

ESTUDIO Y APLICACIÓN DE LA CONVERSIÓN DE UNA BICICLETA PLEGABLE AL MODO DE TRACCIÓN ELÉCTRICA ASISTIDA COMO IDEA DE NEGOCIO PARA SER USADA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Presentado por:
María Clara Vargas Peña

Director:
MSc. Ing José David Barón Pinilla

Universidad ECCI
Programa de Tecnología en Mecánica
Automotriz
Bogotá D.C.
2023

Contenido

INTRODUCCIÓN	6
RESUMEN	8
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
JUSTIFICACIÓN	12
1.0 MARCO TEÓRICO.....	13
1.1 LA REPERCUSIÓN DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA Y LAS INDUSTRIAS EN EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	13
1.2 USO DEL AUTOMOVIL Y SUS USUARIOS A NIVEL MUNDIAL.....	14
1.3 MÉXICO COMO REFERENTE DE USO DE LA BICICLETA ELÉCTRICA PARA LATINOAMÉRICA	15
1.4 USO DE LA BICICLETA ELÉCTRICA EN EUROPA.....	15
1.5 USO DE LA BICICLETA ELÉCTRICA EN COLOMBIA COMPARADO CON EL MUNDO	16
1.6 MOVILIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN BOGOTA.....	16
1.6.1 Estudios de Movilidad en 2019 para planear la instauración de sistemas de movilidad alternativos	18
1.7 VENTAJAS DE USAR LA BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE URBANO.....	20
2.0 MARCO HISTÓRICO.....	22
2.1 LA EVOLUCIÓN DE LA BICICLETA ELÉCTRICA	22
2.2 BICICLETAS ELÉCTRICAS DESARROLLADAS DURANTE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.....	23
3.0 MARCO CONCEPTUAL	31
3.1 MARCO LEGAL EN COLOMBIA	31
4. IDEA DE POSIBLE NEGOCIO PARA SER USADA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.	32
4.2 ESTUDIO EN EL SECTOR DE MENSAJERÍA Y TRANSPORTE.....	36
4.3 ESTUDIO EN RECICLADORES, PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD Y ADULTOS MAYORES.....	38
5.0 SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA LA MODIFICACIÓN DE LA BICICLETA PLEGABLE	39
6.0 DISEÑO METODOLÓGICO DEL PROYECTO DE CONVERSIÓN DE BICICLETA A TRICICLO DE TRACCIÓN ELÉCTRICA.....	40
6.1 DISEÑOS PRELIMINARES EN SOLIDWORKS	41

7.0 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA DE UN TRICICLO DE TRACCIÓN HUMANA	44
7.1 BATERÍA	47
7.2 INSTAURACIÓN DE KIT ELÉCTRICO.....	47
7.3 PROCESO DE MONTAJE.....	49
8.0 CÁLCULOS ESTÁTICOS DEL TREN TRASERO CONSTRUIDO	52
8.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESFUERZOS REALIZADOS POR CAD EN EL MARCO TRASERO.....	56
8.2 ANÁLISIS DEL EJE SISTEMA DE TRACCIÓN ANTES DE SER FABRICADO.....	57
8.2.1 Resultados de los análisis de esfuerzos realizados por CAD del eje del sistema de transmisión	57
9.0 Documento de trabajo Working Paper	58
Información de modelo	59
Cargas y sujeciones.....	60
Resultados del estudio.....	61
10. PRUEBAS EN EL TRICICLO ELÉCTRICO	63
Bibliografía	65
ANEXOS	68

Lista de Figuras

Fig. 1 Vehículos Con MCI por cada 1000 habitantes.....	15
Fig. 2 Contaminación del aire en Bogotá.	17
Fig. 3 Gráfica de movilidad en Bogotá.	18
Fig. 4 Grafica de la distribución modal según el estrato de vivienda en Bogotá.....	19
Fig. 5 Evolución de la bicicleta.	22
Fig. 6 Primeras bicicletas eléctricas	23
Fig. 7 Bicicletas de tracción humana convertidas a tracción eléctrica asistida.	24
Fig. 8 Bicicletas eléctricas con fabricación en serie.....	24
Fig. 9 Bicicleta de ruta.....	25
Fig. 10 Bicicleta bmx	25
Fig. 11 Bicicleta de montaña.....	26
Fig. 12 Bicicleta híbrida.....	26
Fig. 13 Bicicleta vintage.....	27
Fig. 14 Bicicleta plegable.....	27
Fig. 15 Bicicleta de dos ruedas delanteras.....	28
Fig. 16 Bicicleta reclinable de dos ruedas delantera.	28
Fig. 17 Triciclo trike bike tipo Tadpole.....	29
Fig. 18 Triciclo trike bike tipo Delta.....	29
Fig. 19 Localidades en las que habitan los recicladores.....	33
Fig. 20 Grafica 2 Censo de los recicladores.....	34
Fig. 21 Cantidad porcentual de personas en condiciones de discapacidad en la ciudad de Bogotá.	35
Fig. 22 Diseño de la bicicleta a ser modificada.	41
Fig. 23 Diseños y bocetos planteados.....	42
Fig. 24 Diseños modificados, con suspensión y canastilla trasera.	42
Fig. 25 Diseño del montaje de la estructura final.....	43
Fig. 26 Plato o corona anterior a la conversión.	45
Fig. 27 Corona de tracción montada en el nuevo diseño.	45
Fig. 28 Imágenes de piñón trasero tipo trinquete.	45
Fig. 29 Instalación del cableado eléctrico.....	49
Fig. 30 Montaje del motor rueda delantera.....	50
Fig. 31 Base de la batería y batería en la base.....	50
Fig. 32 Controlador electrónico.....	50
Fig. 33 Sistema de asistencia de pedaleo.....	51
Fig. 34 Resultados del montaje del panel de control.....	52
Fig. 35 Resultado final montaje del triciclo.	52
Fig. 36 Sección elegida para el cálculo de esfuerzos en la estructura diseñada.	53
Fig. 37 Ubicación de las cargas provenientes del peso de una persona en la bicicleta.	53
Fig. 38 Representación de los esfuerzos de corte en Newtons (N).....	53
Fig. 39 Diagrama de momentos generado para conocer la concentración de esfuerzos.....	54
Fig. 40 Ubicación de los esfuerzos en el armazón. Las cargas puntuales están representadas con los vectores amarillos, y la gravedad con el vector rojo.....	54
Fig. 41 Análisis de Von Mises parte derecha y deformación por desplazamiento por esfuerzos parte izquierda.....	55
Fig. 42 Coeficiente de seguridad de la pieza.	55
Fig. 43 Eje diseñado. Fuente, grupo de trabajo modificación de tren trasero.	57
Fig. 44 Análisis de Von Mises y tensiones de deformación en el eje trasero.....	57
Fig. 45 Mapa de recorrido para pruebas de funcionamiento.....	63

Tabla 1 Número de recicladores en las localidades con porcentaje. Fuente propia.	32
Tabla 2 Tarifas de documentos y paquetes en Bogotá por la empresa Coordinadora.....	36
Tabla 3 Tarifas de envío de documentos y paquetes urbanos con la empresa interrrapidísimo.	37
Tabla 4 Tarifas de documentos y paquetes en Bogotá por Deprisa.....	37
Tabla 5 Propiedades del acero 4140	39
Tabla 6. Propiedades físicas del acero AISI 4140.....	39
Tabla 7 Rubros destinados para la conversión del triciclo de tracción eléctrica.	40
Tabla 8. Relaciones de transmisión del triciclo plegable.	44
Tabla 9 Especificaciones del motor según ficha técnica.	46
Tabla 10 Especificaciones de la batería según ficha técnica.	47
Tabla 11 Descripción de las partes del kit eléctrico.	47
Tabla 12 Propiedades del eje de la pieza.....	56
Tabla 13 Ubicación vectorial de la carga.	56
Tabla 14 Resultados del análisis de esfuerzos.....	56
Tabla 15 Propiedades del eje.....	58
Tabla 16 Resultados del análisis de esfuerzos en el eje..	58
Tabla 17 análisis estático del eje trasero del triciclo después de la fabricación y del montaje al tren trasero.	59

INTRODUCCIÓN

Buscando en disminuir notoriamente las emisiones contaminantes que generan los vehículos automotores, este proyecto está enfocado en fomentar el uso de bicicletas o triciclos eléctricos a través de la conversión inicial de una bicicleta plegable convencional a un triciclo de tracción eléctrica asistida. Este vehículo tiene muchas ventajas, una de ellas es lo amigable con el medio ambiente debido a que no contamina como si lo hace una motocicleta con motor a combustión. Este triciclo eléctrico no emite gases de efecto invernadero, solo consume la energía eléctrica que almacena en sus baterías que son de ion de litio, ocupa poco espacio y genera poco ruido, este es un proyecto que da una idea de negocio a futuro, que tendrá como propósito un nuevo enfoque en el uso de las bicicletas tradicionales con la finalidad de enfocarlas en la conversión al modos de tracción electro-asistida y así poder servir para transportar cargas medianas, o poder desplazarse de una manera confortable y autónoma de un lugar otro.

Este tipo de transporte ya sea bicicleta o triciclo eléctrico permite andar distancias mayores, siendo apta para más usuarios es decir sin limitaciones de edad o estado físico y amplia posibilidad de viajes y recorridos. Según la ley colombiana (resolución 160 de 2017 del Ministerio de Transporte), una bicicleta con pedaleo asistido es aquella que pesa menos de 35 kilogramos, tiene una potencia menor a 350 vatios, cuyo motor solo está encendido cuando hay velocidades menores a 25 kilómetros por hora y que no tiene acelerador, es decir, que solo funciona el motor mientras se pedalee [1], [2].

Es importante que las sociedades tomen conciencia ante los problemas ambientales que se presentan a causa de las emisiones de los automotores que son contaminantes primarios emitidos por dichos vehículos los cuales son: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), dióxido de azufre (SO_2), y óxidos de nitrógeno (NO_x), Donde el CO_2 produce problemas a nivel mundial como es el efecto invernadero, que genera el calentamiento global y posteriormente cambios climáticos que amenazan con la estabilidad de la humanidad y los ecosistemas del planeta, así que se debe poner en práctica alternativas y estrategias para minimizar los impactos ecológicos por medio de la movilidad sostenible. En la ciudad de Bogotá existe un alto flujo vehicular diario con entradas y salidas de vehículos, la ciudad contabiliza 6.701.970

unidades sumadas en automóviles, camionetas, buses y volquetas, es aquí donde el hombre necesita urgentemente promover y fomentar el uso de un mejor transporte, más ecológico como lo es la bicicleta eléctrica que pueda recorrer largas distancias para llegar a su lugar de destino [3] , [4].

Los sistemas de transporte generan más de una cuarta parte de las emisiones de CO₂ a nivel mundial y cerca del 80% proviene del transporte terrestre. Los vehículos eléctricos parecen ser una de las soluciones para mitigar este problema, sin embargo, la huella de carbono provocada por estos depende fuertemente de la matriz energética y el modo de abastecimiento de la energía en la región, adicional a esto el costo que tienen en el mercado que cada día suben más su valor por la escasez de petróleo en los países que lo importan, en este contexto las bicicletas eléctricas (BE) toman relevancia por ser ambientalmente superiores a cualquier otro medio de transporte motorizado [5], [6].

RESUMEN

El estudio y aplicación en este proyecto consiste en convertir una bicicleta plegable de dos ruedas a triciclo en el cual se cambian diferentes sistemas como es el de su transmisión mecánica por un modo eléctricoasistido, esto con el fin de estudiar la aplicabilidad de una idea de negocio para ser llevada a cabo ciudad de Bogotá. Si la idea llega a ser masificada en la ciudad, podrá contribuir a disminuir notoriamente las emisiones contaminantes que generan otros tipos de los vehículos a dos ruedas como las motocicletas de diferentes cilindradas.

Con el diseño y construcción de este triciclo se buscaba cumplir una serie de proyectos encadenados como el llamado “Fabricación de módulo trasero de bicicleta para adaptación a tres ruedas” y el que se desarrolla en este documento para satisfaciendo también las necesidades de movilidad, aprovechando la distancia entre ejes, para que pueda cumplir ancho de las ciclorrutas de la ciudad de Bogotá. Este documento se realiza un estudio de factibilidad, así como la implementación de un estudio de autonomía en el recorrido y las velocidades obtenidas, y la construcción de los CAD (Computer-Aided Design) antes y después de las modificaciones mecánico- eléctricoasistida. Por último, se evaluarán los componentes eléctricos, para así desarrollar un vehículo, que proporcione, seguridad y estabilidad para el usuario siendo versátil para que pueda conectarse con aplicaciones de transporte siendo competitivo con otras alternativas de movilidad como patinetas y motocicletas eléctricas.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los numerosos y peligrosos desastres ecológicos que se han presentado a nivel mundial como: la Ola de calor en Europa en el 2003, los incendios en Austria en el 2020, la sequía en África oriental empezando en el 2011, las inundaciones en el sur de Asia en los últimos años, el corredor seco en centro américa en el 2019 debido al fenómeno del niño, el Ciclón Idai en el 2019 entre otros, que han provocado una mayor preocupación ya que han sido ocasionados por el cambio climático [5], donde cabe recordar que el medio ambiente es la principal fuente de recursos para el desarrollo de procesos fructíferos, tanto para el consumo directo como para la economía. En las grandes ciudades uno de tantos problemas son las emisiones que generan los motores de combustión interna (MCI) que utilizan como combustible gasolina o diésel, en los MCI a gasolina tienen emisiones como el monóxido de carbono CO, que en grandes y altas concentraciones durante tiempos largos de exposición puede provocar envenenamiento en la sangre la transformación irreversible de la hemoglobina, si las concentraciones de CO en el cuerpo humano son superiores al 0,3 % en volumen, estas resultan mortales. El dióxido de azufre SO₂, produce la lluvia acida y tiene graves riesgos para la salud ya que éstos pasan directamente al sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias. Los óxidos de nitrógeno NO_x son gases tóxicos, irritantes y precursores de la formación de partículas de nitrato, [6] [7]. Una razón más por la que este proyecto busca fomentar el uso de la bicicleta en las personas de la ciudad de Bogotá [8].

