el cuidador, el lugar del traslado manual; las mismas se observan en la tabla 1.1(Pina, 2020)

Tabla 1.1 Ventajas del uso de gura de transferencia.

VENTAJAS	
USUARIO	- Disminuye las molestias y en algunos casos, el dolor que ocasiona el traslado manual. - Aporta mas seguridad a los traslados ya que evitan riesgos de caídas. - Proporciona mayor autonomía para el usuario.
CUIDADOR/ FAMILIAR	- Disminuye los problemas de espalda al evitar realizar una fuerza excesiva. - Es suficiente un cuidador para mover una persona.

Una característica importante hay que destacar es que la gran mayoría de las estructuras para elevación de personas requieren de arnés o estructuras extendidas que permitan sostener su peso, procurando tener los requerimientos de seguridad necesarios de manera que pueda otorgar comodidad para el paciente como también la facilidad de instalación para el cuidador.

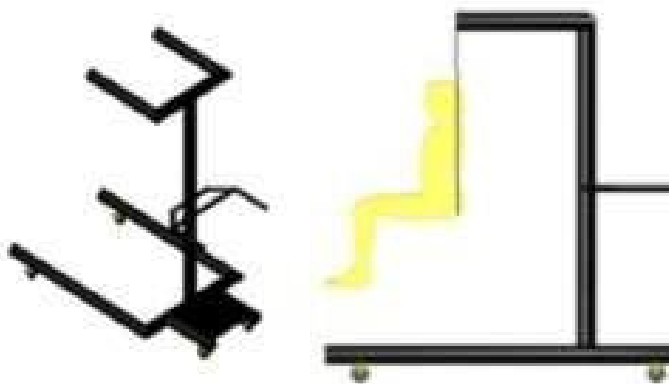


Figura 1.3Esquema de grúa de transferencia para pacientes con discapacidad.

Grúas de transferencia disponibles

CASA COMERCIAL	MODELO	FOTOGRAFIA	PRECIO (USD)
Ortopedia Lowcost	Powerlift 135 Mini		725.94
Ortopedia en línea	Invacare Birdie Compact		810.98
Ortopedia Viva	Aks Foldy II		1065.91
Ortopedia MIMAS	Carlo Classic ALU		2694.82
Ortopedia Lowcost	Oxford Advance		2097.20



MARCO TEÓRICO

La discapacidad es toda restricción o ausencia de la capacidad para realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.

La discapacidad es toda restricción o ausencia de la capacidad.

2. Marco teórico

La presente investigación hablará sobre la realización de una grúa para personas de movilidad reducida, y cómo se le aplicará una innovación en la cual será posible moverla a través de un control adaptativo, el cual ayudará al paciente a moverse por cuenta propia, así como la posibilidad de adquirirla a un costo más accesible que las grúas ya existentes. Tomando como base la existencia de este producto se hablará acerca de su funcionamiento normal, así como su funcionamiento con la innovación propuesta (digital, 2019).

Herramienta que anteriormente ha existido en forma de grúa para paciente de tipo “grúa de taller” las cuales son usadas en actividades diarias y tareas delicadas, ya que al ser extremadamente costo- efectivas, tiene un amplio rango de uso, que abarca desde mantenimiento de vehículos, carga de maquinaria hasta el traslado de personas con movilidad limitada, tanto en hogares que lo requieren como en instalaciones hospitalarias que es donde este tipo de herramienta es esencial para facilitar tareas de traslado de cargas pesadas sin comprometer la salud e integridad de quien desea realizar el traslado. En cualquier caso, hablamos de personas dependientes cuando se trata de quienes no pueden realizar de forma personal y autónoma acciones básicas cotidianas, como puede ser atender su propia higiene personal, las tareas domésticas necesitando ayuda en el hogar, ocuparse de adquirir sus alimentos y cocinarlos, o atender sus obligaciones administrativas y sociales sin la ayuda de otras personas -llámese cuidadores- por pérdida de capacidades físicas o psíquicas.

El dispositivo propuesto aquí, podría mejorar en gran manera la calidad de atención tanto hospitalaria como de cuidado de pacientes en el hogar al facilitar su traslado, pero el beneficio se extiende hasta la persona que se encarga de realizar este tipo de tareas (llámese cuidado hospitalario- post-hospitalario y cuidado de personas dependientes) de manera que tanto el cuidador formal e informal pueda cumplir su objetivo: que la persona dependiente pueda tener la mejor calidad de vida posible, atendiendo siempre a sus preferencias individuales, de autonomía y dignidad humana, sin sacrificar la salud del cuidador de por medio.

2.1 Teoría del miembro estructural

Un miembro estructural se clasifica como un elemento constructivo el cual deberá soportar un conjunto de cargas, en otras palabras, estas estructuras van a soportar una fuerza externa, hay que tomar en cuenta diversos factores que los acompañan, como son su peso propio (que sea el adecuado para evitar problemas de rigidez) , las cargas de funcionalidad (En otras palabras el peso que la estructura deberá soportar, pues derivado de esto es posible saber si se requiere soportaría extra lo que llevaría a tener una geometría mayor) y variables exteriores (Son aquellas variables que se producen por el ambiente y no los podemos controlar).

-
- *La Resistencia de Materiales, o Mecánica de los Cuerpos Deformables:* Estudia los efectos que las fuerzas aplicadas ejercen sobre los cuerpos. De estos efectos, los más importantes son los esfuerzos, o fuerzas por unidad de superficie, y las deformaciones, o desplazamientos por unidad de longitud.
 - *El Cálculo de Estructuras:* Tiene por objeto el estudio de la estabilidad y resistencia de las construcciones de manera que bajo las acciones que aquellas soportan tanto las fuerzas internas -denominadas tensiones o esfuerzos- como las deformaciones que se presentan han de quedar dentro de ciertos límites establecidos. Límites que se determinan ensayando los materiales de diversas maneras -tracción, compresión, fatiga, choque, etc. Y observando el comportamiento de estructuras ya conocidas.

La imposibilidad existente de la determinación exacta de tensiones y deformaciones se soslaya eligiendo formas estructurales y materiales de comportamiento conocido, o equiparando dichas formas -siempre que se compruebe la admisibilidad de esta idealización- a otras más sencillas; e incluso realizando ensayos previos en modelos

Para hacer accesible mediante el cálculo numérico la determinación de las tensiones y deformaciones de los cuerpos es necesario idealizar sus características físicas. De la mayor o menor aproximación de las hipótesis dependerá la exactitud de los resultados, es por ello que se definen dichas características de la siguiente manera:

- *Densidad:* Es considerada una magnitud escalar, es decir no tiene una dirección, así mismo representa la masa en un determinado volumen.
 - *Rigidez:* Representa la resistencia que tiene un material a la deformación
 - *Esfuerzo:* Es la resistencia a la deformación permanente, dentro de esta característica física existe algo llamado esfuerzo de cedencia, el cual nos indica que hay cierto punto en donde la deformación se hará permanente.
 - *Deformación:* cambio que sufre el cuerpo por una carga externa, es una relación de longitudes por lo tanto es adimensional.
 - *Elasticidad:* Los cuerpos recuperan su forma primitiva tras la desaparición de las causas que lo deforman, además es lineal lo que indica que tiene cierta relación entre la fuerza y la deformación.
-

Esta última característica entra lo que es el módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal, el cual describe el comportamiento de un material elástico lineal o isotrópico, según la dirección en la que se le aplique la fuerza

2.2 Marco metodológico.

Para que el desarrollo del mecanismo tipo grúa móvil para el traslado de pacientes se puede ejecutar de manera exitosa como es necesario realizar un trabajo conjunto con los grupos de investigación de ingeniería biomédica como de esta manera se garantiza que todos los elementos pueden cumplir con los requerimientos sin inconveniente.

2.3 Herramientas de SolidWorks

Para llevar a cabo la construcción del GRUS es necesario hacer el uso de una herramienta digital como SolidWorks, dado que este software nos permite realizar simulaciones a escala así como simulaciones del tipo esfuerzo y resistencia del material. Para el caso específico del proyecto, se hará uso de diversas herramientas que nos brinda dicho software, como lo son chapa metálica, soldadura, miembros estructurales, Drawings, entre otros.

2.2.1 Miembro estructural en SW

SolidWorks ya cuenta con vigas o perfiles que son uso comercial/industrial, lo que nos permitirá poder agregarlo fácilmente a nuestra estructura, aunque también existe la posibilidad de hacer un perfil personalizado. Un punto importante a considerar es que, es necesario que el esqueleto de la estructura este dibujada en un plano 3D.

Otro aspecto importante a mencionar, es que al momento de agregar el perfil a la estructura también es posible acomodarla en el Angulo que el diseñador requiera, así como es posible darle un tratamiento en las esquinas, con esto se quiere decir que si se requiere que la esquina tenga inglete o sea a tope con otro miembro de la estructura, se pueda modificar, logrando a si la vista ideal.

La diferencia más notoria entre usar la herramienta de weldments y las herramientas usuales de SolidWorks como son vaciado, corte, entre otros, es que se agiliza el proceso de conceptualización, el material puede ser del que ya existe en el mercado, además de que el diseño es más sencillo de dibujar, así como los cambios a realizar pueden ser mucho más sencillos.

Además, con esta herramienta también es posible agregarle los elementos de soldadura que se agregarían en la vida real para unir los perfiles, así como las tapas que habrá en cada uno de los extremos. Dadas estas facilidades que el software nos ofrece para la creación de perfil, se decidió que el GRUS sería diseñado en esta sección.

2.2.2 Simulaciones en SW

En SW es posible realizar un análisis estático, en donde se podrá agregar cargas externas a la estructura, en otras palabras, se le añade el peso que deberá soportar en la vida real, dándonos así, una simulación en la que se observara si la estructura soportara el peso añadido, claro está que el tipo de material escogido es muy importante, pues aquí entra lo que es la resistencia de materiales, así como sus características físicas.

Las cargas son puestas dependiendo a cuál será el uso de la estructura, para el caso de GRUS estas se añadieron en las juntas de la parte superior, así como inferior, pues entre estos dos se distribuirá el peso de la persona en la vida real.

Las simulaciones que el software nos permite hacer, nos ayudara a poder hacer análisis sobre la funcionalidad de la estructura, así como de su resistencia, pues así corregimos errores posibles antes de la fabricación, así como se previenen errores fatales, agregando así un valor extra a la estructura, pues de esta manera el fabricante se asegura de que lo que está ofreciendo es de buena calidad.

2.2.3 Planos

En la herramienta de Drawings que nos ofrece SolidWorks, podemos hacer planos de fabricación, en los cuales se pueden añades distintas vistas del modelo, las listas de materiales, entre otras. Esto nos permitirá generar información necesaria para la fabricación.

Para la realización conceptual del GRUS esta herramienta será muy útil, ya que derivado de este es posible realizar los planos de fabricación de cada uno de los componentes que necesitamos para la construcción el diseño, ya que es posible agregar sus medidas a escala, así como la vista que deberá tener ya fabricado.



DISEÑO CONCEPTUAL

Para el diseño de la grúa de transferencia móvil se considera en una 1ª instancia todas las relaciones de equilibrio tomando en cuenta las fuerzas que actúan en el mecanismo, los esfuerzos a los que está sometido y relaciones constitutivas propias del material.

3. Diseño Conceptual.

Tomando como punto de partida que la discapacidad motriz es una condición de vida que afecta el control y movimiento del cuerpo. Las personas con este tipo de discapacidad, especialmente parapléjica y cuadripléjica tienen dificultad al momento de trasladarse de su cama o camilla a la silla de ruedas o viceversa, siempre que lo requieren deben contar con la ayuda de un tercero.

Quien esté a cargo de la persona con discapacidad motriz tiene entre sus funciones las de trasladar al paciente pero muchas veces la falta de conocimiento y/o fuerza hacen que este proceso sea desgastante tanto para el paciente como para el enfermero, debido a que el traslado implica agacharse y cargar todo el peso de la persona y si no lo hace de una forma correcta, puede sufrir lesiones y/o enfermedades en la zona lumbar. Si a esto se le agrega que este proceso lo debe hacer por lo menos dos veces al día, el riesgo de sufrir algún tipo de lesión aumenta considerablemente. El proceso repetitivo de esta acción hará que la persona a cargo del paciente sufra lesiones, y por tal motivo ya no podrá seguir cumpliendo sus funciones normalmente y en el peor de los casos ya no podrá asistir al paciente debido a no poder hacer más esfuerzo físico, para evitar este problema se diseñará y construirá una grúa para la transferencia de la persona con discapacidad motriz.

Metodología para el diseño

Diseñar y construir una grúa para facilitar el traslado de personas con discapacidad motriz entre la cama y la silla de ruedas, se debe determinar los requerimientos mecánicos para el traslado de personas con discapacidad motriz por lo que se ha definido las metas que se quieren alcanzar en la construcción de este prototipo.

- Diseñar la grúa para personas con discapacidad motriz.
- Construir el prototipo de la grúa.
- Validar el funcionamiento de la misma.

Para desarrollar las metas se propone la utilización de la metodología en 2 fases:.

1.- levantamiento del paciente.

A partir de la observación y situación médica de los pacientes se determina que existe la necesidad de movilización de personas con discapacidad motriz para la realización de actividades diarias, tales como: bañarse, comer y terapias, dentro del espacio en donde se encuentran que mayormente son espacios reducidos, la propuesta se desarrolla manteniendo la seguridad y precautelando la salud tanto de las personas con discapacidad como de las personas encargadas de movilizarlas.

2.- Diseño del dispositivo.

Para el diseño del dispositivo previamente se realizó un estudio del estado del arte en el que se mencionan diferentes dispositivos utilizados para el transporte de pacientes de acuerdo a su grado de discapacidad.

Se determina el diseño del dispositivo a partir de las restricciones y resultados de los cálculos realizados conjuntamente con el modelado computacional en el software. También se toma en cuenta ciertas restricciones comunes como son: pasillos, puertas y altura estándar de camas.

El mecanismo debe realizar movimientos de desplazamiento entre lugares y debe constar con algunos movimientos hacia arriba y hacia abajo o hacia adelante y hacia atrás en el actuador electromecánico.

Determinadas ciertas restricciones se procede al dimensionamiento del mecanismo:

- Peso máximo: 100kg con 25% como margen adicional.
- Dimensión de la grúa:
- Largo: 1 m
- Alto:
- Ancho: 80 cm

Para conseguir que el diseño cumpla las restricciones y pueda realizar los movimientos y desplazamiento, se propone el siguiente diseño, en el cual es posible verlo extraído y contraído a comparación de la escala de una persona (Figura 3.1).



Figura 3.1. Muestra a escala-persona contraído y extraído

Con base en la propuesta del prototipo para la grúa, se muestra la simulación de todos los componentes que serán necesarios para la construcción del mismo (Figura 3.2), cabe mencionar que también es importante conocer la vista transparente, ya que de esta manera se podrá observar cómo será el prototipo en su interior (Figura 3.3), además, se da una visualización más clara de lo que se pretende lograr y como se pretende llevar a cabo.

