



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MECANISMO DE ASIENTO DE
COPILOTO GIRATORIO ELECTRICO PARA PERSONAS CON
MOVILIDAD REDUCIDA, ACOPLADO A UNA CAMIONETA MAZDA
BT-50”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para otorgar el grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

DANNY ESTUARDO PAREDES CRUZ
RONI ALEJANDRO URQUIZO TINUCO

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MECANISMO DE ASIENTO DE
COPILOTO GIRATORIO ELECTRICO PARA PERSONAS CON
MOVILIDAD REDUCIDA, ACOPLADO A UNA CAMIONETA MAZDA
BT-50”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para otorgar el grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: DANNY ESTUARDO PAREDES CRUZ

RONI ALEJANDRO URQUIZO TINUCO

DIRECTOR: Ing. CELIN ABAD PADILLA PADILLA

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Danny Estuardo Paredes Cruz, Roni Alejandro Urquizo Tinuco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Nosotros, Danny Estuardo Paredes Cruz y Roni Alejandro Urquizo Tinuco, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticas. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 18 de marzo del 2022



Danny Eduardo Paredes Cruz

172726116-4



Roni Alejandro Urquizo Tinuco

060511116-0

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECANICA

CARRERA INGENIERIA AUTOMOTRIZ

El Tribunal de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MECANISMO DE ASIENTO DE COPILOTO GIRATORIO ELECTRICO PARA PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA, ACOPLADO A UNA CAMIONETA MAZDA BT-50**, realizado por los señores: **DANNY ESTUARDO PAREDES CRUZ, RONI ALEJANDRO URQUIZO TINUCO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Javier José Gavilanes Carrión
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2022-03-18

Ing. Celin Abad Padilla Padilla
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION



2022-03-18

Ing. Edison Patricio Abarca Pérez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



2022-03-18

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con el alma, corazón y vida a:

Mi madre que me ha apoyado en los momentos complicados de la vida y de mi carrera, y con su ayuda y amor siempre he podido superar mis dificultades, a mi padre que ha sido un ejemplo de lucha y sacrificio para alcanzar todas mis metas en la vida y me ha enseñado muchos valores como la humildad y la responsabilidad, a todos mis hermanos por su constante apoyo y por considerarme como un buen ejemplo de superación para mis sobrinos.

Urquizo Tinuco Roni Alejandro

La presente tesis fruto de mi dedicación y esfuerzo va dedicado con mucho amor y respeto a mis padres, que con su lucha incansable de dar un futuro mejor a sus hijos han realizado muchos sacrificios, a mi hermano quien me ha transmitido la valentía y perseverancia para alcanzar mis sueños. Su apoyo ha sido fundamental para lograr la culminación de mi carrera universitaria.

Paredes Cruz Danny Estuardo

AGRADECIMIENTO

Como un gigantesco testimonio de gratitud y un eterno reconocimiento, por el apoyo constante que siempre me han brindado mi padre, Pedro, mi madre, María y todos mis hermanos, el cual ha sido mi gran soporte y razón muy importante para lograr culminar mi carrera profesional, significando para mí como la mejor de las herencias. Con mucho respeto y admiración.

Urquizo Tinuco Roni Alejandro

En primer lugar, a Dios por brindarme la sabiduría para llegar a alcanzar mis metas y objetivos, a mis padres Ángel y Ximena, por haber plantado en mi la semilla de la responsabilidad, respeto, honestidad y perseverancia, a mi hermano Eder, quien ha venido siendo mi apoyo en los momentos más difíciles, gracias familia por brindarme su apoyo en los momentos adversos y acertados de mi vida.

A mi director de tesis Ing. Patricio Abarca y asesor Ing. Celin Padilla, por brindarme el apoyo y enseñanzas plasmadas en este documento.

Paredes Cruz Danny Estuardo

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE GRAFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo general.....</i>	<i>5</i>
1.4.2. <i>Objetivos específico.....</i>	<i>5</i>
2. CAPITULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1. Estado del arte:	6
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. <i>Discapacidad</i>	<i>9</i>

2.2.2. Tipos de discapacidad	10
2.2.2.1. <i>Discapacidad física</i>	10
2.2.2.2. <i>Discapacidad sensorial</i>	10
2.2.2.3. <i>Discapacidad intelectual</i>	10
2.2.2.4. <i>Discapacidad psíquica</i>	10
2.2.3. Discapacidad en el Ecuador	11
2.2.4. Discapacidad en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo	11
2.2.5. Vehículo Pick Up-Mazda BT-50	12
2.2.6. Asociación de Familiares de Personas Excepcionales de Chimborazo (AFAPECH)	13
2.2.7. Asientos de potencia	14
2.2.8. Accesibilidad	15
2.2.9. Tecnología adaptada al asiento del vehículo	15
2.2.10. Asiento giratorio	16
2.2.11. Asiento giratorio y extraíble	16
2.2.12. Silla de ruedas acoplable al asiento	17
2.2.13. Componentes que permiten combinar los sistemas mecánicos con los electrónicos	18
2.2.13.1. <i>Interruptores de control</i>	18
2.2.13.2. <i>Tipos de interruptores de control</i>	18
2.2.13.3. <i>Relé</i>	19
2.2.13.4. <i>Tipos de relés</i>	20
2.2.13.5. <i>Relé automotriz</i>	21
2.2.13.6. <i>Motor eléctrico</i>	21
2.2.14. Tornillo sin fin o de potencia	22

3.	CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	25
3.1.	Diagrama de etapas del proyecto	25
3.1.1.	<i>Estudio de necesidades del usuario (Casa de calidad).....</i>	26
3.2.	Metodología de investigación a realizar.....	27
3.2.1.	<i>Tipo de estudio aplicado.</i>	27
3.2.2.	<i>Diseño conceptual del proyecto</i>	27
3.2.3.	<i>Métodos aplicados para el desarrollo del proyecto.....</i>	27
3.2.3.1.	<i>Investigación bibliográfica.....</i>	27
3.2.3.2.	<i>Método analítico.....</i>	28
3.2.3.3.	<i>Método experimental</i>	28
3.2.3.4.	<i>Método lógico.....</i>	28
3.3.	Desarrollo del proyecto	28
3.3.1.	<i>Cronograma (Planificación de actividades).....</i>	29
3.3.2.	<i>Recursos y materiales</i>	30
3.3.2.1.	<i>Presupuesto.....</i>	30
3.3.2.2.	<i>Talento Humano</i>	31
3.3.2.3.	<i>Equipos materiales</i>	32
3.3.3.	<i>Desarrollo del proyecto.....</i>	34
3.3.3.1.	<i>Bosquejo del proyecto.....</i>	35
3.3.3.2.	<i>Simulación</i>	37
3.3.1.1.	<i>Parámetros del diseño del sistema de transmisión piñón-cremallera.....</i>	41
3.3.1.2.	<i>Selección del motor para el sistema piñón-cremallera.....</i>	45

3.3.1.3.	<i>Criterio de selección para el sistema piñón-cremallera.....</i>	47
3.3.1.4.	<i>Selección del motor de giro del asiento.....</i>	51
3.3.3.3.	<i>Selección de materiales.....</i>	55
3.3.3.5.	<i>Presentación final.....</i>	64
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	66
4.1.	Obtención de resultados.....	66
4.1.1.	<i>Resultados del análisis estático mediante el software ANSYS.....</i>	66
4.1.2.	<i>Resultados de la aplicación de la teoría de falla estática del prototipo.....</i>	69
4.2.	Análisis de resultados.....	76
4.2.1.	<i>Deformación total.....</i>	76
4.2.2.	<i>Esfuerzo equivalente.....</i>	77
4.2.3.	<i>Factor de Seguridad (FDS).....</i>	78
4.1.	Velocidad de avance del sistema piñón-cremallera.....	63
4.2.4.	<i>Comparación de resultados.....</i>	78
4.3.	Pruebas de funcionamiento.....	79
	CONCLUSIONES.....	66
	RECOMENDACIONES.....	67
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Estructura de las demandas del cliente	7
Tabla 1-3: Cronograma de actividades del proyecto semanas por mes.	29
Tabla 2-3: Gatos directos del proyecto	30
Tabla 3-3: Gastos Indirectos del proyecto.....	31
Tabla 4-3: Gastos totales del proyecto	31
Tabla 5-3: Talento humano que interviene en el proyecto de titulación	31
Tabla 6-3: Equipos y materiales del prototipo	34
Tabla 7-3: Características de las alternativas de diseño del prototipo	35
Tabla 8-3: Materiales usados en la construcción del prototipo	55
Tabla 9-3: Composición química acero ASTM-A36	55
Tabla 10-3: Propiedades Acero ASTM - A36.....	56
Tabla 11-3: Propiedades AW 5086	56
Tabla 12-3: Propiedades AISI 316L	57
Tabla 13-3: Propiedades Plástico ABS	58
Tabla 1-4: Comparación de los resultados obtenidos tanto de manera analítica, como mediante el software CAE	78
Tabla 2-4: Resultados de la prueba de funcionamiento en persona que usa silla de ruedas	80
Tabla 3-4: Resultados de la prueba de funcionamiento en persona que usa andador	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Dispositivo de giro para asiento.....	9
Figura 2-2: Dimensiones del vehículo modelo Mazda BT-50.....	13
Figura 3-2: Grupo de padres de familia fundadores de AFAPECH.....	14
Figura 4-2: Asiento de potencia acompañante delantero.....	15
Figura 5-2: Asiento giratorio eléctrico para conductor.....	16
Figura 6-2: Asiento giratorio y extraíble para pasajero.....	17
Figura 7-2: Silla de ruedas acoplable al asiento del vehículo.....	17
Figura 8-2: Pulsador normal o de una vía.....	18
Figura 9-2: Pulsador de dos vías.....	19
Figura 10-2: Conmutadores de regulación dobles.....	19
Figura 11-2: Relé tipo armadura.....	20
Figura 12-2: Relé de núcleo móvil.....	21
Figura 13-2: Relé automotriz.....	21
Figura 14-2: Motor Eléctrico de corriente directa (DC).....	22
Figura 15-2: Geometría del tornillo sin fin.....	23
Figura 16-2: Estructura de un tornillo sin fin.....	23
Figura 1-3: Diagrama de flujo para la construcción del prototipo de asiento giratorio.....	25
Figura 2-3: Sistema Tobogán eléctrico.....	32
Figura 3-3: Soporte giratorio manual.....	33
Figura 4-3: Sistema piñón-cremallera.....	33
Figura 5-3: Bosquejo alternativa 1.....	36
Figura 6-3: Bosquejo asiento giratorio eléctrico alternativa 2.....	36
Figura 7-3: Motores para desplazamiento lineal (Rieles de tobogán- motor de plumas).....	38

Figura 8-3: Motor giratorio.....	38
Figura 9-3: Ubicación de motor giratorio	39
Figura 10-3: Ubicación de motor de desplazamiento horizontal	39
Figura 11-3: Piñón de 9 dientes y cremallera	40
Figura 12-3: Rieles de desplazamiento hacia el exterior del habitáculo	40
Figura 13-3: Ensamble del mecanismo.....	41
Figura 14-3: Proceso de movimientos del mecanismo	41
Figura 15-3: Piñón diseñado	42
Figura 16-3: Cremallera diseñada.....	44
Figura 17-3: Carga a soportar por parte del motor.....	46
Figura 18-3: Diagrama de cuerpo libre del carro desplazable	46
Figura 19-3: Diagrama de cuerpo libre del sistema piñón cremallera	49
Figura 20-3: Dimensiones del diente del piñón	49
Figura 21-3: Carga de los elementos que influyen para el motor de giro	53
Figura 22-3: Diagrama de cuerpo libre para el soporte de giro	53
Figura 23-3: Tobogán eléctrico para trabajar.....	59
Figura 24-3: Acoplamiento del soporte a la base del tobogán eléctrico	59
Figura 25-3: Perforación de soporte o plancha rectangular	60
Figura 26-3: Acoplamiento del segundo motor eléctrico.....	60
Figura 27-3: Unión del sistema para la rotación del asiento.....	60
Figura 28-3: Reforzado del soporte rectangular y unión de una base circular.....	60
Figura 29-3: Soporte para la transmisión de movimiento rotacional	62
Figura 30-3: Implementación del conjunto de carriles y sistema de piñón cremallera.....	63
Figura 31-3: Acabados del asiento y acoplamiento al vehículo.....	63
Figura 32-3: Control para los movimientos del mecanismo	64
Figura 33-3: Ensamble del mecanismo en la camioneta Mazda BT-50.....	65

Figura 1-4: Análisis estructural ANSYS.....	66
Figura 2-4: Masa del prototipo diseñado (Entorno Software SolidWorks)	70
Figura 3-4: Proceso de ingreso al interior del habitáculo (persona en silla de ruedas).....	79
Figura 4-4: Proceso de ingreso al interior del habitáculo (persona con andador).....	80

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-2: Porcentajes de los diferentes tipos de discapacidad en el Ecuador.....	11
Gráfico 2-2: Porcentajes de los diferentes tipos de discapacidad en Riobamba	12
Gráfico 1-3: Casa de la calidad sobre el proyecto.....	26
Gráfico 2-3: Diagramas sobre el comportamiento del diente del piñón.....	50
Gráfico 1-4: Análisis estructural del prototipo de asiento giratorio-Ansys.....	67
Gráfico 2-4: Ponderaciones de calidad del mallado – Ansys.....	67
Gráfico 3-4: Mallado del prototipo de asiento giratorio	68
Gráfico 4-4: Asignación de soportes y fuerza en el mecanismo	68
Gráfico 5-4: Medidas de las distancias consideradas para la aplicación de la teoría de falla estática. .	69
Gráfico 6-4: Diagramas de carga, fuerza cortante y momento.....	72
Gráfico 7-4: Diseño del prototipo desplazado completamente.	75
Gráfico 8-4: Valor de mallado	76
Gráfico 9-4: Deformación total - Ansys.....	77
Gráfico 10-4: Esfuerzo equivalente del mecanismo – Ansys.....	77
Gráfico 11-4: Factor de seguridad del mecanismo - Ansys	78

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Manual de mantenimiento del prototipo
- ANEXO B:** Toma de medidas de asiento de copiloto Mazda BT-50
- ANEXO C:** Selección de materiales SolidWorks
- ANEXO D:** Estudio de movimientos del mecanismo diseñado
- ANEXO E:** Mecanismo completo ensamblado en la camioneta Mazda BT-50
- ANEXO F:** Manual de operación del mecanismo
- ANEXO G:** Especificaciones técnicas del Tobogán eléctrico para asiento
- ANEXO H:** Especificaciones técnicas del motor de actuador de giro del asiento
- ANEXO I:** Especificaciones técnicas del motor de actuador del sistema piñón-cremallera
- ANEXO J:** Modelo de vehículo utilizado modelo Pick Up-Mazda BT-50
- ANEXO K:** Datos técnicos del vehículo Utilizado
- ANEXO L:** Tabla de valores de coeficientes

RESUMEN

Se plantea la construcción de un mecanismo que pueda reducir el esfuerzo físico causado en las personas con movilidad reducida al entrar o salir de un vehículo, para dicha construcción se tomó en cuenta las necesidades de los usuarios las cuales fueron analizadas en función de la casa de calidad, estableciendo las prioridades en cuanto a los requerimientos que sean necesarios para facilitar el acceso al asiento de copiloto de una camioneta Mazda BT-50. Para la construcción del mecanismo se consideró la utilización de un acero ASTM A36, el cual por sus propiedades brinda una facilidad en cuanto a su soldabilidad. En cuanto a la construcción del mecanismo se lo diseñó en software CAD, mediante el análisis de elementos finitos se obtuvo los resultados de deformación y esfuerzo que el mecanismo soportará, este análisis se lo considera bueno en base a su mallado y factor de seguridad obtenido. En las pruebas de funcionamiento realizado se pudo evidenciar que los movimientos de desplazamiento y giro comandados por el control instalado en el mecanismo se generan de manera óptima en el interior del habitáculo de la camioneta Mazda BT-50, adaptándose a los diferentes usuarios que usan el mecanismo. Se concluye que el mecanismo es eficiente en cuanto a su funcionamiento, no obstante, se presenta una variación de velocidades de los movimientos que el mecanismo realiza, por lo cual se recomienda en lo posible reducir su tamaño, así como también tomar en cuenta el uso de materiales de mejor calidad y con menor peso, motores con mejores características en cuanto a potencia y fuerza para que el prototipo brinde mejores prestaciones en cuanto a funcionamiento al momento de realizar su respectivo acoplamiento en vehículos tipo sedan, pick up, etc.

PALABRAS CLAVE: <ASIENTO GIRATORIO ELECTRICO>, <MAZDA BT-50>, <ASIENTO DE COPILOTO>, <MECANISMO>, <CONSTRUCCION>, <TRASLADO>, <SILLA DE RUEDAS>, <MOVILIDAD REDUCIDA>.

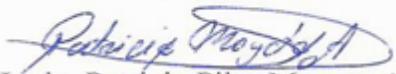
0890-DBRA-UPT-2022



SUMMARY

In this work was proposed the construction of a mechanism that can reduce the physical effort caused by people with reduced mobility when getting into or getting out of a vehicle. The needs of the users were taken into account for this construction, which was analyzed based on the quality rate, highlighting the priorities in terms of the requirements to facilitate access to the passenger seat of a Mazda BT-50 pickup. The use of ASTM A36 steel was demonstrated for the construction of the mechanism. Due to its properties, providing ease in terms of its weldability. Regarding the construction of the mechanism, it was designed in CAD software. Through the analysis of finite elements, the results of deformation and strain that the mechanism will support were obtained. This analysis is considered good based on its meshing and safety factor obtained. In the performance tests carried out, it was possible to show that the displacement and rotation movements commanded by the control installed in the mechanism are optimally generated inside the passenger compartment of the Mazda BT-50 truck, adapting to the different users who use the system mechanism. It is concluded that the mechanism is efficient in terms of its operation. However, there is a variation in speed of the movements carried out by the mechanism. Therefore, it is recommended to reduce its size as much as possible, as well as to take into account the use of better quality materials, and with less weight, engines with better characteristics in terms of power and strength so that the prototype provides better performance in terms of operation at the time of making its respective hook in vehicles such as sedans, pickups, etc.

Keywords: <ELECTRIC SWIVEL SEAT> < MECHANISM CONSTRUCTION> <PEOPLE WITH REDUCED MOBILITY> < WHEELCHAIR> < SAFETY FACTOR>.



Lcda. Patricia Pilar Moyota Amaguaya Mgs.

C.C. 06036101-3

INTRODUCCIÓN

Las personas con movilidad reducida enfrentan en su día a día una problemática con respecto al desplazamiento de un lugar a otro, la falta de espacios públicos adecuados para su movilización, el irrespeto a las señales de tránsito por parte de conductores, así como las múltiples dificultades que afrontan al momento de ingresar y salir de un vehículo automotor, son algunas de las variantes que impiden desarrollar con normalidad las labores diarias de estas personas y sus acompañantes en casos necesarios (Huerta 2006, p.21).

El estado ecuatoriano establece en su Norma Técnica 2292:2009, que en los diferentes medios de transporte se deben cumplir una serie de requisitos, en los cuales se destaca el libre acceso como prioridad de las personas con discapacidades y movilidad reducida, a estos medios de transporte, contando con áreas específicas para las personas en mención.

En el ámbito de la movilidad de personas discapacitadas, es importante hablar de las adaptaciones realizadas a vehículos, dentro de estas adaptaciones encontramos: ranflas para sillas de ruedas, asientos giratorios, asientos giratorios y extraíbles, silla de ruedas acoplables al asiento, etc. Estas modificaciones permiten a las personas con movilidad reducida reducir los esfuerzos causados al momento de acceder a un vehículo.

Las creaciones de modificaciones en automóviles en el Ecuador son escasas en relación a la cantidad de autos existentes en el país, la mayor parte de automóviles con modificaciones para discapacitados vienen al mercado ecuatoriano mediante importaciones directas, dichas importaciones cuentan con un descuento o exoneración de impuestos, lo cual lo hace más atractivo realizar una modificación en el país, por tal razón se presenta la alternativa de desarrollar un prototipo de asiento giratorio eléctrico, el cual permitirá acceder y salir de un vehículo de forma segura y reduciendo los esfuerzos causados en comparación a otros sin las adaptaciones necesarias para las personas con movilidad reducida.

1. CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En el país de acuerdo con el CONADIS, existen alrededor de 473 336 personas con algún tipo de discapacidad, de este número total de personas con discapacidad el 45, 91% (216 479 personas) corresponde a personas con movilidad física reducida (CONADIS 2021).

Siguiendo con estas cifras, apenas 3 498 personas con discapacidad cuentan con el identificativo vehicular por tipo de discapacidad y en cuanto a personas con movilidad física reducida se refiere su porcentaje es el más alto dentro de este tipo de beneficio vehicular con el 66,27% (2 318 personas) (CONADIS 2020). Relacionando datos del CONADIS y de ASODICH, en la provincia de Chimborazo existen 5 557 personas con discapacidad física lo cual representa el 2,57 % de la totalidad del país.

La discapacidad o movilidad limitada es un factor problemático que reduce en cierta medida las actividades que una persona puede realizar, e incluso tareas sencillas como movilizarse de un lugar a otro o el hecho de acceder a un vehículo o transporte público por sí sola ya que requieren de la ayuda de otras personas o a la vez de algún tipo de mecanismo o sistema de traslado. Entre las diversas tareas que comprometen ejemplos concretos de la vida diaria, el acceso a un vehículo es considerado un problema debido a la estrechez de la abertura, la altura del asiento y la altura del suelo del coche.

En las últimas décadas se han aprobado leyes nacionales e internacionales para mejorar la movilidad de los usuarios de sillas de ruedas y personas con movilidad reducida y evitar su exclusión del transporte público. El desarrollo de equipos e instalaciones especiales ha permitido adaptar los vehículos para que las personas puedan subir y bajar de las sillas de ruedas o a la vez acceder a un vehículo, en algunos casos hasta conducir, lo que involucra actuar cada vez más ante estas situaciones para mejorarla.

En el país, para tener acceso a un vehículo con modificaciones en base a las necesidades de una persona con movilidad reducida, se necesita tener un carnet de discapacidad, con el cual se puede acceder a una importación con exoneración parcial o total de impuestos. KIA, Toyota, Chevrolet, son parte de las empresas automotrices que genera múltiples modificaciones en sus diferentes modelos de automóviles para personas discapacitadas.

1.2. Planteamiento del problema

Los servicios de transporte público o privado evitan llevar a personas con movilidad reducida por el tiempo y esfuerzo que comprende el que estas personas accedan y desalojen la unidad. La modernización de las urbes, así como el avance en el desarrollo de modelos automovilísticos de diferente escala, debiera provocar un sistema de acceso a los mismos mucho más cómodo e inclusivo para las personas con discapacidad, sin embargo, en el Ecuador gran parte de las personas con movilidad reducida es de bajo recursos económicos por lo cual no logran acceder a tener un vehículo de transporte propio, lo cual los obliga a usar el servicio de transporte público del país. A su vez el subirse a un medio de transporte público o privado se ha convertido en una verdadera odisea para las personas con movilidad reducida por eso es necesario adaptar distintas partes en los vehículos que logren facilitar su accesibilidad

La falta de cultura de la sociedad ecuatoriana hoy en día impide que personas con cierto tipo de movilidad reducida logren acceder a los servicios de transporte terrestre público o privado de forma inmediata. Con lo cual no se cumple lo establecido en el artículo 83 y artículo 11 en su numeral 2, de la Constitución en donde se busca que las personas con discapacidad disfruten de todos los servicios de manera igualitaria, así como también se hace énfasis en que ninguna persona podrá ser discriminada por su discapacidad (Herdoíza 2016, p.3).

“En el Ecuador 7 de cada 10 personas con movilidad reducida han presentado dificultades para acceder a un vehículo especial en transportes públicos” (Rodríguez Hernández 2021). Bajo estas condiciones el principal problema de las personas con movilidad reducida recae en la accesibilidad a medios de transportes y los esfuerzos causados a las personas que acompañan a una persona discapacitada.

1.3. Justificación

Según el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION (INEN), define en su normativa NTE INEN 2 315:2001, a la movilidad reducida como: “Una minusvalía definida por la falta de eficiencia de un individuo para desplazarse de manera eficaz en su entorno, ya sea por agentes temporales, (enyesados, mujeres embarazadas) definitivos, (adultos mayores) o por factores externos (paquetes, coches de compras, bebés, etc.)”.

Dentro de las disposiciones generales del INEN normativa 2239, indica que las personas con movilidad reducida poseen espacios físicos exclusivos para que de esta forma puedan adaptarse de

forma eficaz a los diferentes medios en cuanto a transporte terrestre se refiere se necesita una dimensión de 1,8 metros por lado de la persona con movilidad reducida. Por ende, el espacio para acceder a un vehículo sea público o privado para una persona sea con discapacidad o movilidad reducida, debe ser respetado por otros automóviles, radicando aquí la importancia del registro de más automóviles en sistema de identificativo vehicular para personas con discapacidad.

Por otra parte automóvil es considerado un beneficio ya que facilita el traslado de las personas hoy en día, siendo así de enorme importancia para las personas discapacitadas o con movilidad reducida, pero ciertos vehículos o medios de transporte no cuentan con las condiciones suficientes para satisfacer la necesidad de falta de confort al momento de ingresar o salir del vehículo, por lo tanto el presente proyecto tiene como fin cubrir dicha necesidad salvaguardando la integridad de la persona y de quien le brinde asistencia.

“La introducción de asientos de copilotos eléctricos los cuales faciliten la transferencia de la persona con movilidad reducida desde su silla de ruedas hacia el asiento por sí mismo es una técnica que se desarrolla hoy en día en países europeos y norteamericanos” (Valida CAR 2017), dando como resultados una mayor independencia y menor esfuerzo físico de las personas con movilidad reducida. Por dicha causa se considera la factibilidad de implementación de un asiento giratorio de copiloto eléctrico funcional y confiable que sea de gran aporte y utilidad hacia esta parte de la sociedad.