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema principal de la investigación se centra en la necesidad de crear un prototipo a tres ruedas, que tenga múltiples aplicaciones para grandes ciudades como ejemplo de aplicación está , la ciudad de Bogotá que posee poco emprendimiento y desarrollo en soluciones rápidas y eficaces de transporte, también se encuentra el exceso de tráfico en sus corredores viales que acarrea para su población gastos mayores de tiempo para que la gente se traslade de un lugar a otro dentro de las ciclorrutas de la ciudad para que sean cada vez construidos más tramos y estos sean mejor aprovechados por sistemas de tracción completamente alternativos como lo es en este caso la tracción eléctrica. Se debe hacer una concientización en la gente que piensa que los únicos medios de transporte alternativos que pueden adquirir se tratan de motocicletas de motores de combustión, automóviles o bicicletas sin una asistencia electromecánica que pueden dar una solución cuando físicamente el tripulante no está apto físicamente ya sea por cansancio o problemas en sus extremidades para llegar de una manera más pronta a su lugar de destino, se debe tener nociones de seguridad, saber maniobrar el vehículo e impulsar manualmente el sistema de tracción humana.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Implementar un sistema de tracción eléctrica a una bicicleta plegable de tracción humana, mostrando el proceso de conversión, dando un criterio de viabilidad para el uso cotidiano en las calles de la ciudad de Bogotá.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hacer un estudio de factibilidad e implementación de un sistema de tracción eléctrica de una bicicleta de tracción humana, ergonómica y viable para su conducción con relación de costo / beneficio.
- Inspeccionar la bicicleta de manera práctica, a través de un estudio de autonomía, el recorrido, rendimiento y velocidades finales obtenidas.
- Construir los CAD de la bicicleta, con la instauración de antes y después de la modificación de tracción eléctrica propuesta, con cálculos estáticos de resistencia de los elementos que la componen.

JUSTIFICACIÓN

En 2020 empezó una contingencia sanitaria debido a la llegada del virus llamado COVID-19 a territorio nacional declarado como pandemia mundial por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este virus se transmite por el contacto de una persona con otra que esté infectada, propagándose principalmente de persona a persona a través de las gotículas que salen despedidas de la nariz o la boca de una persona infectada al toser, estornudar o hablar y debido a esto surge una nueva forma de ver la vida y de vivirla, donde se empezó a limitar la población para hacer las actividades cotidianas como desplazarse de un destino a otro y es acá donde germina la idea de promover el uso de la bicicleta eléctrica o triciclo eléctrico ya que es de uso personal y adicional a eso se transporta a las personas de manera individual, también existen personas que quieren transportarse individualmente sin hacer desgaste físico que les genera el uso de una bicicleta convencional, así que es aquí donde también se justifica esta idea acompañada de la posibilidad de transportar bienes y mercancías, sin afectar el medio ambiente. La Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), debido a esta contingencia el 25 de marzo de 2020 da a conocer la apertura de una serie de ciclovías y ciclorrutas provisionales a lo largo de la ciudad que van a facilitar la movilización de los ciclistas con esta decisión se suman provisoriamente 80 km de carriles quedando en total 630 kilómetros de ciclovías [9]. Adicional a esta estrategia de la alcaldía de Bogotá- Colombia la OMS, ha recomendado el uso de la bicicleta durante esta pandemia por los múltiples beneficios que trae. "Siempre que sea posible, considere andar en bicicleta o caminar". Esto proporciona un distanciamiento físico mientras y ayuda a cumplir con la mejora del estado físico. [10].

1.0 MARCO TEÓRICO

El cambio ambiental que afecta al mundo está ocurriendo a una velocidad muchísimo más rápida de lo que antes se pensaba, haciendo que mayoría de los gobiernos tengan que actuar para revertir el daño que se le ha hecho al planeta, esto lo afirma el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA en sus evaluaciones regionales sobre el estado del ambiente global publicadas. El cambio climático consiste principalmente en el calentamiento del planeta, que tiene como consecuencia del llamado efecto invernadero, ese efecto lo ocasionan determinados gases, entre los que destaca el anhídrido carbónico (CO_2), producido principalmente durante la combustión de las fuentes de energía fósiles, como el carbón o el petróleo [11].

1.1 LA REPERCUSIÓN DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA Y LAS INDUSTRIAS EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

Es mucha la cantidad de las combustiones por focos móviles y estacionarios, difíciles de controlar, también las emisiones de las centrales térmicas para producir la energía eléctrica, en conjunto con las combustiones propias de industrias como fábricas de cemento, petroquímicas en general, estas repercuten en un aumento significativo de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera del planeta, susceptible de producir incrementos de la temperatura global, alcanzando en 2020 413,2 partes por millón [12]. En cuanto a otros gases nocivos como el metano y los óxidos de nitrógeno, sus concentraciones se incrementaron, respectivamente al 262 % y al 123 % comparado con escalas de medición del siglo XVIII, el siglo que representa el momento en que la actividad humana empezó a alterar el equilibrio natural de la Tierra, sumando el calentamiento del planeta en todos estos años, el resultado es la proliferación de fenómenos meteorológicos extremos, que entrañarán en repercusiones socioeconómicas de gran alcance [13], [14].

La mitad del CO_2 emitido en la actualidad a raíz de las actividades humanas permanece en la atmósfera, mientras la otra mitad la absorben océanos y ecosistemas terrestres, según «El Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero que manda un mensaje científico contundente a los negociadores en materia de cambio climático en la que participan en el 26avo período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático». «Si se mantiene el actual ritmo de aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero, el incremento de la temperatura a finales de este siglo superará de lejos el

objetivo establecido en virtud del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global a 1,5 o 2 °C por encima de los niveles preindustriales», afirmó el secretario general de la OMM, el profesor Petteri Taalas. Estamos muy lejos del camino marcado [14].

Cada litro de gasolina común produce 2,5 kg de CO₂ y razonando, se calcula que un coche medio durante su vida útil produce 15000 kg de CO₂. El abuso del transporte de vehículos particulares se pone de manifiesto en el parque móvil en todo el mundo, que tiene unos 50 millones de vehículos. Además su crecimiento está siendo incontrolado, ya que aparece un coche nuevo cada segundo, haciendo un parque móvil mundial que en el año 2020 llega aproximadamente a 800 millones de vehículos. En Japón existe una ley que indica que los coches tienen que hacer más de 19 km por litro. Otros países, como Canadá o Australia, están dirigiéndose hacia un estándar más exigente en que los vehículos livianos deben hacer 13 km por litro de combustible [14].

1.2 USO DEL AUTOMOVIL Y SUS USUARIOS A NIVEL MUNDIAL

La movilidad en la bicicleta se fomenta actualmente en diferentes países occidentales y orientales, como un patrón efectivo del transporte en zonas urbanas. A mediados del siglo XX, la planeación urbana en la mayoría de países se ha destacado por la transformación de las ciudades, para facilitar el uso de los vehículos privados; como resultado se ha tenido, el aumento de la tasa de crecimiento del uso masivo del automóvil, alcanzando valores máximos en las primeras décadas del siglo XXI, cuyos valores de vehículos a aumentado por cada 1000 habitantes, puede observarse en la figura 1, resaltando el caso de países como: Estados Unidos (797), Italia (679), Canadá (662), España (593), Argentina (314), Rusia (293), México (275), Brasil (249), Colombia (148), China (128), India (18). En el caso particular de los países BRICS (Brasil, Rusia, India, China, Sudáfrica), se encuentran entre los mayores productores mundiales de automóviles, su tasa per-cápita de automóviles por habitante aún es relativamente equilibrada.

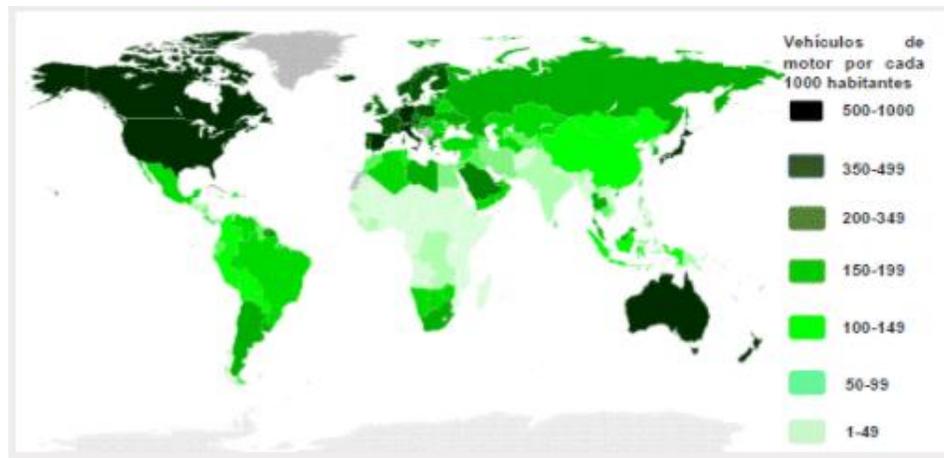


Fig. 1 Vehículos Con MCI por cada 1000 habitantes Obtenido de: GoDaddy Security - (hedgescompany.com), febrero de 2020

1.3 MÉXICO COMO REFERENTE DE USO DE LA BICICLETA ELÉCTRICA PARA LATINOAMÉRICA

La Ciudad de México durante ocho meses, estuvo construyendo un pequeño laboratorio dentro del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Allí se encuentra Vectro Bikes, una empresa 100 % mexicana que se ha dado a la tarea de montar 340 bicicletas para añadir al sistema de movilidad en su capital llamado Ecobici. Los ingenieros y programadores de dicha firma, creada en el 2016, presentaron las primeras bicicletas eléctricas que ya están circulando en la ciudad. La introducción de estos equipos le da al país y al continente un giro al proyecto de movilidad alternativa que comenzó hace ocho años en la ciudad y que se ha popularizado entre sus casi nueve millones de habitantes [15].

1.4 USO DE LA BICICLETA ELÉCTRICA EN EUROPA

Las bicicletas eléctricas, *e-bikes*, son un fenómeno que aspira a darle la vuelta al transporte urbano y que ya es una realidad asentada en países como Alemania, donde se vendieron más de medio millón en el año 2016, en Países Bajos las ventas son las siguientes: 16 compras por cada 100.000 habitantes. A España también ha llegado esta tendencia, en 2016 se comercializaron unas 40.000 unidades, un 4% del total de bicicletas, en un año las ventas casi se han duplicado y no han dejado de aumentar desde el año 2014 [16].

1.5 USO DE LA BICICLETA ELÉCTRICA EN COLOMBIA COMPARADO CON EL MUNDO

El crecimiento de la venta de bicicletas y patinetas eléctricas ha sido evidente desde 2016, es una nueva opción ante el alto tráfico en las ciudades. La movilidad alternativa en Colombia apunta a ser cada vez más sostenible, en los últimos años ha sido evidente el crecimiento en ventas de vehículos híbridos y eléctricos, en especial, para el transporte individual en dos ruedas, siendo muchas más las ventas desde que comenzó la pandemia, donde el transporte público fue catalogado como un riesgo de contagio del virus SARS- CoV2.

Las cifras en Colombia crecen frente al tema con aplicativos comerciales de alquiler de patinetas eléctricas y bicicletas, según un análisis de la consultora MarketsandMarkets el mercado de las 'e-bikes' proyecta que a nivel mundial este segmento de movilidad crecerá a una tasa compuesta anual de 9 %, pasando de una facturación de 21.100 millones de dólares en 2018 a más de 38.000 millones para 2025 [17].

1.6 MOVILIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN BOGOTA

La ciudad de Bogotá capital de Colombia situada en el centro del país ha venido presentando problemas de contaminación en el ambiente, el 7 de marzo de 2019 el Distrito se vio obligado a decretar la Alerta Amarilla en toda Bogotá y Alerta Naranja en el polígono delimitado del suroccidente de la ciudad. Debido a las trece estaciones de calidad del aire ubicadas en Bogotá se han establecido altos niveles de material particulado [18]. En septiembre 23 del año en curso el diario EL TIEMPO da a conocer la siguiente noticia "La polución atmosférica le ha costado a la ciudad unos 1.300 millones de dólares, es decir, más de 4 billones de pesos colombianos, y fue responsable de la pérdida estimada de 3.900 vidas en lo que va del año" estos datos los brinda la organización ambientalista Greenpeace, para esta organización el impacto de la contaminación del aire en Bogotá, es generada principalmente por el uso de medios de transporte basados en combustibles fósiles. Es claro que los números hablan por sí solos y evidencian la urgencia de un cambio en el modo de transporte a movilidad mucho más sostenible [19].

Empezando año 2022 la Alcaldía Mayor de Bogotá anunció que se harán cambios importantes en la movilidad de Bogotá, son más de 500 obras que se ejecutarán en la ciudad este año. En ese sentido, el pico y placa para vehículos particulares (restricciones de salidas de vehículos según su número de matrícula) tuvo un nuevo horario, además, de implementarse un pico y placa regional. Las tarifas del transporte tuvieron un incremento, incluyendo la tarifa de taxis, grúas y patios.

Desde el 11 de enero de 2022 el pico y placa cambió a ser todo el día para particulares, no podrán circular por la capital de la República desde las 6:00 a.m. hasta las 9:00 p.m. No obstante, el funcionamiento por número de placa par o impar seguirá siendo exactamente igual al de 2021, es decir, la restricción aplicará para las placas pares los días pares y para las impares los días impares. Con estas nuevas restricciones y el incremento del uso del transporte público, privado y de la tarifa de grúa y patios en la ciudad e Bogotá ha hecho que la ciudadanía busque nuevas alternativas para movilizarse, dentro de estas alternativas ecológicas y económicas está el uso de bicicleta, bicicleta eléctrica, triciclos eléctricos y patinetas con o sin motor.

Teniendo en cuenta esta situación que se presenta en la ciudad de Bogotá, ver la figura 2, se vuelve una necesidad cambiar la manera de transportarse en ella por la cantidad de smog fotoquímico que se observa en su atmósfera [20].