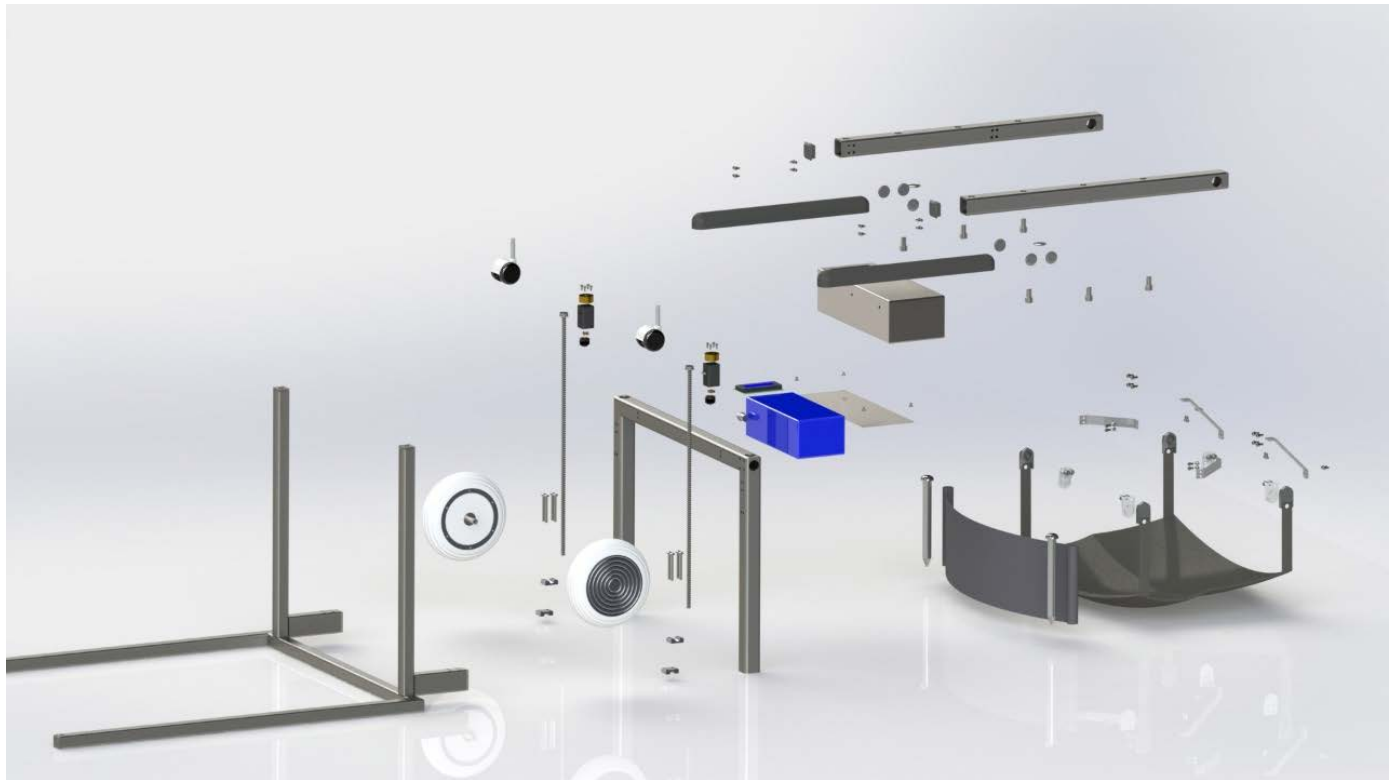


Figura 3.2 Vista desarmada de todos los componentes del prototipo

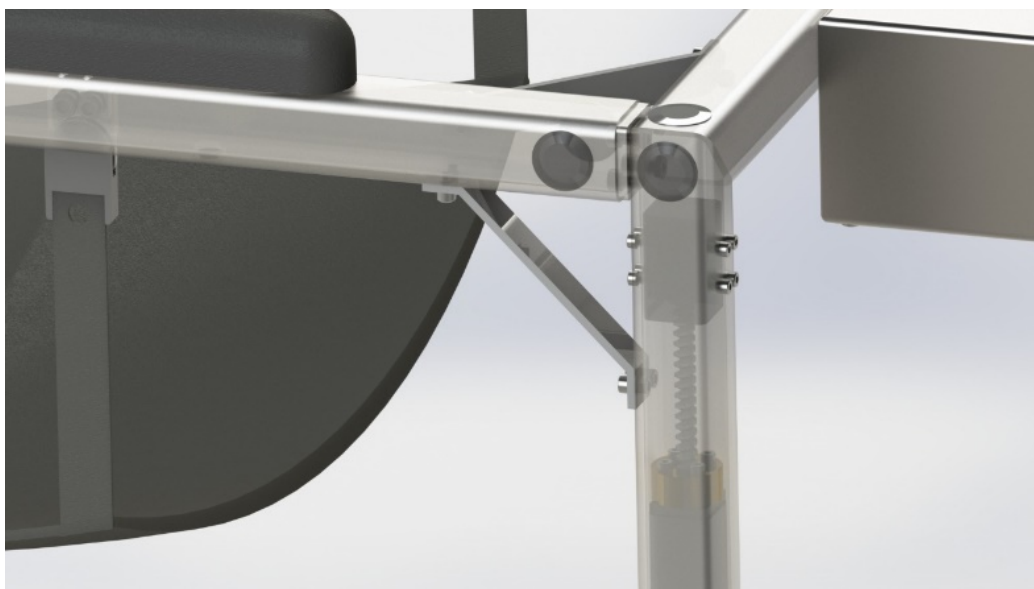
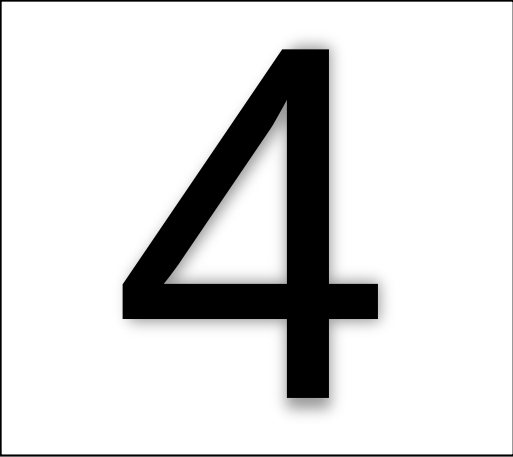


Figura 3.3 Vista a detalle del prototipo



DISEÑO A DETALLE

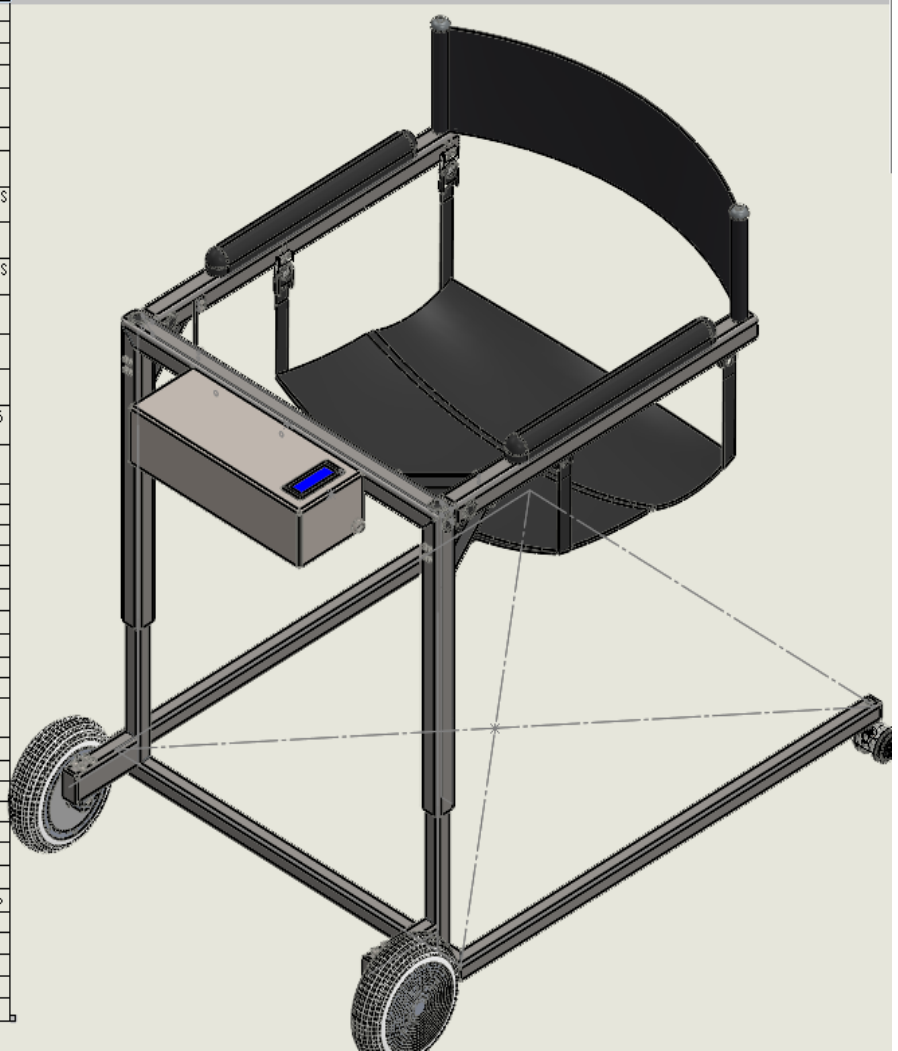
Se muestra el diseño que se propone, para dar una imagen más clara de lo que se pretende realizar.

4. Diseño a detalle

Se presentaran a continuación los planos, materiales, simulaciones y cálculos previstos para el ensamblaje final de la grúa. Cabe mencionar que el prototipo estará sujeto a la norma ISO7176 (Anexo 1)

Componentes del prototipo

N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	N.º DE PIEZA
1	2	base inferior mod
2	1	soporte sup
3	2	soporte brazos
4	2	soporte brazos superiores com
5	4	soporte de brazos superiores
6	8	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 10 Hex SHCS -- 10NHX
7	16	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 8 Hex SHCS -- 8NHX
8	6	B18.3.1M - 12 x 1.75 x 20 Hex SHCS -- 20NHX
9	24	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 8 Hex SHCS -- 8NHX
10	8	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M5 x 0.8 --D-N
11	8	B5 EN ISO 7045 - M6 x 60 - Z - 38N
12	1	AFBMA 12.1.4.1 - 0100-15 - 20, Si, NC, 20, 68
13	3	B18.2.4.5M - Hex jam nut, M6 x 1 --D-N
14	4	B18.6.7M - M5 x 0.8 x 6 Type I Cross Recessed PHMS -- 6N
15	2	Rueda loca
16	2	llantamotor ensamblado
17	4	abrazadera llanta
18	1	Piezal Aestructura
19	8	tapa de plastico 25
20	2	tapa de brushless
21	1	tapa componentes
22	2	tornillo principal
23	2	Estator
24	2	Rotor
25	2	tuerca especial tornillo principal
26	2	acople de motor
27	4	hebillas macho
28	8	Perno de hebilla
29	1	asiento
30	4	hebillas hembra
31	1	respaldo
32	2	engrane planetario grande
33	8	engrane planetario pequeño
34	1	Pila litio
35	1	caja para componentes
36	1	LCD 20x4
37	1	conector 4 pines
38	2	perno de respaldo



Para llevar a cabo el ensamblaje del prototipo es necesario tener en cuenta los componentes que se deben usar (Anexo 1.1), esto con el fin de conocer, la cantidad, sus precios aproximados (Anexo 2) y el funcionamiento que llevara a cabo cada uno de estos

Disponibles para la compra

Es necesario mencionar que hay materiales ya existentes en el mercado con los que es necesario contar para la fabricación del prototipo, por lo cual se hizo un análisis de cuáles son los que ofrecen una mejor opción técnica de acuerdo a las necesidades requeridas, tomando en cuenta sus dimensiones, consumo energético y características eléctricas.

Motores

Se presenta a continuación los parámetros técnicos de los motores requeridos, como lo son las llanta motor y los motores brushless, que ayudaran al desplazamiento de la grúa, así como al elevador del mismo.

Llanta motor

Con base en las características que se necesitaban, una llanta con motor integrado dentro de la misma con neumático solido usualmente usada en scooters eléctricos fue la mejor opción (Figura 4.1), ya que cuenta con tolerancia al chorro de agua, así como en los kilogramos que puede soportar de carga (tabla 4.1).



Figura 4.1 llanta motor

Tabla 4.1 Características de llanta motor tipo scooter

Certificación	CE ROHS CE FCC
Equipo de procedencia	Equipo de Motor de Scooter
Tipo de motor	Sin escobillas (brushless)
Características de protección	Impermeable no sumergible
Velocidad	5-1500 rpm
Tensión soportada	36 V
Potencia	350*2 Watts
Revoluciones	250-350 rpm
Material del producto	ABS + PC de plástico y Aluminio

Motor brushless para elevador

Debido a las dimensiones del motor D353KV:1700KV (Figura 4.2) y su capacidad eléctrica, es considerado como una buena opción para cubrir las necesidades planteadas previamente, ya que este motor cuenta con una velocidad de 460 watts de poder, lo que aunado al reductor planetario brindara un mejor torque para el funcionamiento de tipo elevador de la estructura (Tabla 4.2)



Figura 4.2 Motor brushless modelo D3530 KV1700KV

Tabla 4.2 Características comerciales de motor brushless

Marca	DYS
Nombre	D3530 KV: 1700KV
Masa	1240g
Tamaño del Motor (mm):	Φ35*30
Batería	Batería de 2-4s Lipo

Drivers

Como se sabe, para la utilización de motores es necesaria la utilización de drivers que ayuden a su correcto funcionamiento, por lo cual se buscaron drivers que se adaptarán mejor a las características técnicas de los motores ya previstos.

Driver para llanta-motor (brushless doble)

Este driver (Figura 4.3) nos permite tener una protección contra sobre corriente, lo que ayudara a evitar fallas técnicas graves en el funcionamiento de la estructura, además de que cuenta con un freno E-ABS regenerativo, y su ventaja de esto es que cada vez que frena utiliza la energía cinética obtenida y la retorna a la batería, dándonos así, un funcionamiento adecuado para la llanta motor. Este driver cuenta con diversas características (Tabla 4.3), que nos permite conocer su utilización adecuada.



Figura 4.3 Driver para llanta motor

Tabla 4.3 características de driver para llanta motor

Voltaje nominal	36V/48V
Corte de bajo voltaje	30/40V $\pm 0,5$ V
Potencia nominal	250W/350W
Corriente límite	18A $\pm 1^a$

Driver ESC para motor de elevador

El driver V600D ESC (Figura 4.4) nos permite utilizar solo uno para el funcionamiento de ambos motores de tipo brushless, ya que, como es sabido usualmente se necesitan uno por cada motor, pero gracias a las características (Tabla 4.4) de este, es posible utilizar solo uno y mantener un funcionamiento adecuado, cabe decir que como se puede utilizar uno solo driver para ambos motores tiene el doble de amperaje.



Figura 4.4 Driver ESC para motor de elevador

Tabla 4.4 Características para driver de motor elevador

Capacidad de la batería	2-6 S LiPo
Corriente Continua	100 A
Corriente máxima (10 s)	120 A
BEC	5,5 V/5 ^a
Peso (incluye alambre)	74g
Tamaño (PCB)	50x31mm

Elementos mecánicos

Los elementos mecánicos conformaran el elevador que permitirá a la estructura moverse en el eje de las z, para llevar acabo esto es necesaria la utilización de diversos elementos como son un tornillo T8, una tuerca de latón, además de un set de engranajes planetarios, cabe mencionar que estos elementos estarán dentro de la estructura y se serán protegidos por el mismo.

Tornillo y tuerca de latón T8

El tornillo T8 (Figura 4.5), brindara el funcionamiento básico de elevador, ya que con la tuerca de latón (Figura 4.6) ubicada en la parte inferior de la estructura ayudara, a que por medio de la cuerda del tornillo, este suba y baje dependiendo a la necesidad que se tenga en el momento, básicamente, el T8 nos brindara la ayuda necesaria para que la pieza se mueva correctamente.



Figura 4.5 Tornillo T8 y dimensiones

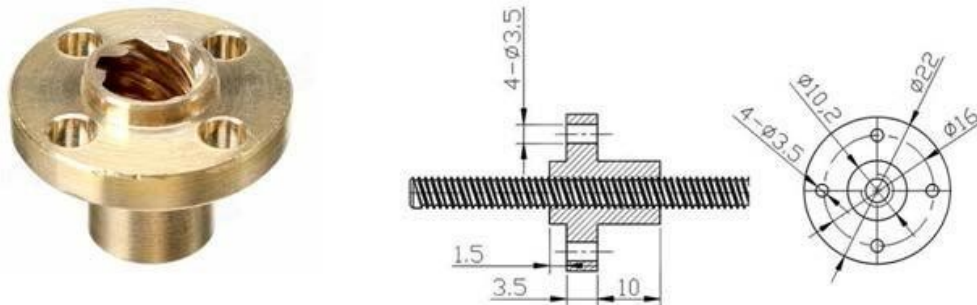


Figura 4.6 Tuerca de latón T8 y dimensiones

Engranaje planetario

El engranaje planetario (Figura 4.7) nos permitirá reducir la velocidad del motor, lo que ayudara a que la potencia del mismo sea mayor, esto con el fin de que sea posible el movimiento de una masa mayor sin dificultades, en este caso, como será usando para la subida y bajada de una persona, es necesario que la potencia del motor sea la correcta, debido a esto, el uso del engranaje planetario fue la mejor opción, además de que, esté posibilita una reducción de 75:1 en un espacio muy reducido.



Figura 4.7 Engranaje planetario para motores brushless

Batería

Esta batería (Figura 4.8) nos brindara la capacidad necesaria para realizar el desplazamiento de la estructura ya que, además de tener una carga rápida, esta tiene la capacidad suficiente de descarga de corriente para soportar el esfuerzo de cada uno de los motores.