De esta forma se plantea el desarrollo de un prototipo de asiento giratorio eléctrico, que se acoplará en una camioneta Mazda BT-50, el cual será diseñado, construido, analizado y verificado su funcionamiento en su totalidad por parte de los autores del tema, con el fin de que permita a una persona con movilidad reducida entrar y salir del automóvil sin importar su grado de discapacidad, de forma eficaz y reduciendo el esfuerzo físico causado al momento de realizar esta actividad. Es decir, el mecanismo permitirá que el asiento del copiloto logre rotar, para posteriormente trasladarse hacia la parte externa del vehículo. Para de esta manera cumplir con las expectativas esperadas de reducir el problema de acceso a un vehículo Mazda, modelo BT-50 de una persona con movilidad reducida y viceversa, brindando confort, seguridad y facilidad al usuario.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

- Diseñar y construir un prototipo de mecanismo de asiento giratorio eléctrico mediante el uso de un sistema de control de motores que nos permitan realizar los movimientos de rotación y traslación para acoplarlo a una camioneta Mazda BT-50, lo cual facilite el ingreso y salida del vehículo a personas con movilidad reducida.

1.4.2. *Objetivos específico*

- Revisión de estado del arte, mediante la identificación de elementos y especificaciones técnicas para realizar el diseño preliminar del mecanismo.
- Diseñar analíticamente las piezas más importantes del mecanismo de asiento y su acople al vehículo aplicando las teorías de falla mecánica que facilite estimar a priori la geometría y/o sección transversal de los elementos más comprometidos mecánicamente.
- Simular y validar el diseño preliminar del mecanismo de asiento mediante software CAE para verificar el factor de seguridad.
- Construir el prototipo validado en software CAE, mediante los planos de construcción generados en el CAD de tal forma que se pueda implementar y evaluar su funcionamiento.

2. CAPITULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.2. Estado del arte:

Según el trabajo realizado por Ianni y Loor (2019, p.14) indica que para la construcción de un sistema desmontable para facilitar la movilidad de personas con capacidades especiales hacia el interior y exterior de los vehículos, se lo realiza en base a la toma de datos y necesidades específicas de una persona con movilidad reducida, además se crea un proceso en cual se rige en base a un flujograma de diseño para la parte del prototipo y sus cálculos por lo cual se abarca para esta tesis el diseño en base a software CAD, en este caso en específico se constituye mediante el uso de Ansys. En lo posterior se puede analizar que se realiza un modelo con arnés el cual según los resultados puede brindar el soporte a una persona con un peso máximo de 90 kg, y brinda un óptimo rendimiento en base a movimientos considerados como lentos. El diseño de este sistema resulta funcional al adaptarse a un voltaje de 12 voltios que son suministrados por el mismo sistema eléctrico del automotor

En base a estas premisas lo que se adquiere y forma parte del desarrollo del sistema en construcción por parte de los autores de esta tesis, es el método de realización del prototipo, que es en base a una necesidad específica, de igual forma se continúa extrayendo el proceso de análisis de resultados mediante el software CAD, con la incorporación de SolidWorks para el modelado y simulación de funcionamiento de nuestro sistema. Con los softwares mencionados se determinará cual será el peso máximo a soportar de nuestra estructura y además una mayor solvencia en la realización de movimientos por parte del mecanismo.

De acuerdo con Contreras y Granados (2014, p.65), en el diseño para la movilidad de personas con discapacidad motriz usando el método función de calidad, muestra una metodología de índole cuantitativa, en la cual su principal ventaja es lograr alcanzar un objetivo en base a las necesidades del cliente, la gran efectividad de este método radica en que reduce las fallas, lo cual proporciona los elementos necesarios para la creación de un producto, estableciendo métodos adicionales de producción, obteniendo la optimización de recursos y maximizar los beneficios del producto final.

Tabla 1-2: Estructura de las demandas del cliente

Demanda Primaria	Demanda secundaria	Demanda Terciaria
Movilidad	Manejo	Suave Autónomo Acceso a unidades sanitarias
	Fuentes de potencia	Humana Eléctrica
Antropometría	Dimensiones	Ajustable
	Accesorios	Apoyos corporales Asiento cómodo
Estética	Colores	Vivos Innovadores Conservadores
Diseño	Calidad	Diversos materiales Simple Fácil de ensamblar Facilidad en el giro
	Medidas	comodidad
	Clima	Protección contra la lluvia, viento, sol y granizo
	Seguridad	Arneses

Fuente: Contreras, L.; Granados, W. 2014

House of quality (una casa de calidad), es el termino con el cual se jerarquiza la matriz del diseño de función de calidad. La casa de calidad está compuesta por 8 componentes:

1. Costado izquierdo (qués): en este componente se analizan los requerimientos del cliente (costado izquierdo).
2. Techo interior (cómos): análisis de especificaciones de desempeño

3. Techo de casa (matriz de correlaciones): análisis de relación entre aspectos técnicos.
4. Matriz de relaciones entre cómo y qué: en este componente se da un valor de tipo numérico para representar esta relación, se busca establecer una relación entre todos los requerimientos del cliente y las características técnicas del diseño a realizar
5. Fondo o base de casa (objetivos en común): se da la jerarquización de requisitos técnicos del diseño y su proceso
6. Como nos ven: se identifica la satisfacción de los usuarios, reflejados en el lado derecho de la casa.
7. Relación entre las propuestas de diseño disponibles y los componentes técnicos de la misma.
8. Evaluación de consecución de los objetivos: nos da la propuesta de diseño más aceptable y adecuada en base a las necesidades del cliente.

Como se evidencia la utilización de este método nos permite eliminar las subjetividades a lo largo del proceso de diseño, al relacionarlo directamente con nuestro tema con acuerdo en la planificación, diseño y elaboración del prototipo, con lo cual el método de función de calidad ayudara a facilitar la elección de todos los materiales y procesos en el orden en el que se realice un tema que se relacione con la movilidad de personas con discapacidad o movilidad reducida.

Según (Sanipatín 2017, pp.22-24) Los dos grados de libertad otorgados al asiento automatizado brinda un giro de 90° como máximo y además proporciona un desplazamiento en dirección de las rieles tanto inferiores y superiores, en un mecanismo de base automatizada para un asiento que facilite el acceso a vehículos para personas con paraplejía. La selección del tipo de motor en todo proyecto de índole mecánico en el cual se busque crear un movimiento es de suma importancia, en este caso se lo realiza mediante la geometría de la base y el cálculo previo realizado a todo el sistema, acoplándolo a un sistema de engranajes rectos, siendo este a su vez multifuncional, por cumplir con otra función que es de ser un reductor de velocidad.



Figura 1-2: Dispositivo de giro para asiento

Fuente: Sanipatín, C. 2017

El tipo de material que se utilice debe brindar una garantía en cuanto a su resistencia y además hoy en día entre más ligero sea el material resulta mucho más conveniente su elección.

El peso máximo el cual soporta un prototipo se lo realiza mediante pruebas de software CAD, con el cual se obtiene resultados muy precisos con poco margen de error. Por último, para mejorar la calidad del producto se realiza la incorporación de interfaz de tipo bluetooth, en este artículo analizado se sugiera la incorporación de un grado de libertad adicional, lo cual es tomado a bien por parte de los autores de este trabajo para el diseño y construcción de nuestro prototipo con lo cual se garantizará cumplir con brindar todas las comodidades al usuario y a la vez reducir así el esfuerzo que se realice al ingresar y salir del automóvil

Según lo afirma Acurio Espinoza y Sarzosa Herrera (2014, p.3) la dificultad que representa manejar automóviles manuales para personas con movilidad reducida, es la base para crear un modelo de asiento de potencia con 3 grados de libertad, su principal función es permitir que un conductor de automóvil pueda tener mayor libertad al momento de ingresar y salir del automóvil.

4.3. Bases teóricas

2.1.1. Discapacidad

La discapacidad es un concepto amplio que incluye deficiencias, limitaciones en las actividades y restricción de para la participación, es considerada como un fenómeno problemático y complicado que afecta la interacción entre las características biológicas del ser humano y entorno a la sociedad en la que se vive. Por lado el tema de discapacidad se considera como un concepto que logra

evolucionar, esto como resultado de la interacción de personas que presentan deficiencias, limitaciones o barreras, debido al término de actitud y evitación de la participación efectiva y plena por parte del entorno (CONADIS 2013, p.7).

2.1.2. Tipos de discapacidad

Dentro de los tipos de discapacidad podemos destacar las siguientes como las más importantes que son:

2.1.2.1. Discapacidad física.

La discapacidad física se refiere a los problemas que afectan a la estructura o la función del cuerpo, estas limitaciones de actividad se refieren a las dificultades para realizar diversas tareas o actividades, es decir está relacionado con las deficiencias corporales que afectan de una manera significativa o dificulta mucho la manipulación de objetos, caminar correr, sentarse, levantarse , etc., (CONADIS 2013, p.15).

2.1.2.2. Discapacidad sensorial.

Está relacionada con el tipo de personas que carecen o han perdido el sentido visual o auditivo y que también presentan dificultad en el uso del lenguaje para poder comunicarse. Sin embargo, otros sentidos pueden verse afectados. La ceguera, la discapacidad visual, la pérdida de audición o la sordera, los trastornos del olfato y del gusto, los trastornos somatosensoriales (falta de sensibilidad al tacto, al calor, al frío y al dolor) y los trastornos del equilibrio son algunos de los trastornos que se incluyen en el espectro de los trastornos sensoriales (CONADIS 2013, p.17).

2.1.2.3. Discapacidad intelectual.

Son aquellas personas que presentan ciertas restricciones en lo referente a las habilidades que se tiene para aprender durante la vida diaria que les pueden servir para defenderse o responder a las distintas situaciones de la vida. Es decir se trata de personas que presentan deficiencias para comprender ideas complejas y que tiene limitaciones significativas en áreas de la vida como el lenguaje, aprendizaje, razonar, , la movilidad, resolución de problemas , las relaciones sociales y la vida independiente (CONADIS 2013, p.18).

2.1.2.4. Discapacidad psíquica.

Se considera que este tipo de discapacidad va ligada con la discapacidad intelectual, de tal manera que está relacionada con la conducta del individuo es decir tiene una discapacidad de aprendizaje si

tiene problemas predecibles y persistentes con la conducta adaptativa. Criterios diferenciales Los trastornos mentales pueden ser causados por una variedad de enfermedades mentales, incluyendo la depresión mayor, la esquizofrenia y el trastorno bipolar (CONADIS 2013, p.23).

2.1.3. *Discapacidad en el Ecuador*

Según la base de datos proporcionada por el CONADIS (2021), hasta la fecha del último registro realizado el 6 de abril del 2021 establece que el número de personas que presentan algunos de los diferentes tipos de discapacidad son de 472,213. Cabe resaltar que en todo el territorio ecuatoriano el tipo de discapacidad que se presenta con un mayor índice de porcentaje es la discapacidad física, reflejando una gran diferencia en comparación al resto de tipos de discapacidades existentes en el país como se puede observar en el gráfico 1-2.

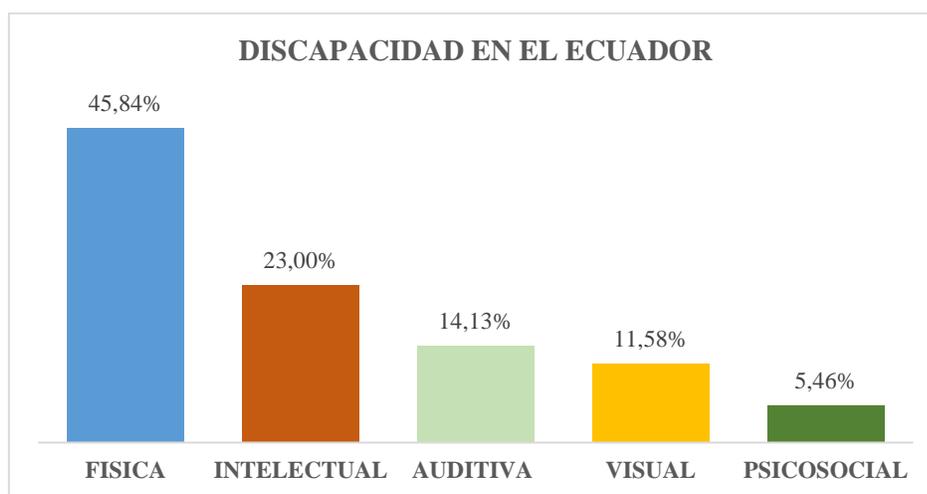


Gráfico 1-2: Porcentajes de los diferentes tipos de discapacidad en el Ecuador

Fuente: CONADIS, 2021

2.1.4. *Discapacidad en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo*

Según la base de datos del CONADIS (2021), se pudo apreciar que 7,140 personas poseen algún tipo de discapacidad en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo, de los cuales señala lo siguiente casos: 2,968 (41,57%) con la mayor diferencia presentan discapacidad física, 1,402(19,64) discapacidad intelectual, 943(13,21%) discapacidad visual o sensorial y 301(4,22%) discapacidad psíquica o psicosocial, destacando a estas como las más importantes para nuestro trabajo como se muestra en el gráfico 2-2.

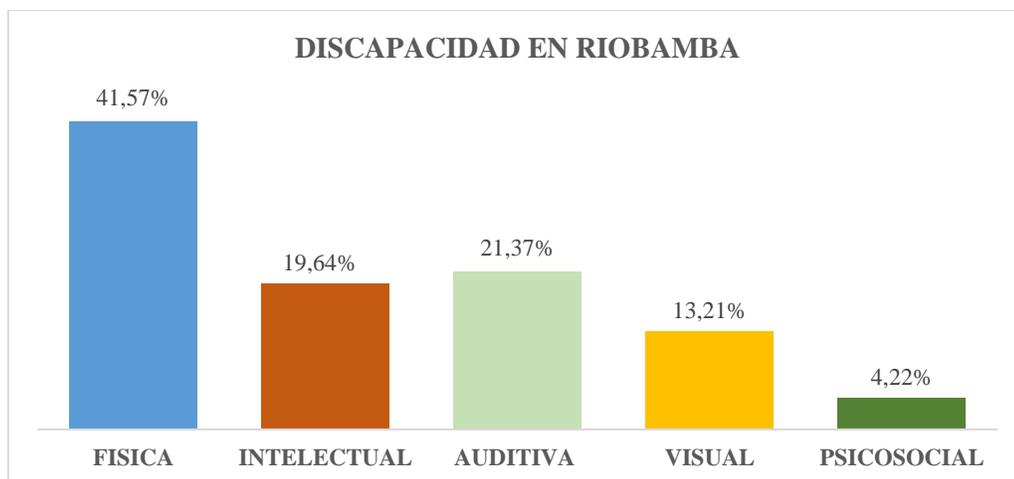


Gráfico 2-2: Porcentajes de los diferentes tipos de discapacidad en Riobamba

Fuente: CONADIS, 2021

2.1.5. Vehículo Pick Up-Mazda BT-50

Este tipo de vehículo de Mazda conocido como pick up, generalmente son utilizados para el transporte de mercancías u objetos de gran tamaño. Cuenta con una carrocería reforzada y muy resistente a la torsión construida totalmente acero para un sistema de auto deformación controlada en la parte delantera y trasera, reforzada contra impactos en sus partes laterales con el objetivo de brindar mayor seguridad a la cabina del vehículo y estabilidad del mismo (Mazda 2016, p.26).

Ofrece unos profundos contornos y un diseño compacto con acabados plateados, es una sofisticada cabina deportiva muy refinada con un ambiente y comodidad de un SUV de lujo. También cuenta con asientos de cuero originales y un mayor espacio para todos los ocupantes brindando así un mayor confort. Es un vehículo doble cabina, cuatro puertas que cuenta con 5 asientos, su gran espacio destaca mucho, los valores del ancho, longitud y altura son: 1805, 5075, 1755 milímetros respectivamente. No son adecuados para las familias que posean algún miembro discapacitado, ya que su tamaño no les permite acceder fácilmente dentro vehículo o viceversa. Su altura es otro punto que no facilita sus características en las actividades mencionadas, muy diferente a otros tipos de vehículos que no tienen esta característica, (Mazda 2016, p.28).

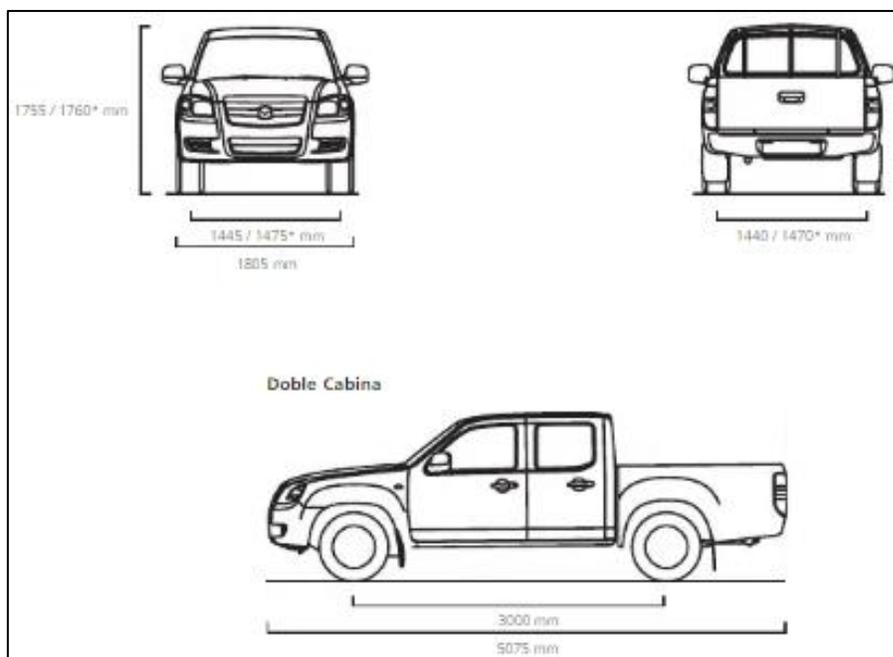


Figura 2-2: Dimensiones del vehículo modelo Mazda BT-50

Fuente: Mazda, 2016

2.1.6. Asociación de Familiares de Personas Excepcionales de Chimborazo (AFAPECH)

Hace ya muchos años atrás no había centros de atención a personas con discapacidad en la ciudad de Riobamba por el motivo de falta de apoyo, ya que en la ciudad no existía ninguna asociación que sea exclusiva para personas con discapacidad un grupo de padres, preocupados por el futuro de sus hijos, hicieron un gran esfuerzo se reunieron y fundaron una asociación que empezó a funcionar en octubre de 1988. Trabajaron incansablemente, día tras día, para dar a sus hijos una buena vida (AME 2017).

El presidente de AFAPECH, Franklin Barahona, afirma que el motor de esta lucha son sus hijos, aquellos han animado y motivado a trabajar eficazmente para las personas que lo necesitan mucho. Y ahora, con el apoyo de la comunidad lo han conseguido, logrando alcanzar este objetivo.



Figura 3-2: Grupo de padres de familia fundadores de AFAPECH

Fuente: AFAPECH, 2015

2.1.7. Asientos de potencia

Los asientos de potencia son considerados como elementos que buscan brindar un mayor confort para los ocupantes de un vehículo, en cuanto avance de la tecnología este tipo de asientos en los últimos años ha dado un salto muy significativo pasando a ser más considerado como un elemento con un funcionamiento ya más especial y de una estructura precisa buscando conseguir cada vez mejor configuración y sofisticación (Acurio Espinoza y Sarzosa Herrera 2014, p.5).

Estos tipos de accesorios o elementos se están ya incorporados hoy en la actualidad en algunos modelos de vehículos modernos buscando alcanzar cada vez un nivel más alto el sistema de confort del vehículo, con la finalidad de mejorar la automatización y la comodidad tanto para el asiento del conductor como para el de los ocupantes. Los cuales que cuentan con sistemas de regulación en posición de desplazamiento y altura, grabados por la memoria de este sistema y acogiéndose a valores pregrabados en la misma. (Acurio Espinoza y Sarzosa Herrera 2014, p.5).

En la mayoría de casos de vehículos con esta tecnología sólo solían ser aplicables para el asiento del conductor, pero la mayoría de los coches de lujo también tienen controles eléctricos para el asiento del pasajero. Además de ajustar la base del asiento hacia delante y hacia atrás, también se puede acercar o alejar todo el asiento para aumentar el nivel de confort del conductor y del pasajero delantero. Muchos asientos eléctricos permiten ajustar la reclinación lumbar con sólo pulsar un botón o un interruptor. Algunos vehículos disponen también de una función de memoria que suele almacenar ajustes para dos o tres personas.

Un ejemplo de asiento de potencia se lo puede apreciar en la figura 4-2, este modelo de asiento corresponde a un vehículo modelo Mazda 6 y ofrece las siguientes funciones correspondientes como: deslizamiento longitudinal del asiento (1), modificación o ajuste de altura (2) y finalmente la inclinación de respaldo (3).

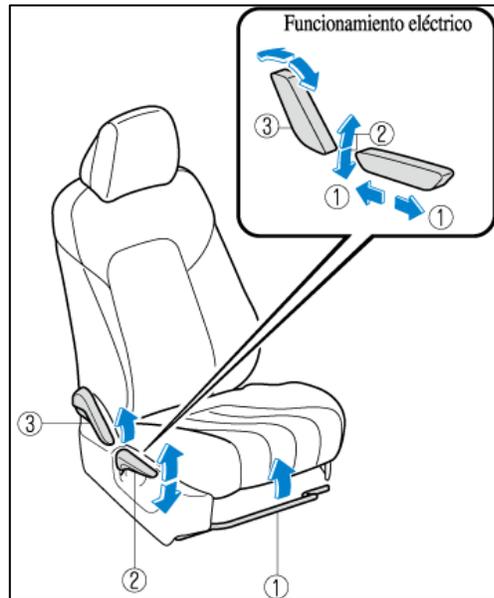


Figura 4-2: Asiento de potencia acompañante delantero.

Fuente: Mazda6, s.f.

2.1.8. Accesibilidad

La accesibilidad permite a cualquier persona en el mundo ingresar o hacer uso de las diversas edificaciones, servicios o productos del entorno en las mismas condiciones que los demás manteniendo así la igualdad. por otro lado, que se refiere también a las tres formas principales de la actividad del ser humano como son: movilidad, comunicación y el logro entendimiento.

2.1.9. Tecnología adaptada al asiento del vehículo.

La aplicación de tecnología en los asientos de los vehículos ha evolucionado y mejorado en un alto índice de confortabilidad, permitiéndoles a aquellas personas con algún tipo de discapacidad o de movilidad reducida, adaptarse a estas nuevas tecnologías, las cuales tienen por objetivo brindarles una mejor calidad de vida (Luna Bustamante 2016, p.18).

Consisten en dispositivos que están diseñados para ayudar a las personas con discapacidad a entrar y salir del vehículo sin tener que moverse demasiado y en lo posible hasta ni levantarse del mismo asiento. Estos mecanismos son la solución ideal para todo tipo de discapacidades, son especialmente adecuados para las personas mayores y las personas con problemas neuromusculares.

2.1.10. Asiento giratorio

Este diseño de asiento que se puede apreciar en la figura 5-2, su funcionamiento se basa en que permite al usuario el acceso al vehículo de una manera fácil y apropiada y muy ergonómicamente, funciona con motores los cuales son los encargados de realizar los movimientos de rotación y traslación facilitando de esta manera la accesibilidad de la persona hacia el vehículo (Luna Bustamante 2016, p.25).



Figura 5-2: Asiento giratorio eléctrico para conductor

Fuente: Luna, B. 2016

2.1.11. Asiento giratorio y extraíble

Este tipo de asiento sobre sale del vehículo hacia la parte externa, posee un tipo de mecanismo desacoplable para el asiento que le permite al usuario la facilidad de poder trasladarse cómodamente desde la silla de ruedas al asiento del del vehículo como se puede observar en la figura 6-2 (Luna Bustamante 2016, p.25).



Figura 6-2: Asiento giratorio y extraíble para pasajero

Fuente: Luna, B. 2016

2.1.12. Silla de ruedas acoplable al asiento

Este tipo de mecanismo tecnológico se basa en una silla de ruedas que puede desacoplar su asiento para acoplarse al vehículo mediante otro mecanismo sin tener que hacer uso de otro asiento en el vehículo. Este mecanismo una vez introducido permite al usuario con solo girar, desprender el asiento de las ruedas. Esta es una modificación muy conveniente y de gran confort ya que el usuario puede utilizar el mismo asiento como su silla de ruedas, como se muestra en la figura 7-2 (Luna Bustamante 2016, p.26).



Figura 7-2: Silla de ruedas acoplable al asiento del vehículo

Fuente: Luna, B. 2016

2.1.13. Componentes que permiten combinar los sistemas mecánicos con los electrónicos

2.1.13.1. Interruptores de control

Los interruptores de control son dispositivos utilizados para interrumpir o desviar una la corriente eléctrica. En el mundo actual existen innumerables aplicaciones, desde simples interruptores que encienden y apagan bombillas hasta complejos selectores de transferencia automáticos multicapas controladas por una computadora. En su forma más sencilla, consta de dos contactos de acero inoxidable y un actuador. Normalmente, los contactos separados se conectan entre sí para que pueda circular la corriente. El actuador es la parte móvil que empuja los contactos a su posición y los mantiene unidos (Iza Chiluisa y Tugumbango Potosí 2010, p.51).

2.1.13.2. Tipos de interruptores de control

a. Pulsadores

Este tipo de dispositivos como se puede observar en la figura 8-2, conocidos también como interruptores momentáneos, en este caso presentan el requerimiento de que el operador mantenga presionado el actuador con el fin de que los contactos permanezcan unidos, un claro uso de este modelo de interruptor lo podemos ubicar en los timbres de viviendas (Iza Chiluisa y Tugumbango Potosí 2010,p. 51).

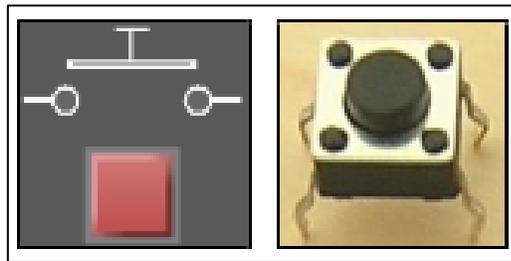


Figura 8-2: Pulsador normal o de una vía.