Fig. 2 Contaminación del aire en Bogotá. Obtenido en: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/muertes-en-bogota-por-la-contaminacion-del-aire-segun-ultimo-reporte-de-greenpeace-539463> septiembre 2020

Cabe resaltar que los automóviles ocupan en promedio el 50 por ciento de la superficie de las ciudades y que los habitantes de la capital pasan aproximadamente 191 horas por año en embotellamientos, por ende varias organizaciones instaron a declarar la emergencia climática en

la que Bogotá se compromete a adoptar medidas urgentes para sustituir en gran medida el uso de combustibles fósiles en los sistemas de transporte de la ciudad, con el fin de disminuir en un 50 por ciento estimado las emisiones de gases causantes del efecto invernadero para 2030 [21].

1.6.1 Estudios de Movilidad en 2019 para planear la instauración de sistemas de movilidad alternativos

La Encuesta de Movilidad 2019 realizó la descripción de los viajes de las personas, teniendo en cuenta los viajes peatonales mayores o iguales a 15 minutos y los viajes en otros modos de transporte con duración mayor o igual a 3 minutos. Con este estudio se determinó que el total de viajes para Bogotá - Región es de 16.007.299 y para Bogotá de 13.359.727 de viajes, como lo muestra la figura 3.

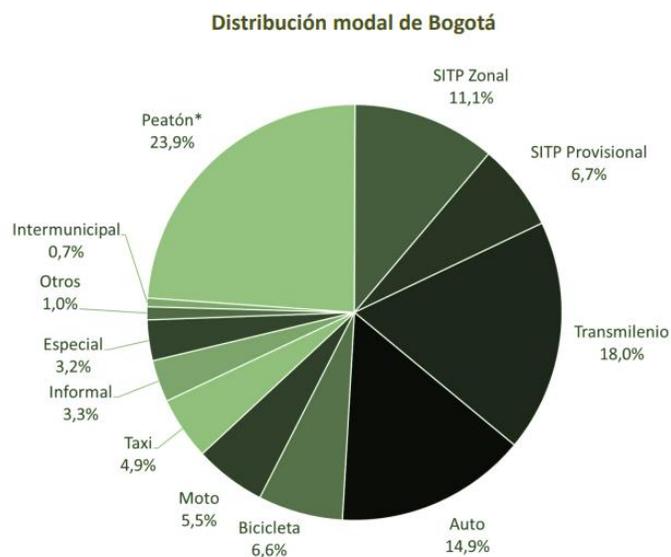


Fig. 3 Gráfica de movilidad en Bogotá. Obtenida en: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-04-2020/20191216_presentacion_encuesta_v2.pdf Mayo 2019

Según la figura 4 distribuida por estratos socioeconómicos, el método más empleado en el área de estudio es el peatonal con 3, 952,812 viajes que representa el 24.7 % del total. Transmilenio es el segundo más usado con 2, 489,738 viajes diarios y el uso del automóvil con 2, 291,877. La bicicleta tiene protagonismo como modo principal ya que puede progresar mucho más con los sistemas de movilidad alternativos y con el propuesto en este proyecto, representando el 7.4 % de los viajes, esto corresponde a 1, 177,868 viajes, como lo muestra la figura 4.

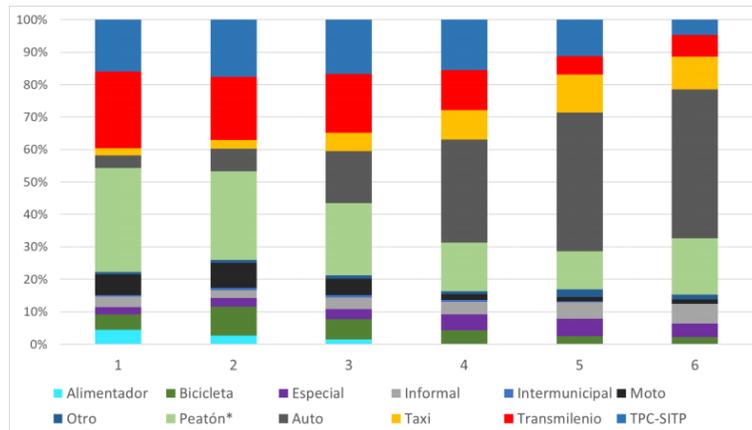


Fig. 4 Gráfica de la distribución modal según el estrato de vivienda en Bogotá. Obtenido en:

https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-04-2020/20191216_presentacion_encuesta_v2.pdf

A partir de la gráfica 4 se logra evidenciar que en los estratos altos predominan los viajes en: Auto (del 32% al 46%) Taxi (del 9% al 12%) Transporte informal (del 4% al 6%) y que en los estratos bajos predominan los viajes: A pie (del 22% al 32%) Transmilenio (del 18% al 24%) Moto (del 5% al 8%) y bicicleta con un resultado del (6% al 9%) que debe incentivarse a que se utilice mucho más.

Ante esta movilidad y transporte tradicional que causa problemas socioambientales, nace una alternativa fundamental como lo es la movilidad sostenible o eco-movilidad, donde esta alternativa fomenta y promueve el uso de transporte o sistemas de medios ecológico, eficiente, responsable y sostenible con la protección del medio ambiente [22]. Algunos de los medios de transporte que apuestan por la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente son:

La bicicleta: desde las más tradicionales, pasando por las eléctricas y otras más especiales como las plegables, este medio de transporte no solo es ecológico, sino que aporta una gran ayuda para la salud. Este permite llegar a su destino y ejercitarse al mismo tiempo, se multiplican los beneficios al usarla.

Triciclo eléctrico: Ofrece un servicio de movilidad rápido, práctico con ocupación de espacios pequeños, sirve para movilizar tripulantes y mercancías, que donde la mayoría de sus usos están destinados para entregas de productos en los últimos 10 kilómetros de ciudad.

El coche eléctrico: quizás no sea la solución a los atascos, pero sí reduce el impacto ambiental. Aunque es mejor usar el transporte público, esta es una opción para viajes largos, ya que los coches eléctricos no emiten gases nocivos para el medio ambiente.

Metro Ligero: El ser humano también contribuye con el medio ambiente. El metro ligero circula sobre rieles integrados en el entorno y su huella ecológica es muy reducida. Así, se ofrece una forma de movilidad segura y accesible, siguiendo como objetivo principal la sostenibilidad en términos económicos, sociales y medioambientales [23].

Desde su invención en el año 1817, la bicicleta se ha ido modificando con el pasar del tiempo, ya fuese por las necesidades de adaptación a un ambiente determinado o por requerimientos específicos de quien la usa. La creatividad del ser humano ha llevado a un segundo nivel este medio de transporte, en donde ya no solo se pedalea para impulsarse de forma análoga, sino que ahora se puede contar con un motor eléctrico que moviliza eficientemente al ciclista, es un “vehículo de dos ruedas muy ligero accionado por pedales y que dispone de un motor eléctrico que complementa la energía ejercida directamente sobre los pedales por el propio ciclista” [24].

La tecnología es cada vez más avanzada y las bicicletas o adaptaciones a triciclos eléctricos toman fuerza, son tendencia en las ciudades y han tenido éxito, además son muchos los beneficios que le brindan a las personas y al medio ambiente al ser utilizadas como medios de transporte sostenible, saludable y ecológico. Este medio de transporte reduce el esfuerzo físico y contribuye positivamente al descenso de la producción de gases nocivos para la vida. Uno de los principales aportes como se ha reiterado en este documento con el uso de la bicicleta convencional o eléctrica, es la reducción de emisiones de CO₂ [25].

1.7 VENTAJAS DE USAR LA BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE URBANO.

"En países europeos como España, Dinamarca, Polonia, Holanda y Francia, y en algunos asiáticos como China, la bicicleta es un medio de transporte muy común entre sus habitantes.

Entonces ¿por qué este medio de transporte no es tan usado en las principales ciudades de Colombia? Muchos se quejan de la inseguridad como obstáculo para usarla regularmente. Otros mencionan que la geografía de las ciudades es difícil, y otros dicen que transitar por las calles es peligroso por la falta de prelación de los conductores de autos hacia los ciclistas lo que hace que conducir una bicicleta sea cuestión de asumir un gran riesgo [26].

2.0 MARCO HISTÓRICO

En este capítulo se estudia la evolución de la bicicleta y los triciclos de tracción humana y eléctricos, al pasar de los años con cada uno de sus principios de propulsión, estilos de configuración.

2.1 LA EVOLUCIÓN DE LA BICICLETA ELÉCTRICA

La bicicleta eléctrica es la consolidación de los diversos intentos de innovación a partir de la bicicleta tradicional en pro de brindar mejores ventajas de desplazamientos a sus usuarios. Pero antes es preciso revivir un poco el pasado de la bicicleta convencional como lo muestra en la figura 5, aquella que permitió darle vida a su invención.

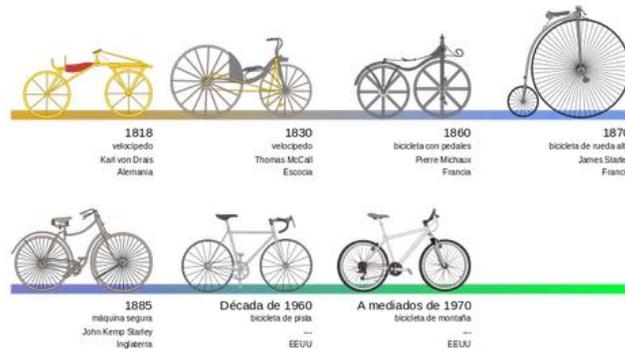


Fig. 5 Evolución de la bicicleta. Obtenida de <https://www.bikester.es/info/historia-bicicleta/> mayo 2019

En la década de 1890 se otorgaron varias patentes para motores de bicicletas eléctricas y en 1895 a Ogden Bolton, se le otorgó en Estados Unidos la patente para una bicicleta de baterías con 6 polos de cepillo, colector de corriente continua y con un motor de cubo montado sobre la rueda trasera de la bicicleta, para 1897 como se muestra en la figura 6. Oseas W. Libbey en Boston, inventó una bicicleta eléctrica (ver ilustración 16) que se impulsaba con un motor eléctrico doble. El motor se montó en el centro del plato del eje. Ese mismo diseño fue luego reutilizado por la marca Giant Lafree e-bikes en los años noventa. Pero fue en el siglo XX que las bicicletas eléctricas comenzaron a tener un rol más protagonista, por ser una opción económica y sencilla a los problemas de transporte en las grandes metrópolis y comunidades rurales [27].



Fig. 6 Primeras bicicletas eléctricas, Obtenido de: <https://www.ciclosfera.com/primeras-e-bikes/> agosto de 2018

2.2 BICICLETAS ELÉCTRICAS DESARROLLADAS DURANTE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

En la década de 1940, las bicicletas eléctricas registraron un incremento dado a la escasez de vehículos motorizados de gran tamaño, esto debido a los esfuerzos bélicos de la segunda guerra mundial. Se otorgaron varias patentes para prototipos que fueron eclipsados por el desarrollo e inversión en la industria de las motocicletas, que tuvieron un rol más importante durante la guerra. Este primer modelo comercializado masivamente era un poco cómoda y pesada en comparación a los modelos actuales, ya que tenía un marco de acero sólido y era aparatosa de transportar. Sin embargo, resultó ser muy versátil y económica en comparación a los grandes y potentes motores de los automóviles de los setenta. Las bicicletas eléctricas comenzaron a ganar más notoriedad en la década de los noventa, en 1993 la empresa japonesa Yamaha ayudó a difundir el modelo de bicilec en Japón, con el nombre de "Power assist" y tuvo gran éxito [28], como en se muestra en las figuras 7 y 8.



Fig. 7 Bicicletas de tracción humana convertidas a tracción eléctrica asistida. Obtenido de: <https://brainly.lat/tarea/27216685>



Fig. 8 Bicicletas eléctricas con fabricación en serie Obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Bicicleta_el%C3%A9ctrica septiembre de 2021

2.3 PRINCIPIO DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA Y PROPULSIÓN HUMANA.

La palabra propulsión significa impulsar con fuerza para que algo se mueva hacia adelante siendo la suma de los siguientes elementos donde PRO significa hacia adelante y PULSAR que significa batir en latín. En términos generales la propulsión básicamente es el impulso que se da para que avance o se desplace un elemento, ya sea en sentido físico o simbólico. La propulsión humana se conoce como la fuerza que es generada mediante los músculos de una persona, este tipo de tracción está presente en las canoas, las patinetas o skates, entre los que se pueden destacar que realizan este deporte deben vencer la resistencia al agua [18].

Debido a los avances tecnológicos se han obtenido varios tipos de bicicletas entre los más conocidos están:

- Bicicleta de ruta ver en la figura 9.



Fig. 9 Bicicleta de ruta. Obtenida de: www.bikeexchange.com.co, Julio 09 de 2020

En sus inicios se fabricaban de acero, en la actualidad el material que usan es aluminio y fibra de carbono. Es ideal para recorridos largos y obtener altas velocidades en pavimento.

- Bicicletas BMX, ver figura 10.



Fig. 10 Bicicleta bmx, Obtenida de: www.elbichobicicletas.com, s.f

Apareció a finales de la década de los ochenta en el siglo XX, es mejor conocida como la bicicleta para acrobacias. Sus ruedas regularmente son de 20'pulgadas, (pul.) con un cuadro pequeño. La función principal del vehículo es el estilo libre, competencias de alta velocidad con saltos, haciendo acrobacias en el aire. Usualmente no tienen cambio de velocidades.

- Bicicleta de montaña, ver figura 11.



Fig. 11 Bicicleta de montaña, obtenida de: www.samferbike.com, octubre 23 de 2020

Su cuadro es robusto y hay modelos que se fabrican en acero, por tener ruedas anchas es una bicicleta más estable que las de carretera, pero más pesadas. Las ruedas en las que se fabrican son de diámetro de 24 pul. y 29 pul.

- Bicicleta híbrida, ver en la figura 12.