Figura 4.8 Batería de litio

Componentes a fabricar

Para la construcción del prototipo es necesario realizar la construcción de algunos componentes, ya que estos no se encuentran en el mercado, además de que dichos componentes deben ser hechos en base a las medidas que ya definimos previamente para el prototipo.

- *Acople del motor:* Pieza que servirá para mantener asegurados los motores, y ayudaran a sostener parte de la estructura, cabe mencionar que la pieza se maquinara en una fresadora (Anexo 3)
- *Hebilla hembra:* Pieza destinada a estar ubicada en el posa brazos, para ser acoplada a la hebilla macho, será hecha a base de filamento en una impresora 3D (Anexo 4)
- *Hebilla macho:* Pieza que servirá como sostén para el asiento, se pondrá en la cintas de tela de propileno del mismo, también será hecha por medio de una impresora 3D (Anexo 5)
- *Tapa para motor brushless:* Esta pieza solo será para cubrir o mantener seguro los motores dentro del acople, esta se hará en impresora 3D (Anexo 6)
- *Tapa de acceso a los tornillos:* Pieza que sirve para cubrir los tornillo de los posa brazos, también impresa en 3D (Anexo 7)
- *Asiento :* Es parte vital de nuestra estructura ya que con este se sostendrá a la PMR, por lo cual es importante tener las medidas adecuadas para sostener a cualquier persona que no tenga un peso mayor a 100kg, este será hecho a base de cita de polipropileno. (Anexo 8)
- *Base de la estructura:* La base es la pieza que soportara todo el peso (Anexo 9)
- *Columna de soporte:* Esta ayudara a sostener la estructura (Anexo 10)
- *Respaldo:* El respaldo es para la comodidad de la persona (Anexo 11)
- *Soporte de brazos superiores:* Sostendrá al reposa brazos (Anexo 12)
- *Soporte entre columnas:* Parte de la pieza final que sostendrá a las columnas de soporte (Anexo 13)
- *Soporte reposa brazos:* Pieza para descansar los brazos (Anexo 149)

Materiales seleccionados

Con base en el análisis del elemento finito se hicieron simulaciones de prueba de esfuerzo con 1227N de fuerza distribuidos entre los dos cuerpos superiores de la grúa, debido a que la estructura esta dibujada a base de viga, los puntos de sujeción fueron colocados en las juntas, esto, para conocer el análisis estático de desplazamiento en diversos materiales, como lo fue el aluminio aleación 6061 (Anexo 15), aluminio 3003-H12 (Anexo 16), pero se notó que estos materiales no serán lo suficientemente resistentes para el propósito de la grúa así que se procedió a realizar el análisis estático en un acero el carbón fundido (Tabla 4.5), ya que sus propiedades físicas resultan ser las más aptas para el uso destinado de la grúa, lo que nos arrojó una resistencia a la deformación más alto (Figura 4.9) el cual permitió obtener resultados favorables.

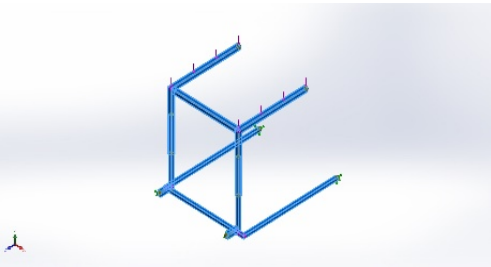
Referencia de modelo	Propiedades físicas
	Nombre: Acero al carbono fundido
	Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal
	Criterio de error predeterminado: Desconocido
	Límite elástico: 2.48168e+08 N/m²
	Límite de tracción: 4.82549e+08 N/m²
	Módulo elástico: 2e+11 N/m²
	Coefficiente de Poisson: 0.32
	Densidad: 7800 kg/m³
	Módulo cortante: 7.6e+10 N/m²
	Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-05 /Kelvin

Tabla 4.5 Propiedades del Acero al carbón fundido

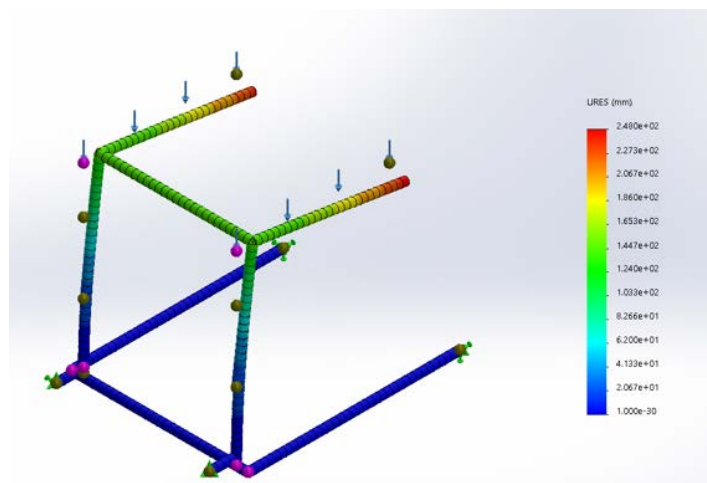


Figura 4.9 Análisis estático de desplazamiento

Como se puede notar, este tipo de acero es más resistente a los aluminios previamente probados y comercialmente obtenibles, ya que, soporta una carga mayor, lo que nos otorga un rango de seguridad más amplio al evitar accidentes de vencimiento del material, cabe mencionar que la carga máxima al público será de 100kg, los que nos permitirá tener un 25% de margen de error extra sobre lo proyectado.

Una vez terminada la asignación de valores del material que compone el componente, SolidWorks nos arroja los valores calculados como resultado de sus propiedades volumétricas, las cuales son 201.22 N o 20.51 Kg. Además, se realiza un análisis estático del grus con las siguientes consideraciones:

- La sujeción aplicada es del tipo geometría fija
- La gravedad es de -9.81 m/s^2 .
- La fuerza paralela aplicada es de 9800 N

Se realiza los ajustes de mallado (Figura 4.10) de la pieza con malla estándar en 4 juntas de la viga, obteniendo como resultado el número total de nodos (279) y elementos (274).

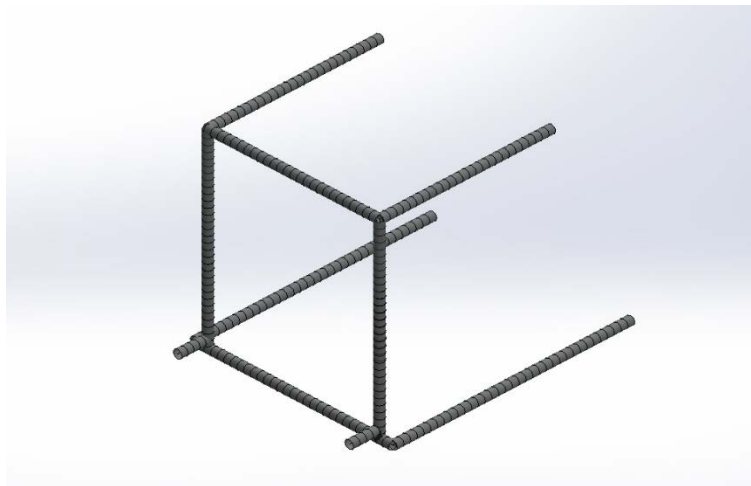


Figura 4.10 mallado propuesto en el análisis de pieza

Una vez propuesto las fuerzas (Tabla 4.6) y momentos de reacción (Tabla 4.7), se obtiene como resultado la sumatoria de X, Y, Z, así como su resultante del modelo.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	1.43051e-06	19600	0.000526428	19600

Tabla 4.6 Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	7604.63	-238.944	18.2373	7608.4

Tabla 4.6 Momentos de reacción

Como se puede notar, la utilización de un acero al carbón fundido nos dio un resultado positivo, por lo que se realizó un análisis estático de von Mises (Figura 4.11), en la que se aplicó tensión axial y de flexión en el límite superior, el cual nos otorgó un valor mínimo de $0.000\text{e}+00 \text{ N/m}^2$ en el nodo 247 y un valor máximo $1.661\text{e}+09 \text{ N/m}^2$ en el nodo 110.

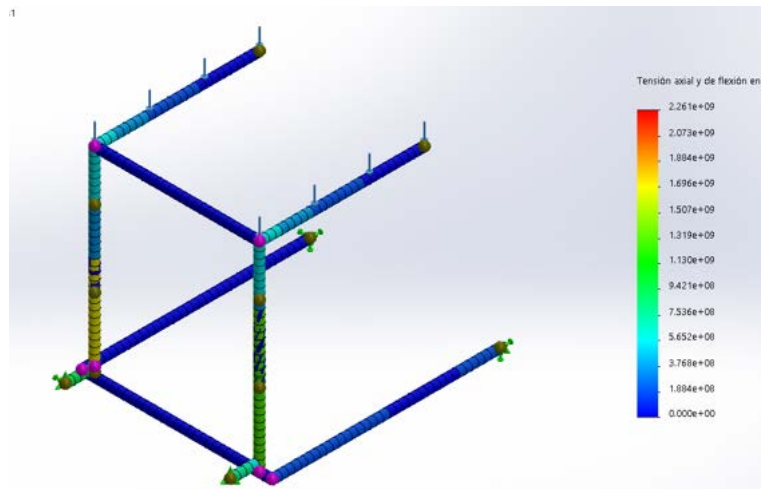


Figura 4.11 Análisis estático de tensiones

En el análisis de deformaciones unitarias se puede observar la deformación que puede sufrir la pieza con respecto a la base de la misma, aplicándole 1000N en sus puntos de sujeción (Figura 4.12). Este análisis nos sirvió para conocer la deformación de una sección de la pieza en relación contra que esta fija.

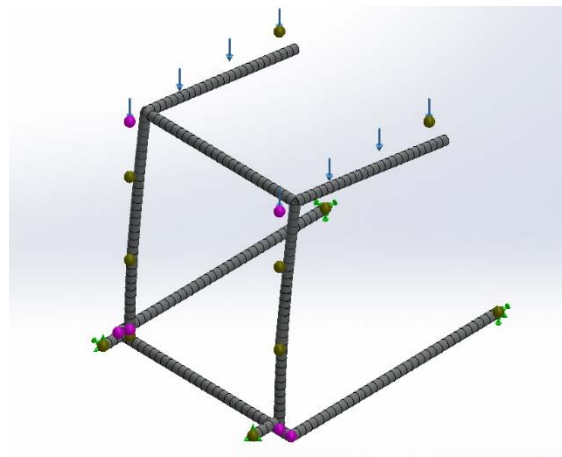


Figura 4.12 Análisis de deformaciones unitarias

Funcionamiento mecánico



Para conocer el análisis de los mecanismos de movimiento, en los motores que se utilizaran, se necesita saber diversos puntos de este, como son la aceleración angular o los momentos angulares, esto con el fin de conocer cuál será el funcionamiento del motor dentro del mecanismo, ya sea en su estado estático o de funcionamiento (cuando el prototipo esté en funcionamiento).

Al realizar estos análisis se podrá predecir cuáles serán las posibles fallas del mismo ya que, si nosotros conocemos los resultados podremos brindar una seguridad mayor tanto al funcionamiento como al producto mismo.

Funcionamiento mecánico de motor elevador

Como se mencionó anteriormente, el prototipo funcionará a base de un elevador a través de un tornillo T8, para realizar la acción de subir y bajar, lo que permitirá la adecuación de altura, en este apartado se explicará el funcionamiento del mismo, así como se dará a conocer las simulaciones y cálculos. Cabe mencionar que los cálculos realizados se hicieron con el peso de 1000N, para mantener el margen de error del 25% además de saber cómo serán los esfuerzos que el motor va a realizar al momento de estar trabajando.

El motor brushless conectado a través de su rotor a él engrane planetario permitirá tener una potencia mayor reduciendo la velocidad, los engranes pequeños estarán conectados a la tuerca que estará fija en la parte baja del prototipo y tornillo T8, subirá y bajará, esto será dependiendo del giro del motor, el cual puede ser en clockwise (CC) o counterclockwise (CW), para entender mejor el armado del nuevo motor-elevador se muestra a continuación la Figura 4.14



Figura 4.14 Vista desarmada del motor-elevador

Se llevo a cabo un análisis de puntos de aceleración en el que podemos observar cómo es que a las 6 segundos después de que el motor empieza a funcionar, alcanza su primer punto de la trayectoria (Figura 4.15)

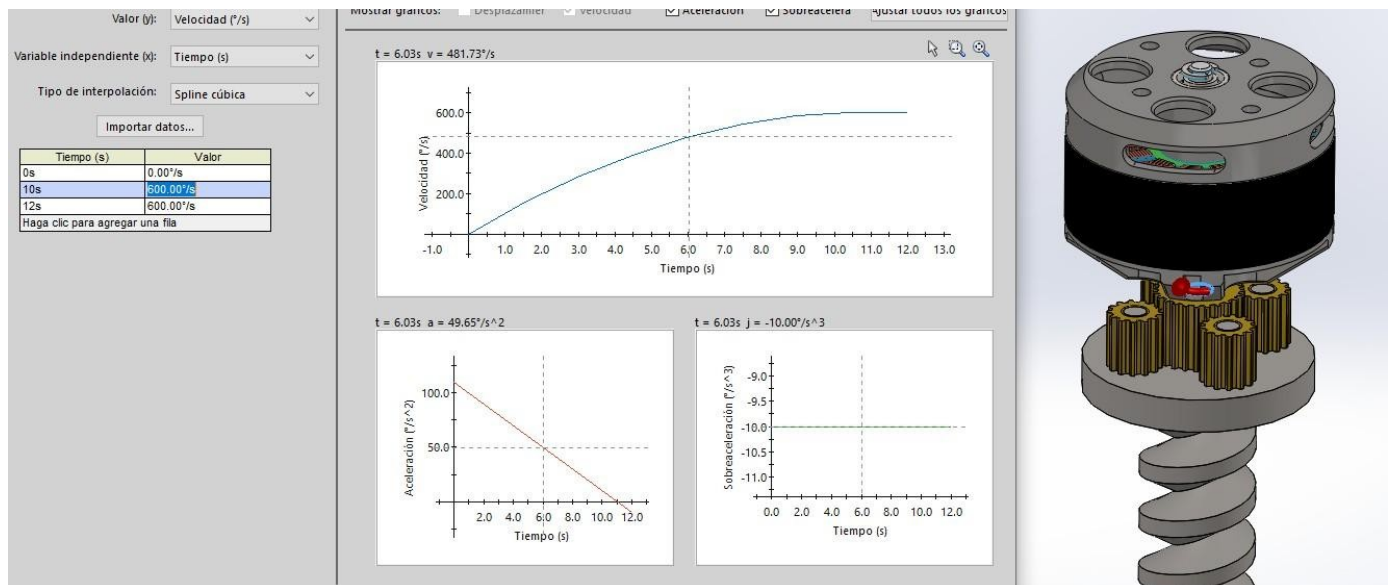


Figura 4.15 Parámetros de aceleración de motor brushless

Al motor elevador se le realizaron análisis de aceleración angular (Figura 4.16), el cual nos arrojó un decremento de aceleración con respecto al tiempo, se puede notar que en el segundo 0:46 tiene su primer pico y a los 1:24s obtiene el segundo, después de esto, mantiene una desaceleración recta. También se aplicó un análisis de momento angular (Figura 4.17), en el cual podemos observar el incremento del mismo con respecto al tiempo, este empieza a aumentar desde los 0:15s se esto sucede debido a que el aumento con respecto al tiempo va en aumento, esto es debido a que el movimiento de rotación del motor ~~empieza su linealidad y la inercia del mismo motor girara~~