Fuente: Iza, C.; Tugumbango, P. 2010

b. Pulsadores de doble vía

Al igual que el pulsador normal se lo conoce también como pulsadores o interruptores momentáneos. La diferencia es que, este nos proporciona una posición neutral o de reposo y presenta dos posiciones que se pueden accionar por separado, o lo que es lo mismo, dos botones idénticos que se pueden accionar por separado uno tras otro como se observa en la

figura 9-2. Por ejemplo, en los coches modernos, se utiliza para controlar accesorios como los elevallunas (Iza Chiluisa y Tugumbango Potosí 2010, p.52).



Figura 9-2: Pulsador de dos vías.

Fuente: Iza, C.; Tugumbango, P. 2010

2.1.13.3. Relé

Un relé es un dispositivo o más bien interruptor electromecánico que se acciona mediante una fuerza magnética, puede activarse o desactivarse (según la conexión) cuando se aplica tensión al electroimán que forma parte del relé a través de la bobina para que funcione (Acurio Espinosa y Sarzosa Herrera 2014,p.16).

Este proceso indica la presencia o ausencia de una conexión entre dos o más terminales del dispositivo (relé). Esta conexión se realiza mediante un electroimán que atrae o repele una pequeña palanca llamada armadura. Esta pequeña palanca se utiliza para conectar o desconectar los terminales mencionados anteriormente (Acurio Espinosa y Sarzosa Herrera 2014,p.16).

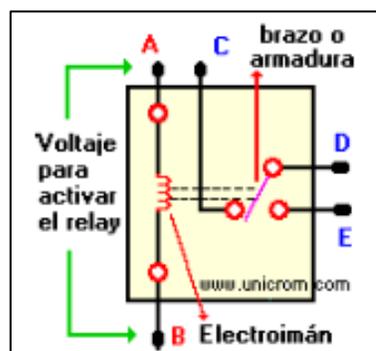


Figura 10-2: Conmutadores de regulación dobles

Fuente: Acurio, E.; Sarzosa, H. 2014

2.1.13.4. Tipos de relés

Estos dispositivos tienen como finalidad activar o desactivar elementos electrónicos permitiendo que un sistema pueda funcionar en base a los diversos elementos que se pretenda accionar mediante los relés, al abrir y cerrar los circuitos de manera independiente, ya que manejan elevadas cargas eléctricas existen diversos tipos que presentan características diferentes los cuales se clasifican en:

a. Relé tipo armadura

Es muy utilizado, compara la acción de corriente en contra de una fuerza de oposición generada por un resorte y por la gravedad de su armadura móvil. Está constituido por un electroimán que al ser excitada se encarga de hacer vascular la armadura, cerrando de esta manera los contactos esto dependiendo si es normalmente abierto o cerrado (Acurio Espinosa y Sarzosa Herrera 2014,p.17).



Figura 11-2: Relé tipo armadura

Fuente: Acurio, E.; Sarzosa, H. 2014

b. Relé de núcleo móvil

Este modelo de relé está constituido por un embolo, mediante el cual logra genera una mayor atracción, es por este motivo que hace uso de un solenoide para cerrar sus contactos, por la buena eficacia de cierre este tipo de relé se los utiliza para manejar valores de corrientes o intensidades elevadas (Acurio Espinosa y Sarzosa Herrera 2014,p.18).



Figura 12-2: Relé de núcleo móvil

Fuente:: Acurio, E.; Sarzosa, H. 2014

2.1.13.5. *Relé automotriz*

Estos relés se utilizan para evitar la sobrecarga de los interruptores y cables que deben funcionar a corrientes más altas, ya que los relés convencionales sólo permiten el funcionamiento a corrientes de hasta 10 A. Estos relés se utilizan para controlar componentes que transportan altas corrientes. Esto minimiza el riesgo de cortocircuitos y reduce la cantidad de cableado, como se muestra en la figura 13-2, (Pozo Valenzuela 2019, p.17).



Figura 13-2: Relé automotriz

Fuente: Pozo, V. 2019

2.1.13.6. *Motor eléctrico*

Como se muestra en la figura 14-2, la máquina convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Este funcionamiento se produce cuando una fuerza externa hace fluir una corriente a través de la máquina, interactuando con el campo eléctrico para producir un movimiento mecánico, e induce un campo anti electromagnético para contrarrestar la corriente. Por lo tanto, para que el motor

produzca la energía mecánica adecuada, se necesita una energía eléctrica de entrada (Pozo Valenzuela 2019, p.16).



Figura 14-2: Motor Eléctrico de corriente directa (DC)

Fuente: Pozo, V. 2019

2.1.14. Tornillo sin fin o de potencia

El tornillo de potencia es un elemento que convierte el movimiento de rotación en movimiento de traslación. Como elemento de fijación y conexión entre componentes, es uno de los más utilizados en la construcción de diversas estructuras y máquinas. Los tornillos se clasifican en tornillos de potencia y tornillos de montaje en función de su aplicación. Por otro lado, como solemos saber, los tornillos de montaje se utilizan para conectar y asegurar dos o más partes de una máquina o edificio y están disponibles en muchos diseños diferentes, (Luna Bustamante 2016, p.32) :

- Tornillos de cabeza
- Tornillos de fijación o prisioneros
- Pernos

Se utiliza en barriles, prensas de tornillo, tornos de transporte pesado, máquinas herramienta en general y dispositivos de medición. Como puede verse en la figura 15-2, la forma del tornillo depende del avance, el paso, la altura, el ángulo y el número de tornillos de entrada (Luna Bustamante 2016, p.33).

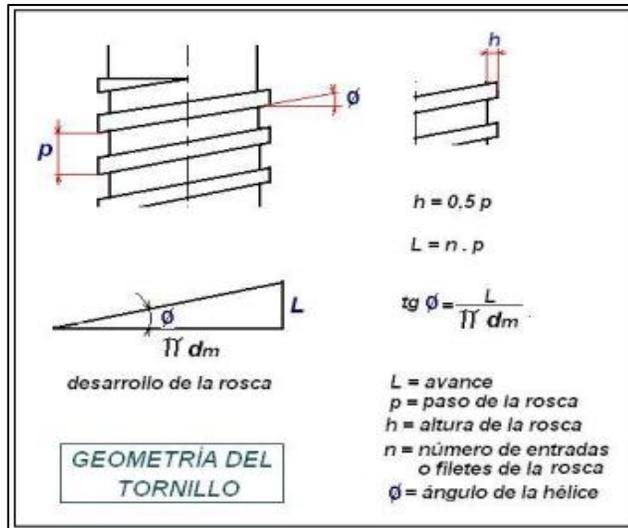


Figura 15-2: Geometría del tornillo sin fin.

Fuente: Luna, B. 2016

Para obtener los datos necesarios sobre el tornillo de potencia, es necesario analizar las principales características y elementos que actúan sobre el tornillo, según como se muestra en la figura 16-2, se puede apreciar las características principales que debe tener un tornillo sin fin de acuerdo con la estructura o modelo (Luna Bustamante 2016, p.34).

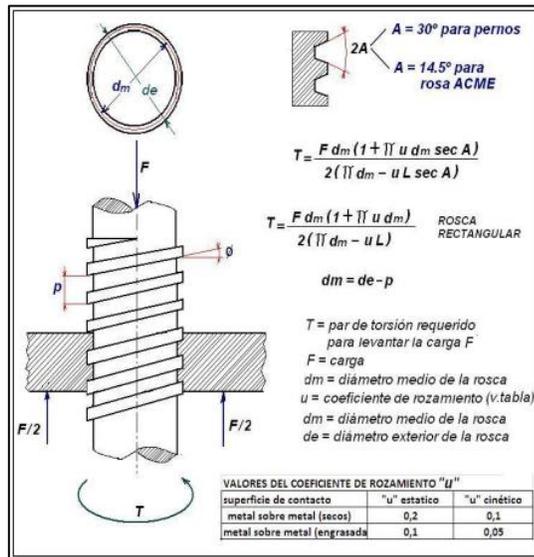


Figura 16-2: Estructura de un tornillo sin fin.

Fuente: Luna, B. 2016

2.2. Marco Legal

En la definición de la Asamblea Nacional del Ecuador (2012), en su Ley Orgánica de Discapacidad, dentro del artículo 6, establece que las personas con discapacidad son todas aquellas que, como consecuencia de una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales, con independencia de la causa que hubiera originado, ve restringida permanentemente su capacidad psicológica, biológica y asociativa para ejercer actividades de índole esencial en la vida diaria, en proporción que establezca el reglamento.

En el párrafo 1° de la Accesibilidad al Medio Físico y al Transporte Público, en su artículo 60, la accesibilidad en el transporte, menciona que las personas con discapacidad tienen derecho a acceder y utilizar el transporte público. El Instituto Ecuatoriano de Normalización debe establecer y fiscalizar el cumplimiento obligatorio de la accesibilidad de las personas discapacitadas a medios de transporte.

Basado en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 315:2001, se define al transporte terrestre como una acción y efecto de movilización o traslado de personas o sus bienes de un determinado lugar a otro, mediante el uso de vehículos que circulen por vía terrestre, que pueden ser: buses, camiones, taxis, camionetas, etc. De igual forma se establece que el transporte público debe cumplir con normas de accesibilidad, aunque su uso no sea exclusivo para este grupo de personas.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2292:2009 menciona que los medios de transporte deben cumplir con:

- Permitir el acceso de personas con discapacidad y movilidad reducida y su ubicación física exclusiva dentro del mismo
- Disponer de áreas exclusivas para personas con movilidad reducida y contra con la señalización correspondiente, permitiendo el fácil acceso de estas personas sin ayuda de otras.

En sus requisitos específicos menciona que debe considerarse un espacio exclusivo para personas con discapacidad y movilidad reducida, en donde su dimensión mínima sea de 1,80 metros por lado, además deben estar ubicadas en lugares de fácil acceso al medio de transporte. En cuanto a medios de transporte públicos deben tener puertas de mínimo 90 centímetros de ancho.

3. CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el marco metodológico de nuestro proyecto, el cual muestra todo el procedimiento realizado para el desarrollo de nuestro mecanismo, a través de la ejecución de distintas actividades.

Este proyecto está basado en un proceso sistemático que garantiza que el resultado final alcance un alto grado de fiabilidad, por lo que seguir una metodología basada en pasos sucesivos considerados la base de este estudio. Así, partiendo de una revisión bibliográfica, es posible recoger la información necesaria para definir los aspectos más importantes del proyecto.

3.1. Diagrama de etapas del proyecto

Antes de empezar a diseñar el mecanismo en un software CAD, se debe definir los requisitos específicos, las funciones y las opciones de diseño en pasos lógicos sucesivos para satisfacer las necesidades y expectativas requeridas para el diseño.

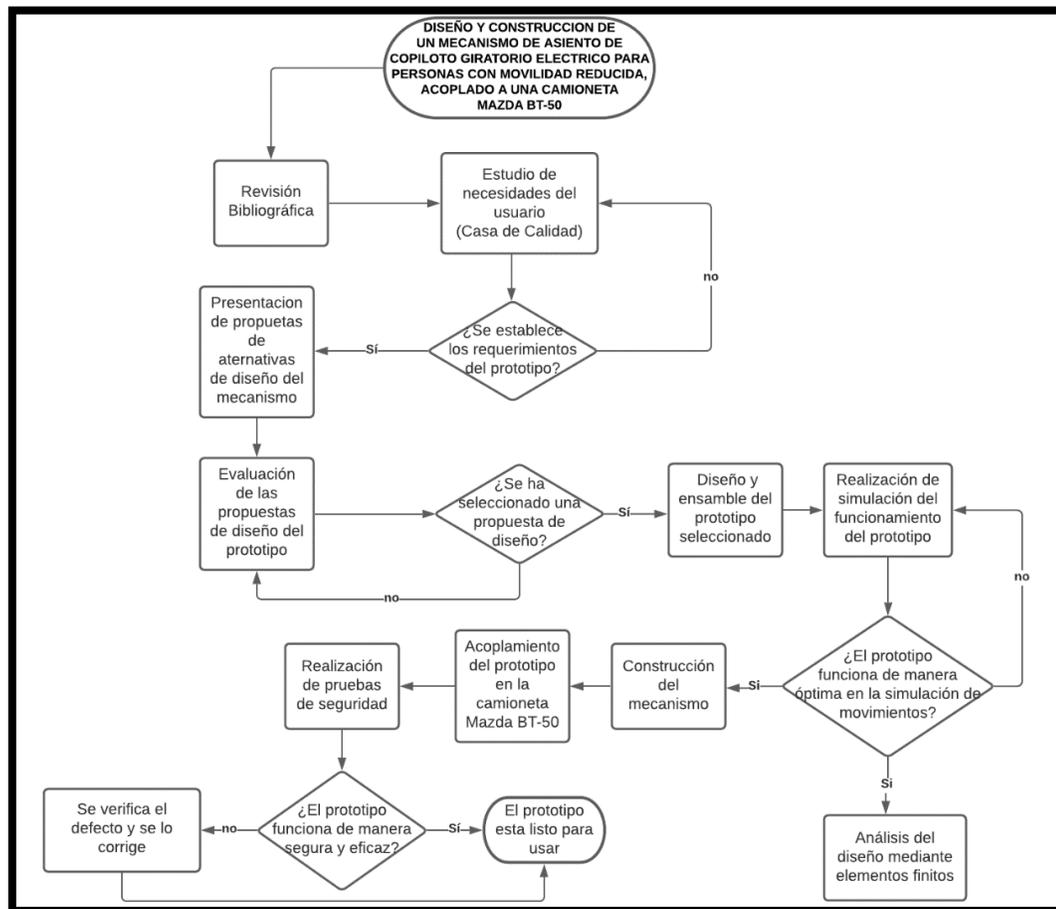


Figura 1-3: Diagrama de flujo para la construcción del prototipo de asiento giratorio

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

3.1.1. Estudio de necesidades del usuario (Casa de calidad)

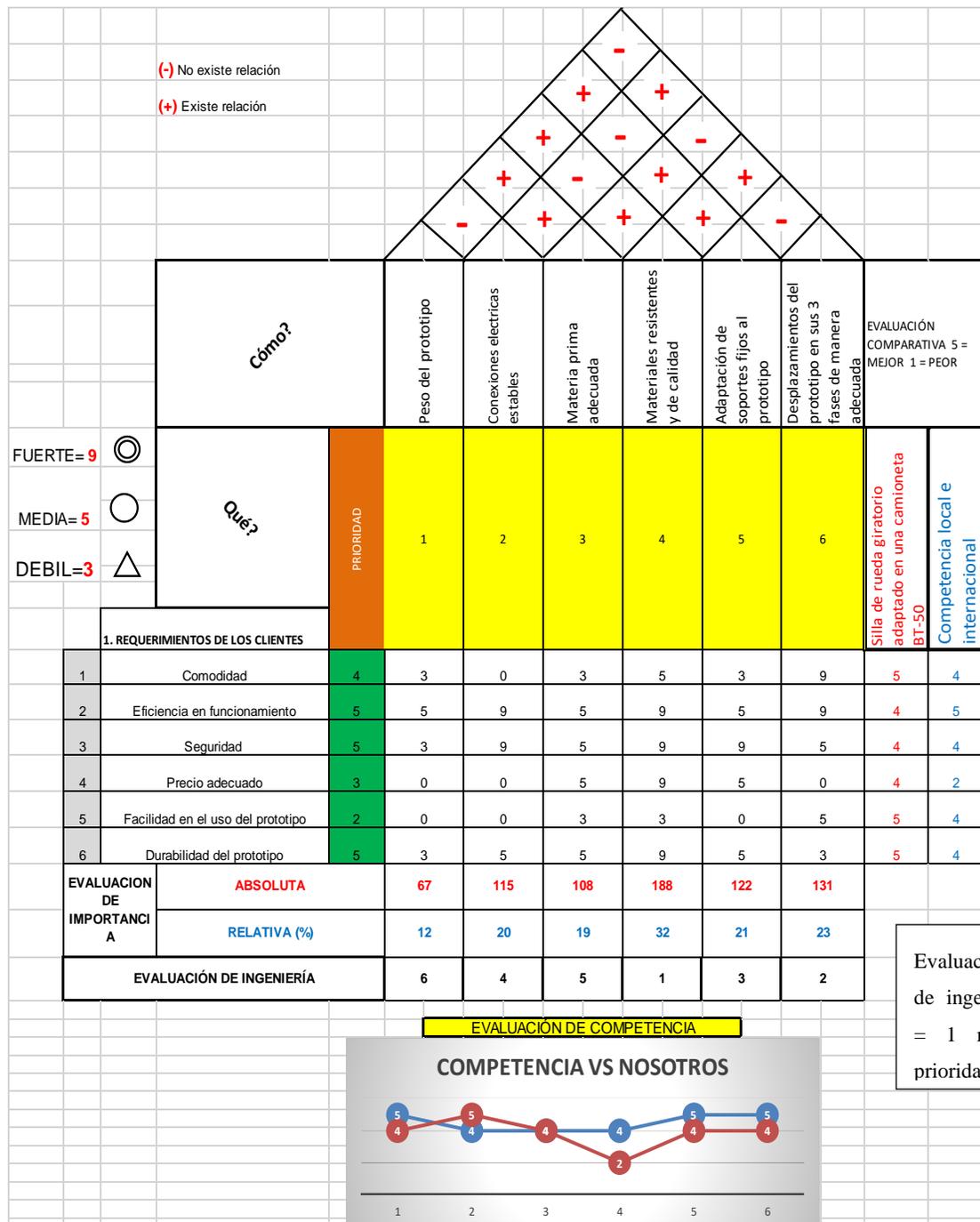


Gráfico 1-3: Casa de la calidad sobre el proyecto

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

3.2. Metodología de investigación a realizar

3.2.1. Tipo de estudio aplicado.

El tipo de estudio que se aplicó en primera instancia es del tipo exploratorio o formulativo ya que este proyecto tiene relación en lo referente a la formulación de un problema como en este caso es la dificultad que presentan las personas con movilidad reducida para acceder a un vehículo y viceversa, permitiéndonos de esta manera una mayor precisión en el desarrollo de este estudio. Por otra parte, también se consideró el estudio tipo analítico ya que se encuentra relacionado con la identificación de personas con algún tipo de enfermedad o cualquier otra variable de interés, que en este caso es el enfoque hacia personas con movilidad reducida o personas que presentan algún tipo de discapacidad.

3.2.2. Diseño conceptual del proyecto

En este proyecto los aspectos como: la idea general del mecanismo, su alcance y su forma se logró conocer en base a la recopilación información de trabajos anteriores, para posteriormente utilizarla sabiamente para adaptarla a las necesidades de nuestro mecanismo. La culminación de este esfuerzo nos permite desarrollar cada componente para diseñar la estructura del mecanismo, el cual debe cumplir con dos movimientos (rotación y traslación), lo que permite a un usuario discapacitado acceder o salir fácilmente del asiento del copiloto de un vehículo.

3.2.3. Métodos aplicados para el desarrollo del proyecto.

3.2.3.1. Investigación bibliográfica

Mediante la utilización de este método hemos obtenido datos legibles por adelantado de fuentes confiables, para pasar en lo posterior al diseño final del mecanismo, que es la parte principal de nuestro estudio. El diseño preliminar nos proporciona un modelo básico para validar los datos recogidos en nuestra investigación. Por consiguiente, en lo que se refiere a las primeras pruebas del modelo mediante softwares de diseño y simulación, se pueden realizar las modificaciones necesarias para modelar el diseño final del mecanismo, las cuales serán validadas antes de pasar a la construcción real con los diferentes materiales.

3.2.3.2. Método analítico

Para obtener el diseño, se aplica el método analítico ya que a través de un correcto análisis de resistencia de materiales, los factores de seguridad y estudios de los diferentes esfuerzos producidos por las cargas que actúan sobre cuerpo se seleccionó el material en consecuencia. El estudio analítico nos permite recoger la información necesaria para la elaboración del mecanismo en su totalidad.

3.2.3.3. Método experimental

El mecanismo se desarrolla utilizando el método experimental, ya que se realiza experimentos con los diferentes elementos diseñados con el fin de seleccionar el prototipo de mecanismo adecuado para ser implementado al asiento del copiloto del vehículo y realice la función deseada, esta fase nos va permitir la construcción de los mecanismos por separado es decir, el mecanismo de traslación, rotación, y de soporte para posteriormente ser acoplados.

3.2.3.4. Método lógico

En este caso, se utiliza un método lógico para acoplar correctamente los sistemas ya construidos de manera que se logre obtener el prototipo esperado. Dándonos de esta manera como resultado final un prototipo que después de haber realizados los respectivos análisis de las cargas, esfuerzos y su correcto desarrollo está listo para su adecuada utilización. Este proceso incluye lo que son las fases finales de diseño y elaboración del prototipo.

3.3. Desarrollo del proyecto

Teniendo en cuenta la idea sobre el proyecto a realizar, trabajos relacionados y la metodología respectiva planteada, nos hemos basado en la importancia relacionada con el concepto de dividir las fases o actividades para desarrollarlo. Esto con el fin de permitirnos gestionar el proyecto de forma ordenada y por otro lado también mejorar la comprensión de la viabilidad del mismo.

3.3.2. Cronograma (Planificación de actividades)

Tabla 1-3: Cronograma de actividades del proyecto semanas por mes.

ACTIVIDADES	SEMANAS				ABRIL-2021				MAYO-2021				JUNIO-2021				JULIO-2021				AGOSTO-2021			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1 Planteamiento del tema de proyecto																								
2 Investigación bibliográfica																								
3 Diagnóstico del problema																								
4 Elaboración del marco teórico																								
5 Metodología de la Investigación																								
6 Creación de bosquejos del prototipo a diseñar																								
7 Diseño y simulación del prototipo en software CAD/CAE																								
8 Selección y adquisición de materiales																								
9 Construcción del prototipo de mecanismo.																								
10 Implementación del prototipo en la camioneta Mazda BT-50																								
11 Pruebas preliminares de funcionamiento del prototipo libre de peso de usuario																								
12 Verificación de fallas y acabados finales																								
13 Pruebas finales de funcionamiento del asiento giratorio eléctrico con peso de usuario incluido																								
14 Presentación Final																								

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

3.3.3. Recursos y materiales

3.3.3.1. Presupuesto

Gastos directos:

Tabla 2-3: Gatos directos del proyecto

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tobogán para asiento eléctrico modelo HS-ESL40	1	\$ 78, 13	\$ 78,13
Motor de arranque motoneta	1	\$ 119, 00	\$ 119, 00
Mecanismo giratorio para asiento de coche, modificación rotativa de asiento de vehículo, no dedicado, ideal para asiento del RV, montaje giratorio HY HY21A	1	\$ 87, 37	\$ 87,37
Costo de importaciones totales	1	\$364, 40	\$364, 40
Perfil Acero AISI 304	1	\$8, 00	\$8, 00
Electrodos 6011	24	-----	\$4, 50
Disco de desbaste para acero inoxidable	3	\$2, 25	\$6, 75
Disco de pulir acero inoxidable 4,5	2	\$4, 50	\$9, 00
Juego de pernos y tuercas	5	\$1, 75	\$8, 75
Asiento	1	\$55, 00	\$55, 00
Materiales eléctricos	1	\$29, 00	\$ 29, 00
TOTAL			\$769, 90

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Gastos indirectos

Tabla 3-3: Gastos Indirectos del proyecto

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Impresiones	---	\$40, 00	\$40, 00
Empastados	---	\$10, 00	\$10, 00
Alimentación	64	\$2, 50 por 2 personas	\$160, 00
Movilización	---	-----	\$150, 00
Estadía	4	\$ 50, 00 (arriendo por mes de una persona)	\$200, 00
Otros gastos	---	----	\$50,00
TOTAL			\$610, 00

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Costo total

Tabla 4-3: Gastos totales del proyecto

DESCRIPCION	TOTAL
Gastos directos	\$ 769, 90
Gastos indirectos	\$ 610, 00
TOTAL	\$ 1379, 90

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

3.3.3.2. Talento Humano

En lo que se refiere a la fuerza humana o colaboradores que influyeron de manera positiva para la realización de este proyecto y éxito del mismo, destacamos sus aportes a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 5-3: Talento humano que interviene en el proyecto de titulación

Nombre o Colaborador	Aporte realizado
Danny Estuardo Paredes Cruz,	Tesista 1
Roni Alejandro Urquizo Tinuco	Tesista 2
Ing. Edison Patricio Abarca Pérez	Director de tesis, orientación y control de la elaboración del proyecto.
Ing. Celin Abad Padilla Padilla	Asesor de tesis, guía para el desarrollo adecuado del proyecto.
AFAPECH	Información para el planteamiento del problema, la elaboración de la casa de la calidad, y requerimientos bases para la elaboración del prototipo.

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

3.3.3.3. Equipos materiales

En este apartado se explica de manera general acerca de todos los materiales y equipos a utilizar para la elaboración adecuada de nuestro prototipo de mecanismo para un asiento giratorio eléctrico que facilite el acceso a las personas con movilidad reducida, entre los cuales son los siguientes:

a. Tobogán eléctrico de asiento

Este tipo de sistema funciona a base de un tornillo sin fin o conocido también como tornillo de potencia y nos va a permitir realizar el primer desplazamiento longitudinal del asiento ya que este compuesto de dos carriles un interno y otro externo, consiste en una tuerca acoplada de manera lineal al tornillo sin fin, mientras el motor es el encargado de hacerlo girar. Se ha optado por utilizar como base principal para nuestro prototipo el tobogán eléctrico original de un vehículo modelo Peugeot Coupé 407.



Figura 2-3: Sistema Tobogán eléctrico.

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

b. Base giratoria

Consiste en dos soportes unidos mediante un sistema rodamiento suavizado, en esta base se acoplará un motor eléctrico a través del cual se conseguirá el movimiento de rotación para el asiento, un ejemplo de este tipo de base giratoria que va ser implementado en nuestro prototipo se muestra a continuación en la Figura 3-3.