Fig. 12 Bicicleta híbrida, obtenida de: www.mundobici.co, junio 30 de 2020

Creadas para tener la fortaleza que requiere una bicicleta de ciudad, soportar los baches y las imperfecciones del pavimento, con la velocidad de una de ruta. Son la combinación excelente para las grandes ciudades, porque sus cuadros son resistentes y muchas veces su diseño de manubrio en el tripulante permite relajar brazos y cuello.

- Bicicleta Vintage, ver figura 13.



Fig. 13 Bicicleta vintage. Obtenido de: www.1bicicleta.com

La bicicleta vintage o playera es un tipo de bicicleta que existió hace 70 años, continua con su estilo retro. Son robustas, con ruedas gruesas, portaequipajes, faros, asiento ancho y un diseño antiguo. Funcionan para ir de paseo: en el campo, la playa o parques nacionales, regularmente solo tienen una velocidad [19].

- Bicicleta plegable, ver figura 14.



Fig. 14 Bicicleta plegable, obtenida de: www.vozpopuli.com, junio 4 de 2021

Comenzadas a utilizar desde finales del siglo XIX cuando la policía y fuerzas militares, para transportar sus fuerzas dando su salto a la sociedad a finales del siglo XX estas bicicletas se caracterizan por ocupar un espacio menor en el lugar donde se almacenan, esto da más facilidades para el transporte debido a que se puede usar llevándola de manera portátil, optando por otro transporte ya sea metro, bus etc. Son una gran opción para utilizar en la ciudad [20]. La

conversión de una bicicleta de este tipo es en la cual está destinada la construcción de este proyecto.

Existe otro tipo de diseño como el siguiente:

- Bicicleta con dos ruedas adelante, ver figura 15.



Fig. 15 Bicicleta de dos ruedas delanteras Obtenido de: www.iberobike.com, mayo 5 de 2019

Este vehículo es en realidad un triciclo con una configuración (2+1), esto quiere decir dos ruedas en el eje delantero y una rueda en el eje trasero. Las ruedas delanteras son las directrices y la trasera la motriz, en este caso en el eje trasero va implementado el motor que proporciona la asistencia en la tracción.

Esta configuración proporciona más estabilidad en el vehículo cuando se dan frenadas inesperadas. El tren delantero está sujeto a diferentes elementos rígidos, los cuales definen la suspensión delantera, esta suspensión se reparte en cada rueda para que tenga mejor estabilidad el vehículo y muchas más comodidades el usuario [21].

También se encuentra los triciclos, ver figura 16.



Fig. 16 Bicicleta reclinable de dos ruedas delantera. Asociación Española de Ingeniería Mecánica. S.f. Diseño y Desarrollo de un Vehículo de Tres Ruedas con Asistencia Eléctrica al Pedaleo. Disponible en www.xixcnim.uji.es

Los triciclos reclinables son completamente diferentes del triciclo convencional y de la bicicleta dado que las condiciones son más confortables debido a su configuración. Las adaptaciones más comunes que se pueden encontrar en el mercado son dos y se definen en la posición de las ruedas, estas pueden ser del tipo “tadpole”, figura 17, que es la adaptación con dos ruedas frontales y una rueda en la parte posterior y “Delta” estructurado con dos ruedas posteriores y una delantera en el cual está incorporado el mecanismo de tracción [22].El proyecto de modificación de la bicicleta a triciclo tiene en su diseño y construcción una estructura tipo delta.



Fig. 17 Triciclo trike bike tipo Tadpole. Obtenido de: www.problemsolving.com, s.f. noviembre 2021

Este tipo de triciclo tiene las siguientes características unas de sus ventajas es que debido a sus dos ruedas delanteras proporcionan un frenado eficiente y seguro, también proporciona un manejo confortable, tiene algunas desventajas las cuales pueden ser en su sistema de dirección que presenta cierta complejidad dado que requieren piezas únicas [23].

- Trike Bike tipo Delta, ver figura 18.



Fig. 18 Triciclo trike bike tipo Delta. Obtenido en: www.bentrideronline.com, s.f. Julio 2015

Este triciclo tiene algunas características muy buenas, de aquí la elección de esta configuración para la construcción de este proyecto como por ejemplo su facilidad en su el diseño, por su

similitud con las bicicletas convencionales, otra de sus ventajas son sus costos de construcción que es económico, y al cual se le pueden adaptar piezas de una bicicleta convencional.

Algunas de sus desventajas son dadas a que tiene una sola rueda delantera el momento de inercia al tomar una curva es mayor la inestabilidad, al momento frenado es más complicado con respecto a la bicicleta tadpole [24].

Por la comodidad que presenta este medio de transporte, los medios de mensajería lo han tomado como ideal para realizar viajes largos porque al pedalear con sistemas de tracción eléctrica asistida, con los pies hacia adelante evita un esfuerzo excesivo y toda la parte superior no se ve comprometida, llevando en la parte posterior la carga que se coloque [25]. El chasis de un tipo de triciclo de estos es la pieza básica en la cual se fijan los demás componentes tales como las ruedas, la horquilla, las ruedas, el sillín, el manillar entre algunos otros, también conocido como el bastidor, este se puede fabricar en distintos materiales dependiendo de la necesidad, los materiales más comunes de fabricación son el acero, aluminio, fibra de carbono y titanio [26].

3.0 MARCO CONCEPTUAL

Bicicleta o triciclo: Una bicicleta se puede definir como un tipo de vehículo para transporte, que consta de dos o tres ruedas y está pensado para uso individual, donde el movimiento se transmite a través de pedales y una cadena. (Real Academia Española).

El acero de fabricación del eje trasero de tracción del triciclo tipo AISI 4140 tiene un rendimiento que destaca en la soldadura, Este acero al trabajarlo se le debe reducir el contenido agregando Niobio para evitar corrosión, se puede hacer un tratamiento térmico de sobrecalentamiento para lograr una mejor resistencia a la corrosión [38].

Soldadura: La soldadura es el proceso encargado de unir dos o más piezas, por lo general elaboradas de algún metal, mediante el proceso de fundir ligeramente estas con un equipo especial y en la gran mayoría de casos, emplear un material de aporte, el cual se encargará de realizar la sujeción de los elementos [39].

3.1 MARCO LEGAL EN COLOMBIA

En febrero del 2017 el Ministerio de Transporte dio a conocer las normas que regirán en todo el territorio nacional para la circulación de los vehículos automotores de tipo ciclomotor, tricimoto y cuadriciclo de combustión interna o eléctrica, entre estos las motos eléctricas. Se trata de la resolución 160 de 2017 que dice que las bicicletas equipadas con un motor auxiliar con potencia nominal continua no superior a 0,35 kW(350W), esta potencia deberá disminuir progresivamente conforme se aumente la velocidad del vehículo y se suspenderá /cuando el conductor deje de pedalear, o el vehículo alcance una velocidad de 25 km/h, El peso nominal de una bicicleta asistida no deberá superar los 35 kg, estas tendrán que ser matriculadas por sus fabricantes y/o por sus vendedores, deben circular en óptimas condiciones mecánicas, no deberán comprar SOAT (seguro obligatorio), no tiene necesidad de matricularla, ni pagar impuestos, portar chaleco reflectivo, casco, luces delantera blanca y trasera roja (de 18:00 horas – 6:00 horas) [40]. Por otra parte, la resolución 209 de mayo 2019 habla del aprovechamiento económico del espacio público y de las zonas donde se deban parquear las bicicletas eléctricas alquiladas, estas empresas deben enseñarle a los usuarios por medio de aplicaciones o por sus páginas web el reglamento que deben cumplir, como la pueden alquilar, donde la deben parquear y a qué velocidad deben ir en la ciudad para

evitar multas [41].

4. IDEA DE POSIBLE NEGOCIO PARA SER USADA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

Para la elección del tema de negocio se desarrollaron otras investigaciones de diferentes sectores que posiblemente serán involucrados y que necesitan de este tipo de transporte en la ciudad de Bogotá, como lo son los sectores de reciclaje, personas de la tercera edad, transportadoras de mensajería y domiciliarios de manera informal, donde se pueden evidenciar ventajas de instaurar sistemas de movilidad eléctrica como el propuesto hasta el momento.

- Sector de recicladores en la ciudad de Bogotá

En la ciudad de Bogotá la unidad administrativa especial de servicios públicos UAESP con apoyo del DANE se realizó un CENSO (registro único) anual a los recicladores, realizando una serie de estudios con el objeto de desarrollar una metodología para cuantificar y caracterizar la cadena de reciclaje del Distrito Capital. En el censo del 2020 se obtuvo el registro que es mostrado en la tabla 1 que muestra las principales características sociales de esta población. Se encuestaron durante el proceso 11.109 personas, donde el 31% de estas personas son mujeres y el 69% hombres [42].

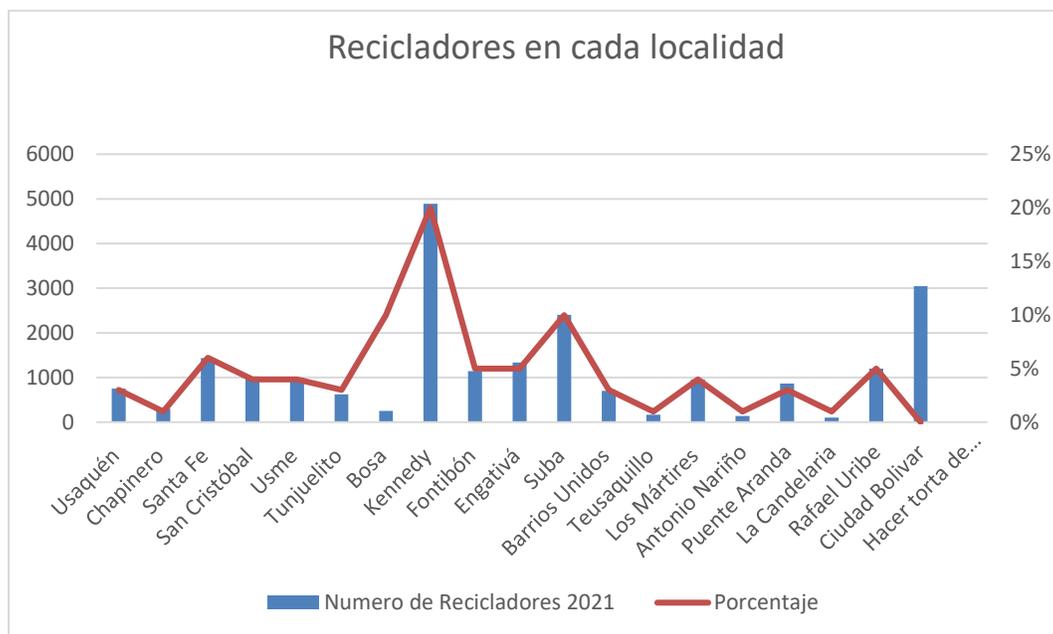
Tabla 1 Número de recicladores en las localidades con porcentaje. Fuente propia.

Localidad	Numero de Recicladores	Porcentaje
Usaquén	225	2.0%
Chapinero	44	0.4%
Santa Fe	677	6.1%
San Cristóbal	508	4.6%
Usme	316	2.8%
Tunjuelito	222	2%
Bosa	713	6.4%
Kennedy	2078	18.7%
Fontibón	495	4.5%
Engativá	809	7.3%
Suba	1129	10.2%
Barrios Unidos	307	2.8%
Teusaquillo	16	0.1%
Los Mártires	737	6.6%

Localidad	Numero de recicladores	Porcentaje
Antonio Nariño	106	1%
Puente Aranda	433	3.9%
La Candelaria	257	2.3%
Rafael Uribe	575	5.2%
Ciudad Bolivar	1026	9.2%
Centro la Alqueria	436	3.9%
Total	11109	100%

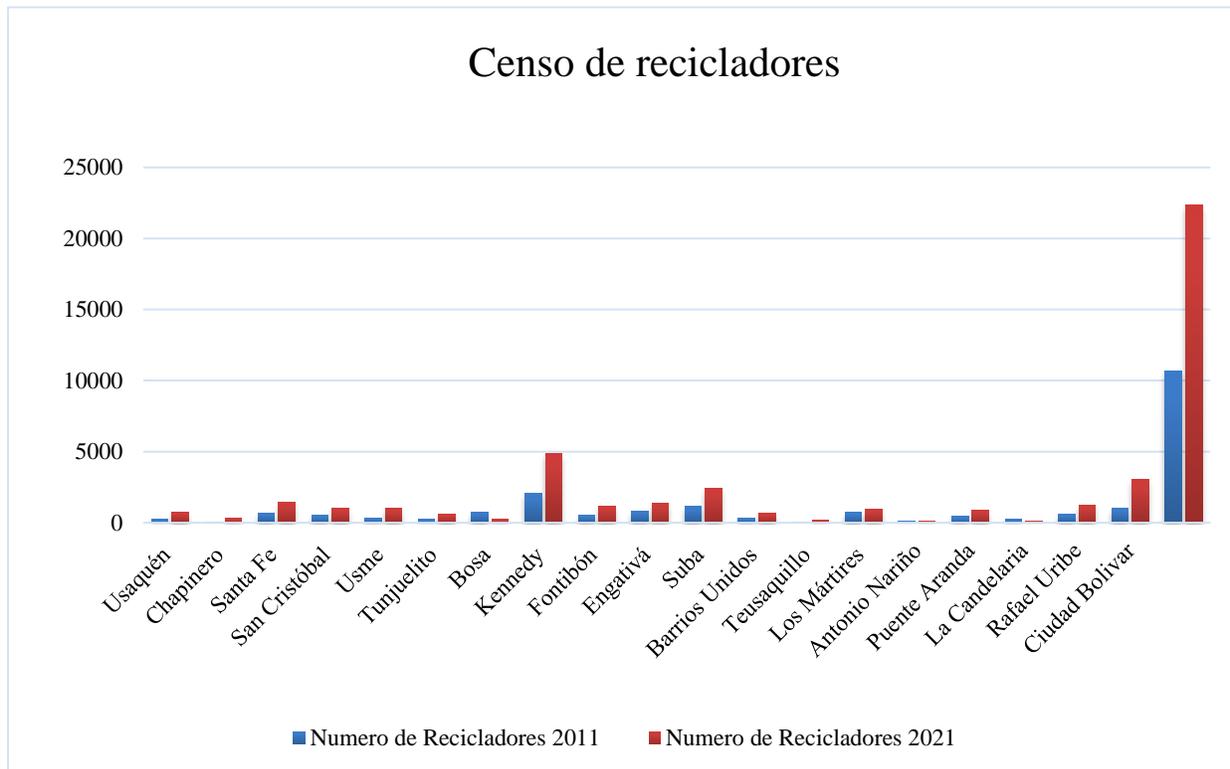
Las tres concentraciones de mayor número de recicladores está en las localidades Kennedy, Suba y Ciudad Bolívar; en ellas se encuentra el 38% de los recicladores según su sitio de trabajo, y el 45% en bodegas. Considerando otras localidades populares de la ciudad como Engativá, Los Mártires, Bosa, Santafé, se suman dos terceras partes de los recicladores según sus bodegas. En el año 2021, el CENSO (registro único) de recicladores, cuenta con un número total de 24.998 recicladores, y de acuerdo con los datos de habitabilidad la localidad con mayor cantidad de recicladores es la de Kennedy con el 20% de recicladores, siendo 4.890 personas, seguida por Ciudad Bolívar con el 12% de recicladores 3.043, siguiendo Bosa y Suba con el 10% y población de 2.540 y 2.403 como se muestra en la figura 19 [42].