Figura 4.16 Aceleración angular en motor brushless

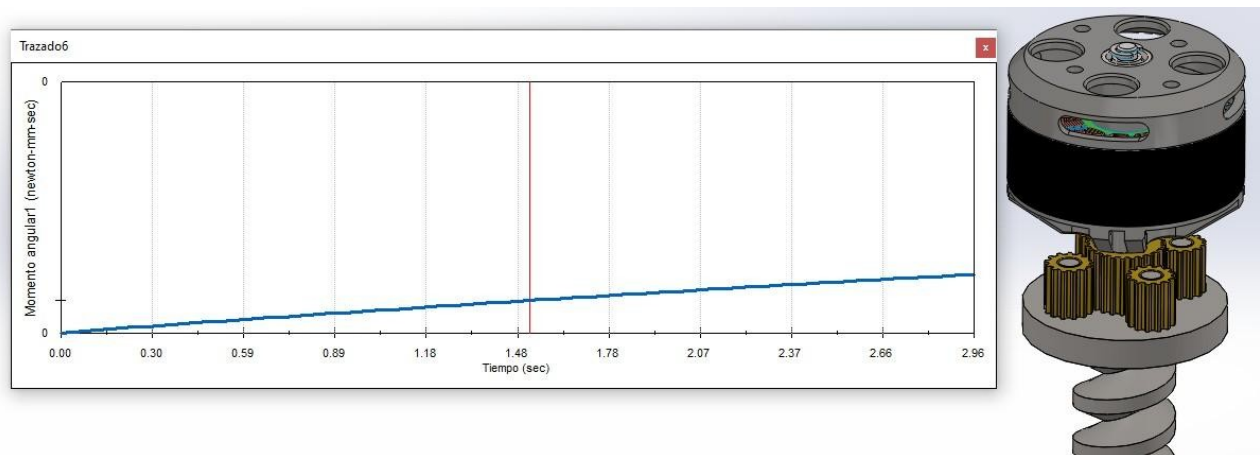


Figura 4.17. Momento angular en motor brushless

A comparación con el momento angular, el momento transnacional (Figura 4.18), se puede observar como las fuerzas que están aplicadas en el motor empiezan a actuar sobre el mismo, y comienzan a unificarse para realizar la sumatoria, el motor comienza en 0:00s y empieza a amentar con respecto al tiempo ya que las mismas fuerzas brindan un incremento sobre su funcionamiento

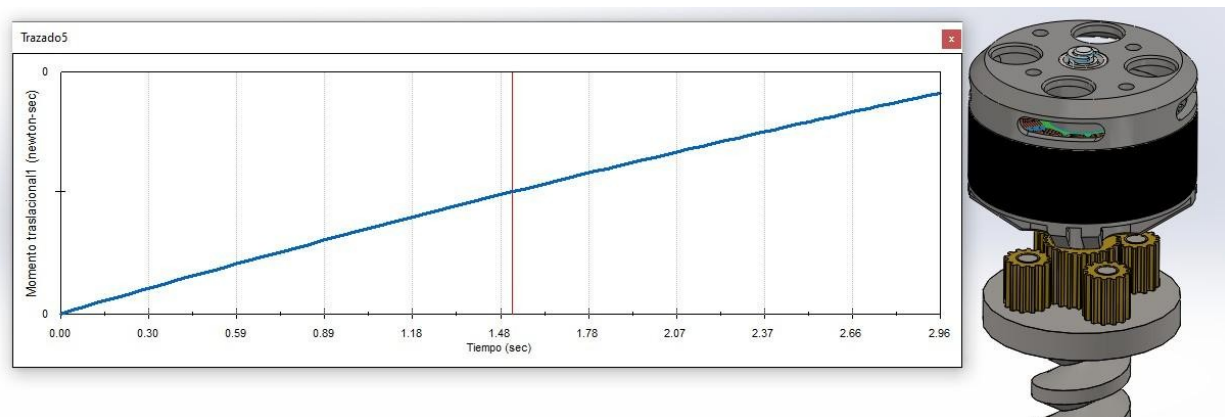


Figura 4.18 Momento trasnacional de motor

La llanta motor nos permitirá dar un desplazamiento del prototipo, lo que nos dará un funcionamiento de mayor rendimiento, ya que este elemento es la clave de la motricidad autónoma de la propuesta planteada. Se le realizó un análisis de parámetros de aceleración, lo que nos arrojó resultados favorables (Figura 4.19) ya que la aceleración que se presenta es adecuada para las necesidades. En un segundo análisis de energía cinética (Figura 4.20), en el que se nos arrojó que la energía que obtendrá por su movimiento ayudara a dar la aceleración adecuada de acuerdo a la masa que este soportando. Cabe recalcar que estos cálculos, fueron esperados ya que se eligieron estas llantas con el fin de cumplir los objetivos planteados, por lo cual se puede decir que la selección de dichos motores fue la correcta.

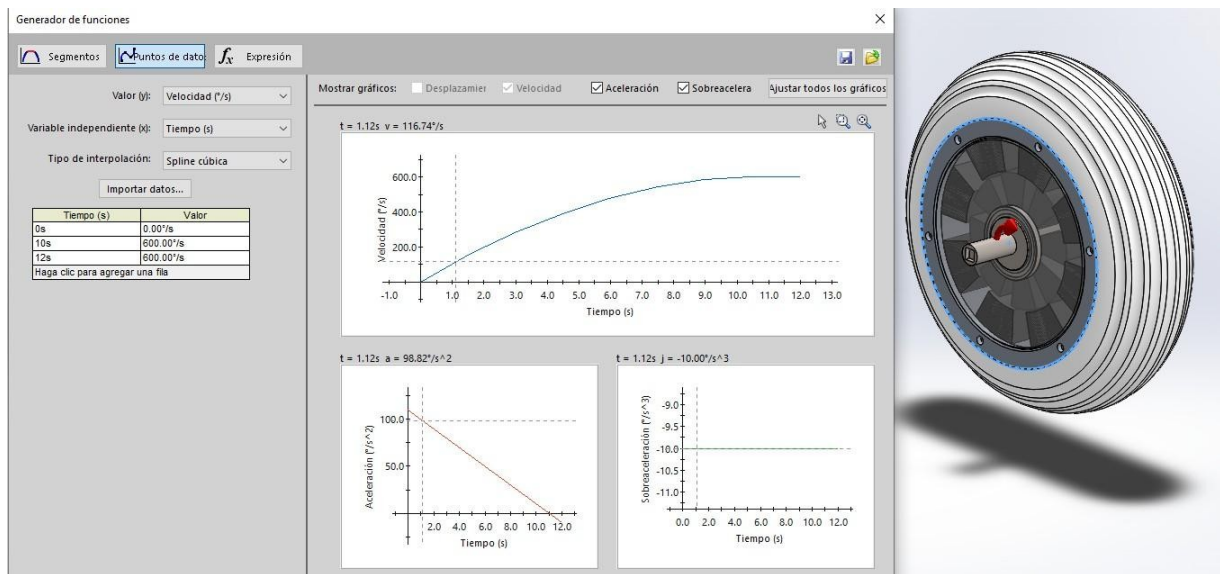


Figura 4.19 Parámetros de aceleración de llanta motor.

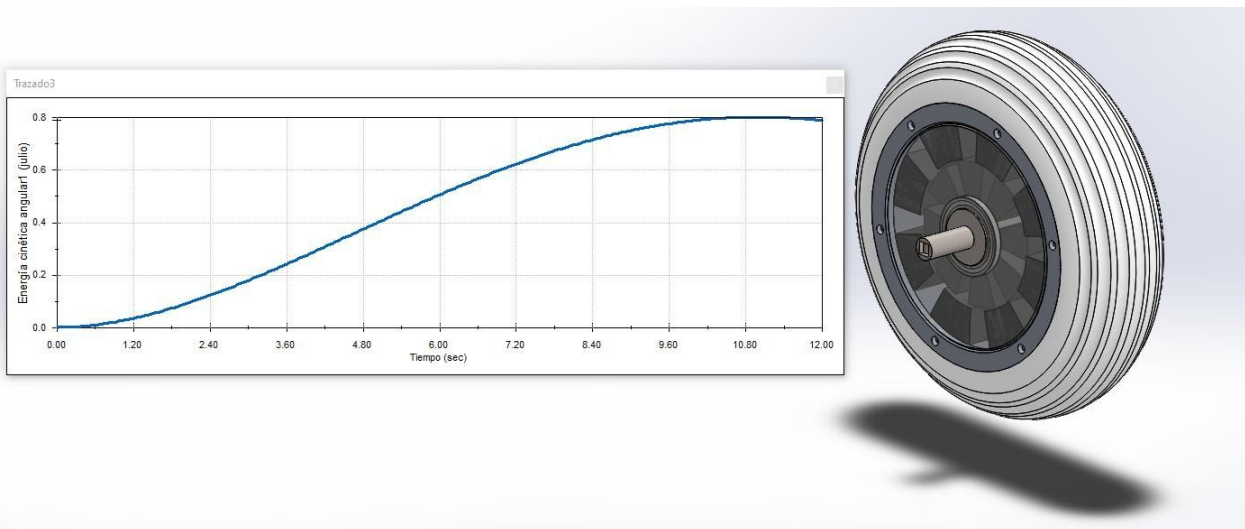


Figura 4.20 Energía cinética de llanta moto

Funcionamiento electrónico

Para el funcionamiento del joystick, es necesario tener un código (Anexo 17) que nos ayude a poder realizar estas tareas, con el fin de explicar el código de una manera más eficiente y reducida fue necesario hacerlo en un diagrama de flujo (Figura 4.21),

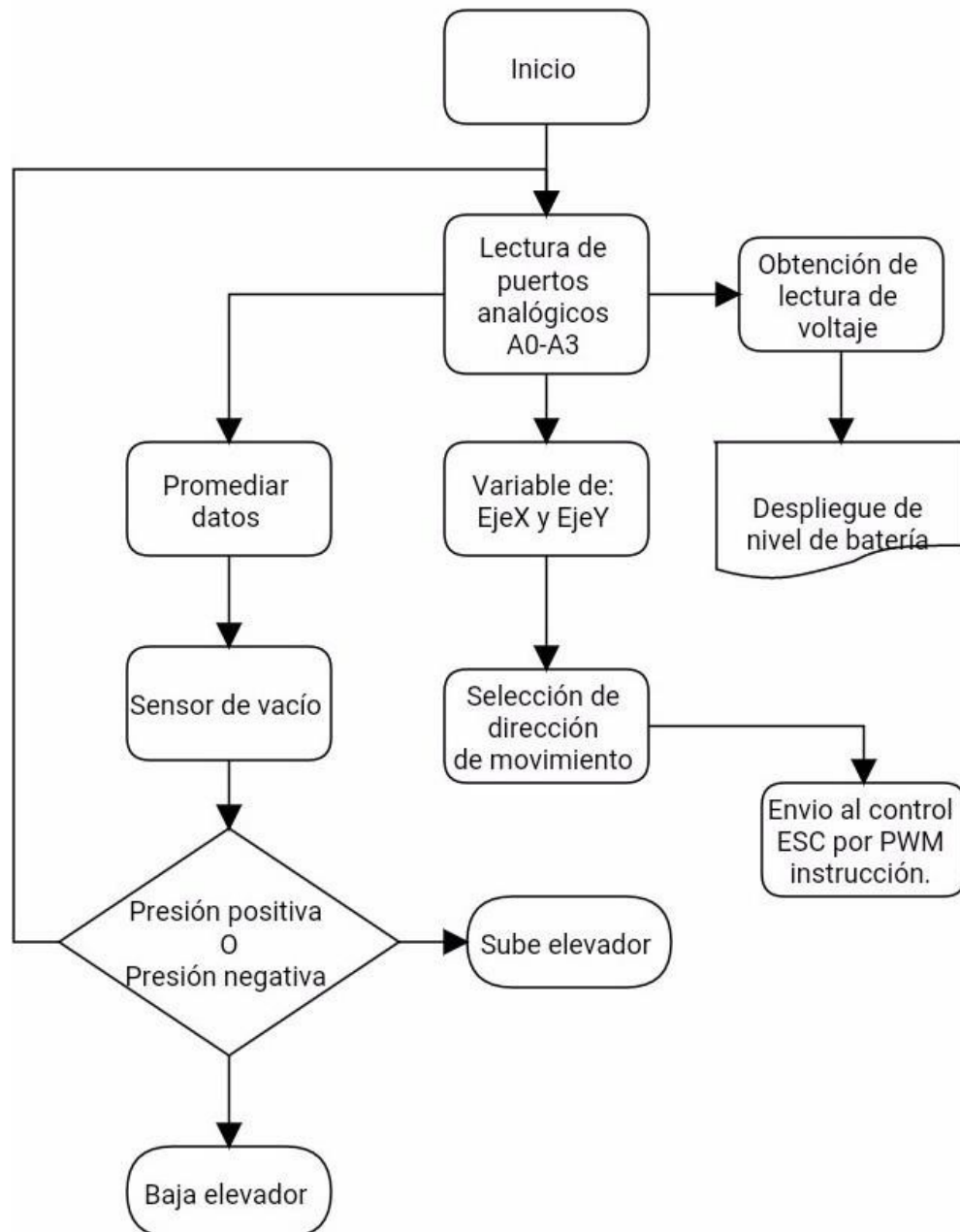


Figura 4.21 Diagrama de flujo representativo del código

De igual manera debemos contar con una placa (Figura 4.22) que relacione nuestros componentes, y por medio de este se puedan llevar a cabo las instrucciones de desplazamiento del prototipo, ya que como se menciono anteriormente la principal idea de llevar a cabo este proyecto es darle autonomía a la PMR. Esta placa nos muestra la impresión que debemos hacer, para tener las conexiones correctas de nuestro circuito, cabe mencionar que la obtención de esta placa nos ayudo a tener una idea más clara del circuito a construir para el cerebro de nuestra grúa.

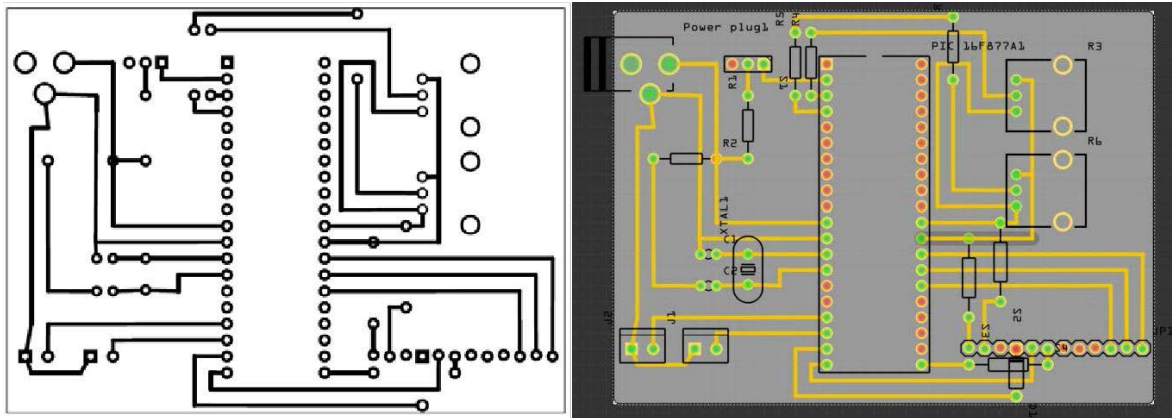


Figura 4.22 Vista previa de PCB y vista de la placa

5

ANEXOS

Se muestran los anexos necesarios para completar el trabajo.