Figura 3-3: Soporte giratorio manual.

Fuente: Rincón G. 2020

c. Sistema de transmisión piñón- cremallera

Es un mecanismo de tipo reversible. Esto significa que cuando se aplica un movimiento de giro al piñón, el movimiento es transmitido a la cremallera haciendo que se desplace de manera lineal, y viceversa, en otro sentido si se le aplican movimientos lineales alternados a la cremallera, se convierten en movimientos rotatorios en el piñón.

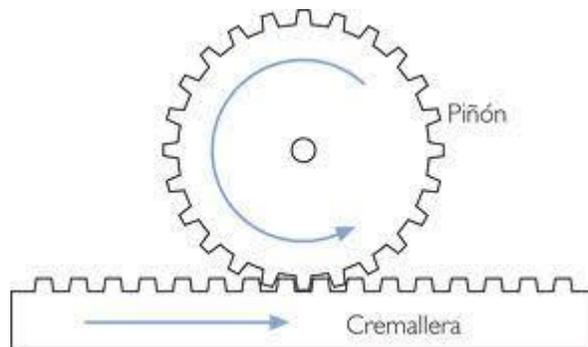


Figura 4-3: Sistema piñón-cremallera.

Fuente: Rincón G. 2020

d. Equipos y materiales complementarios

Son aquellos que nos van a permitir la realización de las diferentes tareas o actividades para llevar a cabo la construcción de nuestro prototipo y son los siguientes:

Tabla 6-3: Equipos y materiales del prototipo

Equipo y/o material	Descripción
Perfiles de acero	Resistentes y de buena calidad, aplicables para la creación de los carriles de recorrido de asientos de vehículos.
Platinas	Corresponden a placas rectangulares planas de acero o de otro tipo de material, el cual haremos uso de ellas para la creación de piezas, soportes o bases que incluyan en el diseño.
Flexómetro	Elemento que nos permitirá realizar las diferentes mediciones para la construcción de cada elemento correspondientes al diseño del prototipo, como también del espacio del vehículo donde va ser implementado.
Electrodos E 6011	Material o varilla de metal que va a permitir la unión de otras piezas
Caja de herramientas	Contiene las herramientas necesarias para la realizar tareas de ajuste de uniones mediante tuercas, pernos o tornillos, entre otras tareas más.
Máquina de suelda	Esta máquina nos permitirá la unión o realizar la tarea de soldar las diferentes piezas u otros elementos mecánicos que formaran parte de nuestro prototipo, mediante la fundición de materiales o material de aporte.
Amoladora	Máquina herramienta mediante la cual se realizará el corte de los distintos materiales o desbaste de los mismos.
Taladro	Herramienta eléctrica con la que se realizara las perforaciones necesarias en los materiales o piezas que sea correspondiente.
Pintura en spray	Sera utilizada para dar los acabados correspondientes de nuestro prototipo de mecanismo y a la vez para protegerlo del óxido y en tal caso la abrasión de los elementos que lo componen.
Rodamientos	Elemento rotativo, con el cual se construye los soportes que circularan a través de los canales, para que los movimientos del prototipo tanto lineales como rotativos fluyan con normalidad.

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

3.3.4. Desarrollo del proyecto

En el desarrollo del proyecto de titulación se plantean dos opciones de diseño, las cuales constan de la misma estructura y funcionamiento y varían cada una de ellas en relación a su Angulo de giro, o la rotación en el habitáculo del vehículo dentro o fuera del mismo para completar los otros dos movimientos y así cumplir con el cien por ciento de la función de rotar, desplazarse horizontalmente para que la persona con movilidad reducida al usar el prototipo logre ingresar o salir de la camioneta sin inconvenientes.

Tabla 7-3: Características de las alternativas de diseño del prototipo

Funciones	Alternativa 1	Alternativa 2
Desplazamiento horizontal	Si - doble	Si
Desplazamiento vertical	No	Si
Angulo de giro	113°	90°
Lugar de giro	Interior del habitáculo	Fuera del habitáculo

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

La elección de la alternativa se la realizará en base a parámetros muy importantes como son la geometría del espacio donde se aloja el asiento del copiloto así como también la apertura de la puerta, con lo cual se busca evitar que se genere un choque al realizar los movimientos planteados y de esta manera el prototipo logre cumplir con el funcionamiento planeado que es el permitir el acceso y salida de las personas con movilidad reducida del espacio donde se aloja el asiento del copiloto .

3.3.4.1. Bosquejo del proyecto

En el desarrollo del proyecto se plantea la construcción del asiento de copiloto giratorio eléctrico, para lo cual se establecen los bosquejos de las dos alternativas que se consideraron y después de analizarlas realizar la selección de la mejor alternativa de diseño y elaboración de nuestro modelo de mecanismo o prototipo de asiento.

Alternativa 1: esta alternativa parte de la idea de tener un primer movimiento longitudinal generado por parte del tobogán eléctrico con dirección al panel de control del vehículo, como segundo movimiento un giro del asiento con dirección a la apertura de la puerta y como último movimiento un desplazamiento longitudinal hacia la parte externa del vehículo mediante un mecanismo piñón-cremallera que permitirá un cómodo acceso para la persona que vaya hacer uso del asiento.

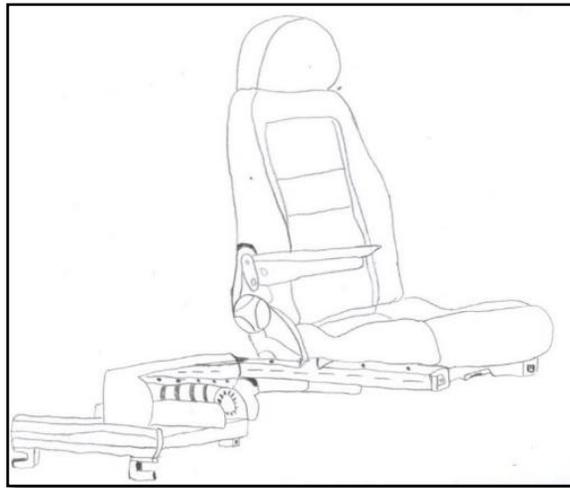


Figura 5-3: Bosquejo alternativa 1

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Alternativa 2: busca cumplir con tres movimientos (desplazamiento horizontal, giro del asiento y un último movimiento vertical hacia el exterior del habitáculo), a diferencia de la alternativa 1 en este caso se pretendió hacer uso de un sistema neumático para lograr conseguir el desplazamiento vertical hacia la parte exterior del vehículo, como se ve en la figura 6-3, la cual explica de forma visual en un bosquejo el modelo de mecanismo como una segunda opción de desarrollo.

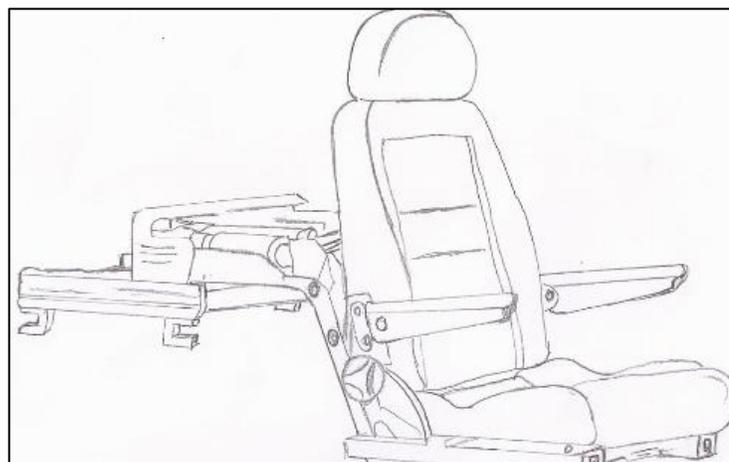


Figura 6-3: Bosquejo asiento giratorio eléctrico alternativa 2

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Teniendo en cuenta las 2 alternativas presentadas para el diseño y desarrollo de nuestro prototipo con base en los parámetros mencionados que fueron el espacio donde va situado el asiento del copiloto y la apertura de la puerta, nos centramos más en la realización del tercer movimiento que se consideró como la única diferencia entre las 2 alternativas, se analizó la idea del sistema mecánico piñón-cremallera con respecto a la aplicación de un sistema neumático y finalmente se optó por seleccionar la alternativa 1 como la más viable en base a las siguientes razones:

- El sistema piñón-cremallera nos permite la reducción del tamaño y peso de nuestro prototipo permitiendo de esta manera la realización de los 3 movimientos sin ninguna interferencia.
- Considerando la alternativa como la aplicación de un sistema neumático, analizamos la ventaja de conseguir un movimiento más fuerte y una mayor velocidad para este movimiento a diferencia del sistema mecánico piñón-cremallera, pero la desventaja que se presentó fue el espacio que posee el vehículo en la parte del copiloto ya que si hacemos uso de un sistema neumático no contaríamos con el espacio suficiente y también aumentaría considerablemente el tamaño de nuestro prototipo afectando de esta manera la funcionalidad de sus 3 movimientos.

3.3.4.2. Sistema piñón-cremallera

3.3.4.3. Simulación

Para efectos de llevar a cabo la simulación se partió de la idea del bosquejo de la alternativa 1 con sus 3 movimientos los cuales deberá cumplir el prototipo, para de esta manea cubrir las necesidades de la o las personas que van a usar este mecanismo día tras día. Se lo desarrollo en el software SolidWorks, tomando en cuenta aspectos como:

- Altura de la silla de ruedas
- Altura del suelo al asiento del vehículo
- Angulo de giro necesario para que el movimiento giratorio del mecanismo no tope con la puerta de la camioneta.

Partiendo de estas premisas, se desarrolla en la simulación tanto de movimientos como de elementos finitos en el mecanismo desarrollado. Se inicia con el acoplamiento de los 3 motores que fueron adquiridos en primera instancia, en un mecanismo que ocupe el menor espacio posible, a la vez que sea creado con materiales de buena calidad, logrando cumplir con el soporte de las personas que lo vayan a usar.

Se simularon dos motores que cumplen desplazamientos lineales (horizontales) (figura 7-3).

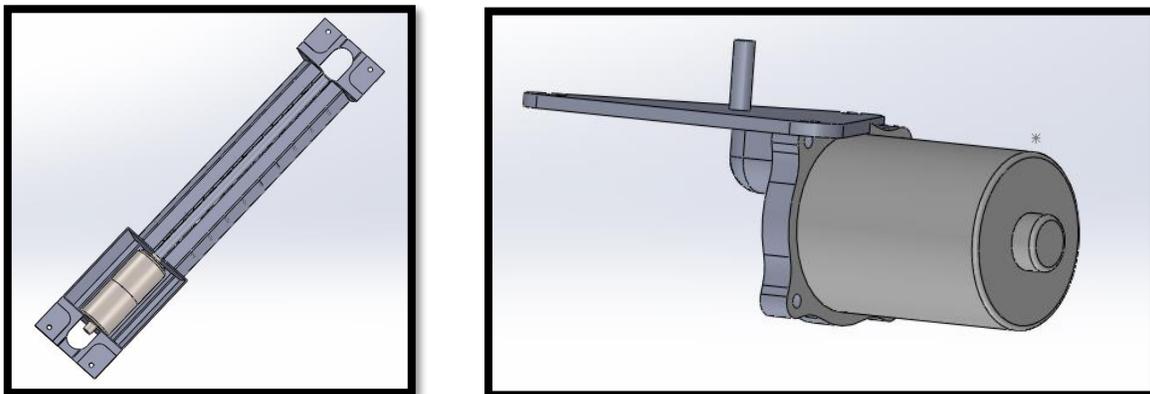


Figura 7-3: Motores para desplazamiento lineal (Rieles de tobogán- motor de plumas)

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

En la figura 8-3, se puede observar el diseño del motor que permite el giro del asiento, con lo cual se podrá realizar un giro de 113 grados en sentido horario a las manecillas del reloj.

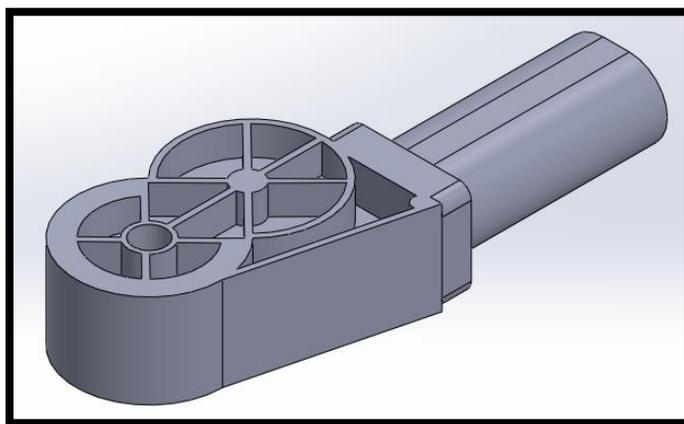


Figura 8-3: Motor giratorio

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

En lo posterior a la simulación de los motores que permitirán la realización de los movimientos del mecanismo se crean las estructuras necesarias para que se puedan acoplar estos motores en el prototipo en desarrollo, de esta forma se logra llevar a cabo una serie de procedimientos de ensambles en el software SolidWorks, obteniendo los siguientes resultados:

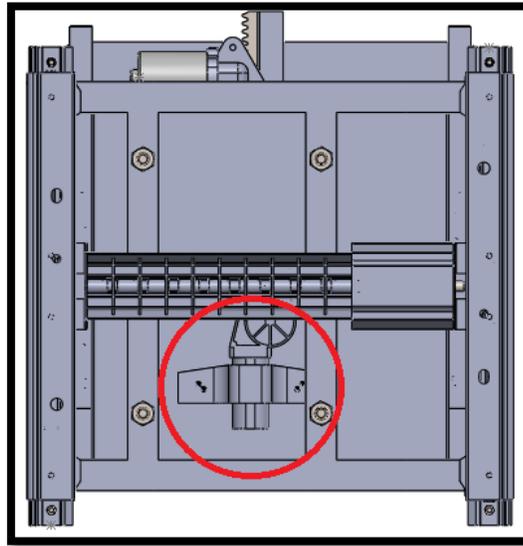


Figura 9-3: Ubicación de motor giratorio

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Mediante la Figura 9-3, se establece la posición del motor giratorio el cual se encuentra debajo de la base rotativa, con lo cual permite que el sistema se conecte mediante una varilla la cual transmite el movimiento hacia la base que está sobre el motor. De la misma manera el motor de plumas (figura 10-3) que fue usado para transmitir el movimiento de desplazamiento horizontal ya del asiento hacia el exterior del habitáculo, se encuentra ubicado en la parte frontal del mecanismo.

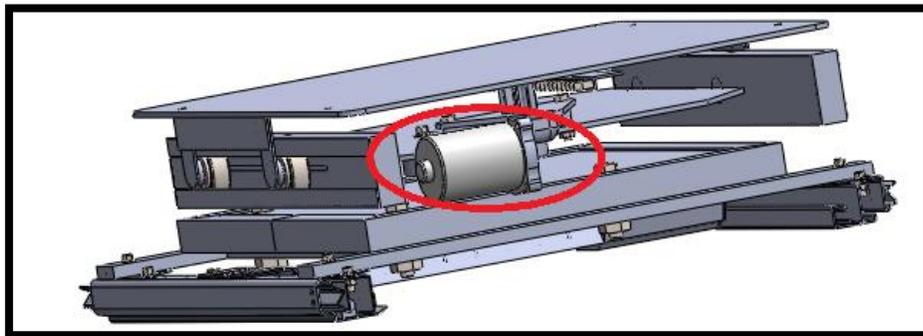


Figura 10-3: Ubicación de motor de desplazamiento horizontal

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

El funcionamiento del motor de la figura 10-3, es en base la transmisión del movimiento de este motor hacia el sistema piñón – cremallera, los cuales se encargan a su vez de hacer que la base superior donde se situara el asiento, se desplace la distancia que tienen los carriles que los acoplan hacia el exterior del habitáculo.

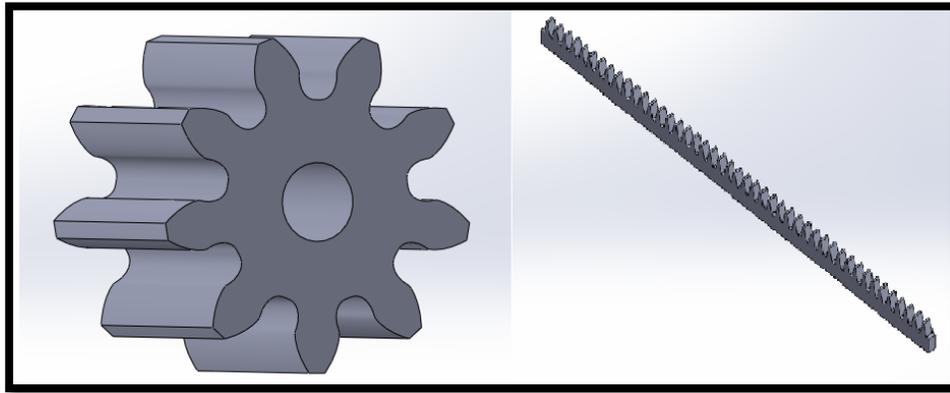


Figura 11-3: Piñón de 9 dientes y cremallera

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

El sistema que permite el desplazamiento hacia el exterior del habitáculo esta complementado por los rieles que se observan en la figura 12-3, en donde se puede observar también la estructura donde se sujeta la cremallera y la base del asiento que se le incorporara al mecanismo para la comodidad de la persona que lo use.

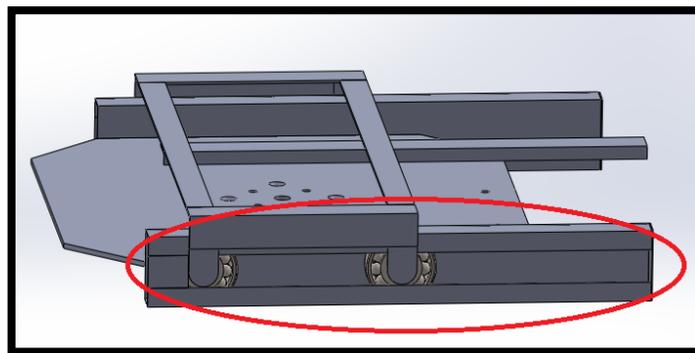


Figura 12-3: Rieles de desplazamiento al exterior del habitáculo

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Acoplados los tres motores en el prototipo se obtiene como resultado final el mecanismo en su totalidad ensamblado, y a su vez está listo para poder cumplir con cada uno de los movimientos requeridos.

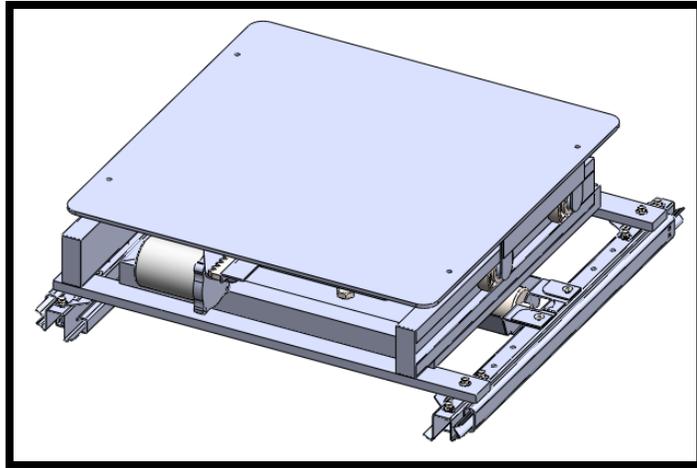


Figura 13-3: Ensamble del mecanismo

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Para la realización de la simulación de movimientos se realizó mediante un estudio de movimiento llevado a cabo en SolidWorks (Anexo 4), se detalla de forma gráfica los movimientos aplicados en el estudio de movimientos.

- 1.- desplazamiento del tobogán eléctrico
- 2.- Giro de 113° del mecanismo
- 3.- Desplazamiento hacia el exterior del habitáculo de la camioneta BT-50

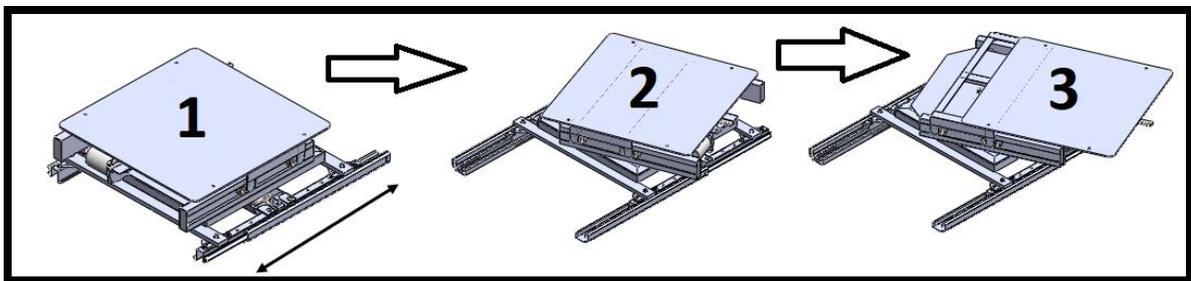


Figura 14-3: Proceso de movimientos del mecanismo

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Una vez finalizado el estudio de movimientos se lleva a cabo la simulación de elementos finitos, la cual es detallada en lo posterior.

3.3.4.4. Parámetros del diseño del sistema de transmisión piñón-cremallera

Como se pudo apreciar en el prototipo modelado en el entorno del programa SolidWorks hemos hecho uso de un sistema mecánico de transmisión piñón-cremallera, el cual tiene como funcionalidad la transmisión del movimiento generado por un motor DC hacia un carro con rodamientos que se desplaza por un sistema de carriles. Para lo cual se realizó el cálculo de los distintos parámetros para la creación de este sistema de transmisión de movimiento, como se detalla a continuación:

- Piñón

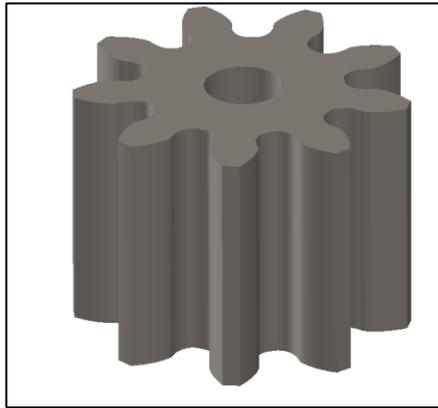


Figura 15-3: Piñón diseñado

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Datos planteados:

- Numero de dientes = $Z = 9$
- Espesor = $e = 20$ mm
- Diámetro Exterior = $\varnothing_{ext} = 27,5$ mm
- Ángulo de presión = $\phi = 20^\circ$

Por lo que:

Módulo = m

$$\varnothing_{ext} = m * (z + 2) \quad (1)$$

$$m = \frac{\varnothing_{ext}}{z + 2}$$

$$m = \frac{27}{9 + 2} = 2,4545$$

Diámetro Primitivo = \emptyset_{prim}

$$\emptyset_{prim} = m * z \quad (2)$$

$$\emptyset_{prim} = 2,4545 * 9 = 22,1 \text{ mm}$$

Addendum = a

$$a = 1 * m \quad (3)$$

$$a = 1 * 2,4545 = 2,4545 \text{ mm}$$

Deddendun = b

$$b = 1,25 * m \quad (4)$$

$$b = 1,25 * 2,4545 = 3,07 \text{ mm}$$

Espacio libre del fondo = c

$$c = 0,25 * m \quad (5)$$

$$c = 0,25 * 2,4545 = 0,614 \text{ m}$$

Profundidad del diente = h

$$h = 2,25 * m \quad (6)$$

$$h = 2,25 * 2,4545 = 5,52$$

Paso circular del diente = p

$$p = \pi * m \quad (7)$$

$$p = \pi * 2,4545 = 7,711$$

Paso diametral del diente = P

$$P = \frac{N}{D} \quad (8)$$

$$p = \frac{9}{22,1} = 0,407$$

Diámetro del fondo = \emptyset_{fond}

$$\emptyset_{fond} = m * (Z - 2,5) \quad (9)$$

$$\emptyset_{fond} = 2,4545 * (9 - 2,5) = 15,95 \text{ mm}$$

- **Cremallera**

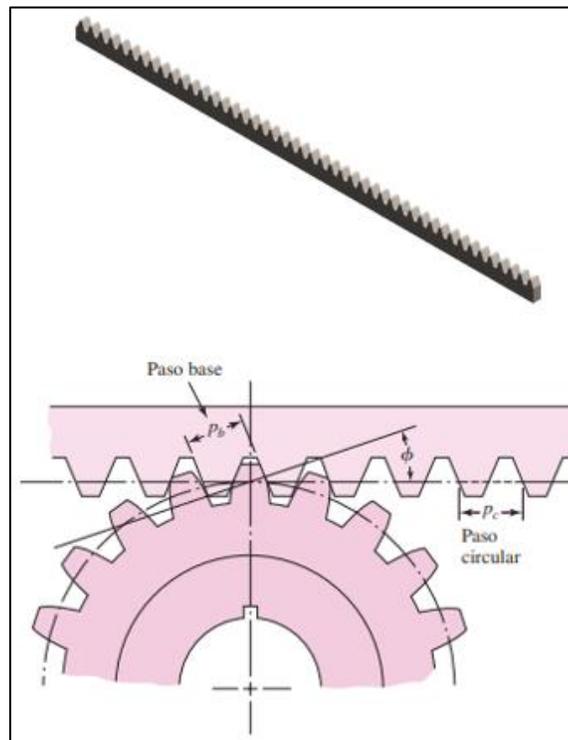


Figura 16-3: Cremallera diseñada

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Paso base= P_b

$$P_b = P_c \cos \Phi \quad (10)$$

$$P_b = 7,711 \cos 20 = 7,246 \text{ mm}$$

Paso de la cremallera = p_1

$$p = p_1 \quad (11)$$

$$p = 7,711 \text{ mm}$$

Numero de pasos

$$Np = N * Nvueltas \quad (12)$$

El número de vueltas se determina en función de los rpm del motor el cual es de 2900 rpm

$$Nvueltas = 2900 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$Nvueltas = 303.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Numero de vueltas que realiza el piñón para recorrer completamente la cremallera

$$Nvc = 303.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}} * \frac{1}{47 \text{ dientes}} = 6.4 \text{ vueltas del motor}$$

$$Np = 9 * 6.4 = 57.6$$

Desplazamiento o longitud de la cremallera

$$I = p * Np \quad (13)$$

$$I = 7.711 \text{ mm} * 57.6$$

$$I = 444.15 \text{ mm}$$

Para el diseño de un sistema piñón-cremallera adecuado, se debe partir siempre de las dimensiones o especificaciones planteadas para el modelo de piñón que se quiere implementar, y considerando factores muy importantes que influyen en la diferencia entre un piñón grande y uno pequeño como son:

- Cuanto más pequeño es el piñón, de debe aplicar mayor fuerza, obteniendo de esta manera de una velocidad menor para la cremallera.
- Cuanto más grande es el piñón, se debe aplicar menor fuerza, dándonos como resultado una velocidad mayor para la cremallera.