Fig. 19 Localidades en las que habitan los recicladores. Fuente propia.



Las tres concentraciones de mayor número de recicladores están en Kennedy, Suba y Ciudad Bolívar; en ellas se encuentra el 42% de los recicladores como muestra la figura 20.

Fig. 20 Grafica 2 Censo de los recicladores. Fuente propia



4.1 CANTIDAD DE PERSONAS DISCAPACITADAS EN COLOMBIA

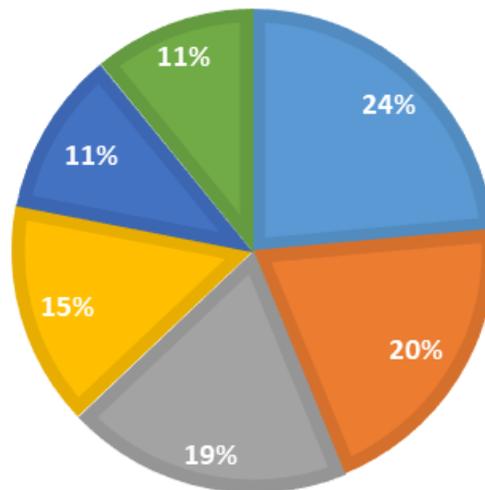
El enfoque diferencial en Salud reconoce la existencia de grupos de personas que debido a características particulares afrontan un mayor nivel de vulnerabilidad para ejercer el derecho a la Salud. Las Personas con discapacidad registradas en Colombia, se concentran principalmente en Bogotá (18,5 %), Antioquia (13,8 %), y Huila (5,0 %) Santander (4,7%), y Cali (4,2%). En la ciudad de Bogotá existen 458.088 personas con discapacidad. De ellas, el 56,6% son mujeres y el 43,4% son hombres. La localidad de Kennedy tiene la tasa más alta, con 917 personas con discapacidad por cada 100 mil habitantes, donde el 53% de esta población se concentran en los estratos 1 y 2, y las que viven en estrato 2 representan el 43,4% y el 12,8% está en pobreza multidimensional [42].

El estudio presenta otras cifras de importancia como la identificación de las localidades donde reside un mayor porcentaje de personas con discapacidad en Bogotá, que en su orden son Kennedy con un 14,37%; Engativá con un 12,34%; Suba con 11,67%; y Bosa con un 9,21%; San Cristóbal con un 6,72% y Ciudad Bolívar 6,67%. En Bogotá hay 6.379 personas con discapacidad por cada 100 mil habitantes y Kennedy es la localidad con la tasa más alta, pues tiene 917 personas con discapacidad por cada 100 mil habitantes, le sigue Engativá con 787, Suba con 744 y Bosa con 587, como lo muestra la figura 21 [43].

Fig. 21 Cantidad porcentual de personas en condiciones de discapacidad en la ciudad de Bogotá. Fuente: secretaria de Bogotá

Cantidad de personas vulnerables en la ciudad de Bogotá por localidad

■ Kennedy ■ Engativa ■ Suba ■ Bosa ■ San Cristobal ■ Ciudad Bolivar



En Bogotá hay más mujeres que hombres con discapacidad dedicadas a los oficios del hogar. De acuerdo con el estudio, en Bogotá existen 458.088 personas con discapacidad en 176.150 hogares, lo que representa el 6,41% del total de la población en la capital del país. De ellas, el 56,6% son mujeres y el 43,4% son hombres. El 70,8% de las mujeres con discapacidad son menores de 45 años, mientras que el 62,6% de los hombres con discapacidad tienen 45 años o más [44].

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) las personas de 60 a 74 años forman el grupo del adulto mayor, las que se encuentran en el rango de 75 a 90 años se les considera como ancianas o ancianos, y las que pasan de los 90 años se les considera como personas longevas. Un adulto mayor alcanza ciertos rasgos desde el punto biológico, social y psicológico

(recuerdos o experiencia en el transcurso de su vida). Los adultos mayores en el transcurso de sus años van perdiendo las capacidades físicas, en especial motoras van cambiando y la mayoría de las veces estos cambios provocan una movilización reducida de sí mismos, haciendo notoria la necesidad de una ayuda técnica para poder desplazarse de un lugar a otro ya sea en citas médicas o compra de algunos articulo para su despensa. Por esta razón mediante el proyecto llamado estudio y aplicación de la conversión de una bicicleta plegable al modo de tracción eléctrica asistida, donde se pretende a través de un prototipo estudiar la viabilidad para el uso en adultos mayores, con el fin de brindar una solución donde fomente la inclusión social y garantice una mejoría de la calidad de vida del adulto mayor a la hora de desplazarse por la ciudad. En Colombia 6.3% de las personas en Colombia son mayores de 65 años y el 18% de estos tienen problemas para moverse sin ayuda. A partir de los 75 años más de la mitad tienen dificultades para salir de la casa, estando un 20% confinado en su domicilio [45].

4.2 ESTUDIO EN EL SECTOR DE MENSAJERÍA Y TRANSPORTE

El país cuenta con transportadoras de mercancía con marcas como: Coordinadora, Interrapidísimo, Servientrega, Deprisa y Envía, entre otras. A continuación, en la tabla 2 se muestra el costo del envío de documentos y paquetería no mayores a 5 kg de la firma coordinadora que muestra el costo de sus envíos de manera urbana y nacional.

Tabla 2 Tarifas de documentos y paquetes en Bogotá por la empresa Coordinadora Obtenida de: <https://www.coordinadora.com/tarifas-e-informacion-general/> Mayo 2021

TARIFAS DE DOCUMENTOS Y PAQUETES HASTA 5 KILOS						
KG/UNIDAD	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL	ZONAL	OTRAS	ESPECIAL
1	4.900	6.150	10.900	14.250	16.250	24.550
2	6.750	8.250	13.450	18.100	21.350	30.950
3	8.600	10.400	16.100	21.910	26.350	37.350
4	10.400	12.400	18.550	25.610	31.400	43.650
5	12.150	14.200	21.000	29.370	36.450	49.950

También se encuentra que el costo de envío paquetes de 10 kg con la empresa coordinadora dentro de la misma ciudad, que tiene un costo de COP \$ 15.000, pero este puede variar debido a las dimensiones de volumen del paquete. Por ejemplo el costo del envío de paquetes de 10 kg con la transportadora Servientrega dentro de la misma ciudad, tiene un costo de \$ 19.000, esto también puede variar debido a las dimensiones de este. Por otra parte, el costo del transporte de documentos va desde \$ 9.200 por kilo, a esto

se le debe adicionar la tasa de manejo que es de un 2% sobre el valor que se declara y dependiendo del factor de conversión. El costo del envío de paquetes de 10 kg con la transportadora de mensajería Interrapidísimo en la misma ciudad, tiene diferentes costos debido a los servicios que presta. A continuación se muestra la tabla 3 con los precios manejados.

Tabla 3 Tarifas de envío de documentos y paquetes urbanos con la empresa interrrapidísimo. Obtenido de: <https://www.interrapidísimo.com/cotiza-tu-envio/> mayo 2021

Servicios disponibles			
El valor de los servicios puede cambiar cuando verifiquemos el peso			
Rapi AM	Fecha estimada de entrega: 09/05/2022	Valor: \$ 43.100	Forma de Pago: Contado - Al Cobro
Rapi Radicado	Fecha estimada de entrega: 10/05/2022	Valor: \$ 32.300	Forma de Pago: Contado
Carga Terrestre	Fecha estimada de entrega: 10/05/2022	Valor: \$ 16.000	Forma de Pago: Contado - Al Cobro

Como lo muestra la tabla 4, el costo del envío de paquetes de 10 kg revisando a la empresa transportadora en Deprisa dentro de la misma ciudad, tiene diferentes costos debido a los servicios que presta a según la hora del envío. A continuación, se muestran los precios.

Tabla 4 Tarifas de documentos y paquetes en Bogotá por Deprisa. Obtenido de: <https://www.deprisa.com/CalculadoraCosto>

Producto	Valor (COP)	Fecha Estimada Entrega
DEPRISA 9AM RETAIL	\$46,900	09/05/2022 09:00
DEPRISA 12M RETAIL	\$37,700	09/05/2022 12:00
DEPRISA ESTANDAR RETAIL	\$18,300	09/05/2022 23:00

4.3 ESTUDIO EN RECICLADORES, PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD Y ADULTOS MAYORES.

Se hizo un análisis de las ganancias de los recicladores, del subsidio de las personas discapacitadas y del monto que un adulto mayor aproximadamente debe reclamar en su pensión, con el fin de ver la viabilidad de adquisición de este modelo de prototipo como idea de negocio o para movilizarse.

El monto que los pensionados cobran de sola mesada mensual es de COP \$1.160.000 valor del (Smmlv) Salario mínimo legal vigente en 2023. Por ejemplo un adulto mayor debe pagar en ciudad de Bogotá aproximadamente en transporte COP \$2.500 en troncal y COP \$ 2.250 del (sitp) Sistema integrado de transporte público. Entonces si se moviliza en Transmilenio aproximadamente su gasto mensual será de COP \$150.000 y de Sitp COP \$135.000, con las anteriores cifras el adulto mayor, una persona del sector laboral de reciclaje o una persona en condición de discapacidad, puede adquirir un triciclo eléctrico si lo desea en 20 meses ya que su precio final es de aproximadamente COP \$3.000.000.

5.0 SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA LA MODIFICACIÓN DE LA BICICLETA PLEGABLE

Para la fabricación y montaje del tren trasero se tiene prácticas normalizadas en estructuras de acero, la norma técnica colombiana es la NTC. 5832. [47]. El material seleccionado para la realización de la adaptación del marco de la bicicleta es acero AISI 4140. A continuación, las tablas 5 y 6 muestran las propiedades del material que son tenidas en cuenta para la fabricación de la estructura:

Tabla 5 Propiedades del acero 4140 fuente propia

Resistencia de tracción	Esfuerzo de fluencia	Elongación 50 mm (%)	Reducción de área	Dureza
(MPa)	(MPa)		Area (%)	(HBW)
585	235	60	70	149

Tabla 6. Propiedades físicas del acero AISI 4140

Densidad	7.93 g/cm ³
Punto de fusión	1398-1454 °C
Calor específico	500 J/(Kg·K) a 20°C
Resistividad eléctrica	0.73 μΩ·m (20°C)
Permeabilidad Magnética	1.02 (Aproximado)
Modulo elástico	193 GPa
Difusividad Térmica	3.84 mm ² /s
Coeficiente de conductividad térmica	16.3 (100 °C)
	21.5 (500 °C)
Coeficiente de dilatación lineal	17.2 (0-100 °C)
	17.8 (0-300 °C)
	18.4 (0-500 °C)

Todas las tablas previas de las características y propiedades del material seleccionado han sido obtenidas por medios digitales y las normas correspondientes AWS para los procesos de soldadura que requieren la aplicación de la norma ICONTEC 4066 e ICONTEC 4040 [47],[48].

6.0 DISEÑO METODOLÓGICO DEL PROYECTO DE CONVERSIÓN DE BICICLETA A TRICICLO DE TRACCIÓN ELÉCTRICA.

Para el diseño metodológico de este proyecto primero que todo se pasó la propuesta de proyecto a la convocatoria 006 de la vicerrectoría de investigación de la Universidad ECCI donde fue aprobado y posteriormente se hizo un estudio y una planificación de lo dicho para así cumplir con los objetivos. Para cumplimiento de estos, se requieren de diversos conocimientos tales como de estática, resistencia de materiales y un buen manejo de software para modelar los CAD y la disposición estudiantil para ejecutar cada proceso. Lo primero que se realizó fue pasar la bicicleta con sus medidas reales al software SolidWorks, donde el grupo de trabajo del proyecto “FABRICACIÓN DE MÓDULO TRASERO DE BICICLETA PARA ADAPTACIÓN A TRES RUEDAS” modificó el tipo de apoyo a tres ruedas, adicional a esto se estudió en que parte específica de la estructura están los puntos de ruptura que es en donde la persona va a ejercer más presión. A través de los softwares Inventor y Solid Works, se realizaron diversos bocetos para intentar concretar cuáles deberían ser los cambios y modificaciones correspondientes, intentando abarcar todas las necesidades que puedan ser contempladas y al momento de incluir la modificación en la bicicleta. Seguido de esto se hicieron los cálculos de la transmisión que tenía la bicicleta antes de ser modificada. Posteriormente a esto se llevó a cabo la transformación de esta bicicleta implementando: un motor eléctrico, un pack de baterías, manillares tipo acelerador de moto, display de batería y velocímetro.