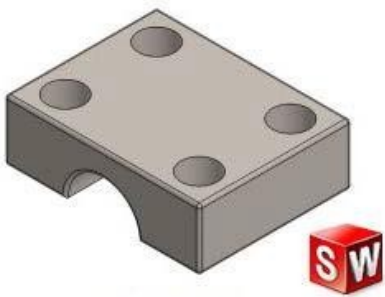
Anexo 1 Norma ISO7176

This part of [ISO 7176](#) specifies tests in which static stability is measured with parking brake(s) applied, as is the case if the wheelchair is standing on a slope. Tests are also made with the wheels unlocked, simulating the situation where the wheelchair is standing on a slope with the wheels against obstacles, the situation on a level surface with the wheels unlocked and the wheelchair occupant reaching for an object, or instability while rolling. Tests are also made that determine the static stability of the wheelchair when it is protected against tipping over by a forward and/or rearward anti-tip device, and the effectiveness of those anti-tip devices if the wheelchair tips in that direction.(ISO, 2014)

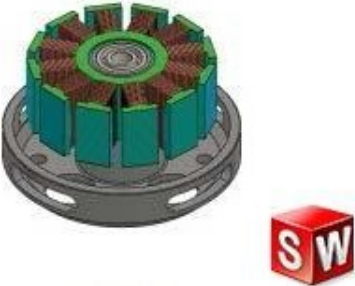
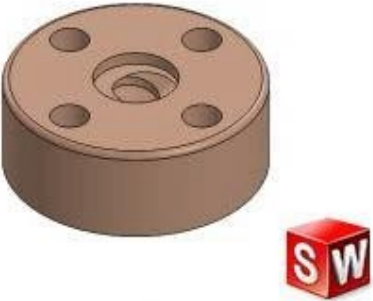
[ISO 7176](#) consists of the following parts, under the general title *Wheelchairs*:

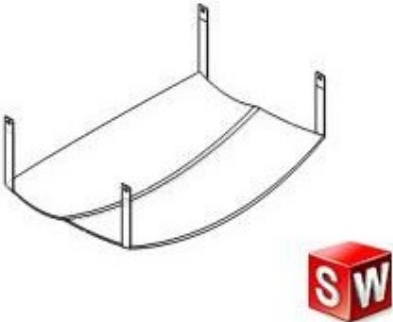
- — *Part 1: Determination of static stability*
- — *Part 2: Determination of dynamic stability of electric wheelchairs*
- — *Part 3: Determination of effectiveness of brakes*
- — *Part 4: Energy consumption of electric wheelchairs and scooters for determination of theoretical distance range*
- — *Part 5: Determination of dimensions, mass and manoeuvring space*
- — *Part 6: Determination of maximum speed, acceleration and deceleration of electric wheelchairs*
- — *Part 7: Measurement of seating and wheel dimensions*
- — *Part 8: Requirements and test methods for static, impact and fatigue strengths*
- — *Part 9: Climatic tests for electric wheelchairs*
- — *Part 10: Determination of obstacle-climbing ability of electrically powered wheelchairs*
- — *Part 11: Test dummies*
- — *Part 13: Determination of coefficient of friction of test surfaces*
- — *Part 14: Power and control systems for electrically powered wheelchairs and scooters — Requirements and test methods*
- — *Part 15: Requirements for information disclosure, documentation and labelling*
- — *Part 16: Resistance to ignition of postural support devices*
- — *Part 19: Wheeled mobility devices for use as seats in motor vehicles*
- — *Part 21: Requirements and test methods for electromagnetic compatibility of electrically powered wheelchairs and scooters, and battery chargers*
- — *Part 22: Set-up procedures*
- — *Part 25: Batteries and chargers for powered wheelchairs*
- — *Part 26: Vocabulary*
- — *Part 28: Requirements and test methods for stair-climbing devices*

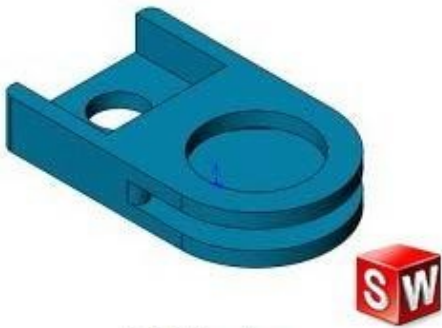
Anexo 1. Se muestra a continuación los componentes seleccionados, su descripción de uso e imagen representativa de cada uno.

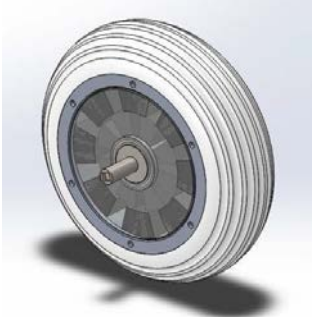
N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMAGEN
Base inferior	Columna de la cual se emprenderá el ensamblado de del diseño	1	 base inferior
Abrazadera llanta	Sujeta el eje del rotor de la llanta	4	 abrazadera llanta

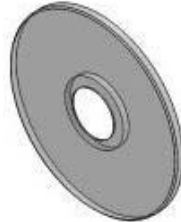
Tornillo T8	Funcionamiento de tipo elevador para las columnas	2	 tornillo principal
Engrane planetario pequeño	Parte del sistema para reducir la velocidad de giro del motor y aumentar la potencia del mismo (se conecta con el engrane grande)	8	 engrane planetario pequeño
Engrane planetario grande	Parte del sistema para reducir la velocidad de giro del motor y aumentar la potencia del mismo (se conecta con el engrane pequeño y el eje del motor)	2	 engrane planetario grande

Acople de motor	Pieza que guarda el reductor de velocidad y sostiene estructura	2	 acople de motor
Estator	Mecanismo del motor, donde se encuentra el embobinado	2	 Estator
Rotor	Mecanismo del motor donde se encuentra el eje	2	 Rotor
Tuerca especial tornillo principal	Tuerca que se acopla al tornillo principal	2	 tuerca especial tornillo principal

Soporte superior	Función de reposa brazos	2	
Soporte de brazos superiores	Permite estadia estructural a los reposabrazos	4	 soporte de brazos superiores
Tapa de plástico 25	Tapa el acceso a los tornillos del reposabrazos	4	 tapa de plastico 25
Asiento	Descanso para la persona	1	 asiento

Hebilla macho	Enganche para el asiento para embonar con hebilla hembra	4	 hebilla macho
Hebilla hembra	Enganche para el asiento para embonar con hebilla macho	4	 hebilla hembra
Perno de respaldo		2	 perno de respaldo
Respaldo	Descanso para la espalda de la persona	1	 respaldo

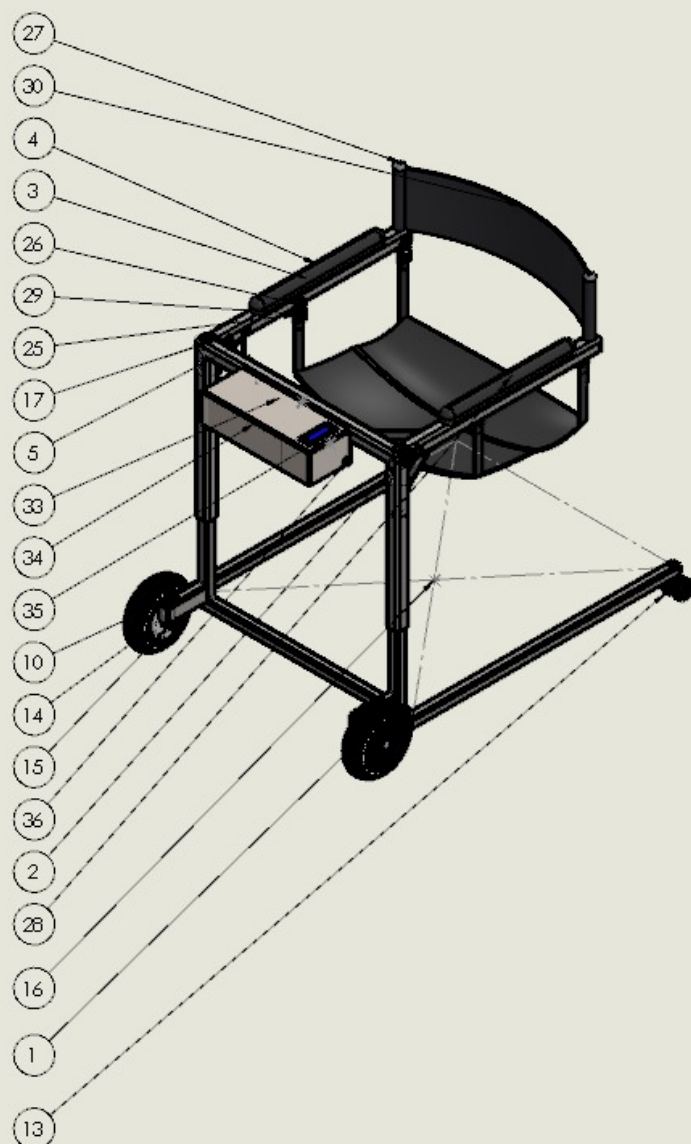
llanta-motor ensamblado		2	
Rin	Parte de la llanta motor	1	  Rin
Estator llanta	Parte de la llanta motor que esta estatica.	1	  estator llanta
Eje rotor llanta	Sujeta toda la llanta	1	  eje rotor llanta

Rotor llanta	Parte movable de la llanta	1	  rotor llanta
Rin tapa	Tapa para cubrir el rin de la llanta	1	  Rin tapa
Neumático llanta	Neumático solido de caucho	1	  neumatico llanta
Perno de hebilla	Sujeta el asiento con las hebillas	4	  Perno de hebilla

Tapa de brushless	Cubre el acceso a los motores	2	 tapa de brushless
Rueda loca	Ruda que permite el movimiento del mecanismo	2	
Eje de soporte	Soporta la rueda	1	 Eje de soporte
Eje de Rueda	Embona la llanta loca con la estructura	1	 Eje de Rueda

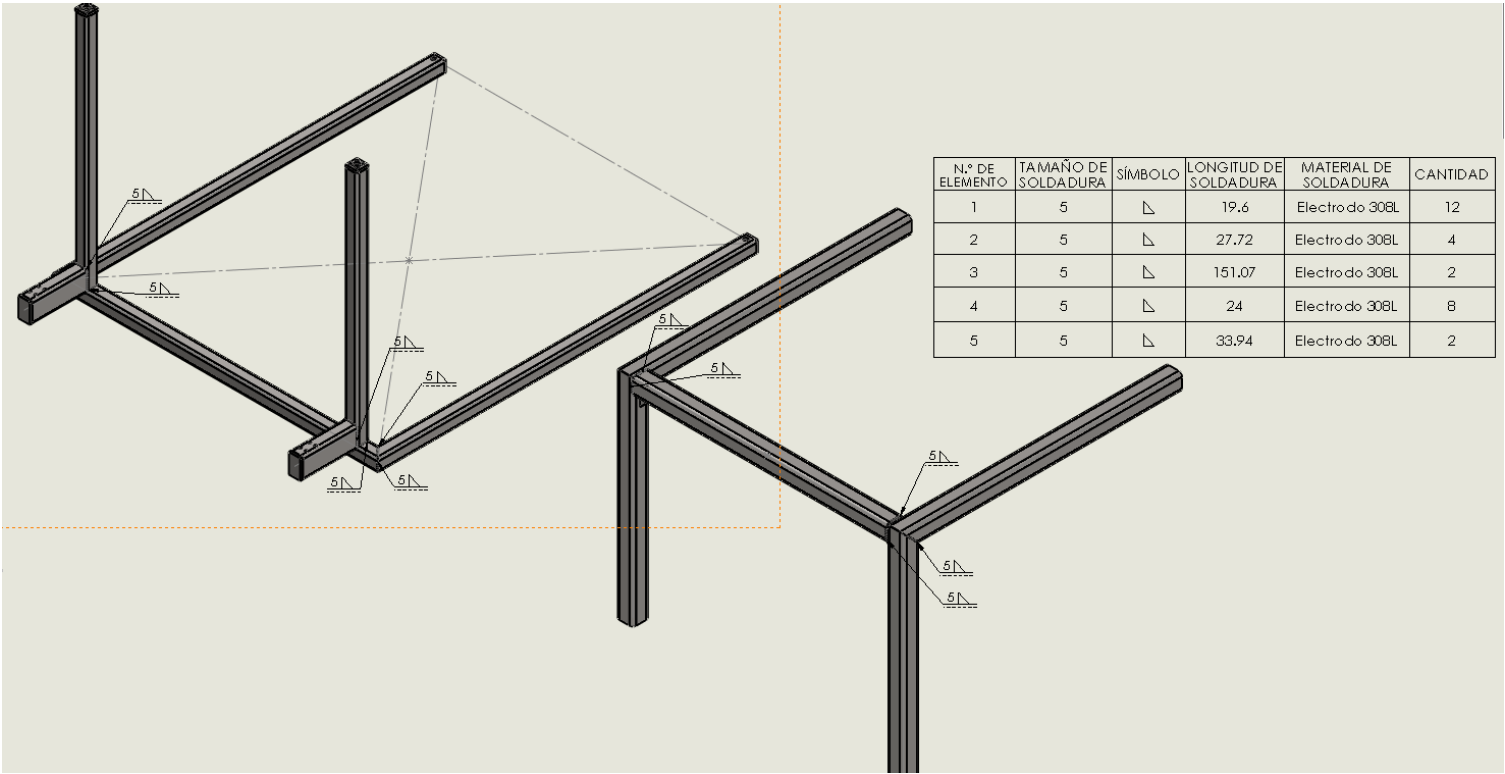
Pieza plástico soporte	Soporte de la llanta loca	1	 Pieza plastico soporte
Rueda lateral	Parte que embona a la llanta.	2	 Rueda lateral

Anexo 2. Costos aproximados de material

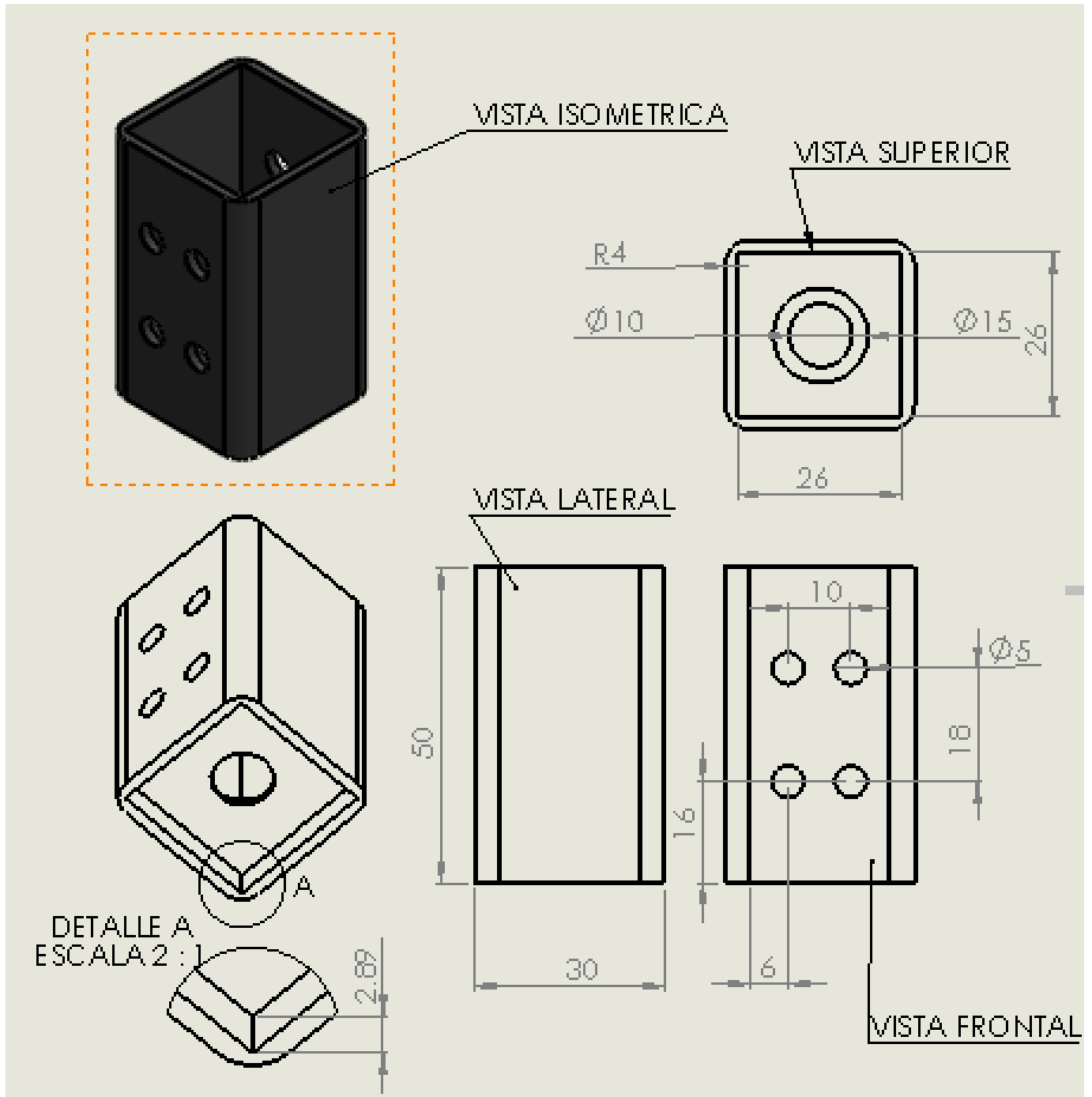


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	COSTE INDIVIDUAL	Cost-Coste total
1	base inferior mod	2	\$600	\$1200
2	soporte sup	1	\$250	\$500
3	soporte brazos	2	\$400	\$800
4	soporte brazos superiores com	2	\$400	\$800
5	soporte de brazos superiores	4	\$600	\$2400
6	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 10 Hex SHCS-- 10NHX	8	\$15	\$120
7	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 8 Hex SHCS-- 8NHX	16	\$15	\$240
8	B18.3.1M - 12 x 1.75 x 20 Hex SHCS-- 20NHX	6	\$10	\$60
9	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 8 Hex SHCS-- 8NHX	24	\$10	\$240
10	BS EN ISO 7045 - M6 x 60 - Z - 38N	8	\$10	\$80
11	AFB MA 12.1.4.1 - 0100-15 - 20 SLNC.20_68	1	\$25	\$25
12	B18.6.7M - M5 x 0.8 x 6 Type I Cross Recessed PHMS-- 6N	4	\$25	\$100
13	Rueda loca	2	\$50	\$100
14	llanta-motor ensamblado	2	\$1000	\$2000
15	abrazadera llanta	4	\$40	\$120
16	Pieza1Aestructura-copia	1	\$10	\$10
17	tapa de plastico 25	8	\$120	\$960
18	tapa de brushless	2	\$30	\$60
19	tapa componentes	1	\$15	\$15
20	tomillo principal	2	\$360	\$720
21	Estator	2	\$400	\$800
22	Rotor	2	\$80	\$160
23	tuerca especial tomillo principal	2	\$45	\$90
24	acople de motor	2	\$30	\$60
25	hebillamacho	4	\$15	\$60
26	Perno de hebilla	8	\$10	\$80
27	perno de respaldo	2	\$10	\$20
28	asiento	1	\$300	\$300
29	hebilla hembra	4	\$10	\$40
30	respaldo	1	\$100	\$100
31	engrane planetario grande	2	\$400	\$800
32	engrane planetario pequeño	8	\$1760	\$1760
33	Platillo	1	\$1050	\$1050
34	caja para componentes	1	\$300	\$300
35	LCD 20x4	1	\$70	\$70
36	conector 4 pines	1	\$45	\$45