En base a estas dos diferencias optamos por seleccionar un piñón pequeño para nuestro sistema de piñón-cremallera, ya que la idea es que se genere un movimiento fuerte pero con baja velocidad, así como también se consideró el espacio donde se va acoplar este sistema que es algo limitado y de esta manera también reducimos el peso del prototipo que es unos de los objetivos de mejora.

3.3.4.5. Selección del motor para el sistema piñón-cremallera

Para la adecuada selección del tipo de motor a implementar en el sistema de transmisión piñón-cremallera se lo hizo en base a parámetros muy importantes como son el torque y la carga a soportar, de tal manera que se pueda lograr la funcionalidad de este sistema.

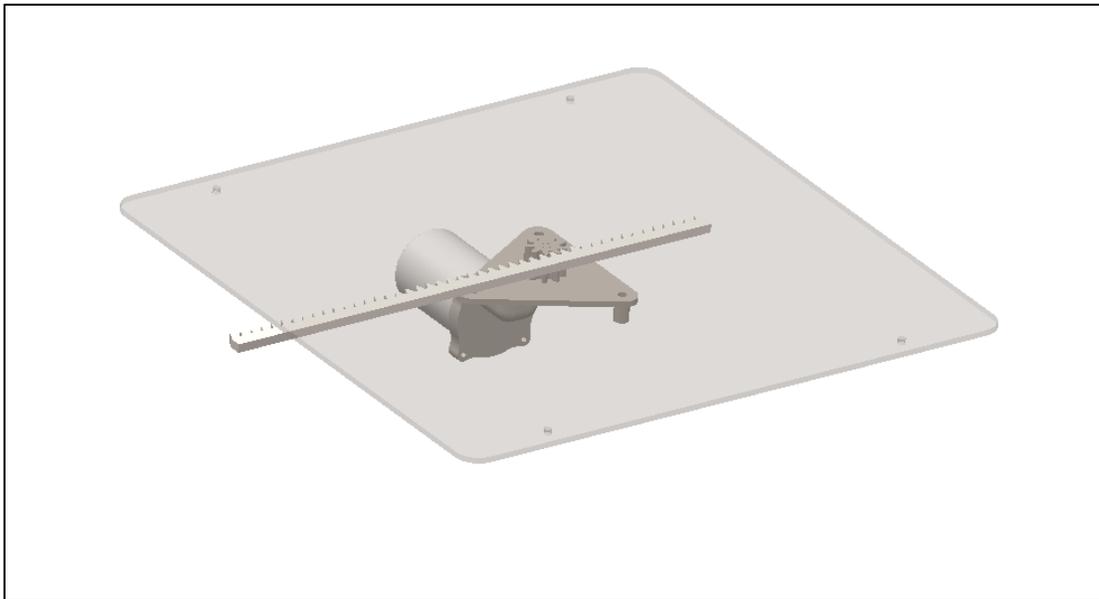


Figura 17-3: Carga a soportar por parte del motor

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Tiene cargas como son:

- Carga del equipo = carga del asiento = 5,35 Kg
- Carga de la persona = 70 Kg
- Radio del eje del motor es de 6,35 mm = 0.00635 m

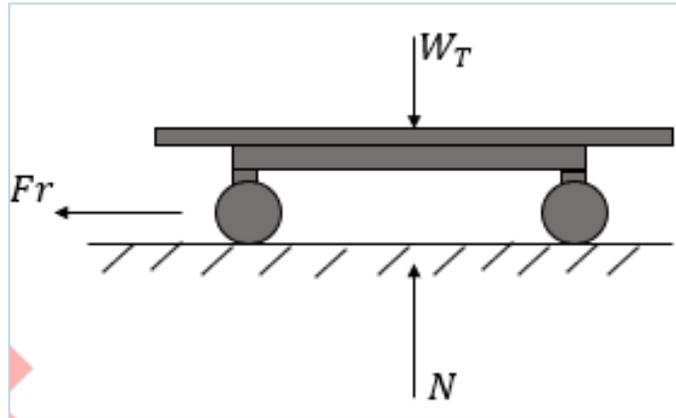


Figura 18-3: Diagrama de cuerpo libre del carro desplazable.

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Para poder calcular el torque del motor que acciona el sistema piñón-cremallera. Primero realizamos el cálculo de las cargas que debe vencer nuestro motor.

Realizamos el cálculo de la Normal (N)

$$N = (\text{peso de la persona} + \text{carga del equipo}) * g \quad (14)$$

$$N = (70kg + 5,35kg) \left(9,81 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$N = 739,184 N$$

Calculamos la fuerza de rozamiento generada en los rodamientos del carro desplazable,

$$Fr = \mu * N \quad (15)$$

Donde μ , es el coeficiente de rozamiento entre el acero inoxidable de los rodamientos y el acero normal de los carrieles, que tiene un valor de 0,20 (Anexo L).

$$Fr = 0,20 * 739,184 N$$

$$Fr = 147,837 N$$

Realizamos el cálculo del torque mínimo que debe tener el motor para lograr hacer funcionar el sistema piñón-cremallera,

$$\tau_{min1} = r \times Fr \quad (16)$$

Donde r , es el radio del piñón diseñado que es de 13,75mm, por lo tanto obtenemos lo siguiente

$$\tau_{min1} = (0,01375m)(147,837 N)$$

$$\tau_{min1} = 2,033 Nm$$

Calculamos el torque optimo del motor en base a la fórmula de la potencia mecánica (P_m) y las especificaciones técnicas del motor,

$$P_m = \tau * w \quad (17)$$

$$\tau = \frac{P_m}{w} \quad (18)$$

$$\tau = \frac{1491,4 W}{303,687 rad/s}$$

$$\tau = 4,91 Nm$$

- ✓ Como $\tau > \tau_{min1}$, se procedió a seleccionar el motor marca Bosch con una potencia de 2HP a 2900 r.p.m. (Anexo I).

3.3.4.6. Criterio de selección para el sistema piñón-cremallera

Para validar la selección del sistema piñón-cremallera se realizó el cálculo de esfuerzos y factor de seguridad aplicando la teoría de falla por fatiga, partiendo de la fuerza que actúa entre los dientes del piñón y los de la cremallera, en este caso consideramos la Fuerza $Fr = 147,837 N$ utilizada para la selección del motor que activara este sistema detallado en el apartado anterior, obteniendo los siguientes cálculos:

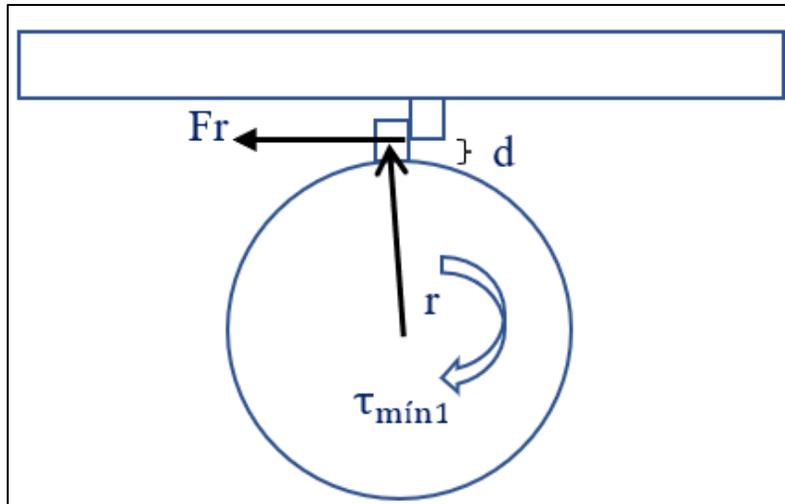


Figura 19-3: Diagrama de cuerpo libre del sistema piñón cremallera

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Para realizar los cálculos se utilizó el diagrama de cuerpo libre que aprecia en la figura 19-4 y también se consideró los siguientes datos:

$$\tau_{\text{mín1}} = 2,033 \text{ Nm} = 2033 \text{ Nmm}$$

Material = ASTM A36

$$S_y = 36000 \text{ lb/pulg}^2 = 248.21 \text{ N/mm}^2$$

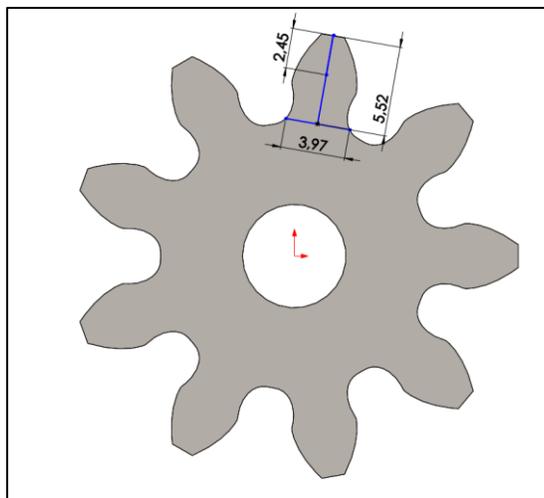


Figura 20-3: Dimensiones del diente del piñón

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

En base a estos datos se obtuvo los diagramas de cargas, fuerza cortante y momento, tomando en cuenta que el diente del piñón va comportarse como una viga en voladizo y la única carga a la que va estar sometido es la fuerza $F_r = 147,837 \text{ N}$, teniendo lo siguiente:

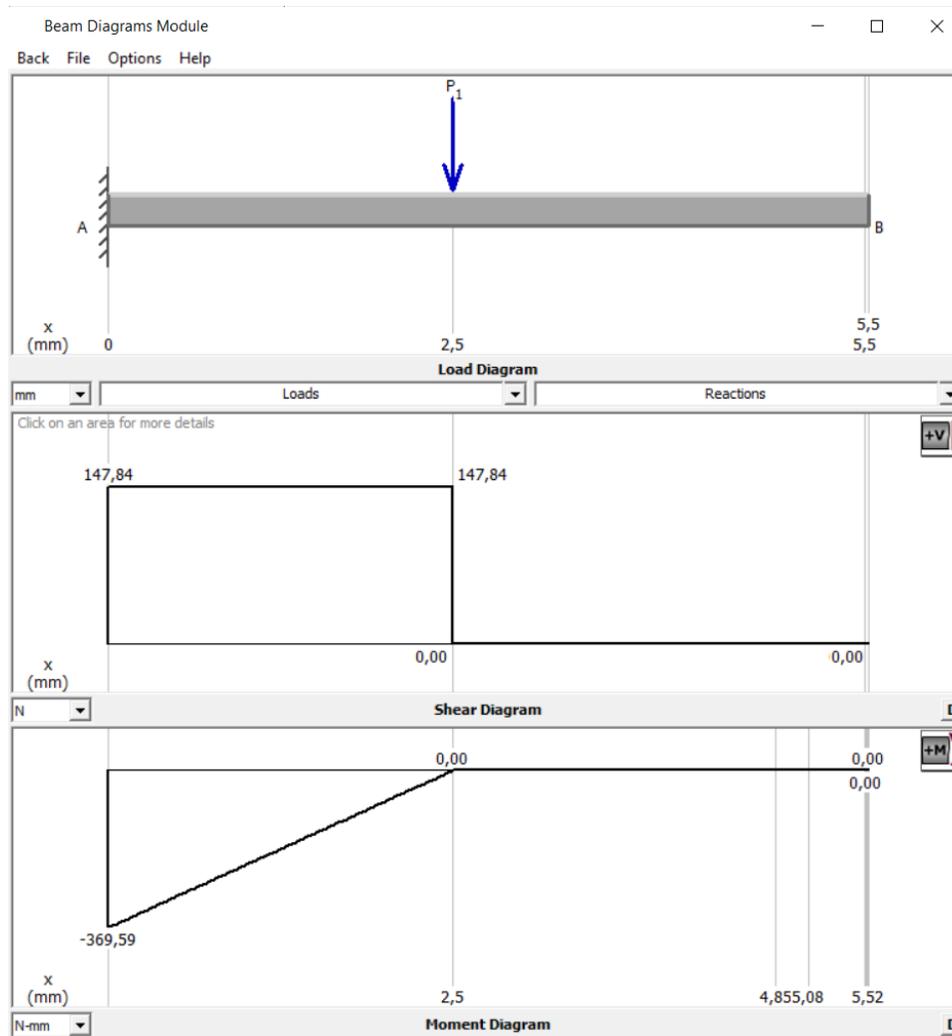


Gráfico 2-3: Diagramas sobre el comportamiento del diente del piñón

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Se realizó el cálculo respectivo de la inercia con respecto a la sección transversal mediante la ecuación 19,

$$I = \frac{b * h^3}{12} \quad (19)$$

$$I = \frac{3.97 \text{ mm} \cdot (5.52 \text{ mm})^3}{12}$$

$$I = 55.645 \text{ mm}^4$$

$$C = 2.76 \text{ mm}$$

Una vez calculado el momento de inercia se hizo el cálculo del esfuerzo normal en x mediante la ecuación 20,

$$\sigma_x = \frac{M}{I/c} \quad (20)$$

$$\sigma_x = \frac{369,59 \text{ Nmm}}{55.645 \text{ mm}^4 / 2.76 \text{ mm}}$$

$$\sigma_x = 18.3317 \text{ N/mm}^2$$

Se obtuvo el esfuerzo cortante que se genera con respecto al plano zx a través de la ecuación 21,

$$\tau_{zx} = \frac{Tr}{J} \quad (21)$$

$$\tau_{zx} = \frac{T \frac{d}{2}}{\frac{\pi * d^4}{32}} \quad (22)$$

$$\tau_{zx} = \frac{16 * T}{\pi * d^3} \quad (23)$$

$$\tau_{zx} = \frac{16 * 2033 \text{ Nmm}}{\pi * (22,1 \text{ mm})^3}$$

$$\tau_{zx} = 0.96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Realizamos el cálculo del esfuerzo resultante tomando en cuenta los valores obtenidos de esfuerzos tanto como el esfuerzo normal σ_x y esfuerzo cortante τ_{zx} haciendo uso de la ecuación 24,

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{zx}^2} \quad (24)$$

$$\sigma = \sqrt{(18.3317 \text{ N/mm}^2)^2 + 3 * (0.96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})^2}$$

$$\sigma = 18.41 \text{ N/mm}^2$$

Por último realizamos el cálculo del factor de seguridad n en base al esfuerzo resultante el cual nos permitió validar la selección del sistema piñón-cremallera ya que resulto ser muy elevando verificando de esta manera la seguridad de este sistema y por ende no correrá el riesgo de algún tipo de fractura en cuanto a su funcionamiento.

$$n = \frac{S_y}{\sigma} \quad (25)$$

$$n = \frac{248.21 \text{ N/mm}^2}{18.41 \text{ N/mm}^2} = 13.5$$

3.3.4.7. Selección del motor de giro del asiento

Para la selección del motor de giro del asiento se consideró los parámetros como son el peso de los elementos que influyen carga para este motor, el asiento y el peso promedio de una persona, partiendo de esto se obtuvo el torque necesario para la realización de este movimiento en función de la carga que va a soportar dicho motor.

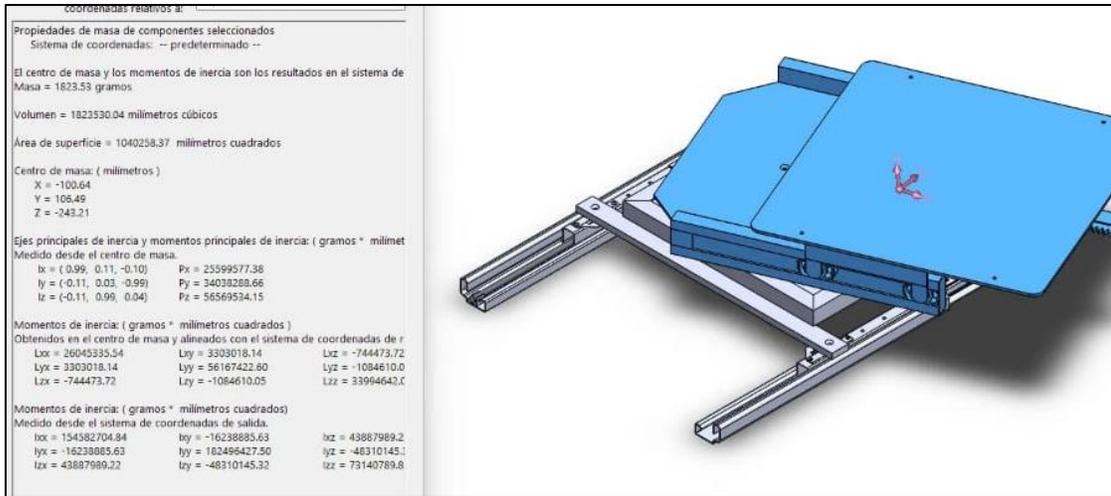


Figura 21-3: Carga de los elementos que influyen para el motor de giro

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Cargas que actúan para el motor de giro del asiento:

- Carga de los elementos = 1,8235 Kg
- Carga del asiento = 5,35 Kg
- Carga del equipo = 7,1735 Kg
- Carga de la persona = 70 Kg
- Diámetro del eje del motor es de 11 mm = 0,011 m

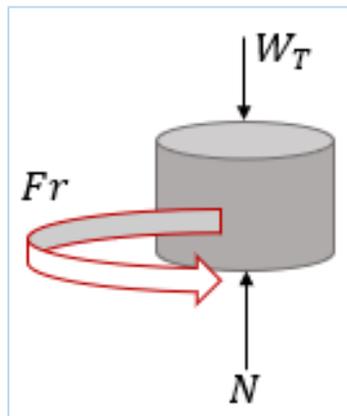


Figura 22-3: Diagrama de cuerpo libre para el soporte de giro.

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Realizamos el cálculo de la Normal (N)

$$N = (\text{peso de la persona} + \text{carga del equipo}) * g \quad (26)$$

$$N = (70\text{kg} + 7,1735\text{ kg}) \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$N = 757,072\text{ N}$$

Calculamos la fuerza de rozamiento generada en del soporte circular que transmite el movimiento de giro para el asiento,

$$Fr = \mu * N \quad (27)$$

Donde μ , es el coeficiente de rozamiento entre el acero inoxidable de los rodamientos y acero normal, que tiene un valor de 0,20 (Anexo L).

$$Fr = 0,20 * 757,072\text{ N}$$

$$Fr = 151,414\text{N}$$

Realizamos el cálculo del torque mínimo que debe tener el motor para lograr cumplir con el giro del asiento,

$$\tau_{\text{mín2}} = r * Fr \quad (28)$$

Donde r , es el radio del soporte circular que transmite el movimiento de giro que es de 0,054 m, por lo tanto obtenemos lo siguiente

$$\tau_{\text{mín2}} = (0,054\text{ m})(151,414\text{N})$$

$$\tau_{\text{mín2}} = 8,176\text{ Nm}$$

Como según se muestra en las especificaciones técnicas del motor marca motorcraft (Anexo H), presenta un par motor o torque óptimo de $\tau = 15,5\text{ Nm}$, y verificando que $\tau > \tau_{\text{mín2}}$, se procedió con la selección de este tipo de motor, modelo MM1036 de 15,4W de potencia con una velocidad giratoria de 20 r.p.m.

3.3.4.8. Selección de materiales

Mediante la asignación de materiales a los elementos, partes o piezas de nuestro prototipo, se puede determinar la resistencia máxima en cuanto a deformación que podrá soportar la estructura del prototipo. De esta manera es imprescindible realizar una selección de material optima, que garantice la funcionalidad y resistencia del mecanismo en todas sus etapas de funcionamiento.

Tabla 8-3: Materiales usados en la construcción del prototipo

Elemento	Tipo de material
Base giratoria	Aleación aluminio - magnesio 5086 (AW 5086)
Soporte corredizo	Aleación aluminio - magnesio 5086 (AW 5086)
Rieles	Aleación aluminio - magnesio 5086 (AW 5086)
Estructura base	Acero ASTM– A36
Carrileras	Acero ASTM – A36
Estructura base	Acero ASTM – A36
Eje central	Según el fabricante
Empaque	Según el fabricante
Base de control de movimientos	Plástico
Cables	Acero
Motores eléctricos	Según el fabricante
Bocines	Según el fabricante
Rodamientos	Según el fabricante
Pernos	Según el fabricante

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Propiedades de los materiales:

Acero AISI – A36

Es un acero estructural de carbono, su contenido máximo de carbono es de 0,29%, y su contenido de acero suave es $\leq 0.25\%$, su laminación es común encontrar en caliente en acero rectangular, redondo, cuadrado, vigas H, canal U, tubo de acero, etc. Se caracteriza por su buena soldabilidad(Grados Material Mundial 2016). Su composición química en porcentajes es la siguiente:

Tabla 9-3: Composición química acero ASTM - A36

Acero	Composición química (% , \leq) para formas					
	C	Si	Mn	P	S	Cu
ASTM A36	0,26	0,40	No requerido	0,04	0,05	0,20

Fuente: Grados Material Mundial, 2016

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Tabla 10-3: Propiedades Acero ASTM - A36

Acero ASTM - A36		
Módulo elástico	2e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	7.93e+10	N/m ²
Densidad de masa	7850	kg/m ³
Límite de tracción	400000000	N/m ²
Límite elástico	250000000	N/m ²

Fuente: SolidWorks, 2020

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Aleación de aluminio AW 5086

Esta es una aleación la cual se caracteriza por estar formada de aluminio y de magnesio, se caracteriza por tener un excepcional comportamiento en cuanto a entornos agresivos, por su gran resistencia a la corrosión, así también, cuenta con una buena soldabilidad, su estructura no se ve reforzada por el tratamiento térmico.(Sasa Alloy 2020)

Tabla 11-3: Propiedades AW 5086

Aleación aluminio - magnesio 5086 (AW 5086)		
Módulo elástico	7e+10	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.3897	N/D
Módulo cortante	2.7e+10	N/m ²
Densidad de masa	2660	kg/m ³
Límite de tracción	240000000	N/m ²

Límite elástico	100000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	2.4e-05	/K
Conductividad térmica	204	W/(m·K)
Calor específico	940	J/(kg·K)

Fuente: SolidWorks, 2020

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Acero Inoxidable 316L

Es una aleación de hierro con un porcentaje de 10,5% de cromo en su composición, este acero es inoxidable austenítico de uso general, a la vez que no necesariamente es magnético en su estado de recocido, y su endurecimiento se da únicamente en frío. Su bajo contenido de carbono le proporciona una resistencia alta a la corrosión en estructura soldadas. (Goodfellow 2017)

Tabla 12-3: Propiedades AISI 316L

Acero Inoxidable (AISI 316L)		
Módulo elástico	2e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.265	N/D
Módulo cortante	8.2e+10	N/m ²
Densidad de masa	8027	kg/m ³
Límite de tracción	485000000	N/m ²
Límite elástico	170000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.65e-05	/K
Conductividad térmica	14.6	W/(m·K)
Calor específico	450	J/(kg·K)

Fuente: SolidWorks, 2020

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Plástico ABS

Más conocido como acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), es un polímero amorfo el cual procede de la solución en masa de estireno y acrilonitrilo con la introducción del polibutadieno. Se lo reconoce por su dureza y su resistencia alta a los impactos. Se lo define mediante la fluidez, resistencia a los impactos y al calor. (Resinex 2018)

Tabla 13-3: Propiedades Plástico ABS

Plástico ABS		
Módulo elástico	2000000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.394	N/D
Módulo cortante	318900000	N/m ²
Densidad de masa	1020	kg/m ³
Límite de tracción	30000000	N/m ²
Conductividad térmica	0.2256	W/(m·K)
Calor específico	1386	J/(kg·K)

Fuente: SolidWorks, 2020

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

3.3.4.9. Ensamble

Partiendo del desarrollo basado en el modelo realizado en el software SolidWorks, y después de haber seleccionado los elementos y materiales se procedió con la construcción o ensamblaje del mecanismo siguiendo un adecuado proceso, empezando con el trabajo sobre los rieles de la base para nuestro mecanismo o tobogán eléctrico que contiene el primer motor con el sistema de tornillo sin fin, el cual permite el primer desplazamiento longitudinal para el asiento.

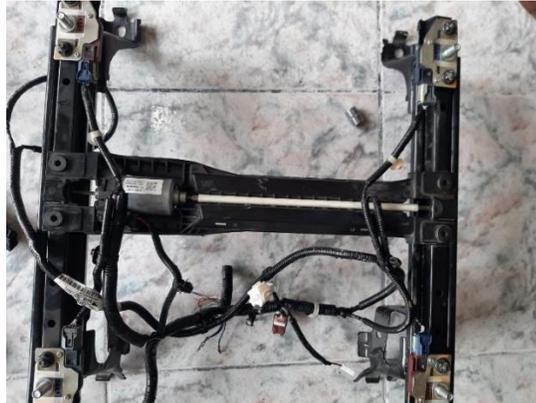


Figura 23-3: Tobogán eléctrico para trabajar

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Lo que se procedió a realizar es el acoplamiento de un soporte en la parte superior del tobogán eléctrico, a partir del uso de una platina de 5 mm de espesor con el fin de obtener una base más reforzada, tanto para el asiento como para los demás elementos a ser implementados.