La idea principal es implementar en la ciudad de Bogotá servicios alternativos de movilidad debido a la necesidad que se tiene, el desarrollo de este proyecto dedicado exclusivamente a la conversión de una bicicleta de tracción mecánica a un triciclo de tracción eléctrica, soportada en tres ruedas. En 2021, se aprobó un presupuesto de COP \$3.000.000 para la ejecución de esta conversión en la cual se destinaron los siguientes rubros para la modificación:

Tabla 7 Rubros destinados para la conversión del triciclo de tracción eléctrica. Fuente propia.

ITEM	PRESUPUESTO EJECUTADO
Tren trasero	\$ 800.000
Kit electrico	\$ 1.980.000
Eje trasero	\$ 65.000
Transporte	\$ 200.000

ITEM	PRESUPUESTO EJECUTADO
Repuestos para armado del triciclo	\$ 529.550
Correcciones del triciclo	\$ 928.000
Total:	\$ 4.502.550

6.1 DISEÑOS PRELIMINARES EN SOLIDWORKS

En base a la investigación que se ha venido haciendo para obtener un óptimo resultado en este proyecto, se definió el diseño final, con las observaciones planteadas así como, el movimiento de la cadena para la tracción humana, la facilidad para la adaptación al sistema de tracción eléctrico y la comodidad del pasajero y así mismo para dar el cumpliendo al primer objetivo se consideró en un tipo de motor eléctrico que se ha adapte las condiciones de este y es un motor 350 W que se instaló en la llanta delantera y adicional a esto, se le pueden acondicionar los cambios en su transmisión, posteriormente se necesitó incorporar una batería que compensara al motor y esta fue una batería de litio de 36V- 10 A, buscando lograr una autonomía de 30 km de recorrido por carga esto podría oscilar debido al peso del usuario, cantidad de carga llevada, postura ente otras.

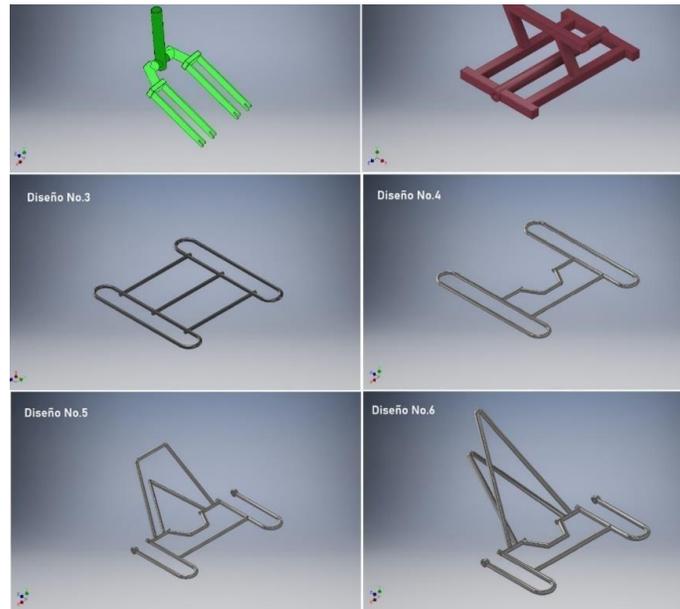
A continuación, en la figura 22 se muestran los bocetos iniciales de la bicicleta que se modificó.

Fig. 22 Diseño de la bicicleta a ser modificada. Fuente propia, CAD solid works.



A continuación, en la figura 23, se muestran renders que se realizaron de la posible tracción trasera para convertir esta bicicleta de la figura 22 en triciclo para constituir su diseño final.

Fig. 23 Diseños y bocetos planteados Fuente: Grupo de trabajo conversión tren trasero, software inventor.



En la figura 24 se muestran los diferentes diseños que fueron pensados y se diseñaron con el fin de escoger el más apropiado y que pudiera soportar la batería y cargar diferentes productos. En la figura 25 se muestra el render final sin la adaptación de las canastillas de carga.

Fig. 24 Diseños modificados, con suspensión y canastilla trasera Fuente: Grupo de trabajo conversión tren trasero, software Inventor.

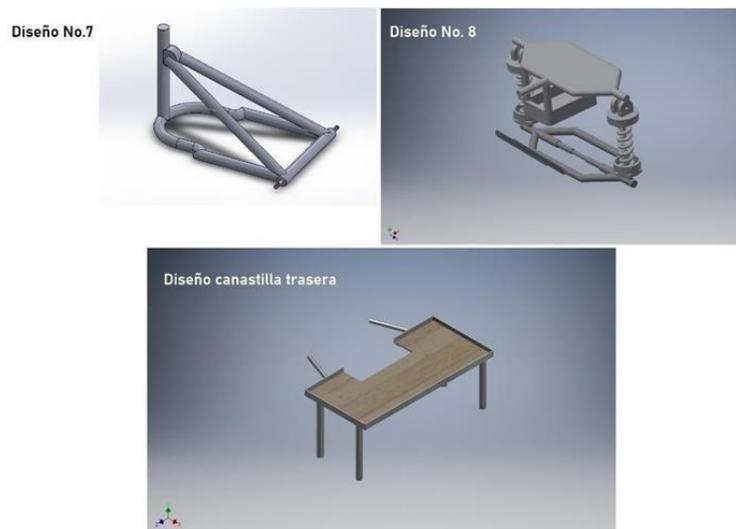


Fig. 25 Diseño del montaje de la estructura final Fuente: Grupo de trabajo conversión tren trasero, software Inventor.



7.0 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA DE UN TRICICLO DE TRACCIÓN HUMANA

La bicicleta antes de ser convertida contaba con un sistema de transmisión tipo cadena sin fin, (cerrada) cuyos eslabones engranan con ruedas dentadas (piñones y plato) que están unidas a los ejes de los mecanismos conductor y conducido. Los ejes tienen que mantenerse en posición fija uno respecto a otro, por lo que suelen sujetarse mediante soportes, armaduras u horquillas (en el caso de motos y bicicletas). Esta bicicleta plegable viene equipada con un sistema transmisión tipo cadena con un único plato cuenta con 43 dientes y un juego de piñones trasero que varía de 13 a 28, con una posibilidad de variación de 7 velocidades.

A continuación, en la tabla 8 son mostradas cada una de las relaciones del sistema de transmisión de la bicicleta, donde siguió siendo utilizada luego de la conversión en triciclo eléctrico como se muestra en los anexos con el conjunto plato y juego de piñones traseros que fueron instalados. En la figura 26 y 27 son mostrados los cambios en la corona de transmisión que fueron realizados con el fin de disminuir la cantidad de fuerza a realizar por el tripulante al momento de pedalear sin la asistencia eléctrica.

Tabla 8. Relaciones de transmisión del triciclo plegable. Fuente propia

Transmisión de la bicicleta Plegable				
Corona	N. dientes de la corona	Piñón trasero	N. dientes del piñón trasero	Relación de transmisión
3	43	1	28	1,54
		2	25	1,72
		3	22	1,95
		4	21	2,05
		5	18	2,39
		6	15	2,87
		7	13	3,31

Fig. 26 Plato o corona anterior a la conversión. Fuente propia.



En la figura 27 se puede evidenciar el nuevo plato que se implementó. En la figura 28 se encuentra el nuevo piñón de transmisión trasera montado en los ejes traseros que son partido en 2 partes iguales para que disminuya la velocidad de cada una de las ruedas en los momentos de dar una curva en cualquier sentido.

Fig. 27 Corona de tracción montada en el nuevo diseño. Fuente: Propia



Fig. 28 Imágenes de piñón trasero tipo trinquete. Fuente: Propia



En el desarrollo de este proyecto lo primero en ser realizado fue un análisis de los elementos necesarios para la conversión de este triciclo, teniendo en cuenta el elemento principal que será el motor eléctrico tipo brushless, el cual es un motor que es bastante utilizado para las bicicletas eléctricas, siendo muy silencioso y al no tener escobillas, no va a desprender chispas ni existirá fricción, por lo tanto, es menos inflamable y generador de calor. Este motor brushless ocupa poco espacio y pesa mucho menos que un motor con escobillas (hasta un 20% y 25% menos). Además, tiene un mejor rendimiento, sin importar la velocidad a la que se vaya, la eficiencia energética es muy importante porque se ahorra energía, así que la batería durará más, su vida útil también es mayor [49]

El motor utilizado para este proyecto es un motor de 350W de potencia, y 36V de alimentación como lo muestra la tabla 9, no fue posible utilizar un motor de mayor potencia ya que, se incumpliría con la resolución 160 de 2017, para ciclomotores y entraría a ser regulada, debe estar en el mismo rango de voltaje nominal que la batería de Litio.

Tabla 9 Especificaciones del motor según ficha técnica. Fuente propia.

Especificaciones del motor	
Máxima velocidad	370 rpm - 43 km/h
Peso	3,5 kg
Radio Motor	70 mm
Torque Máximo	0,15Nm
Rango de potencia	180 W- 350W
Rango de voltaje	24V – 48V
Rango de torque	0,15Nm

Dónde su torque máximo será calculado será calculado de la siguiente manera:

T= Torque o Par Motor:
P=Potencia: 350 W= 0,47 HP
w= Vel. Angular: 370 RPM
5252= Cte. de conversión

$$T = \frac{P(HP) * 5252}{w (RPM)} = \frac{0,47 * 5252}{370} = 6,67 \text{ Lb} * \text{ft} = 8,13 \text{ Nm}$$

7.1 BATERÍA

Esta batería tiene una carga nominal de 10.4 Ah, lo que le brinda una autonomía máxima de alrededor de 2 horas y 30 minutos con una carga completa (Según pruebas realizadas), teniendo esto se hace el cálculo de consumo del sistema del triciclo con los datos de la tabla 10.

Tabla 10 Especificaciones de la batería según ficha técnica. Fuente propia

Especificaciones de la batería	
Voltaje nominal	36V
Capacidad nominal	10,4 Ah
Corriente de carga estandar	1,04 A
Máx. Tiempo de descarga	2 h 30 min

A continuación, es calculado el consumo de la batería:

$$Consumo = \frac{\text{Capacidad de Carga}}{\text{Tiempo de descarga}} = \frac{10,4Ah}{2,30 H} = 4,5 A$$

7.2 INSTAURACIÓN DE KIT ELÉCTRICO.

A continuación en la tabla 11 se evidencia cada parte del kit eléctrico instaurado en el triciclo , con su respectiva imagen y su funcionamiento

Tabla 11 Descripción de las partes del kit eléctrico. Fuente propia

IMAGEN	CARACTERISTICAS GENERALES	FUNCIONAMIENTO
<p>Motor eléctrico</p> 	<p>El motor utilizado para un triciclo eléctrico es un motor eléctrico de corriente continua, que esta alimentado por una batería. Recibe este nombre porque transforma la energía eléctrica en energía mecánica.</p>	<p>El motor que se aprecia en la parte izquierda es el que se empleo en esta conversion, es un motor electrico de 350W</p>

<p>Batería Ion-litio recargable.</p> 	<p>Las baterías forman un aspecto fundamental en las bicicletas eléctricas, debido a que aportan la energía al motor que va anexado a las ruedas o al palier. En este sentido, el funcionamiento de esta no sería igual sin estas unidades de almacenamiento.</p>	<p>La batería que se aprecia en la parte izquierda es la empleada para darle energía al motor. Con una autonomía de 30 km – 40 km.</p>
<p>Indicador de carga y encendido</p> 	<p>Tablero + Botonera de Encendido y Cambios de Nivel de Potencia.</p>	<p>El tablero que se puede evidenciar en la imagen en la parte izquierda se incorporó en la bicicleta, y su función es la de brindar la información, del nivel de batería.</p>
<p>Controlador</p> 	<p>El controlador o inversor funciona como una especie de fusible, debe soportar la corriente máxima de la batería y debido a eso, será lo primero en fallar en caso de un corto eléctrico, como una subida de tensión. La Intensidad máxima que soporta el controlador es el limitante de la potencia real que le llega al motor.</p>	<p>El controlador que se evidencia en la imagen izquierda es el que va a soportar la intensidad, este es el que limita la potencia real que le llega al motor. Al motor le llegará la corriente máxima permitida proveniente de la batería, (lo que la batería pueda entregar; a 36V x 10Ah).</p>
<p>Potenciómetro</p> 	<p>El acelerador o también llamado potenciómetro, es el encargado de que se active el motor del triciclo eléctrico cuando el ciclista hace el gesto de pedalear. Sin embargo, el acelerador propulsa la bici mediante un elemento que tengamos a mano, como un botón o un gatillo, sin necesidad de mover las piernas.</p>	<p>El acelerador que se evidencia en la imagen izquierda es el que impulsara la bicicleta/ triciclo a través del factor que se tiene en la mano derecha como un gatillo, sin tener que desplazar las piernas, además tiene 3 modos de asistencia, bajo, medio, y alto.</p>

7.3 PROCESO DE MONTAJE

El procedimiento seguido para hacer el montaje del prototipo es el siguiente:

En primera instancia el grupo de trabajo realizó un mantenimiento mecánico al triciclo, posteriormente con la ayuda de un técnico eléctrico, se realizó la instalación del acelerador electrónico, los frenos y la inserción del cableado eléctrico, luego se procedió a realizar la instalación de la base de la batería y la base del controlador de motor, ver figura 29.

Fig. 29 Instalación del cableado eléctrico. Fuente propia.



También se realizó la instalación del motor eléctrico en la rueda delantera, figura 30. esta se debió transformar en la longitud de sus radios, también se decidió establecer la tracción eléctrica en la rueda delantera por motivos de cableado del motor y mejor distribución de la tracción en un solo punto en vez de dos como están apoyadas las ruedas traseras.

Fig. 30 Montaje del motor rueda delantera. Fuente propia.



Se instala la base de la batería por soldadura al tren trasero diseñado, teniendo así un mejor espacio, estabilidad, como se observa en la Figura 31, al determinar las guías de conexión.

Fig. 31 Base de la batería y batería en la base. Fuente propia.