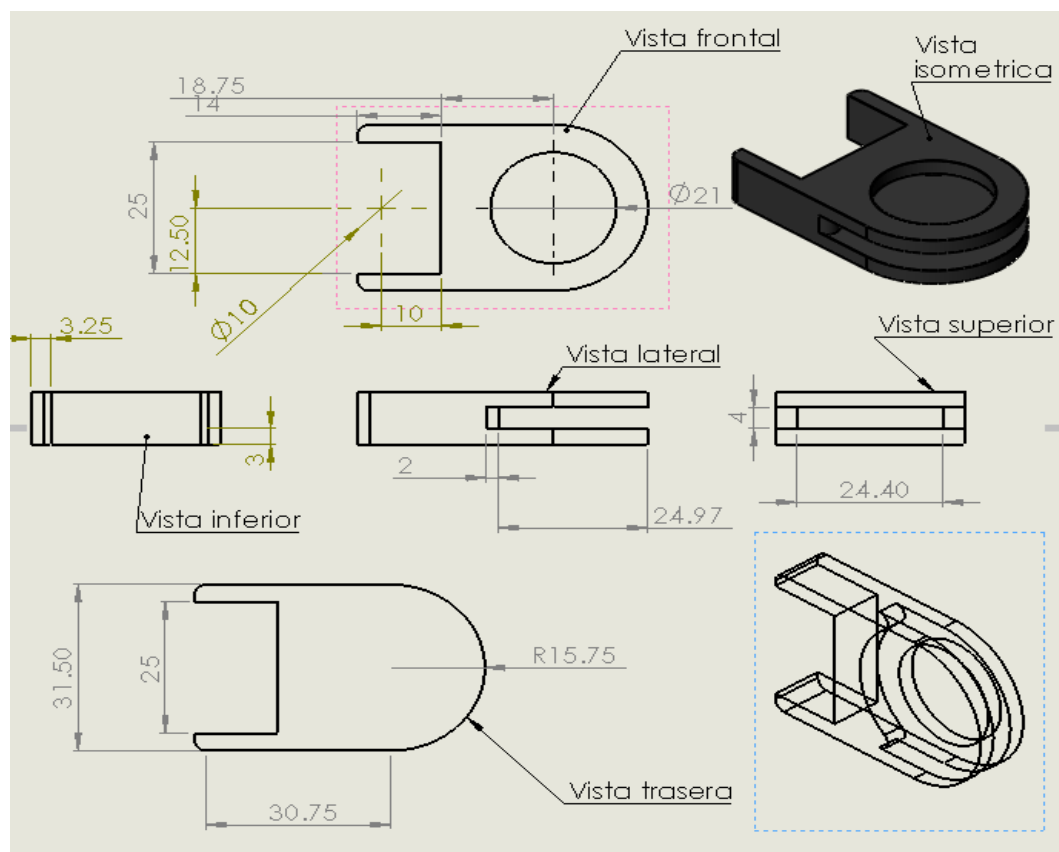
Anexo 3 Lista de soldaduras



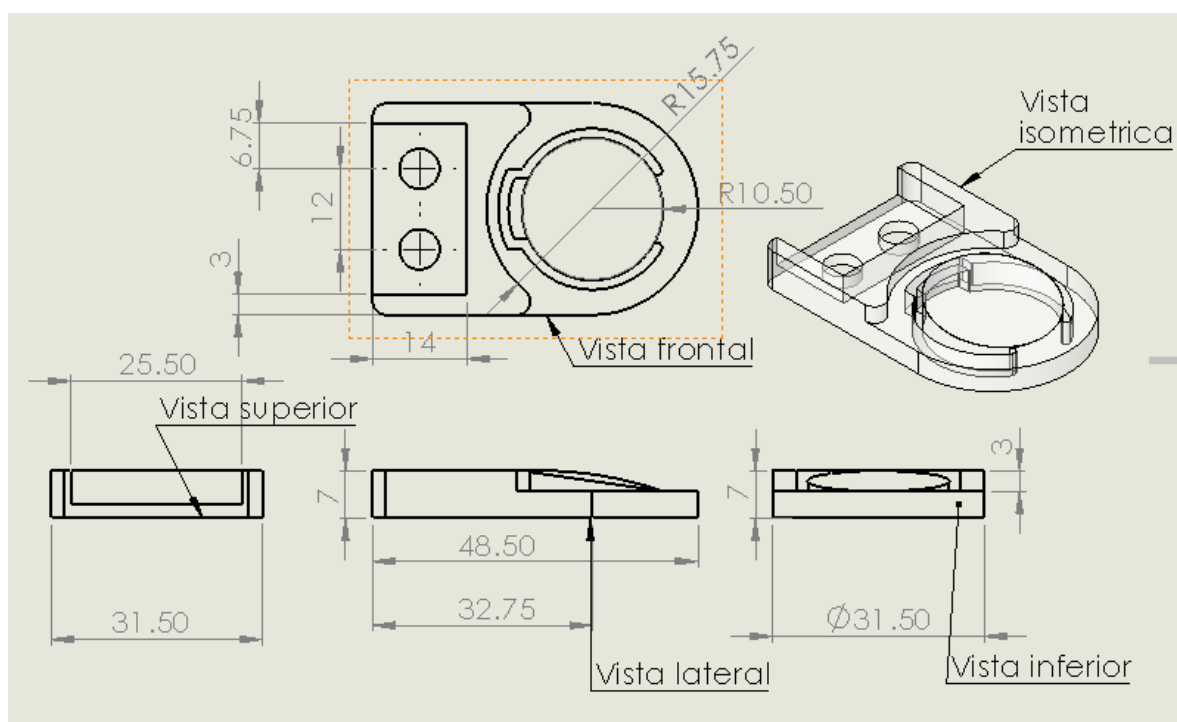
Anexo 4. Acople del motor



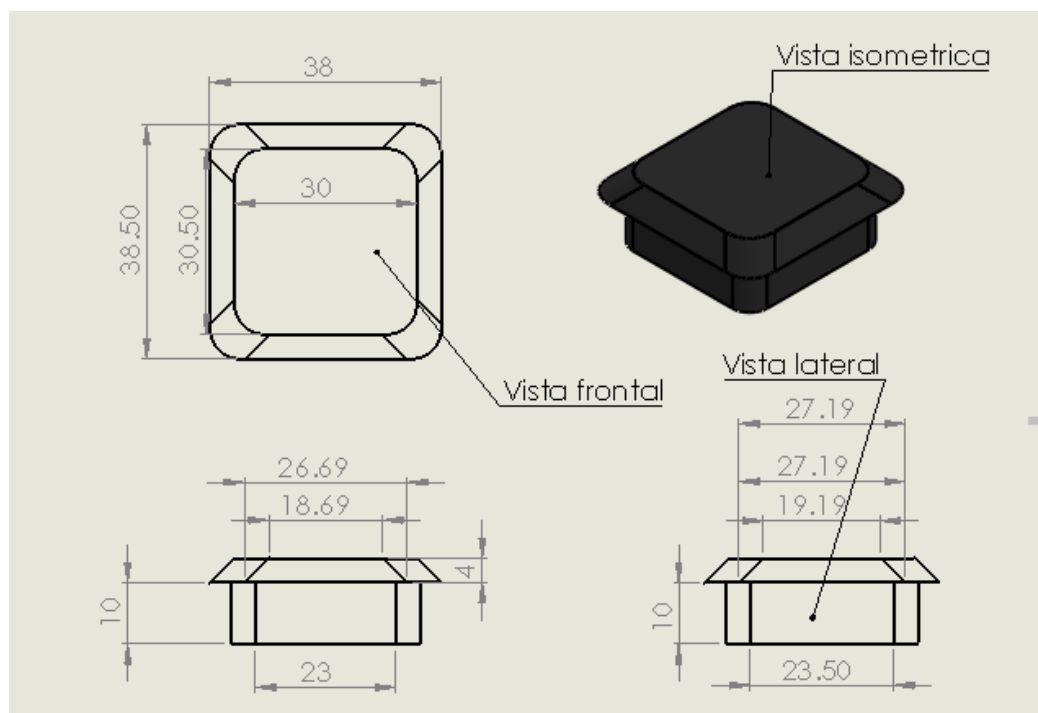
Anexo 5. Hebilla hembra



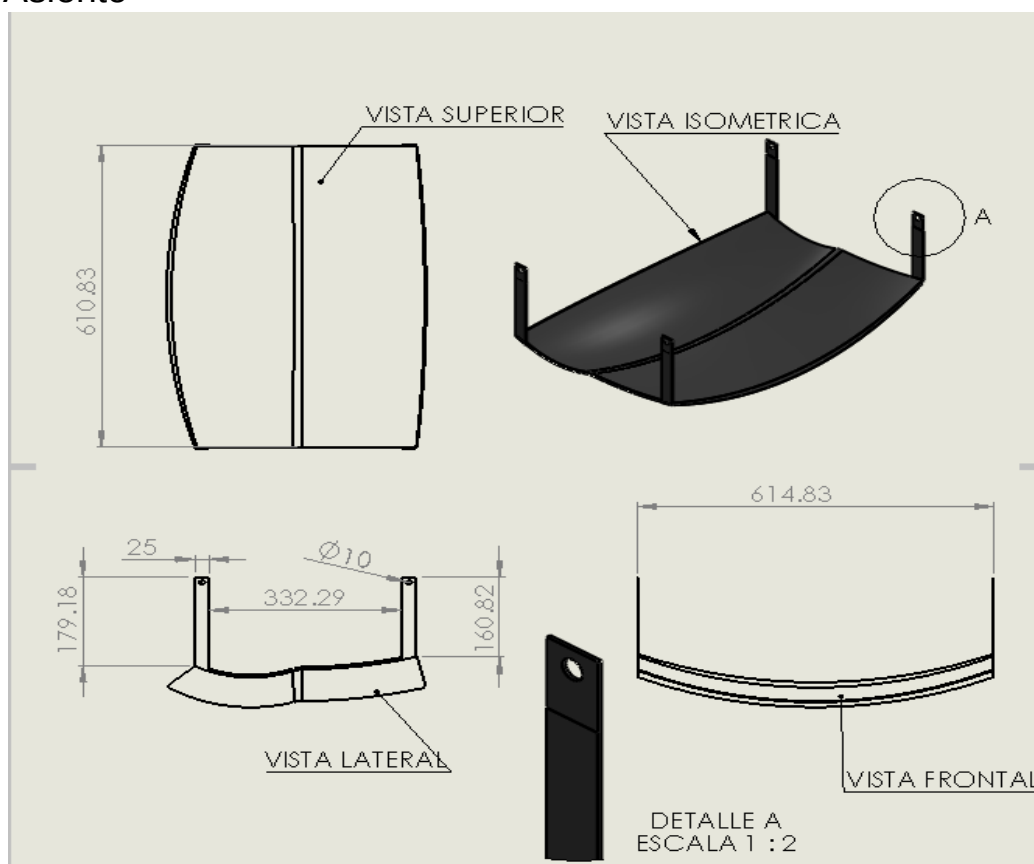
Anexo 6. Hebilla macho



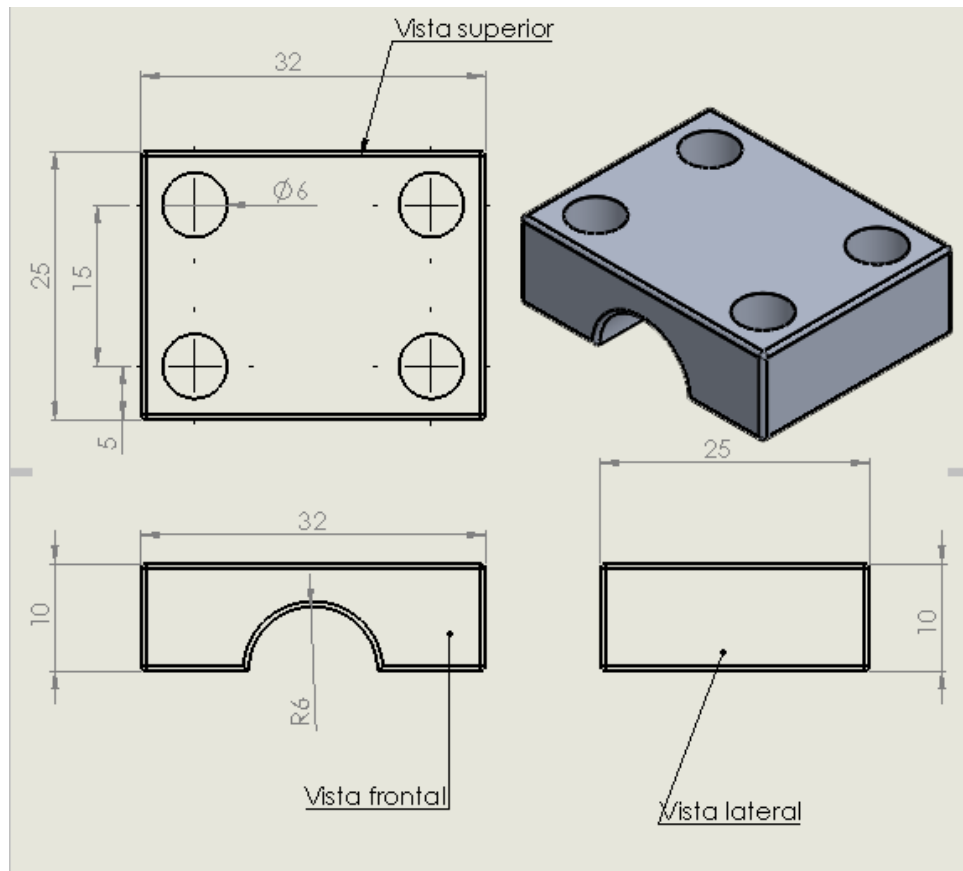
Anexo 7. Tapa para motor brushless



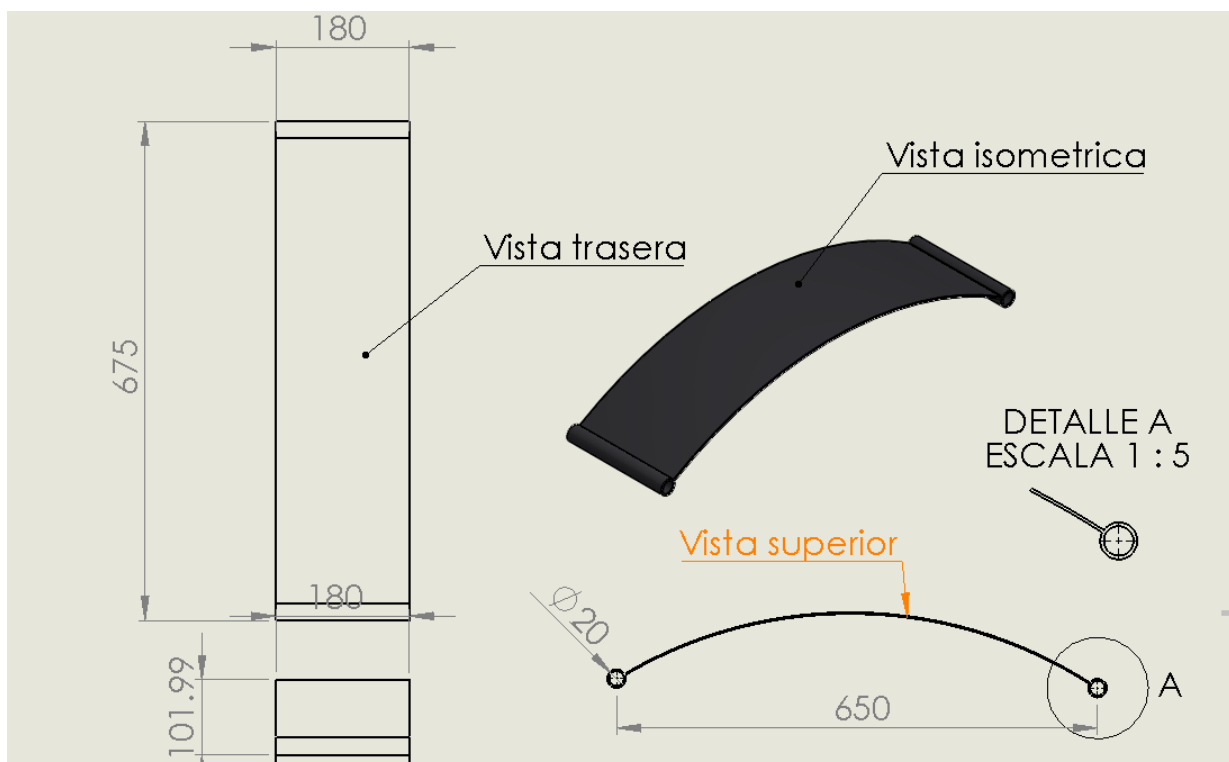
Anexo 8. Asiento



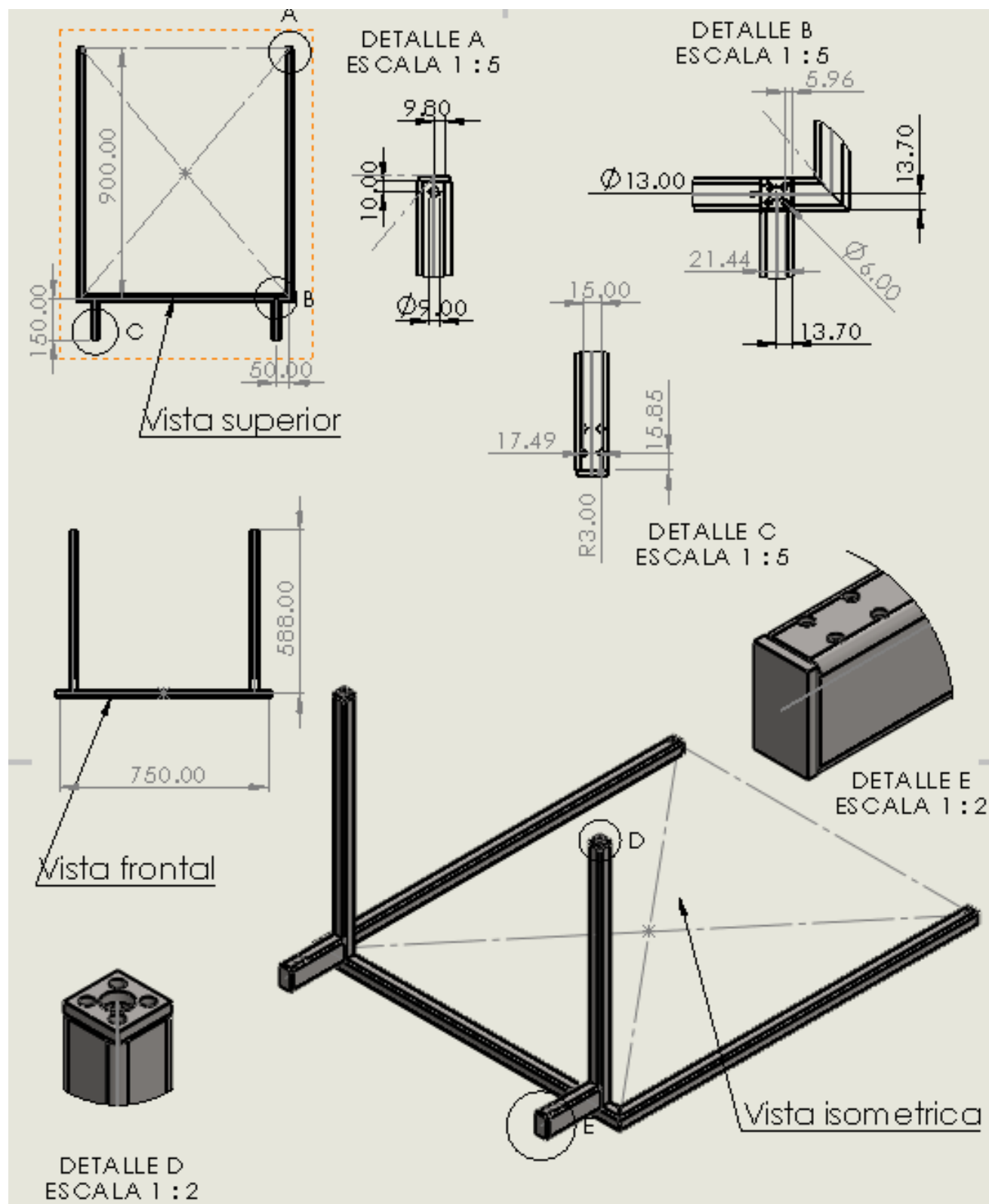
Anexo 9. Respaldo



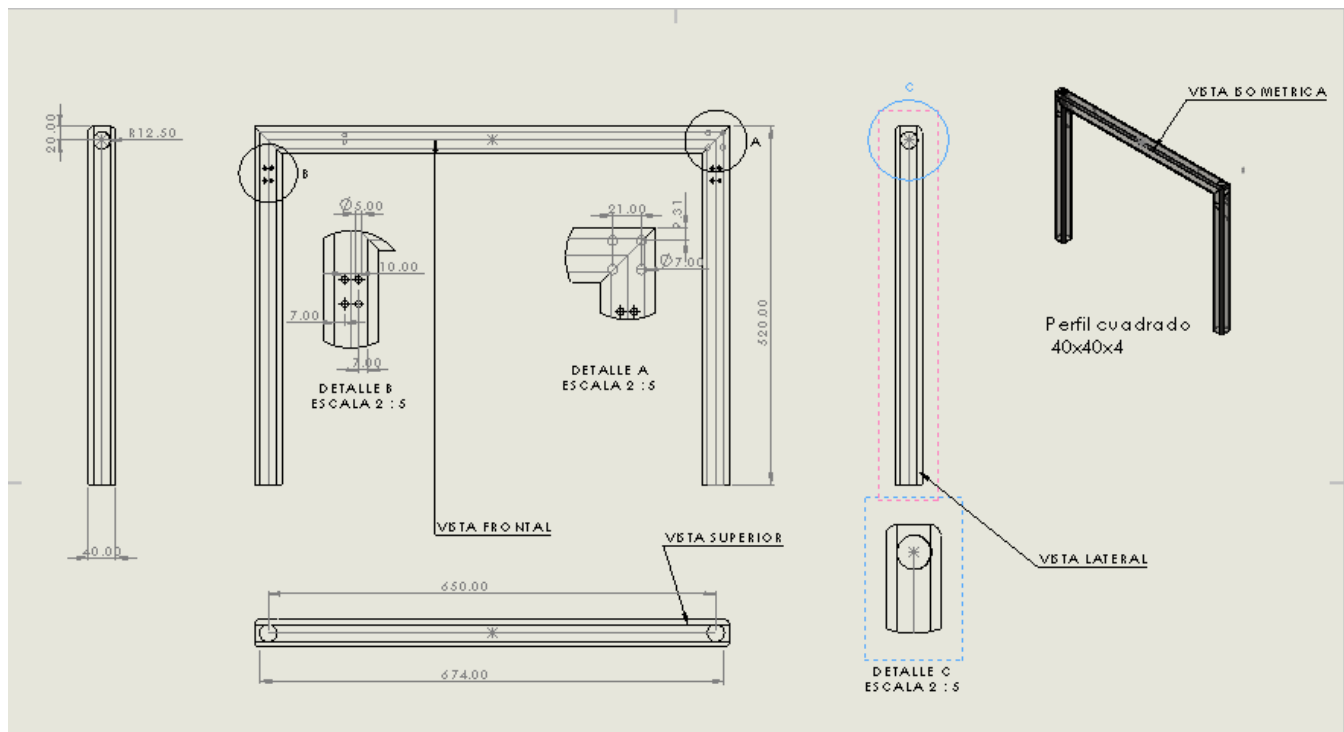
Anexo 10. Abrazadera de la llanta



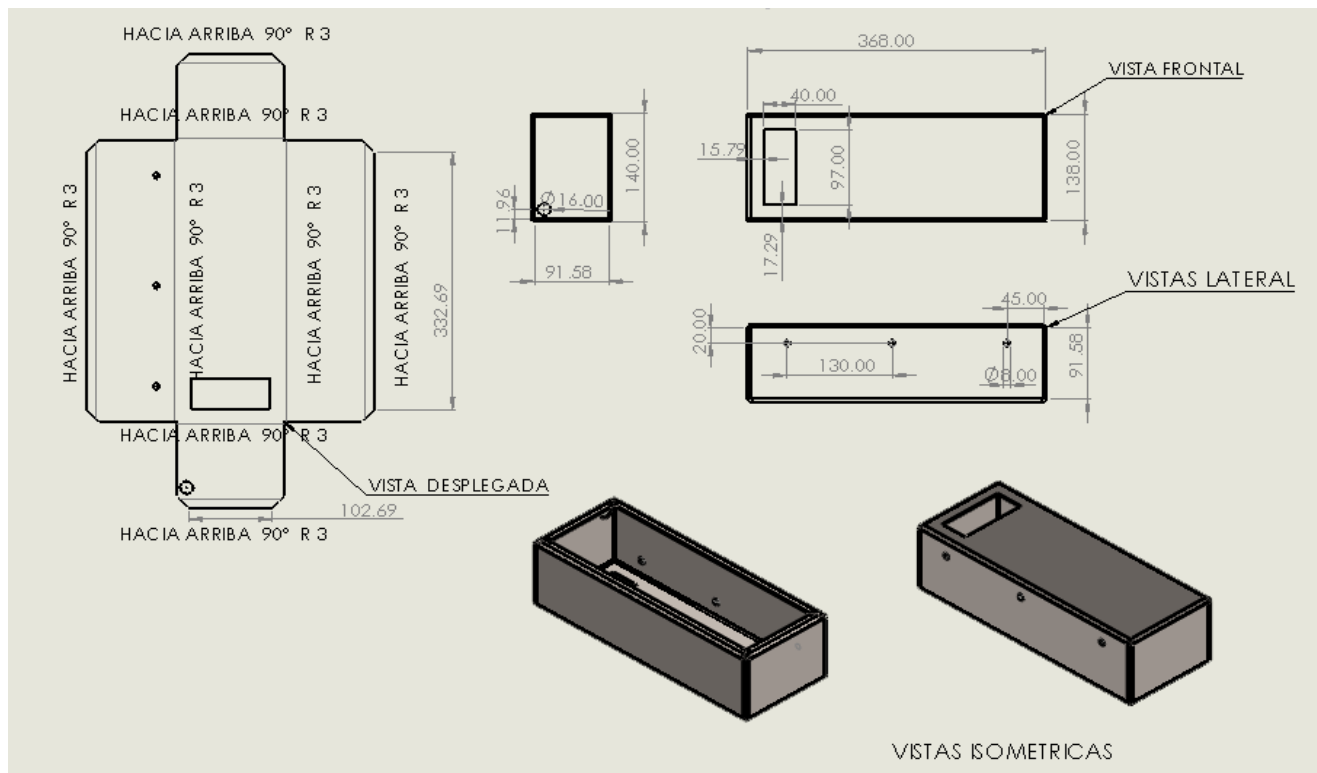
Anexo 11. Base de la estructura



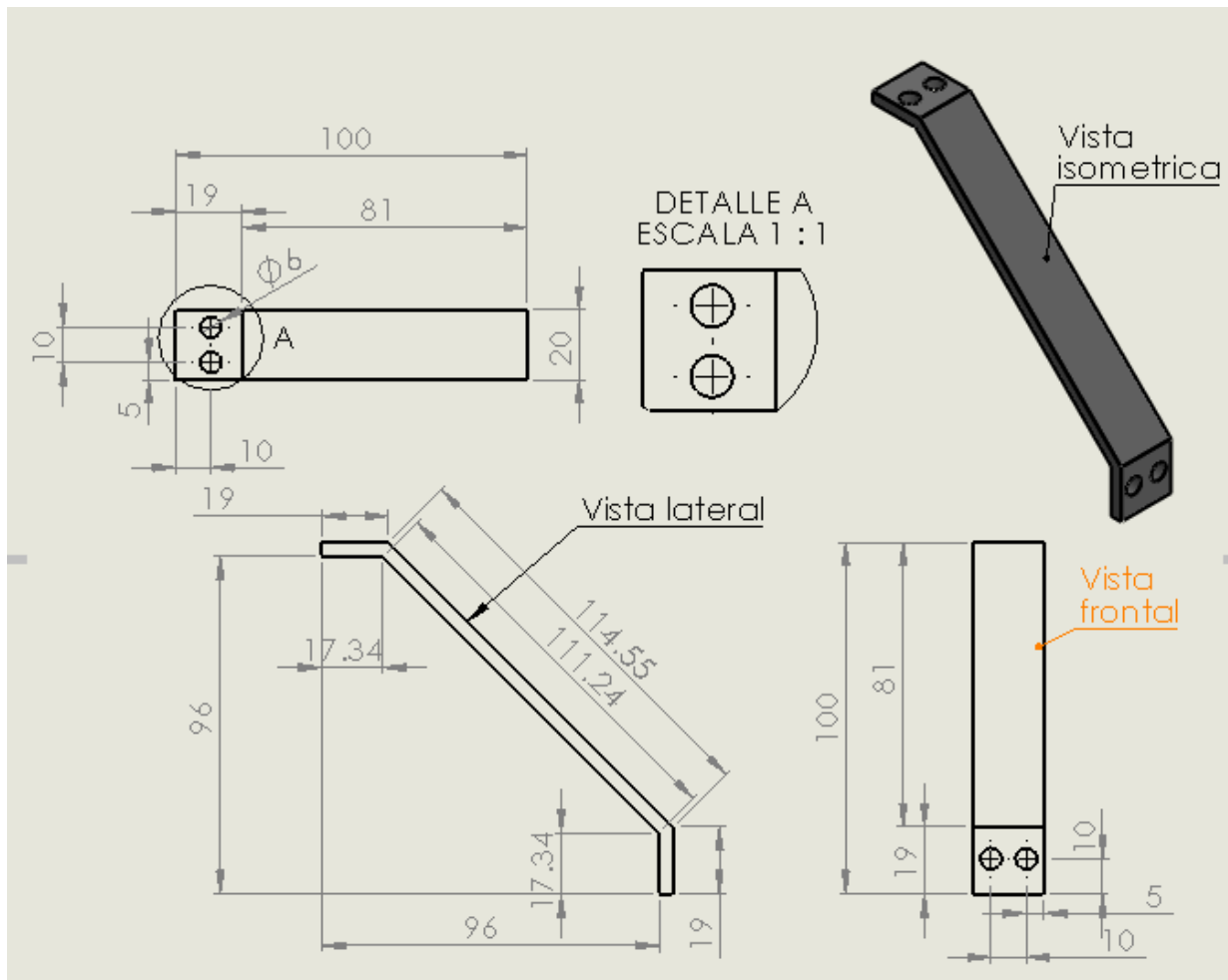
Anexo 12. Soporte



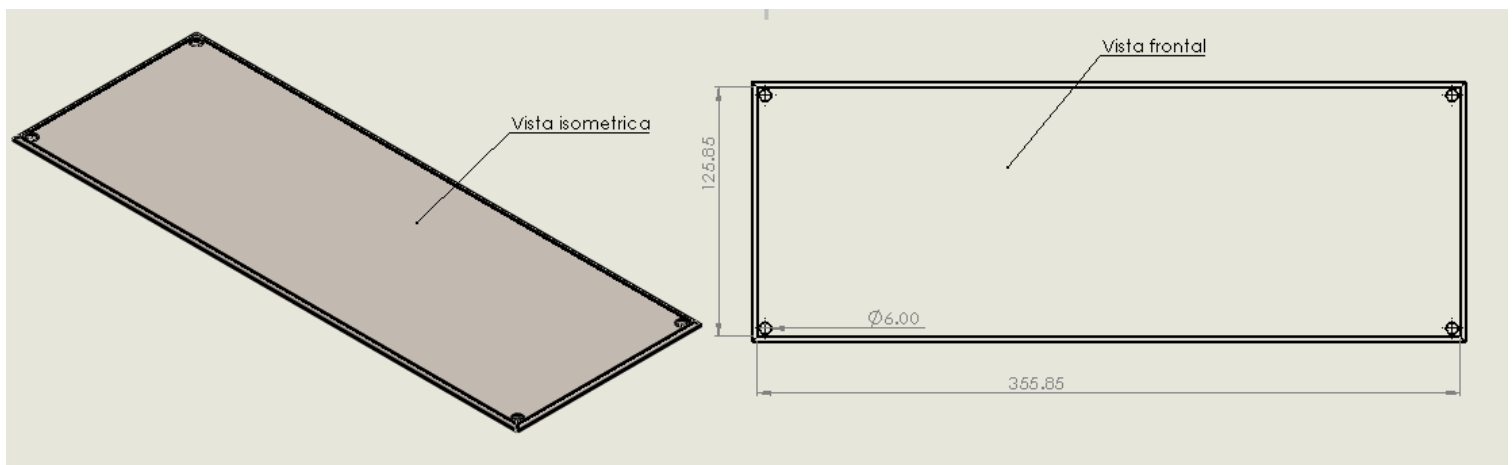
Anexo 13. Caja para componentes



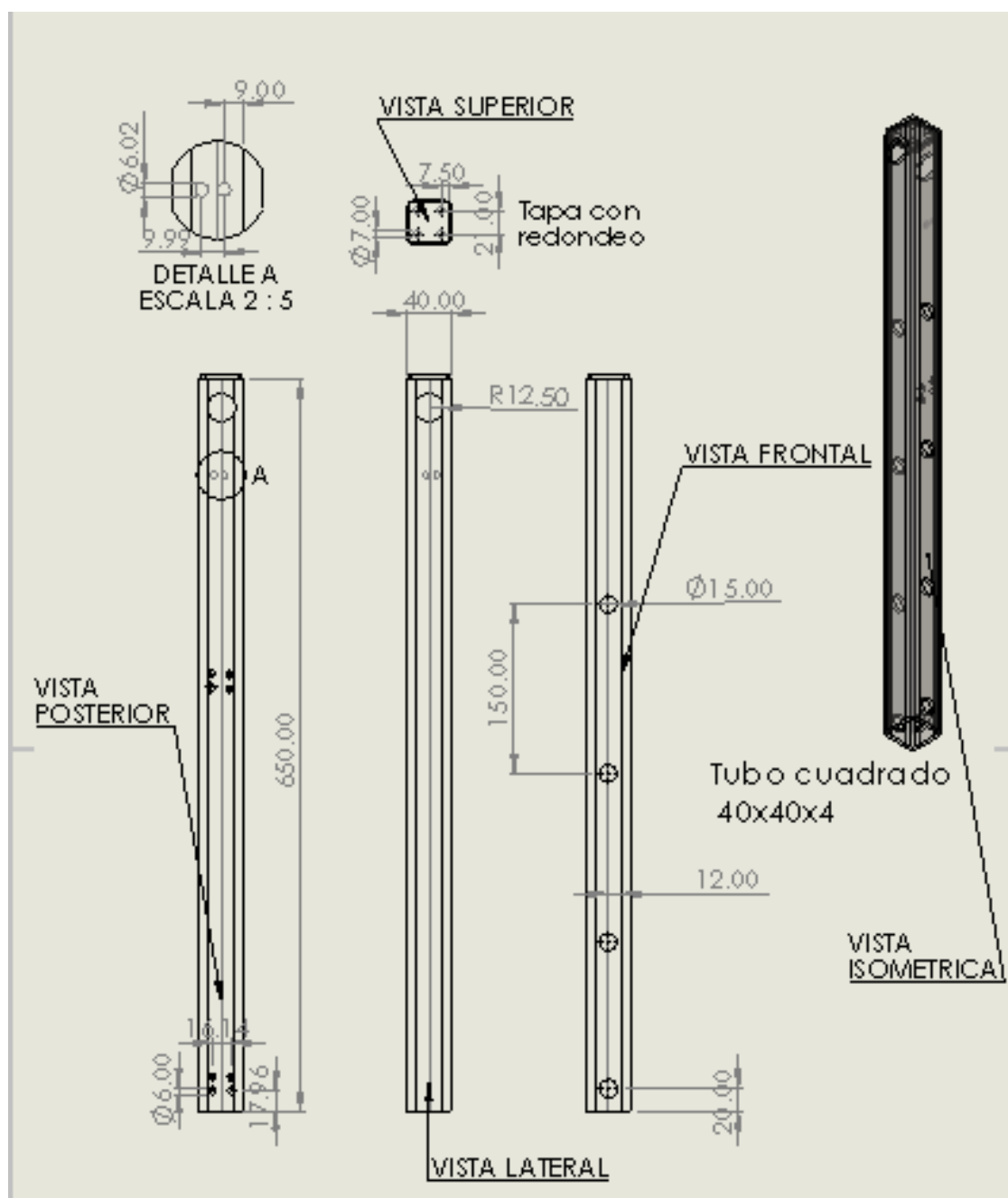
Anexo 14. Soporte de brazos superiores



Anexo 15. Tapa de caja componentes



Anexo 16. Soporte en columnas



Anexo 17. Análisis estático de desplazamiento para Aluminio aleación 6061. Como se puede observar (Figura 4.23) al aplicar una fuerza de 1200N la pieza empezó a deformarse, lo que da un soporte de tensión bajo para el que es requerido, teniendo esto en cuenta se decidió cambiar de material, ya que este no resistirá de la manera más eficiente.

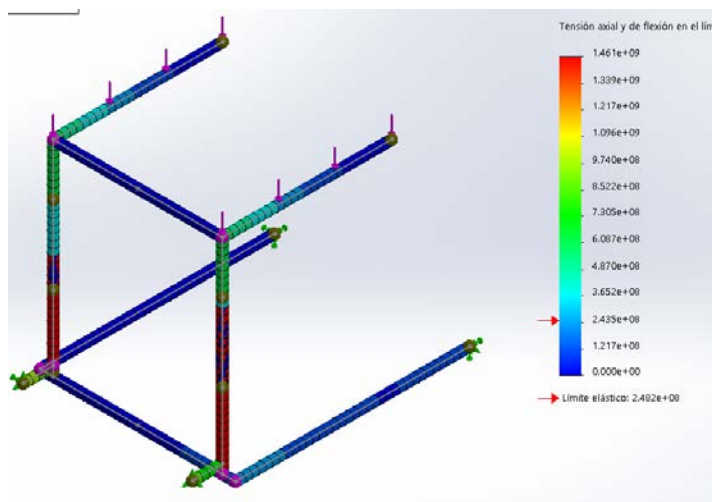


Figura 4.23 Análisis de desplazamiento aluminio 6061

Anexo 18. Análisis estático de desplazamiento para aluminio 3030-H12, como se puede notar en la (Figura 4.24), el material, no resultó ser apto para la selección de este, ya que al aplicarse una fuerza de 1200N, la pieza comenzó a deformarse, lo que provocaría un alto riesgo de accidente y aminorando la seguridad del prototipo.

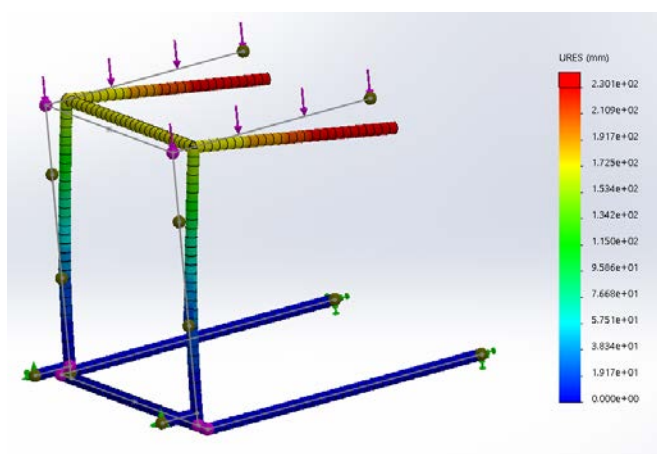


Figura 4.24 Análisis de desplazamiento aluminio 3003-H12

Anexo 19. El siguiente código de programación nos mostrara en una LCD cuanto carga le queda a la batería del prototipo, así como nos permite darle movimiento por medio de un joystick, esto para poder hacer que sea posible darle el desplazamiento que el paciente dese. Además se añadirá la PCB a utilizar (fig #).

```
#include <18f877a.h>
#device adc=10
#fuses
INTRC_IO,MCLR,NOWDT,NOPRO
TECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,P
LL1,CPUDIV1,NOVREGEN
#use delay (clock = 4000000)
#include <lcd.c>

float adc1; //variable para leer la
lectura del ejex
float adc2; //variable para leer la
lectura del ejeY
float adc3; //variable para leer la
lectura del voltaje
float ejex; //variable para
guardar la lectura del eje X
float ejey; //variable para
guardar la lectura del eje Y
float vacio; //variable para
guardar la lectura del adc

//Variables para promediar las
lecturas analógicas del sensor de
vacio
const int numLecturas = 10;
int lecturas[numLecturas];
int indiceLectura = 0;
int total = 0;
int promedio = 0;

//Leer voltaje restante en la
batería
float volt;
float voltage;
int barra;

//control de ruedas