Como primeras acciones fue la unión de 4 platinas mediante un proceso de soldadura SMAW con electrodo E6011 hasta conseguir la forma descrita de la figura 24-3, luego se procedió a perforar en los 4 extremos de las platinas para lograr un correcto acoplamiento a los rieles del tobogán eléctrico.

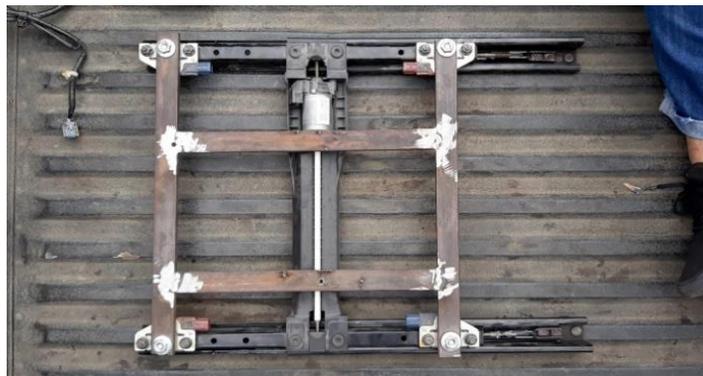


Figura 24-3: Acoplamiento del soporte a la base del tobogán eléctrico

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Posteriormente se seleccionó una plancha rectangular de espesor 3mm, con medidas de 35x29 cm, se procedió a realizar una perforación en el centro de la plancha, esta plancha soporte tiene la funcionalidad de permitir el alojamiento de un eje que nos permitiera la transmisión de movimiento de un segundo motor, así como también servir de base para la implementación de la fuente de movimiento, figura 25-3.



Figura 25-3: Perforación de soporte rectangular

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Una vez realizada la perforación a la plancha soporte, acoplamos el segundo motor eléctrico, mediante uniones por medio de remaches, tronillos y tuercas. El objetivo o funcionalidad de este motor va a ser el de realizar el segundo movimiento que consiste en la rotación de 113° del asiento hacia la parte exterior del vehículo donde va situado el copiloto.

Una vez verificado que el motor se encuentre correctamente centrado y sujeto al soporte o plancha rectangular, nuevamente se realizaron 4 perforaciones por las cuales irían alojados 4 pernos cada uno con un separador o bocín de unión, figura 26-3.



Figura 26-3: Acoplamiento del segundo motor eléctrico

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Tomando en cuenta lo descrito en la figura 25-3, se realizaron 4 perforaciones al soporte antes acoplado como se detalló en la figura 26-3, a la base o tobogán eléctrico con el fin de lograr unir este nuevo subsistema o segundo soporte el cual contiene el segundo motor para el movimiento de rotación del asiento como se muestra en la figura 27-3.

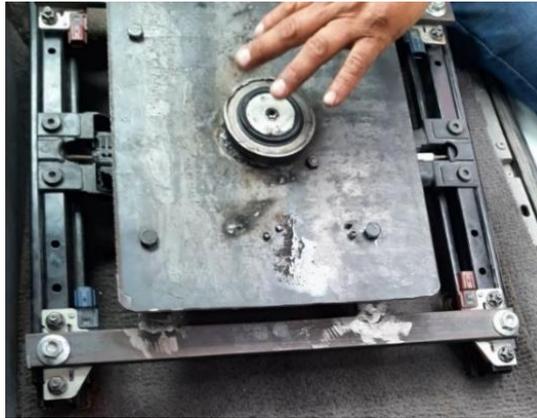


Figura 27-3: Unión del sistema para la rotación del asiento

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Una vez acoplado el subsistema de la figura 27-3, se lo reforzo usando un perfil de tipo L de 2mm de espesor alrededor de la plancha rectangular mediante el proceso de unión con soldadura. Por otro lado, se colocó una base circular en la parte superior para montar los demás elementos de nuestro mecanismo figura 28-3.



Figura 28-3: Reforzado del soporte rectangular y unión de una base circular

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Seleccionamos una nueva plancha cuadrada de 3mm de espesor, con medidas de 35x35 cm y realizamos chaflanes o un recorte de 5 cm en cada esquina. Este soporte permitirá la transmisión del movimiento rotacional del motor hacia el asiento, así como también servirá de soporte para la colocación de los elementos que formaran parte del conjunto que permitirá la realización del tercer movimiento de nuestro prototipo figura 29-3.



Figura 29-3: Soporte para la transmisión de movimiento rotacional

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Una vez realizado lo establecido en la figura 29-3, se procedió a soldar un conjunto de carriles a los costados del soporte para la transmisión de movimiento rotacional, formados por tubos rectangulares a través de los cuales se desplaza otro subsistema conformado por rodamientos, el cual va a desplazarse mediante la transmisión generada por un tercer motor eléctrico, quien va a permitir al mecanismo realizar la función del tercer movimiento que es de tipo longitudinal para el asiento basados en un sistema de piñón-cremallera, todos acoplados en un mismo conjunto para facilitar el desplazamiento del asiento hacia la parte externa del vehículo, cumpliendo de esta manera la funcionalidad adecuada y esperada de nuestro mecanismo figura 30-3.



Figura 30-3: Implementación del conjunto de carriles y sistema de piñón cremallera

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Finalmente se realizó los acabados respectivos del prototipo, se hizo la colocación de un asiento de prueba y se lo acoplo al modelo de camioneta Mazda BT-50 con el fin de poder verificar la funcionalidad del mismo, en cuanto a cada uno de los movimientos y teniendo en cuenta los requerimientos esperados previos al diseño y desarrollo final de toda su estructura como se puede observar en la figura 31-3.



Figura 31-3: Acabados del asiento y acoplamiento al vehículo.

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

3.3.4.10. *Presentación final*

Ensamblado el mecanismo de asiento de copiloto giratorio para personas con movilidad reducida, en la camioneta Mazda BT-50, se procede a las pruebas de control de seguridad, movimientos y eficacia en la realización de estos. El ensamble ya en su totalidad como se puede ver en la Figura 31-3, cuenta con una estructura sólida que fue detallada su proceso de elaboración en enunciados anteriores, y en su parte superior se le agrego un asiento, que se adapta al espacio del habitáculo en la posición de copiloto, así como también a la estructura del mecanismo elaborado.

Se acoplo un sistema control para los tres motores implementados quienes son encargados de generar los tres movimientos funcionales del prototipo, de esta forma el usuario tendrá el control, de los movimientos de manera autónoma, eligiendo así la posición en la que encuentre mayor comodidad para realizar su abordó al habitáculo y de la misma forma cuando se dé la necesidad de bajar del interior de la camioneta Mazda BT-50. El control como se observa en la Figura 32-3, cuenta con tres mandos los cuales se detallan a continuación;



Figura 32-3: Control para los movimientos del asiento

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

La ubicación mostrada en la Figura 33-3, representa la posición de salida del asiento luego de haber cumplido su desplazamiento horizontal, a través del tobogán base, seguido del giro en sentido horario a las manecillas del reloj de 113°, con lo cual se posiciona para que mediante el pulsador se accione y desplace el asiento hacia el exterior y facilite el ingreso al interior del vehículo por la persona a usar el mecanismo.



Figura 33-3: Ensamble del mecanismo en la camioneta Mazda BT-50

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Obtención de resultados

Para la obtención de los resultados se realizaron pruebas de seguridad y eficiencia del prototipo, basados en los cálculos de elementos finitos de forma analítica y en software CAE, a la par también se llevó a cabo la realización de pruebas de seguridad con el prototipo ya ensamblado en la camioneta Mazda BT-50, de tal forma que se garantice la calidad de los resultados.

4.1.1. Resultados del análisis estático mediante el software ANSYS

La seguridad y la estabilidad de un asiento giratorio eléctrico son cuestiones importantes para los pasajeros. Por lo tanto, para cumplir estos requisitos, es necesario realizar un análisis estático del asiento eléctrico. En este estudio, el análisis estático se realizó mediante el método de los elementos finitos, que es un enfoque eficaz y eficiente. ANSYS es un software muy utilizado para el análisis de elementos finitos. En este estudio, el ANSYS Workbench, que proporciona ventajas para el modelado y el procesamiento conveniente de soluciones, se aplica para el análisis estático para confirmar la seguridad funcional y la estabilidad física de la estructura del mecanismo de asiento para personas con movilidad reducida.

De esta forma se inicia con la creación de un análisis estructural en el software ANSYS, lo cual permitirá establecer:

- Esfuerzos
- Deformaciones
- Factor de seguridad

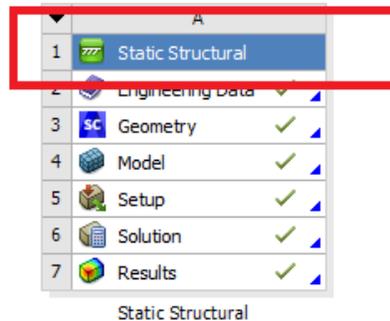


Figura 1-4: Análisis estructural ANSYS

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

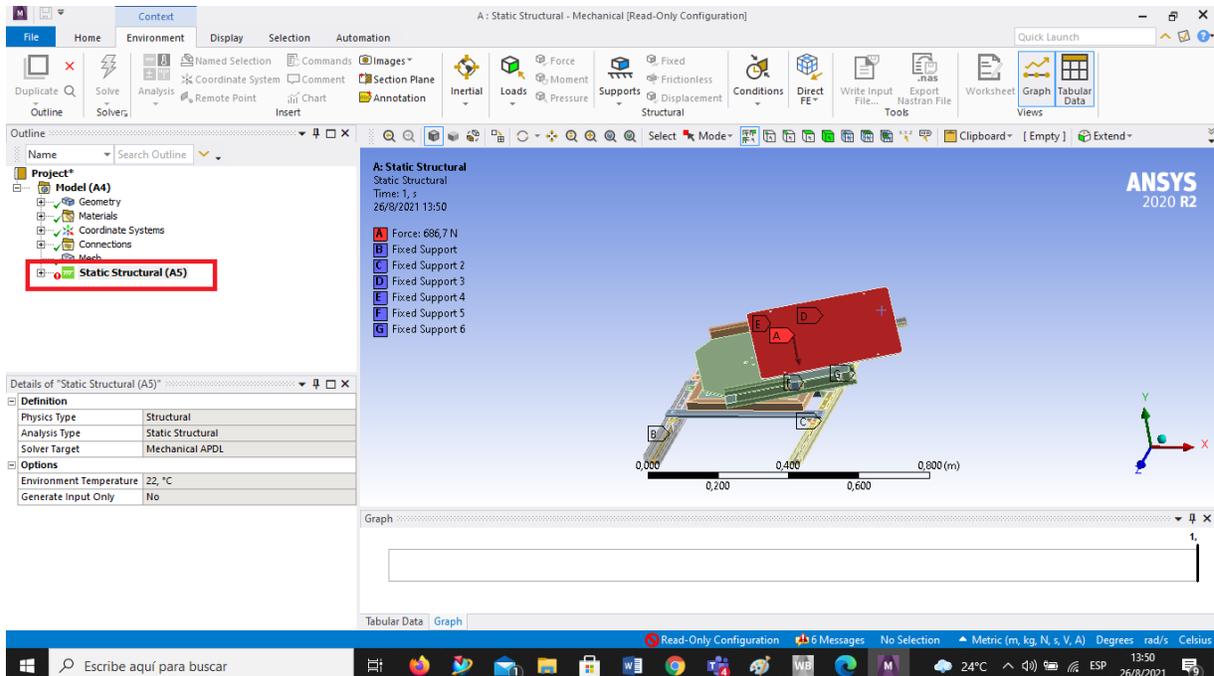


Gráfico 1-4: Análisis estructural del prototipo de asiento giratorio-Ansys

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Mediante esta herramienta para el cálculo de elementos finitos se busca optimizar el diseño y definir su calidad y eficacia en cuanto a la durabilidad y soporte de cargas posibles en el momento de su uso. Con la aplicación de Ansys Mechanical se logra crear de forma rápida una malla que se adapte a las necesidades que se busca en el análisis realizado. Para la realización del cálculo de elementos finitos se lo lleva a cabo teniendo en cuenta la calidad del mallado a usar, de esta manera se establece la calidad necesaria para obtener los resultados.



Gráfico 2-4: Ponderaciones de calidad del mallado – Ansys

Fuente: Ardila, Hincapiè y Sierra del Rio 2016

Para el mallado del elemento a analizar se usó un mallado de tipo Element Quality, el cual base su funcionamiento en la raíz cuadrada de las longitudes de las aristas de los elementos en 3D. En donde su valor fluctúa entre 0 y 1 siendo 0 un aspecto negativo y los valores iguales o cercanos a 1 son considerados como de buena calidad.

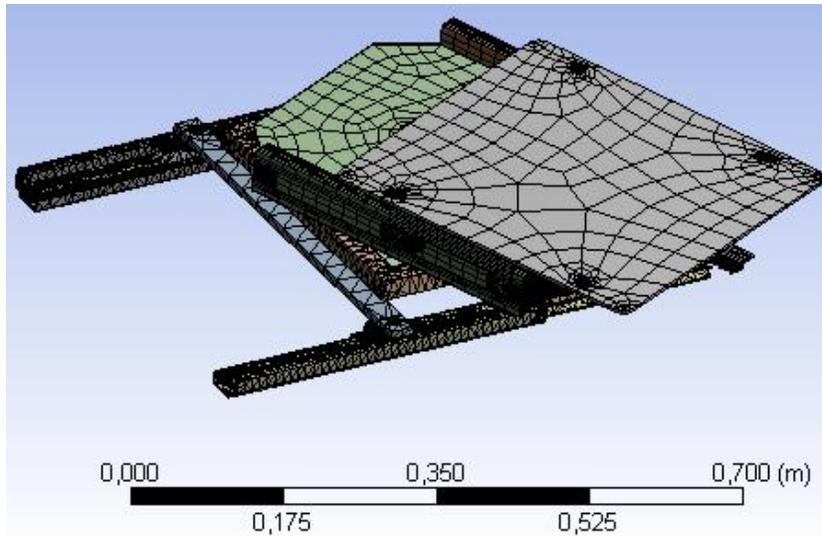


Gráfico 3-4: Mallado del prototipo de asiento giratorio

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Una vez establecido el mallado se procede a la ubicación de soportes y la asignación de la carga que se le aplicara al mecanismo. Se da un valor de 686,7 Newtons, que equivale a 70.0434 Kilogramos, la cual es la carga que se le aplica basados en el peso promedio con el que se usara el mecanismo, sobre la base que se ubicara el asiento.

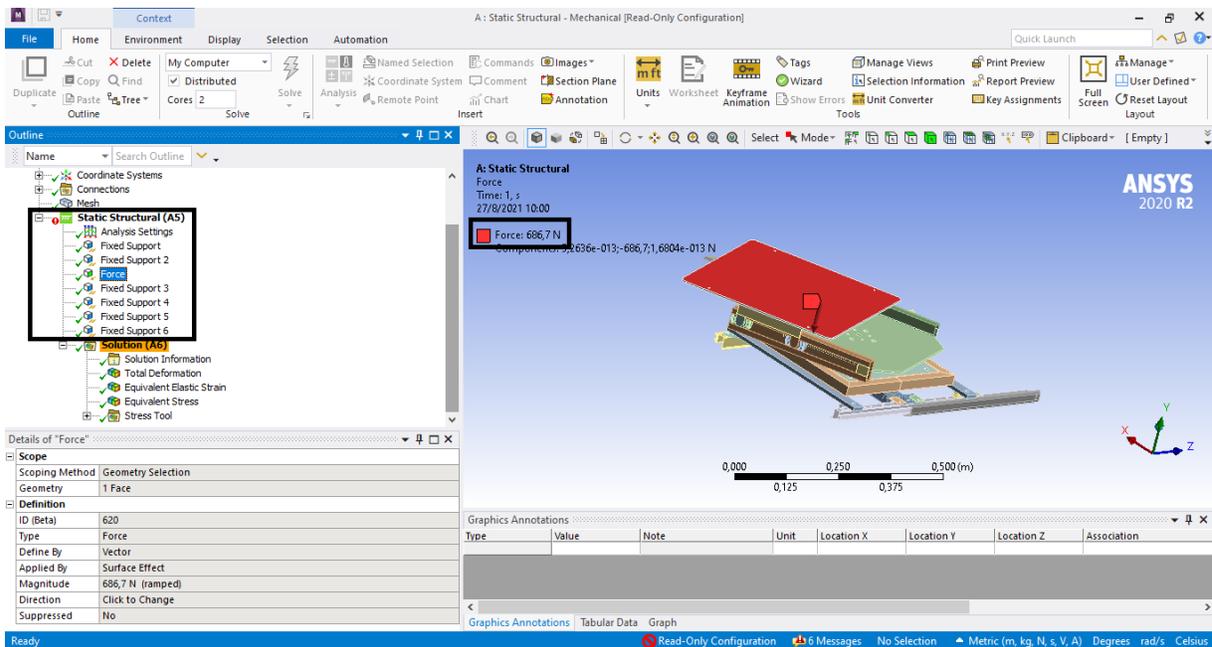


Gráfico 4-4: Asignación de soportes y fuerza en el mecanismo

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Al tener planteado los soportes, fuerza y el mallado en correcto estado, en el análisis estructural se deberá escoger las opciones de resultados que se desea obtener.

- Total Deformation (Deformación total)
- Equivalent Stress (Esfuerzo equivalente)
- Stress Tool (Herramienta de tensión)
 - Safety Factor (Factor de seguridad)

4.1.2. Resultados de la aplicación de la teoría de falla estática del prototipo

Partiendo de una vista lateral del diseño de nuestro prototipo se tomó las diferentes dimensiones de las distancias mostradas en el gráfico 5-4, con respecto a un sistema de referencia planteado inicialmente, las cuales consideramos como las más importantes para la aplicación de la teoría de falla estática en el caso de nuestro diseño.

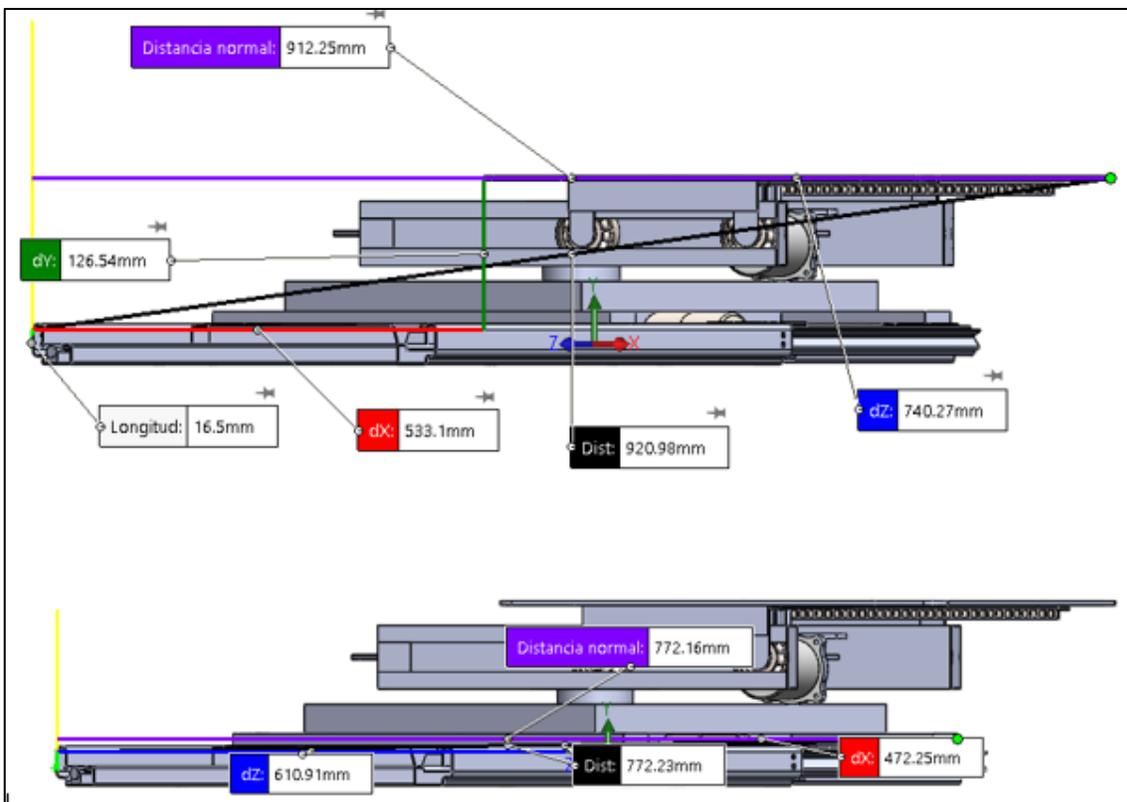


Gráfico 5-4: Medidas de las distancias consideradas para la aplicación de la teoría de falla estática.

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Se considera a la falla como la pérdida de la función de un elemento y está es causada por distintos factores como la deformación (fluencia) o la separación de las partes (fractura). El mecanismo de fractura depende de la microestructura del material y de la geometría de los enlaces atómicos. Sustentándose en observaciones experimentales como estas, se han desarrollado varias teorías de grupos de materiales para predecir el fallo de los materiales sometidos a cargas estáticas (las cargas estáticas son cargas que no cambian de magnitud o dirección con el tiempo) y para diseñar elementos de máquinas fiables. En base a esto en nuestro trabajo se determinó el factor de seguridad partiendo del límite elástico (S_y), el esfuerzo efectivo de Von Mises (σ) y la deformación máxima ($y_{m\acute{a}x}$).

Para lo cual hemos considerado los siguientes datos, tomando en cuenta la más promedio de una persona como la masa obtenida de nuestro prototipo a partir del diseño realizado en el software SolidWorks.

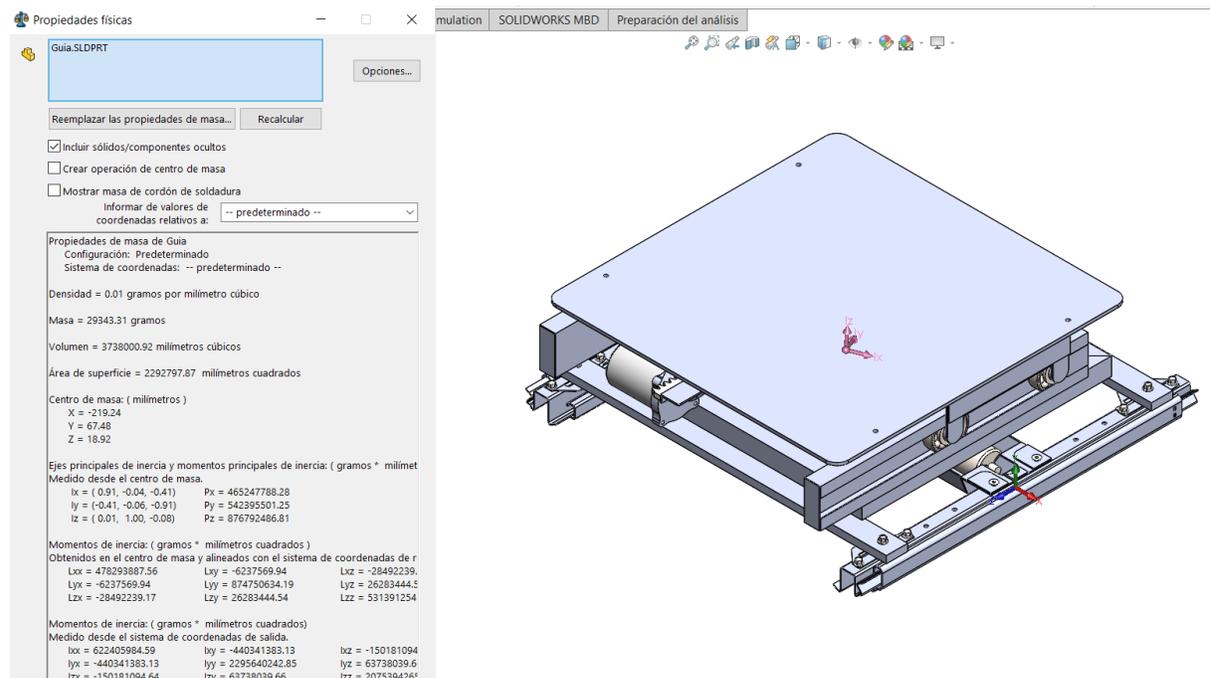


Figura 2-4: Masa del prototipo diseñado (Entorno Software SolidWorks)

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

A partir de esto se recabaron los siguientes datos que se muestran a continuación:

Masa de la persona = 70 Kg (masa promedio de las personas que se tomó en cuenta para la realización de las pruebas de funcionamiento del mecanismo ensamblado en la camioneta)

Masa del prototipo = 29,343 Kg

Partiendo de los datos obtenidos anteriormente se procedió a sumar estas masas para posteriormente obtener una masa total, obteniendo lo siguiente:

$$Masa\ Total = Masa\ de\ la\ persona + Masa\ del\ prototipo \quad (29)$$

$$Masa\ Total = 99,343\ Kg$$

Se multiplicó la masa total obtenida por la gravedad ($g = 9.81\ m/s^2$), para así obtener la carga total en newtons que aplicaría a nuestro mecanismo.

$$Carga\ Total = Masa\ total * g \quad (30)$$

$$Carga\ Total = (99,343\ Kg)(9,81\ \frac{m}{s^2})$$

$$Carga\ Total = 974,55\ N$$

Una vez teniendo la carga total que va a ser aplicada a la placa superior de nuestro mecanismo y de contar con las medidas de las distancias que influyen de manera significativa en la aplicación de esta carga, se obtuvo los diferentes diagramas como son: diagrama de cargas, diagrama de la fuerza cortante y por último el diagrama de momentos como se observa en el gráfico 6-4. Sin antes destacar que es importante considerar como primer paso que para realizar el análisis de una estructura es el establecer o construir un modelo matemático que lo represente en una manera muy clara y adecuada, con respecto a la forma o geometría que presente la estructura y las distintas cargas a las que se encuentra sometida, por consiguiente o segundo paso se debe realizar la representación matemática mediante los diagramas anteriormente mencionados con el fin de lograr apreciar como es el comportamiento de las fuerzas internas de una estructura.