El sistema del controlador tiene una variedad de conectores correspondientes a los elementos eléctricos del kit de conversión, en la Figura 32, se observa el cableado eléctrico correspondiente a estas conexiones, las cuales se identificaron de acuerdo con las instrucciones de fabricante.

Fig. 32 Controlador electrónico. Fuente propia.



Posteriormente se conectó el sensor de pedaleo, el cual asiste, por medio de fuerza adicional en el motor, este se conectó paralelo al plato del triciclo, como se muestra en la figura 33, para así, censar el número de vueltas y realizar la asistencia de pedaleo.

Fig. 33 Sistema de asistencia de pedaleo. Fuente propia.



Luego se conectó el panel LCD, que mostrara los datos relacionados al funcionamiento de la bicicleta, tales como el nivel de carga de la batería, velocidad, encendido y apagado, Como se muestra en la Figura 34

Fig. 34 Resultados del montaje del panel de control. Fuente propia.



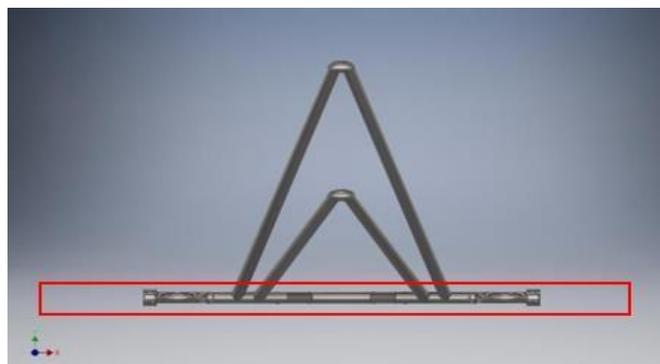
El resultado final, se determina en el funcionamiento y puesta a punto del triciclo como se muestra en la figura 35.

Fig. 35 Resultado final montaje del triciclo. Fuente propia.



8.0 CÁLCULOS ESTÁTICOS DEL TREN TRASERO CONSTRUIDO

La obtención de las cargas iniciales será simulada por promedios generales que pueden ser obtenidos experimentalmente, tales como es el peso promedio de una persona más un adicional por factor de seguridad. Otros datos se incluirán como las propiedades de los materiales, con cargas máximas de un valor de 100 kg (980 N). Se representa a continuación en la figura 36 la sección elegida para el análisis



de esfuerzos cortantes y el momento flector aplicado en la ilustración.

Fig. 36 Sección elegida para el cálculo de esfuerzos en la estructura diseñada. Fuente grupo de trabajo modificación tren trasero, diseño en inventor.

A continuación, en la figuras 37 se muestran las distancias con las cargas a las que estará sometido el tren trasero. En la figura 38 se muestran los análisis de los esfuerzos cortantes en la zona previamente señalada y en la 39 el diagrama de momentos generado.

Fig. 37 Ubicación de las cargas provenientes del peso de una persona en la bicicleta. Fuente grupo de trabajo modificación tren trasero, distancias en milímetros (mm).

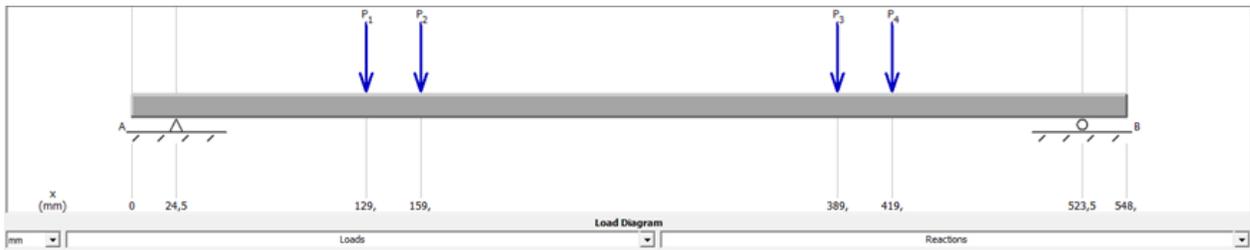


Fig. 38 Representación de los esfuerzos de corte en Newtons (N) Fuente: grupo de trabajo modificación tren trasero.

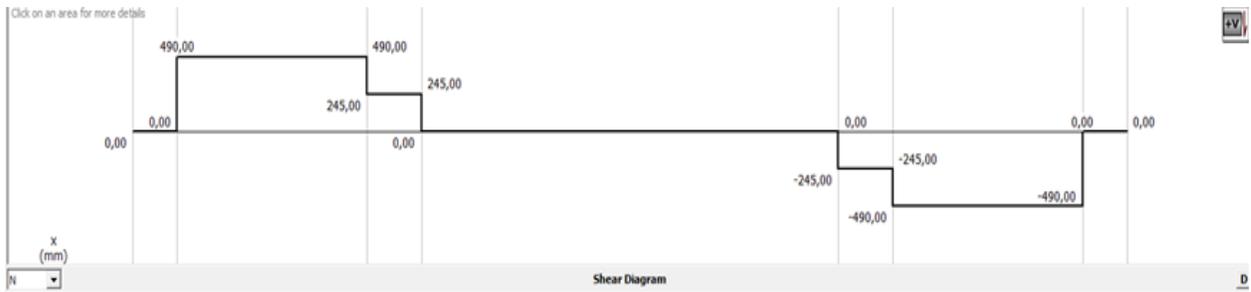
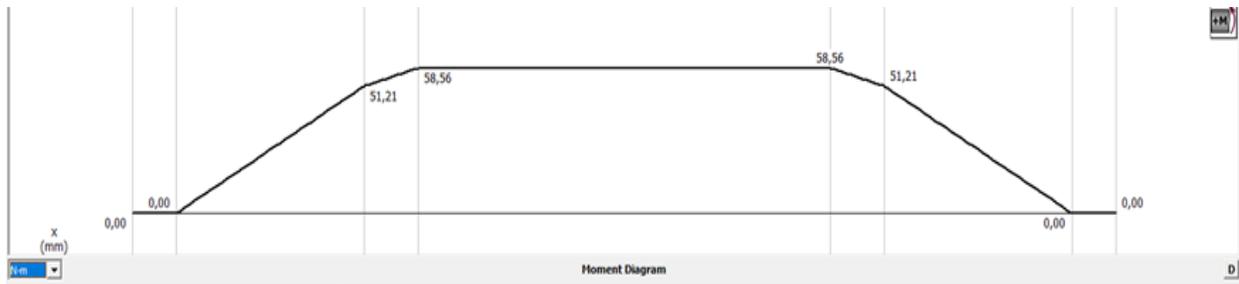


Fig. 39 Diagrama de momentos generado para conocer la concentración de esfuerzos Fuente grupo de trabajo modificación tren trasero. Valor de las cargas en Newtons (N)

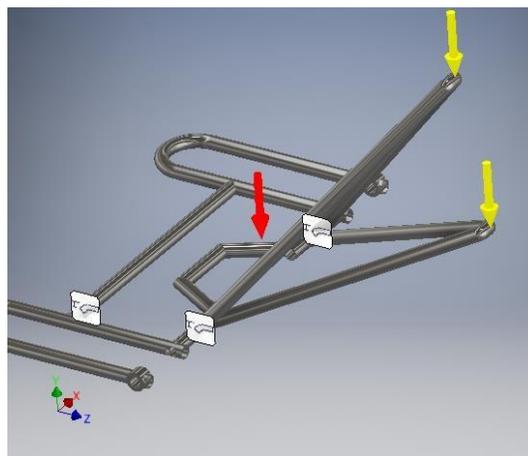


El software empleado para realizar los cálculos previos es el software inventor. Cada carga individual sobre las ruedas será de un total de 490 Newtons (N). Se aplica la ecuación de sumatorias de momentos utilizada para hallar los diferentes diagramas:

$$\sum M = 0$$

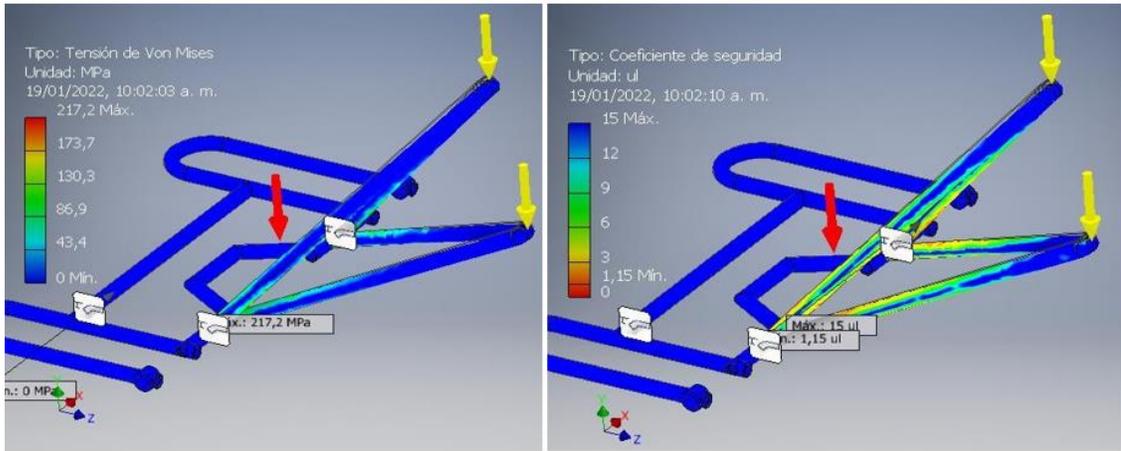
Dónde la sumatoria de los momentos depende de la ubicación de las cargas, en los puntos P1, P2, P3 y P4. A continuación en la figura 40 se muestra un análisis de esfuerzos de las barras inclinadas que conectan a la bicicleta:

Fig. 40 Ubicación de los esfuerzos en el armazón. Las cargas puntuales están representadas con los vectores amarillos, y la gravedad con el vector rojo Fuente: Grupo de trabajo diseño tren trasero, software inventor.



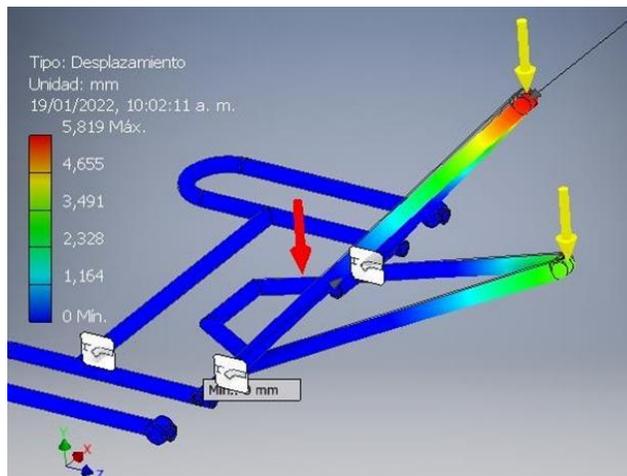
A continuación, en la figura 41 se muestran las simulaciones de los esfuerzos aplicados, y los datos generados por el software introduciendo datos, como el peso de la pieza, la masa y el volumen con las características del material. El análisis realizado es de tipo estático, utilizando el método de elementos finitos obteniendo los esfuerzos de Von Mises y factor de seguridad incluido en el software inventor 2017.

Fig. 41 Análisis de Von Mises parte derecha y deformación por desplazamiento por esfuerzos parte izquierda. Fuente: Grupo de trabajo diseño tren trasero, software inventor.



La figura 42 muestra los análisis de elementos finitos del coeficiente de seguridad del tren trasero estando de color rojo las partes más críticas.

Fig. 42 Coeficiente de seguridad de la pieza. Fuente: Grupo de trabajo diseño tren trasero, software inventor.



8.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESFUERZOS REALIZADOS POR CAD EN EL MARCO TRASERO.

A continuación, en las tablas 12 y 13 se muestran las propiedades de la pieza y la ubicación de la carga de esta y en la tabla 14 los resultados de los análisis de fuerza del eje.

Tabla 12 Propiedades del eje de la pieza. Fuente propia.

Material	Acero inoxidable
Densidad	8 g/cm ³
Masa	2,42129 kg
Área	392514 mm ²
Volumen	302662 mm ³
Centro de gravedad	x=-225,004 mm y=60,4827 mm z=-3,69611 mm

Tabla 13 Ubicación vectorial de la carga. Fuente propia.

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	490,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-490,000 N
Vector Z	0,000 N

Tabla 14 Resultados del análisis de esfuerzos. Fuente propia.

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	302653 mm ³	
Tensión de Von Mises	0,00000211003 MPa	217,158 MPa
Desplazamiento	0 mm	5,81885 mm
Coefficiente de seguridad	1,15124 su	15 su

Con la tabla de resultados previa, se concluye que el material y el diseño si están en capacidadde soportar los esfuerzos propuestos, realizando la comparativa con los valores de las tablas de propiedades del material seleccionado.

8.2 ANÁLISIS DEL EJE SISTEMA DE TRACCIÓN ANTES DE SER FABRICADO

A continuación, en la figura 43 se puede evidenciar el diseño del eje de tracción con el material acero 4140, que se tomará como completo para efectos de los cálculos simulados

Fig. 43 Eje diseñado. Fuente, grupo de trabajo modificación de tren trasero. Software, inventor



8.2.1 Resultados de los análisis de esfuerzos realizados por CAD del eje del sistema de transmisión

Como se observa a continuación en la figura 44 son obtenidos los análisis de esfuerzo y deformación Von Mises en el eje tipo, la tabla 15 se muestran las propiedades del material elegido, mientras en la tabla 16 están cada uno de los resultados y análisis arrojados por el software.

Fig. 44 Análisis de Von Mises y tensiones de deformación en el eje trasero. Fuente, grupo de trabajo modificación de tren trasero. Software, inventor.