int rueda_izq;
int rueda_der;
int movimiento;

void pantalla() { //imprimir info
en la pantalla

set_adc_channel(2); //lectura
para control del ejeY
delay_ms(10);
total = total -
lecturas[indiceLectura];
lecturas[indiceLectura] =
read_adc();
total = total +
lecturas[indiceLecturas];
indiceLectura = indiceLectura + 1;
if (indiceLectura >=
numLecturas){
indiceLectura = 0;
}
promedio = total/numLecturas;
vacio= promedio;

set_adc_channel(3); //lectura de
voltaje
delay_ms(10);
volt=read_adc();
voltaje = volt*(5.0 * 11/1023);
//para voltaje has 55 vcd
//Desplegar info de bateria en
pantalla
lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc,"Batería
%3.1f",voltaje);
barra = voltaje;
if((barra>20.00) &&
(barra<30.38)){ lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>30.38) &&
(barra<30.76)){ lcd_gotoxy(2,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>30.76) &&
(barra<31.14)){ lcd_gotoxy(3,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>31.14) &&
(barra<31.52)){ lcd_gotoxy(4,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>31.52) &&
(barra<31.90)){ lcd_gotoxy(5,2);
if((barra>31.90) &&
(barra<32.28)){ lcd_gotoxy(6,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>32.28) &&
(barra<32.66)){ lcd_gotoxy(7,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>32.66) &&
(barra<33.04)){ lcd_gotoxy(8,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>33.04) &&
(barra<33.42)){ lcd_gotoxy(9,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>33.42) &&
(barra<33.80)){ lcd_gotoxy(10,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>33.80) &&
(barra<34.18)){ lcd_gotoxy(11,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>34.18) &&
(barra<34.56)){ lcd_gotoxy(12,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>34.56) &&
(barra<34.94)){ lcd_gotoxy(13,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>34.94) &&
(barra<35.32)){ lcd_gotoxy(14,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>35.32) &&
(barra<35.70)){ lcd_gotoxy(15,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
if((barra>35.70) &&
(barra<36.50)){ lcd_gotoxy(16,2);
printf(lcd_putc,"8"); }
}

void main()
{
//iniciar el PWM
setup_ccp1(CCP_PWM);
setup_timer_2(T2_DIV_BY_4,249
,1);
setup_ccp2(CCP_PWM);
setup_timer_2(T2_DIV_BY_4,249
```

```

set_pwm1_duty(0);
set_pwm2_duty(0);

lcd_init(); //inicializamos la lcd//
printf(lcd_putc,"Convertidor");
delay_ms(1000);

setup_adc_ports(AN0_TO_AN3);
setup_adc(adc_clock_internal);//
Le indicamos que trabaje con el
reloj interno

for (int estaLectura = 0;
estaLectura < numLecturas;
estaLectura++)
    lecturas[estaLectura] = 0;

while(true)
{
//Control de dirección por
Joystick
set_adc_channel(0); //lectura
para control del ejeX
delay_ms(10);
adc1=read_adc();
ejex= adc1;

set_adc_channel(1); //lectura
para control del ejeY
delay_ms(10);
adc2=read_adc();
ejey= adc2;

//Sensor de vacio esta
pendiente.

//Desplegar info de bateria en
pantalla