Es importante también tener en cuenta que existen tres tipos de distribución de cargas o fuerzas que son:

- a) **Distribución lineal:** la fuerza se distribuye a lo largo de una línea, como en un cable.
- b) **Distribución superficial:** fuerza que actúa sobre una superficie determinada, llamada presión para los líquidos y esfuerzo para los sólidos.

- c) **Distribución cúbica:** también llamada fuerza de masa es una fuerza que actúa sobre todos los elementos con masa, un ejemplo es la gravedad.

En este caso, nuestro mecanismo va a estar sometido a una distribución de cargas superficiales la cual está ubicada en la placa superior donde va acoplado el asiento, de esta tenemos como resultado de la aplicación de la carga total de 974,55 N los siguientes diagramas representados continuación:

Carga distribuida: $W_1 = 686,7 \text{ N} / 0,41 \text{ m} = 1674,88 \text{ N/m}$

Carga distribuida = $W_2 = 974,55 \text{ N} / 0,77216 \text{ m} = 1262,1151 \text{ N/m}$

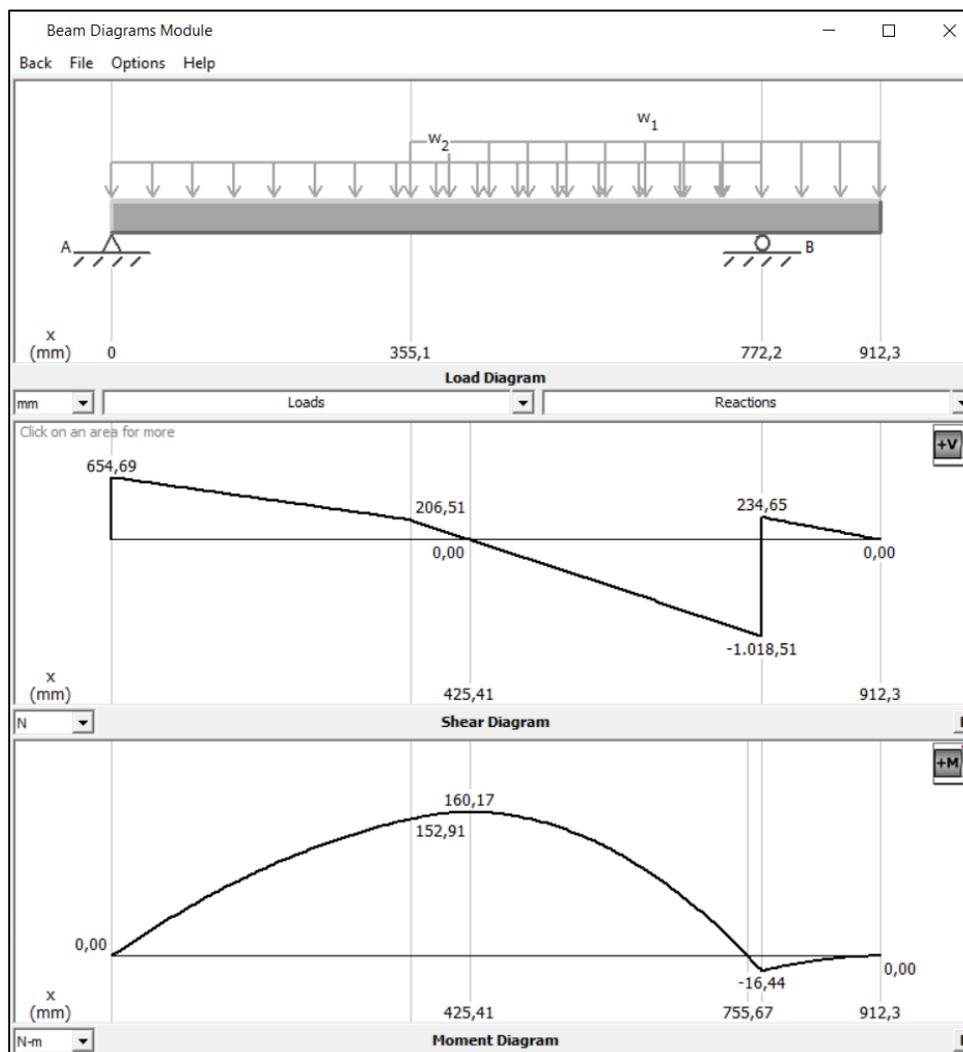


Gráfico 6-4: Diagramas de carga, fuerza cortante y momento de todo el prototipo

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Realizamos el cálculo del momento de inercia (I), con respecto a la sección transversal que corresponde a un rectángulo con dimensiones $b = 0,41 \text{ m}$ y $h = 0,004 \text{ m}$.

$$I = \frac{b * h^3}{12} \quad (31)$$

$$I = \frac{0,41 \text{ m} * (0,004 \text{ m})^3}{12}$$

$$I = 0,00000000218666 \text{ m}^4$$

Obtenemos el valor de la constante C (Centroide o distancia tomada desde el eje neutro hasta donde se determina el esfuerzo, al tratarse de una sección rectangular, su valor corresponde a la mitad de la altura h por lo tanto se tiene que:

$$C = 0,002 \text{ m}$$

Calculamos el esfuerzo equivalente en el eje x que está en función del momento máximo M , la inercia I y su centroide respectivamente, utilizando la ecuación 32, como se muestra:

$$\sigma_x = \frac{M}{I/c} \quad (32)$$

$$\sigma_x = \frac{160,17 \text{ N/m}}{0,00000000218666 \text{ m}^4 / 0,002 \text{ m}}$$

$$\sigma_x = 146496951,2 \text{ N/m}^2$$

Calculamos el esfuerzo resultante median la ecuación 33, tomando en cuenta que el τ_{zx} es cero, ya que en este caso el mecanismo no está sujeto a esfuerzos de torsión.

Mediante la aplicación de las teorías de fallas que se muestra en la ecuación 33 se obtiene lo siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{zx}^2} \quad (33)$$

En donde no existe torque, por lo tanto:

$$\sigma = \sqrt{(146496951,2 \text{ N/m}^2)^2 + 0}$$

$$\sigma = 146496951,2 \text{ N/m}^2$$

Haciendo uso de la teoría de la energía de distorsión mediante la ecuación 34, obtenemos un factor de seguridad (n) de 1.694, que se muestra muy similar al valor obtenido mediante el análisis realizado en el software CAE, por lo tanto, esto nos da a entender que el nivel fiabilidad de nuestro es bastante aceptable.

Límite de fluencia del material:

$$S_y = 36000 \text{ psi} = 248210800 \text{ N/m}^2$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma} \quad (34)$$

$$n = \frac{248210800}{146496951,2} = 1,694$$

A continuación, se procedió a realizar el cálculo de la deformación máxima ($y_{m\acute{a}x}$) haciendo uso de la ecuación 35, considerando como importantes las distancias especificadas en la Gráfico 7-4.

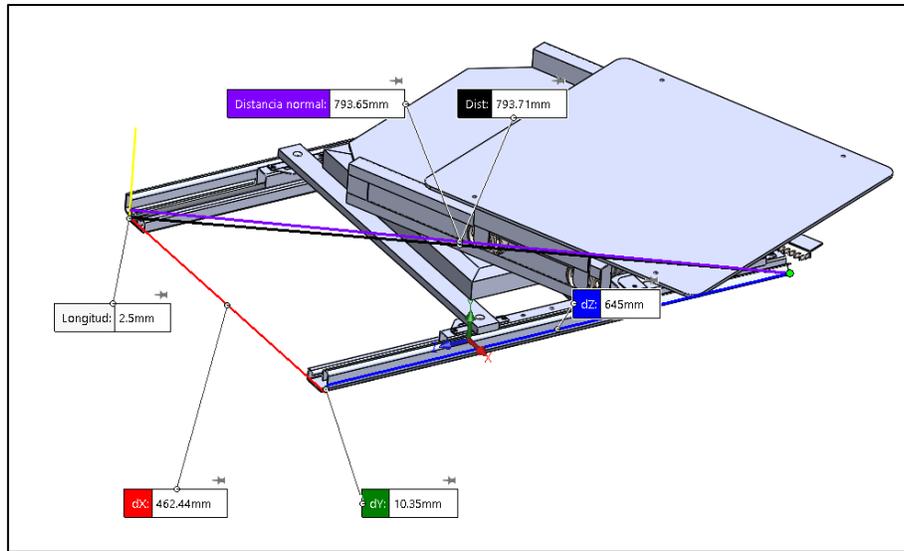


Gráfico 7-4: Diseño del prototipo desplazado completamente.

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

$$D = 912,3 - 772,2 = 140,1 \text{ mm}$$

$$f = 772,2 \text{ mm} / 140,1 \text{ mm} = 5,512$$

$$y_{\text{m}\acute{a}\text{x}} = -\frac{w l^4}{384 f E I} \quad (35)$$

$$E = 200 \text{ GPa} = 200000000000 \text{ Pa} = 200000000000 \text{ N/m}^2$$

$$y_{\text{m}\acute{a}\text{x}} = -\frac{1674,88 \frac{\text{N}}{\text{m}} * (0,79365\text{m})^4}{384 * 5,512 * 200000000000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 0,00000000218666 \text{ m}^4}$$

$$y_{\text{m}\acute{a}\text{x}} = -0,000718 \text{ m}$$

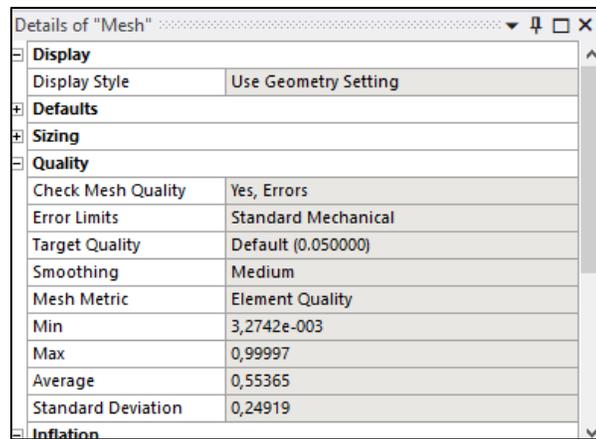
Resistencia del material

$$\sigma = 450 \text{ MPa}$$

4.2. Análisis de resultados

Estructurado el proceso de análisis estructural mediante el software Ansys y a la vez obteniendo los valores analíticos de esfuerzos, factor de seguridad, entre otros, se procede a la realización del razonamiento del significado de cada uno de los valores obtenidos, y su influencia en el funcionamiento y desarrollo del prototipo de asiento giratorio eléctrico

Para la validación de estos resultados mediante software CAE, se usó un mallado (Figura 9-4), dicho mallado se encuentra con un valor de 0,55, lo que nos permite entender que de acuerdo a la métrica de mallado OQ, (Ardila, Hincapiè y Sierra del Rìo 2016, p.134), se encuentra en un rango considerado como bueno, de esta manera los resultados tendrán una aceptación buena en cuanto a su veracidad.



Details of "Mesh"	
Display	
Display Style	Use Geometry Setting
Defaults	
Sizing	
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	Element Quality
Min	3,2742e-003
Max	0,99997
Average	0,55365
Standard Deviation	0,24919
Inflation	

Gráfico 8-4: Valor de mallado

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

4.2.1. Deformación total

Los resultados obtenidos sobre el cálculo de la deformación total en el mecanismo, se obtiene que existe una deformación máxima de 0.000716 m (0.716mm), la cual es considerada como muy baja, y se encuentra ubicada en el filo frontal de la base del asiento, analizando estos valores se define que no existirá problemas en el funcionamiento y soporte de los pesos a asignarse.

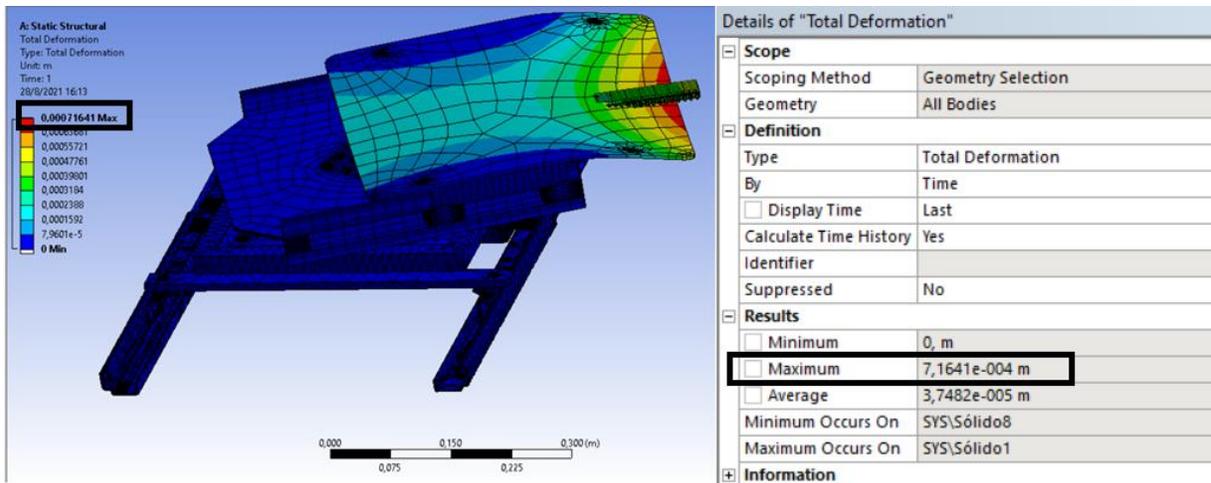


Gráfico 9-4: Deformación total - Ansys

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

4.2.2. Esfuerzo equivalente

En cuanto a los valores del esfuerzo equivalente se obtiene en los cálculos un valor de 4.4797×10^8 Pascales (447.97 MPa), el cual es un resultado muy favorable ya que en base a la resistencia del material que es 450 MPa, se determina que el valor está muy por debajo del valor nominal de la resistencia del material.

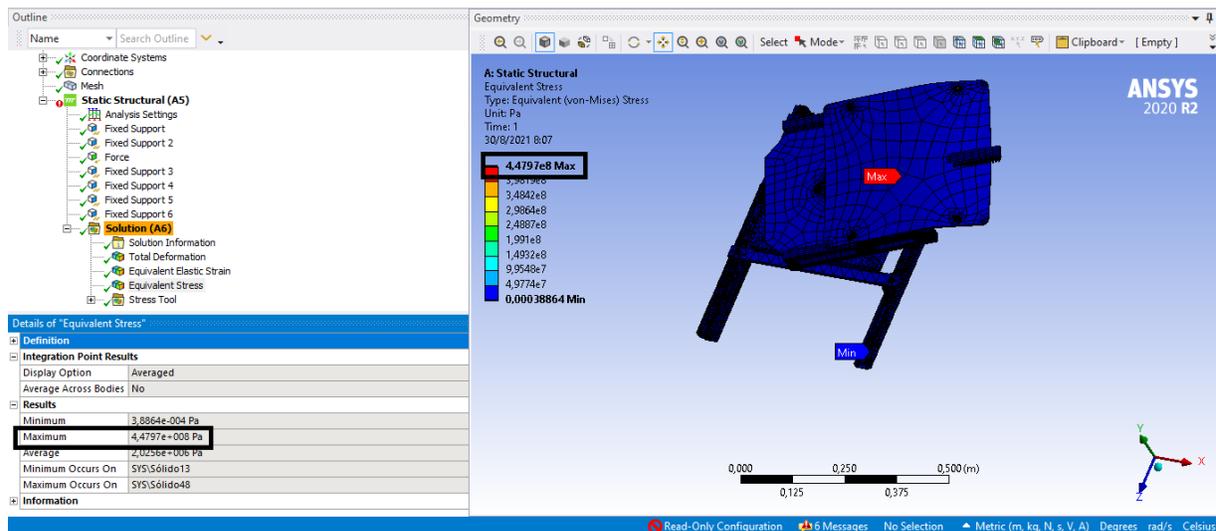


Gráfico 10-4: Esfuerzo equivalente del mecanismo – Ansys

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

4.2.3. Factor de Seguridad (FDS)

El factor de seguridad obtenido es de 1.705, este valor basado en la teoría de materiales dúctiles de Robert Mott, en su libro diseño de elementos de máquinas, establece que el valor del factor de seguridad para el diseño bajo cargas estáticas se encuentra en el rango de 1.25 a 2.0 (Mott 2006). Por lo tanto, el valor obtenido del factor de seguridad en el diseño realizado se encuentra en el rango establecido

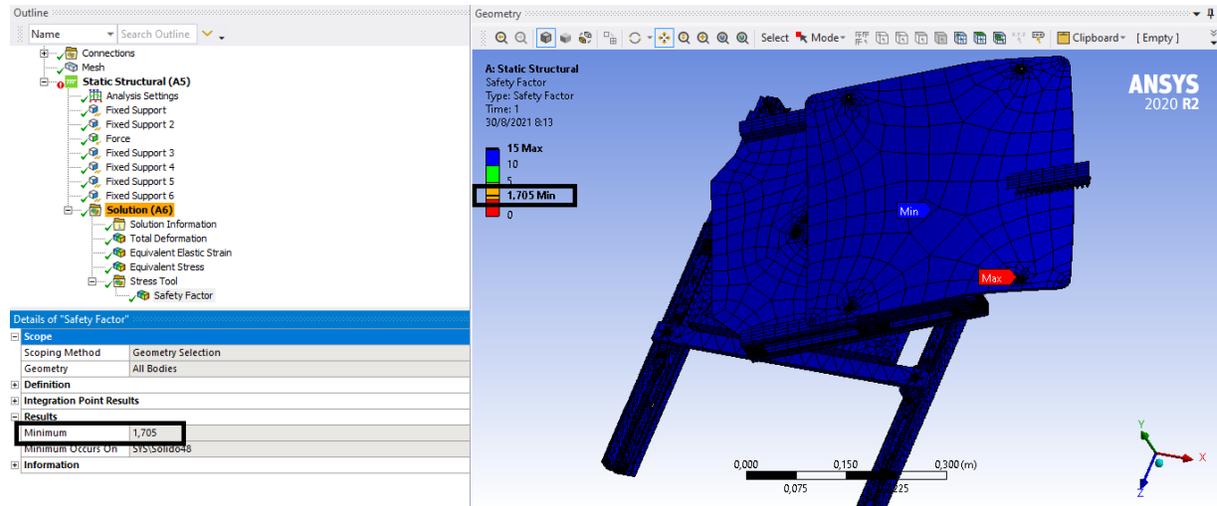


Gráfico 11-4: Factor de seguridad del mecanismo - Ansys

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

4.2.4. Comparación de resultados

Tabla 1-4: Comparación de los resultados obtenidos tanto de manera analítica, como mediante el software CAE

	Analítico	CAE	Error
Deformación	0,000718 m	0,000716 m	0,278 %
Resistencia	450 MPa	448 MPa	0,444 %
FDS	1,694	1,705	0,645 %

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Una vez obtenido el resultado tanto analítico como en software CAE, se puede determinar que existe una variación inferior al 1%, siendo considerados los resultados como iguales, puesto que la diferencia existente es causada por la diferencia en la utilización de decimales en los cálculos, el software CAE, utiliza alrededor de 6 decimales, y los cálculos analíticos fueron realizados con 3 decimales.

4.3. Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se la realizaron en la camioneta Mazda Bt-50, en la cual fue ensamblado el mecanismo del asiento de copiloto giratorio, para la realización de estas pruebas se tomaron en cuenta a dos personas que presentan movilidad reducida, la consideración y evaluación del funcionamiento del mecanismo con estas personas fue muy importante ya que cada una presentaba diferentes medios de movilización para solventar su movilidad.

Para el funcionamiento del mecanismo se ha establecido una serie de pasos con los cuales se usará de manera efectiva el mecanismo construido:

- 1- Posicionamiento del instrumento de movilización de la persona con movilidad reducida, frente al asiento giratorio
- 2- Persona ubicada en el asiento que se encuentra girado 113° desplazado hacia el exterior del habitáculo
- 3- Giro del asiento posicionando a la persona en el interior del habitáculo, de manera correcta para poder cerrar la puerta de la camioneta
- 4- Desplazamiento horizontal hacia la parte de atrás para comodidad de la persona (opcional).

Prueba de funcionamiento con persona que usa silla de ruedas:



Figura 3-4: Proceso de ingreso al interior del habitáculo (persona en silla de ruedas)

Realizado por: Urquiza, R.; Paredes D. 2021

Tabla 2-4: Resultados de la prueba de funcionamiento en persona que usa silla de ruedas

Sexo: Masculino		Peso: 56kg	
	Eficiente	Regular	Defectuoso
Desplazamientos horizontales	X		
Giro de asiento	X		
Velocidad de movimientos	X		
Observaciones:	A la persona que uso el mecanismo por su estatura y peso, le resultado muy eficiente el mecanismo, la velocidad de cada uno de los movimientos fueron bastante aceptables.		

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Prueba de funcionamiento con persona que usa andador:



Figura 4-4: Proceso de ingreso al interior del habitáculo (persona con andador)

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

Tabla 3-4: Resultados de la prueba de funcionamiento en persona que usa andador

Sexo: Femenino		Peso: 70kg	
	Eficiente	Regular	Defectuoso
Desplazamientos horizontales		X	
Giro de asiento	X		
Velocidad de movimientos		X	
Observaciones:	En este caso al movimiento longitudinal que posiciona el asiento a hacia la parte externa presento una velocidad algo lenta pero aceptable en cuanto al giro no presento ningún inconveniente .		

Realizado por: Urquizo, R.; Paredes D. 2021

CONCLUSIONES

Se logro cumplir con las expectativas planteadas en base a una idea central, que fue la de buscar una solución para el problema que tienen las personas con discapacidad o movilidad reducida al acceder o salir del asiento de copiloto de un vehículo, partiendo del estado del arte de estas nuevas tecnologías, que tienen como fin o punto fuerte el brindar una mejor calidad de vida a estas personas.

En base a bosquejos o bocetos realizados, hemos evaluado cada uno de ellos de acuerdo a las características o requerimientos, lo cual nos permitió seleccionar la alternativa más adecuada para la realización del diseño, la estructura se modeló con el software SolidWorks. Los principales movimientos del asiento son el deslizamiento hacia delante y hacia atrás, el giro o rotación de 113° grados, y por último el deslizamiento hacia la parte externa del vehículo.

El rendimiento estático del asiento eléctrico se analizó tanto con el programa ANSYS Workbench, como mediante la aplicación de la teoría de falla estática. Los resultados del análisis se ajustaron a las expectativas o requerimientos planteados puesto que el factor de seguridad obtenido de forma analítica que fue de 1,694 presentó una diferencia muy corta con respecto al factor de seguridad del análisis realizado en el software CAE que fue de 1,705, lo cual se consideró aceptable, fiable y garantizaron la estabilidad estática del asiento giratorio eléctrico.

La mayoría de las piezas utilizadas se fabricaron con acero ASTM A36, todo en base a las especificaciones técnicas presentes del diseño CAD. Todo el armazón se construyó mediante uniones soldadas de diferentes elementos con soldadura tipo SMAW y electrodo E6011. Se realizó pruebas de durabilidad del asiento eléctrico para evaluar toda su estructura para el uso en un vehículo real modelo Mazda BT-50 y los resultados de estas pruebas indicaron que el asiento podría usarse de manera confiable y segura para una vida útil prolongada.

RECOMENDACIONES

Para el acoplamiento del prototipo en otro modelo de vehículo diferente a la camioneta Mazda BT-50, se recomienda tomar muy en cuenta las dimensiones del espacio donde se aloja el copiloto, para tener mejores criterios favorables en cuanto a los desplazamientos del asiento.

En caso de próximas modificaciones del prototipo se recomienda que se reduzca su tamaño, así como también la búsqueda de materiales que sean de menor peso y en el caso de eficientizar los movimientos se debería hacer uso de otros tipos de motores con mayores prestaciones en cuanto a potencia y fuerza, pero lo recomendable es no alterar o aumentar mucho la velocidad sino más bien aumentar la fuerza de los movimientos para una mejor funcionalidad y perfeccionamiento.

Analizar la posible integración de un asiento ortopédico basado en las necesidades de los usuarios con movilidad reducida.

Se deben dar mantenimientos en cuanto a la lubricación del sistema de rodaje que posee el prototipo, para que este no presente fricción, que fuercen a un mayor trabajo a los motores.

GLOSARIO

Actuador: Dispositivo capaz de convertir la energía hidráulica, neumática o eléctrica en activación de algún proceso y de realizar procesos automatizados.

Análisis de esfuerzos: Este análisis se utiliza para predecir el comportamiento de los equipos y sus materiales cuando se someten a diferentes tipos de cargas.

Análisis de las cargas: Es un método para determinar las cargas que actúan sobre los distintos elementos de una estructura en función de su comportamiento.

Antropometría: Es la ciencia que estudia las dimensiones de las distintas partes del cuerpo humano ya que varían de una persona a otra (Contreras y Granados 2014, p.68).

Asiento automatizado: Sistema que permite gestionar automáticamente el número total de operaciones en los asientos del vehículo.

Calor específico: Es la cantidad de calor por kg de masa corporal necesaria para elevar la temperatura del cuerpo en 1°.

Coefficiente de expansión térmica: Relación utilizada para medir el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando cambia la temperatura de un sólido o líquido en un recipiente y se produce una expansión térmica (Fiscalab 2020).

Coefficiente de Poisson: La relación o coeficiente de Poisson es un valor adimensional específico de cada material. Es una medida de la deformación de un material cuando es sometido a esfuerzos causados por las fuerzas o cargas que actúan sobre un cuerpo o solido (Budynas y Keith 2011, p.36).

Conductividad térmica: La conductividad térmica es una de las propiedades físicas de un material e indica su capacidad para conducir el calor.

Confort: El confort es una sensación de bienestar físico o material que proporcionan ciertas condiciones, situaciones u objetos.