pantalla();

//Control de motores de
movimiento por pwm
if (((ejex > 401) && (ejex < 699))
&& ((ejey > 401) && (ejey <
699)))
    movimiento = 0; //alto total
}
if ((ejex > 700) && (ejey > 700)){
    movimiento = 1; //adelante
}
if ((ejex < 400) && (ejey < 400)){
    movimiento = 2; //reversa
}
if ((ejex < 400) && (ejey > 700)){
    movimiento = 3; //giro izquierda
}

}
if ((ejex > 700) && (ejey < 400)){
    movimiento = 4; //giro derecha
}

switch(movimiento){
case(0):
    set_pwm1_duty(125);
    set_pwm2_duty(125);
    break;
case(1):
    set_pwm1_duty(150);
    set_pwm2_duty(150);
    break;
case(2):
    set_pwm1_duty(70);
    set_pwm2_duty(70);
    break;
case(3):
    set_pwm1_duty(150);
    set_pwm2_duty(70);
    break;
case(4):
    set_pwm1_duty(70);
    set_pwm2_duty(150);
    break;
}

```

BIBLIOGRAFÍA

Se muestra a continuación las
paginas citadas para tener la
información correcta, que nos lleva
a conocer el problema a fondo

Bibliography

- Borgues, J. L. (2018). *Nueva Ciudad*. Recuperado el 11 de Mayo de 2020, de Solamente Informacion: <https://www.nueva-ciudad.com.ar/notas/202001/42818-cuales-son-los-principales-obstaculos-para-personas-con-movilidad-reducida.html>
 - CDC. (28 de Diciembre de 2019). *CDC*. Recuperado el 11 de Mayo de 2020, de Discapacidades y la salud: <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/disabilityandhealth/disability-barriers.html>
 - digital, E. c. (19 de Febrero de 2019). La importancia de una buena grua para personas con problemas de movilidad. *La buena vida* .
 - Hedasa. (s.f.). *Hedasa Pro salud CEAT*. Recuperado el 11 de Mayo de 2020, de Gruas de transporte para personas con discapacidad: <https://www.hedasa.com/grua-para-personas-discapacitadas-ventajas/>
 - INEGI. (25 de Junio de 2010). *INEGI*. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de Discapacidad: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx>
 - ISO. (2014). *ISO 7176-1*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7176:-1:ed-3:v1:en>
 - Jimenez, L. (14 de Noviembre de 2013). *La salud de todos*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de Movilidad Reducida: <https://www.minsalud.gov.co/Lists/Glosario/DispForm.aspx?ID=40&ContentTypeId=0x0100B5A58125280A70438C1258>
 - López, M. L. (2017). *Limitaciones en la movilidad*. España: Tecnographic, S.L. .
 - OMS. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad*. Suiza: Organizacion Mundial de la Salud.
 - ONG. (2017). *Cilsa ONG*. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de Discapacidad: <https://desarrollarinclusion.cilsa.org/di-capacidad/de-que-hablamos-cuando-hablamos-de-discapacidad/>
 - Pina, J. (5 de Enero de 2020). *Ortopedia en Casa*. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de Grúas hospitalarias y domiciliarias: <https://ortopediaencasa.com/gruas-discapacitados-270>
 - SEDESOL. (2016). *Situacion sobre la persionas con discapacidad*. Mexico: SEDESOL.
-