Densidad de masa: Es una cantidad escalar que describe la masa contenida en un volumen determinado de una sustancia o un sólido.

Efecto corrosivo: Se trata de la descomposición de materiales metálicos por reacciones químicas o electroquímicas en un estado potencial de baja energía.

Energía mecánica: Se considera como la capacidad de realizar un trabajo mecánico bajo la influencia de causas mecánicas como la posición y la velocidad.

Ergonómicamente: La ergonomía es un campo que se ocupa de la adaptación del trabajo, los sistemas, los productos y los entornos a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de las personas para brindar una mayor comodidad (Cañas 2011, p.13).

Estado de recocido: Es un tratamiento térmico para reducir la dureza, mejorar la ductilidad y eliminar las tensiones internas de un material (Budynas y Keith 2011, p.37).

Factor de seguridad: Es el coeficiente entre la capacidad máxima calculada de un sistema y el valor de la demanda real esperada que recibiría el sistema. Este número es, por tanto, mayor que 1 e indica el exceso de capacidad que tiene el sistema sobre la demanda (Budynas y Keith 2011, p.17).

Fuerza magnética: La fuerza magnética es una consecuencia de la fuerza electromagnética, una de las cuatro fuerzas básicas de la naturaleza, y se basa en la transferencia de cargas eléctricas.

Límite de tracción: Es el esfuerzo máximo que un material puede soportar en tensión antes de que su sección transversal se reduzca significativamente.

Límite elástico: El límite elástico es la tensión máxima que puede soportar un material elástico y plástico sin que se produzcan deformaciones irreversibles.

Mecanismo desacoplable: Se considera como un mecanismo desacoplable aquel que puede separarse.

Módulo cortante: También se llama módulo de cizallamiento y es una constante elástica que describe el cambio de forma de un cuerpo elástico cuando se somete a fuerzas de cizallamiento.

Módulo elástico: constantes elásticas que se derivan de las propiedades elásticas del material y consisten en índices relacionados con la tensión y la deformación.

Par de torsión: Es el par a plena carga, sin rotación continua, que actúa sobre el eje del motor sin excitación. Se produce en el rotor de un motor de imanes permanentes y también se denomina par de retención.

Reclinación: Se refiere al acto o resultado de inclinarse, recostarse, apoyarse en algo, sostener algo o sujetar la cabeza o cualquier parte del cuerpo para evitar su caída.

Rotación: La rotación es el movimiento en el que se cambia la dirección de un cuerpo o de un sistema de referencia para que una línea o un punto permanezcan inmóviles.

Selectores de transferencia: los selectores o interruptores de transferencia establecen una conexión con un segundo suministro antes de que se interrumpa la conexión con el primero. Como no hay ningún hueco entre la interrupción y la conexión, las cargas posteriores reciben energía ininterrumpida durante todo el proceso de transmisión (Vee 2017).

Software CAD: Significa (diseño asistido por ordenador) es el uso de ordenadores para crear, modificar, analizar y optimizar diseños (Rojas y Rojas 2006, p.3).

Software CAE: Es el campo de la ingeniería asistida por ordenador o del diseño asistido por ordenador que se ocupa de un conjunto de programas informáticos para analizar y simular proyectos de ingeniería asistidos por ordenador y no asistidos por ordenador y evaluar su rendimiento, características, viabilidad y rentabilidad (Rojas y Rojas 2006, p.6).

Tratamiento térmico: Proceso controlado para alterar la microestructura de los materiales, como los metales y las aleaciones, con el fin de conseguir propiedades beneficiosas, como la dureza de la superficie, la resistencia al calor, la ductilidad y la fuerza, y para prolongar la vida útil de los componentes (Budynas y Keith 2011, p.46).

BIBLIOGRAFÍA

ACURIO ESPINOZA, Diego Wilfrido, & SARZOSA HERRERA, Luis Gonzalo. Diseño, construcción e implementación de un asiento de potencia con 3 grados de libertad para la Asociación de Discapitados Mercedes de Jesús del cantón Salcedo [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad de las Fuerzas Armadas, Latacunga, Ecuador. 2014. pp 3-18. [Consulta: 14 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8612>.

AFAPECH. *Acerca de Afapech: Recuerdo de los padres de familia que fundaron Afapech hace 25 años.* [blog]. Riobamba-Ecuador: AFAPECH, 2015. [Consulta: 20 mayo 2021]. Disponible en: <https://afapech2015.wordpress.com/acerca-de/>.

AME. *Alcalde de Riobamba inaugura obra enfocada al mejoramiento de la calidad de vida de grupo vulnerable.* [blog]. 2017. [Consulta: 19 mayo 2021]. Disponible en: <https://ame.gob.ec/alcalde-riobamba-inaugura-obra-enfocada-al-mejoramiento-la-calidad-vida-grupo-vulnerable/>.

ARDILA, J., HINCAPIÉ, D. y SIERRA DEL RÍO, J. "Independencia de mallas en tubos torsionados para intercambio de calor: caso de estudio". *Revista de la Facultad de Ciencias* [en línea], 2016, (Colombia) vol. 5(1), no. 0121-747X, pp. 124-140. [Consulta: 21 Julio 2021]. DOI <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v5n1.54231>.

ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR 2012. *Ley Orgánica de Discapacidades. Registro oficial N° 796.*

CONADIS. *Guía sobre discapacidades* [en línea]. Quito-Ecuador: CONADIS, 2013. [Consulta: 15 abril 2021] Disponible en: <http://coproder.com/wp-content/uploads/GUIA-SENSIBILIZACION-EN-DISCAPACIDADES.pdf>.

CONADIS. *Estadísticas de Identificativo Vehicular para Personas con Discapacidad – Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades* [blog]. Quito-Ecuador: CONADIS, 2020. [Consulta: 20 abril 2021]. Disponible en: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/identificativo-vehicular-para-uso-y-traslado-de-personas-con-discapacidad/>.

CONADIS. *Estadísticas de Discapacidad* [blog]. Quito-Ecuador: CONADIS, 2021. [Consulta: 20 abril 2021]. Disponible en: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>.

CONTRERAS, L. y GRANADOS, W. "Diseño de un dispositivo para la movilidad de personas con discapacidad motriz usando el método función de calidad". *Ingeniería* [en línea], 2014, (Colombia) vol. 19(1), no. 0121-750X, pp. 65-82. [Consulta: 10 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498850178005>.

GOODFELLOW. *Acero Inoxidable - AISI 316*. [blog]. Londres-Inglaterra: 2017. [Consulta: 15 julio 2021]. Disponible en: <https://www.goodfellow.com/de/sp/catalogue?Type=Alloy&Material=Stainless Steels>.

GRADOS MATERIAL MUNDIAL. *Acero ASTM A36, Acero A36 Propiedades, Ficha Tecnica, Dureza, Densidad Estructural PDF - Material Mundial Grados*. [blog]. 2016. [Consulta: 12 julio 2021]. Disponible en: <https://www.materialmundial.com/acero-astm-a36-propiedades-ficha-tecnica-estructural/>.

HERDOÍZA, Diego. Veeduría ciudadana para analizar y observar “el servicio de transporte en taxi para personas con discapacidad. [en línea] Ecuador. 2016. p.3. [Consulta: 23 abril 2021]. Disponible en: <http://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/7.pdf>.

HUERTA PERALTA, Jaime. Discapacidad y accesibilidad. La dimensión desconocida. 1ª ed. Lima-Peru: Congreso de la República, 2006.s.n. ISBN 9972-221-24-5, p. 21

IANNI MERA, Angelo Salvattore, & LOOR SOLÓRZANO, Edgar Javier. Diseño y construcción de un sistema desmontable para facilitar la movilidad de personas con capacidades especiales hacia el interior y exterior de los vehículos tipo sedan utilizados en AFAPECH - Riobamba [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.2019. p. 14. [Consulta: 5 mayo 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11631/1/65T00313.pdf>.

NTE INEN 2239. *Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización.*

NTE INEN 2315. *Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Terminología.*

NTE INEN 2292. *Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Transporte.*

IZA CHILUISA, Edison Xavier, & TUGUMBANGO POTOSÍ, Luis Miguel. Diseño y construcción de un simulador de funcionamiento virtual y pruebas de asientos de potencia – vidrios eléctricos. [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga, Ecuador. 2010. pp. 51-52. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2939/1/T-ESPEL-0711.pdf>.

LUNA BUSTAMANTE, Juan Sebastián. Diseño y elaboración de un prototipo de asiento motorizado para el copiloto, que facilite el ingreso de personas discapacitadas a los vehículos [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 2016. pp. 18-33. [Consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14108>.

MAZDA. *Mazda BT-50. Mazda* [en línea], Ecuador: 2016, vol. 6, no. 30271, pp. 26-28. [Consulta: 17 mayo 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/411525599/336804892-Manual-de-Taller-Mazda-BT50-pdf>.

MAZDA6. *Manual del Mazda6: Ajuste del asiento del acompañante delantero* [blog]. [Consulta: 17 mayo 2021]. Disponible en: https://owners-manual.mazda.com/gen/es/mazda6/mazda6_8gk5sp18c/contents/03010205.html.

MOTT, R. *Diseño de elementos de maquinas.* 4ª ed. México: 2006, s.n. ISBN 970-26-0812-0. pp. 50-55.

POZO VALENZUELA, Alexander Gustavo. Base de asiento motorizada para facilitar el ingreso y salida de personas a vehículos automotores [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2019. pp. 17-16. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9389/2/04 MEC 271 TRABAJO GRADO.pdf>.

RESINEX. *Tipos de polímeros.* [blog]. Bélgica: 2018. [Consulta: 15 julio 2021]. Disponible en: <https://www.resinex.es/tipos-de-polimeros/abs.html>.

RINCÓN GALLARDO, Gilberto. *Adaptación vehicular: Catálogo de productos. Adapta* [blog]. México: 2020. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <https://adapta.com.mx/catalogos/catalogo-adaptacion-vehicular-para-personas-con-discapacidad.pdf>.

RODRIGUEZ HERNANDEZ, Marco. *Exclusión de personas con discapacidad limitada en vehículos de uso público en Chimborazo* [blog]. Ecuador: 2021. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://www.trabajo.gob.ec/exclusión-de-personas-con-discapacidades/#:~:text=A efectos de facilitar el,del Trabajo a nivel nacional.>

SANIPATÍN COLLAGUAZO, Mary Anais. Base de asiento automatizada para el ingreso y salida a vehículos automotores de personas que sufren de paraplejía [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2017. pp. 22-24.[Consulta: 12 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7250/1/04 MEC 181 TRABAJO DE GRADO.pdf>.

SASA ALLOY. *5086 aluminio aleación de Co, LTD.* [blog]. China: 2020. [Consulta: 21 julio 2021]. Disponible en: https://www.xymetalchina.com/products/aluminum/?gclid=CjwKCAjw9LSSBhBsEiwAKtf0n87WIWHVJazxNLm7JulZleCONyRwKTR8Ge7pbuIFRW5SQNwSy52kKBoCcxSQAxD_BwE.

SOLIDWORKS. *Acero AISI 304.* [blog]. 2020. [Consulta: 14 julio 2021]. Disponible en: [https://help.solidworks.com/2020/spanish/SolidWorks/sldworks/r_Materials_in_Configurations.htm?format=P&value=.](https://help.solidworks.com/2020/spanish/SolidWorks/sldworks/r_Materials_in_Configurations.htm?format=P&value=)

VALIDA CAR. *Asiento eléctrico giratorio en Citroën Berlingo - válida car* [blog]. 2017. [Consulta: 3 mayo 2021]. Disponible en: <https://youtu.be/qF76EW4IHE4>.

BUDYNAS, R. y KEITH, N. *Diseño e ingeniería mecánica de Shigley* [en línea]. 9ª ed. New York-EEUU: McGraw-Hill, 2011. s.n. ISBN 978-0-07-352928-8. [Consulta: 28 abril 2021]. Disponible en: http://www1.frm.utn.edu.ar/electromecanica/materias_nuevas/elementoMaquina/material/libroCabecera.pdf

CAÑAS, J. *Ergonomía en los sistemas de trabajo* [en línea]. 1ª ed. Granada-España: Secretaría de Salud Laboral de la UGT-CEC, 20011. s.n. ISBN 978-84-695-1427-6.[Consulta: 22 junio 2021] Disponible en: <http://www.infocop.es/pdf/LibroErgonomia.pdf>.

FISICALAB. *Dilatación Térmica.* [blog]. 2020. [Consulta: 13 julio 2021] Disponible en: <https://www.fiscalab.com/apartado/dilatacion-termica.>

ROJAS LAZO, O. y ROJAS ROJAS, L. "Diseño asistido por computador". *Industrial Data* [en línea], 2006, (Perú) vol. 9(1), no. 1560-9146, pp. 7-15. [Consulta: 21 julio 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81690102>.

VEE, Enne. *Cómo funcionan los interruptores de transferencia eléctrica*. [blog]. 2017. [Consulta: 16 junio 2021]. Disponible en: <https://www.puomotores.com/13121937/como-funcionan-los-interruptores-de-transferencia-electrica>.

ANEXOS

ANEXO A: Manual de mantenimiento del prototipo

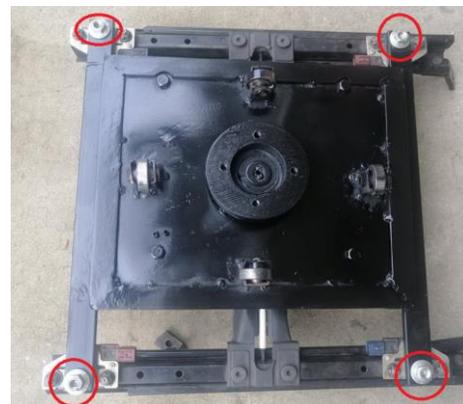
Mantenimiento del prototipo	
<p>Mediante la presente guía los autores plantean el mantenimiento de las partes que conforman el prototipo del asiento de copiloto giratorio eléctrico para personas con movilidad recudida ensamblado en una camioneta Mazda BT-50, se explica de manera detallada, el proceso de desmontaje y montaje de las diferentes piezas del mecanismo y sus respectivos mantenimientos.</p>	
<p>La plancha base que se observa en la imagen representa la estructura donde se monta el asiento, va sujeta con 4 pernos y tuercas que se ajustan o liberan con una llave número 11.</p>	
<p>La estructura que abarca la cremallera de desplazamiento horizontal está sujeta a la base giratoria con 4 pernos que se liberan con llave número 10.</p> <p>En esta estructura se debe constantemente revisar el estado del piñón que sirve de engrane para el desplazamiento y a la vez se debe engrasarlo para que facilite el movimiento horizontal.</p> <p>También en la vista lateral se observa la</p>	

presencia de las carrileras, por la cual se desplaza la estructura en donde se monta el asiento, a estas carrileras se le debe dar un chequeo cada cierto tiempo revisando el estado en que esta la lubricación de esta parte, en caso de faltar grasa o aceite se debe completar para que no exista rozamiento o dificultades en los desplazamientos de los rodamientos.

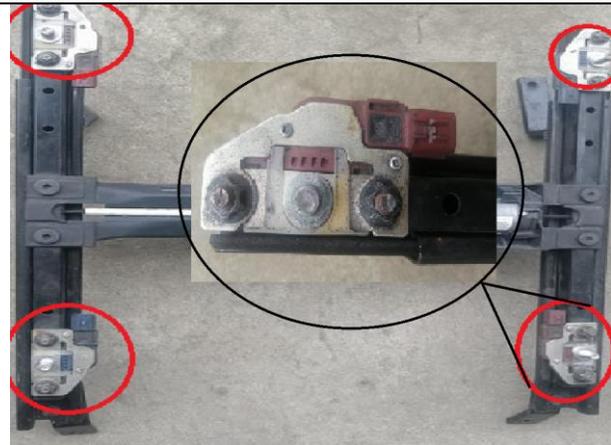


Para desmontar la base giratoria se debe retirar las 4 tuercas con una llave número 16.

En la parte de la base giratoria también se debe revisar el estado de los rulimanes ya que estos soportan y equilibran el peso del asiento haciendo que este no tambalee.



Una vez desmontado todo el sistema que se sienta sobre el tobogán se debe revisar el estado de los conectores de los sockets, los cuales establecen la conexión con el sistema eléctrico para que funcione el desplazamiento horizontal del tobogán. Se recomienda desmontar cada base, y limpiar los puertos con un poco de tiñer empapado en un paño de algodón, o a su vez usar la pistola de aire para remover todas las impurezas presentes en los puertos.



ANEXO B: Toma de medidas de asiento de copiloto Mazda BT-50



ANEXO C: Selección de materiales SolidWorks

Propiedades de material

No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal

Unidades: SI - N/m² (Pa)

Categoría: Acero

Nombre: AISI 304

Descripción:

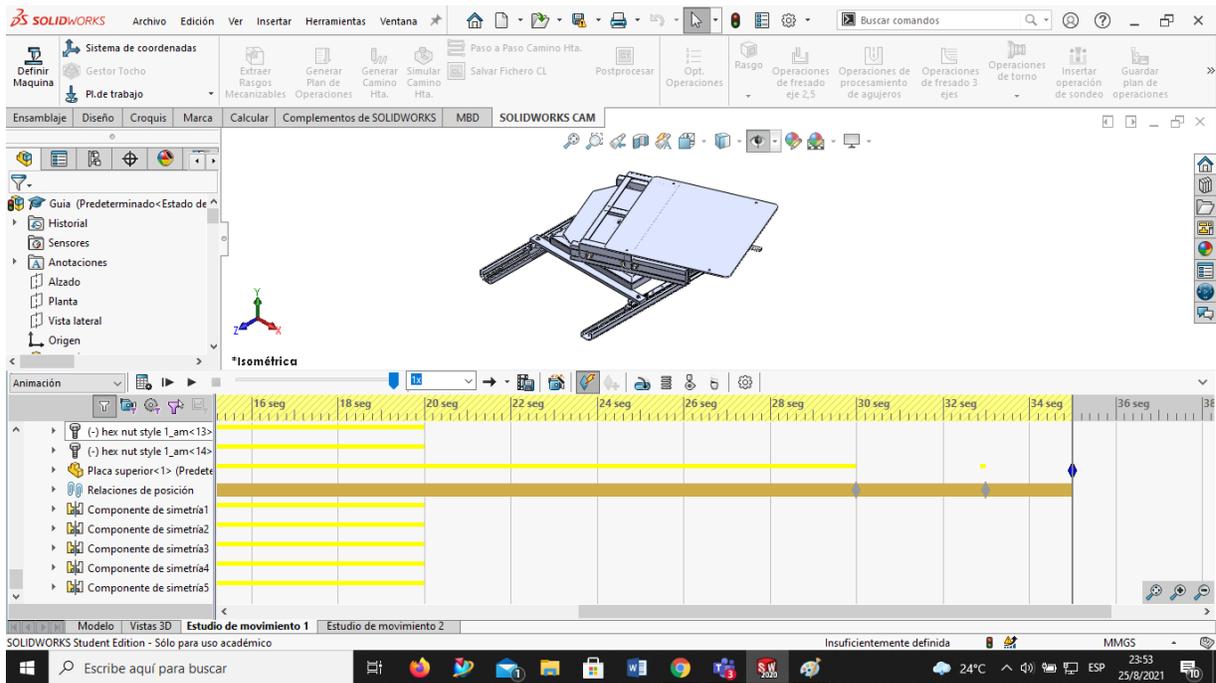
Origen:

Sostenibilidad: Definido

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.9e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	7.5e+10	N/m ²
Densidad de masa	8000	kg/m ³
Límite de tracción	517017000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	206807000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.8e-05	/K
Conductividad térmica	16	W/(m-K)

Aplicar Cerrar Guardar Config... Ayuda

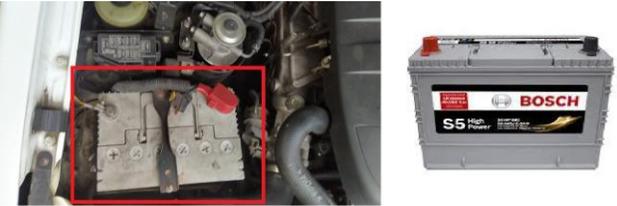
ANEXO D: Estudio de movimientos del mecanismo diseñado



ANEXO E: Mecanismo completo ensamblado en la camioneta Mazda BT-50



ANEXO F: Manual de operación del mecanismo

Manual de operación del sistema	
<p>El mecanismo de asiento giratorio eléctrico o base motorizada, que fue diseñada con el objetivo primordial de dar la facilidad de ingreso y salida de las personas discapacitadas o con movilidad reducida. Fue construida para funcionar en una camioneta Mazda BT-50, la cual fue acoplada en función de las medidas de altura promedio existentes en el Ecuador que son: (1,64-1,67) cm Hombres y (1,52-1,54) cm Mujeres y un peso de 70Kg. Se sugiere tomar en cuenta las siguientes medidas de uso y seguridad para un correcto funcionamiento del prototipo.</p>	
Precauciones:	
<ul style="list-style-type: none">• Antes de empezar con la manipulación del sistema de asiento giratorio eléctrico verificar que no haya algún tipo de objeto que pueda obstaculizar su funcionamiento.• Evite tocar el circuito eléctrico del sistema• El peso máximo establecido para el uso del prototipo es de 90 kg.• La altura máxima para el usuario debe ser de 1,65 m para su correcto funcionamiento.• Importante realizar el mantenimiento del mecanismo 1 vez por mes.	
Especificaciones técnicas:	
<ul style="list-style-type: none">• Batería: <p>El sistema del mecanismo esta abastecido de manera directa de una batería de 12v</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Control de mando: <p>Interruptor 1(color amarillo): permite al usuario desplazar el asiento dentro del vehículo hacia adelante o hacia atrás, según lo requiera.</p> <p>Interruptor 2(color rojo): permite realizar un giro o rotación de 113° en sentido horario</p>	

dentro del habitáculo.

Interruptor 3 (color Azul): al accionar este interruptor permitirá al usuario posicionar el asiento hacia afuera del vehículo, para que pueda salir o ingresar con facilidad y confort.



ANEXO G: Especificaciones técnicas del Tobogán eléctrico para asiento



Categoría de producto	Tobogán de asiento eléctrico
Numero de modelo	HS-ESL40
Longitud del riel deslizante exterior	385mm
Longitud del riel deslizante interno	400 mm
Longitud de viaje de ida y vuelta	Adelante: 20 mm Atrás:200 mm

Tensión de alimentación	12 v
Par de torsión	0,36 -0,4 Nm
Corriente máxima	< 1 ^a
Velocidad giratoria	2600-3200 r/min

ANEXO H: Especificaciones técnicas del motor de actuador de giro del asiento

	
Marca	Motorcraft
Modelo	MM1036
Peso del motor	1.25 libras
Tensión de alimentación	12 V
Velocidad giratoria	20 RPM
Par de torsión	11,5 N.m
Potencia	15,4 W

ANEXO I: Especificaciones técnicas del motor de actuador del sistema piñón-cremallera



Marca	Bosch
Tensión de alimentación	12 v
Potencia	2 HP
Velocidad giratoria	2900 RPM

ANEXO J: Modelo de vehículo utilizado modelo Pick Up-Mazda BT-50



ANEXO K: Datos técnicos del vehículo Utilizado

Tipo de motor		2.5 MZR-CD 4x4
Cilindrada (cc)		2499
Diámetro x carrera (mm)		93 x 92
Válvulas por cilindro		4
Potencia máxima [CV (kW) / rpm]		143 / 3500
Par máximo (Nm / rpm)		330 / 1800
Relación de compresión		18.0:1

Transmisión		Manual
Tipo		Manual
Desmultiplicación:	1ª	3.905
	2ª	2.248
	3ª	1.491
	4ª	1.000
	5ª	0.800
	Marcha atrás	3.391
Relación final (engranaje de reducción)		3.727

Dirección		Asistida, de tuerca y bolas
Tipo de dirección		Asistida, de tuerca y bolas
Diámetro de giro (entre muros) (m)		12.6

Prestaciones y consumo		
Aceleración (0-100 km/h en seg.)		12.5
Velocidad máxima (km/h)		158
Consumo combustible Urbano (l/100km) ¹⁾ :		10.9
Extraurbano		7.8
Combinado		8.9
Emisiones de CO ₂ ¹⁾ (g/km)		244
Categoría de emisiones		EC Stage IV
Combustible recomendado		Diesel (Cetane No. 50)
Capacidad depósito combustible (litros):		70

Dimensiones y pesos		Doble Cabina 4x4
Longitud total (mm)		5075
Anchura total (mm)		1805
Altura total (mm)		1755 / 1760*
Voladizo delantero (mm)		885
Voladizo trasero (mm)		1190
Distancia al suelo entre ejes - sin carga (mm)		205
Distancia entre ejes (mm)		3000
Ancho de vía delantero (mm)		1445 / 1475*
Ancho de vía trasero (mm)		1440 / 1470*
Zona de carga (mm): Longitud (en el suelo)		1530
Anchura (en el suelo)		1456
Anchura entre los pasos de rueda		1090
Frenos:	Diámetro de los discos ventilados delanteros (mm)	289
	Diámetro de los tambores traseros (mm)	295
Peso máximo admisible (kg)		3030
Carga máxima admisible por eje delantero / trasero (kg)		1230 / 1800
Carga útil (kg)		1137
Límite de peso Sin los frenos accionados		750
remolcable (kg): Con los frenos accionados (pendiente del 12%)		3000
Peso en orden de marcha (kg) mín./máx. incluido conductor (75 kg)		1855 / 1968

ANEXO L: Tabla de valores de coeficientes

		Coefficiente de Fricción	
Material de la placa Superior	Material del Carril	No lubricado	Lubricado
Acero inoxidable o acero	Acero inoxidable o acero	0,35	0,20
Acero inoxidable o acero	UHMW	0,25	0,15
Plástico Dirigido	Acero inoxidable o acero	0,25	0,15
Plástico Dirigido	UHMW	0,25	0,12
Plástico Dirigido (Baja Fricción)	Acero inoxidable o acero	0,17	0,12
Plástico Dirigido (Baja Fricción)	UHMW	0,18	0,12