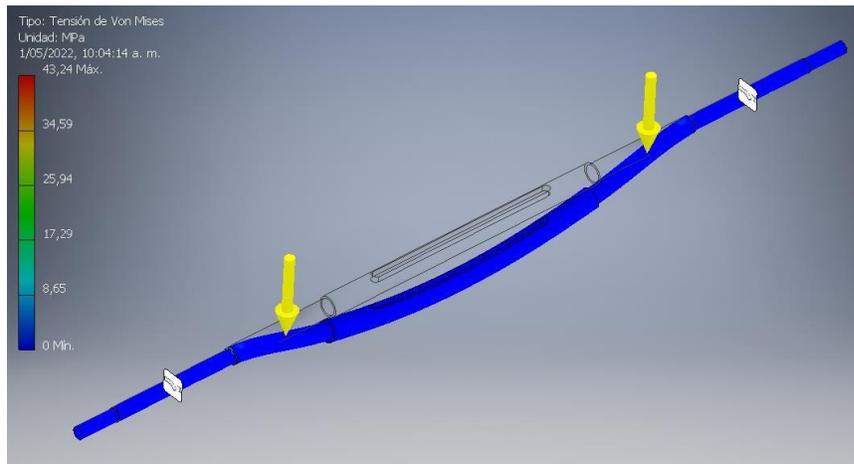


Tabla 15 Propiedades del eje. Fuente propia

Material	Acero AISI/SAE 4140
Densidad	7,85 g/cm ³
Masa	0,56352 kg
Área	25526,4 mm ²
Volumen	71785,9 mm ³
Centro de gravedad	x=0,00000446419 mm y=-0,267704 mm z=0 mm

Tabla 16 Resultados del análisis de esfuerzos en el eje. Fuente propia.

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	71785,9 mm ³	
Tensión de Von Mises	31.1583x10 ⁻¹⁵ MPa	43.236MPa
Desplazamiento	-0,0000515034 mm	0.02mm
Coefficiente de seguridad	6,38 su	15 su

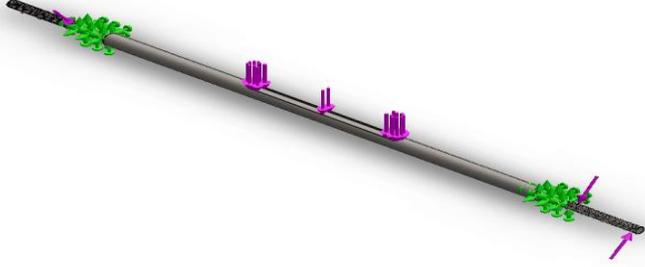
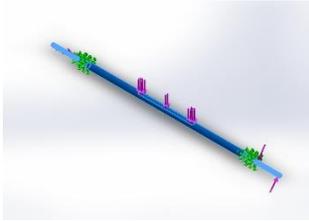
9.0 Documento de trabajo Working Paper

En este informe que arroja el software SolidWorks, es realizado con el fin de cumplir con un ítem de cumplimiento del proyecto de convocatoria interna llamado documento de trabajo o Working Paper que fue presentado en el Decimotercer salón de diseño experimental en 2023 -I.

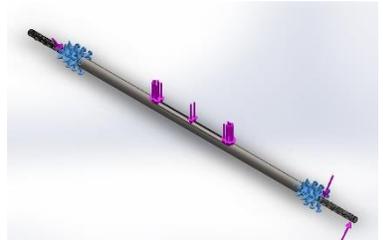
Es realizado el análisis estático del eje trasero del triciclo después de la fabricación y montaje de todo el sistema, haciendo una comparación de este y posteriormente aplicando las cargas correspondientes. A continuación, en la siguiente tabla se colocan 2 sujeciones a cada lado del eje, que es donde irán los rodamientos, posteriormente se aplica una fuerza de 294 N en el centro del eje y otra de 98 N en los extremos de este, haciendo un enmallado fino, el resultado que arroja el análisis es el siguiente se elige el acero 4130 debido a que por ser un paquete de software estudiantil, no aparece la elección del acero 4140:

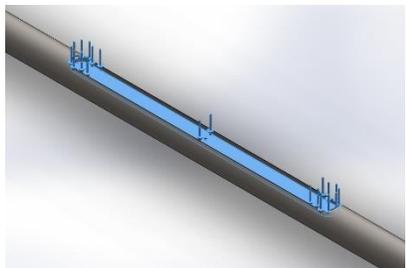
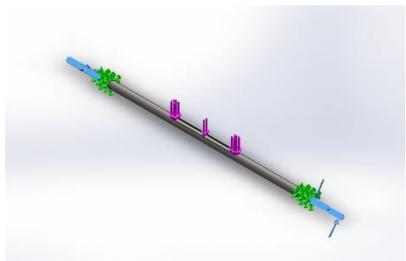
Tabla 17 análisis estático del eje trasero del triciclo después de la fabricación y del montaje al tren trasero. Fuente propia, software SolidWorks

Información de modelo

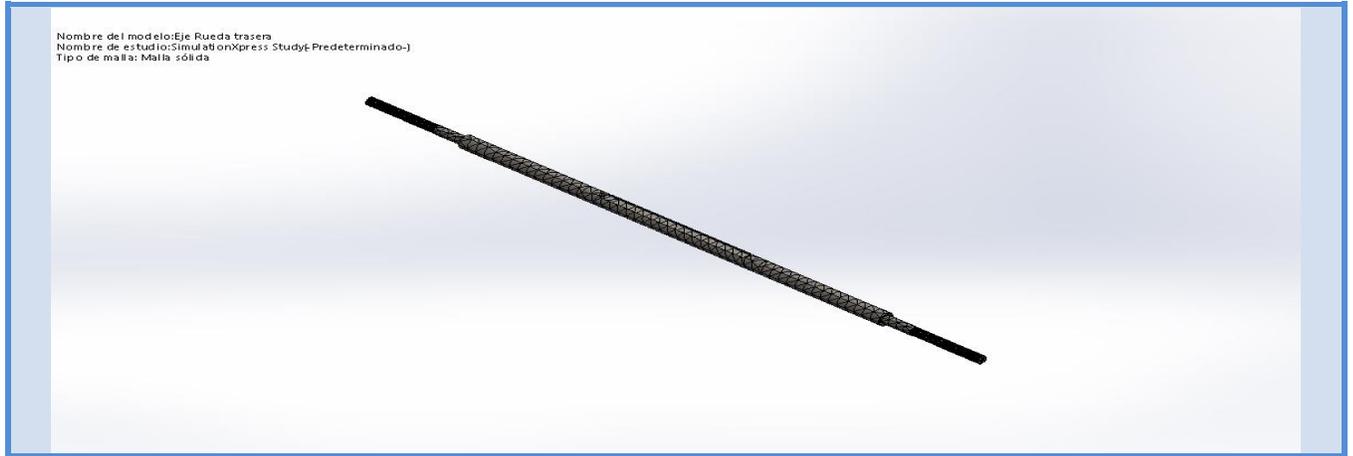
 <p style="text-align: center;">Nombre del modelo: Eje Rueda trasera Configuración actual: Predeterminado</p>		
Sólidos		
Nombre de documento y referencia	Propiedades	Propiedades volumétricas
<p style="text-align: center;">Cortar-Extruir1</p> 	<p>Nombre: AISI 4130 Acero normalizado a 870C</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Desconocido</p> <p>Criterio de error predeterminado:</p> <p>Límite elástico: 4.6e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 7.31e+08 N/m²</p>	<p>Masa:0.740033 kg Volumen:9.4272e-05 m³ Densidad:7849.97 kg/m³ Peso:7.25232 N</p>

Cargas y sujeciones

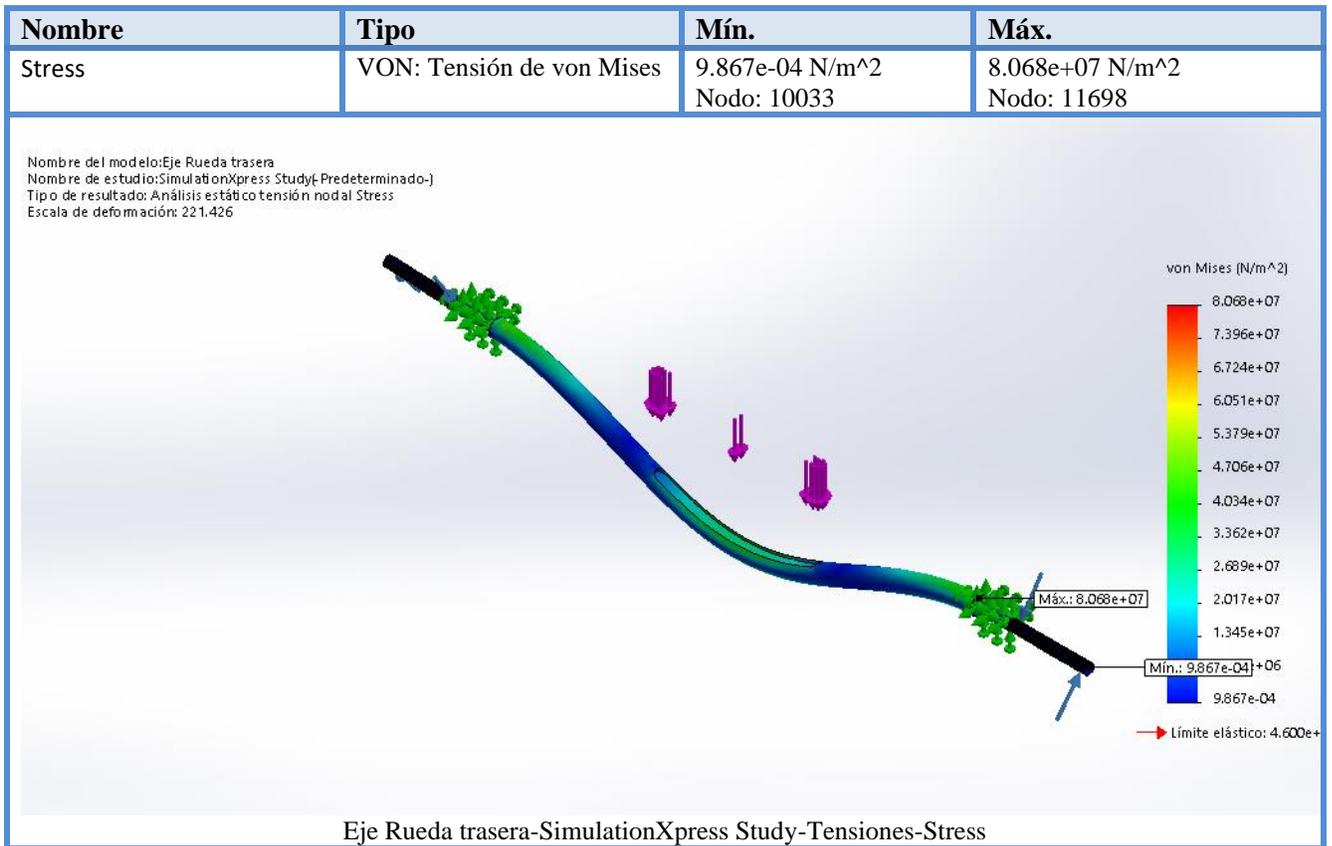
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija

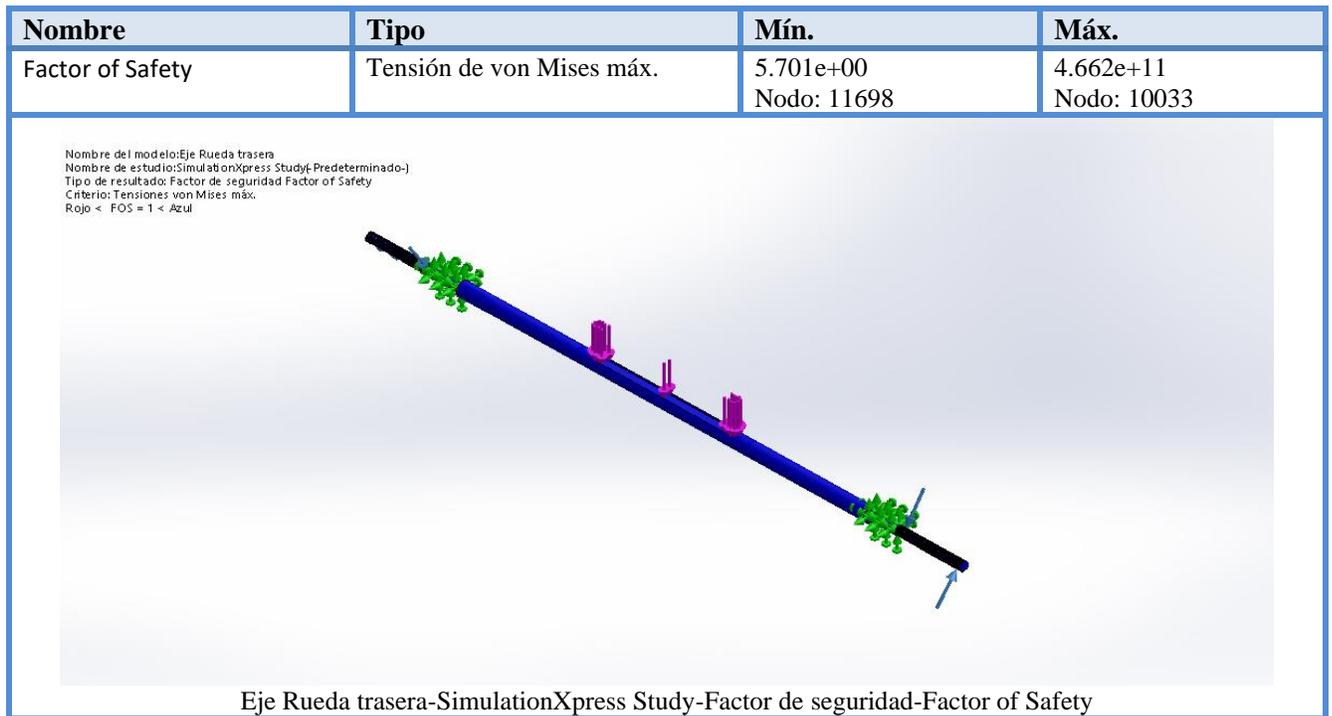
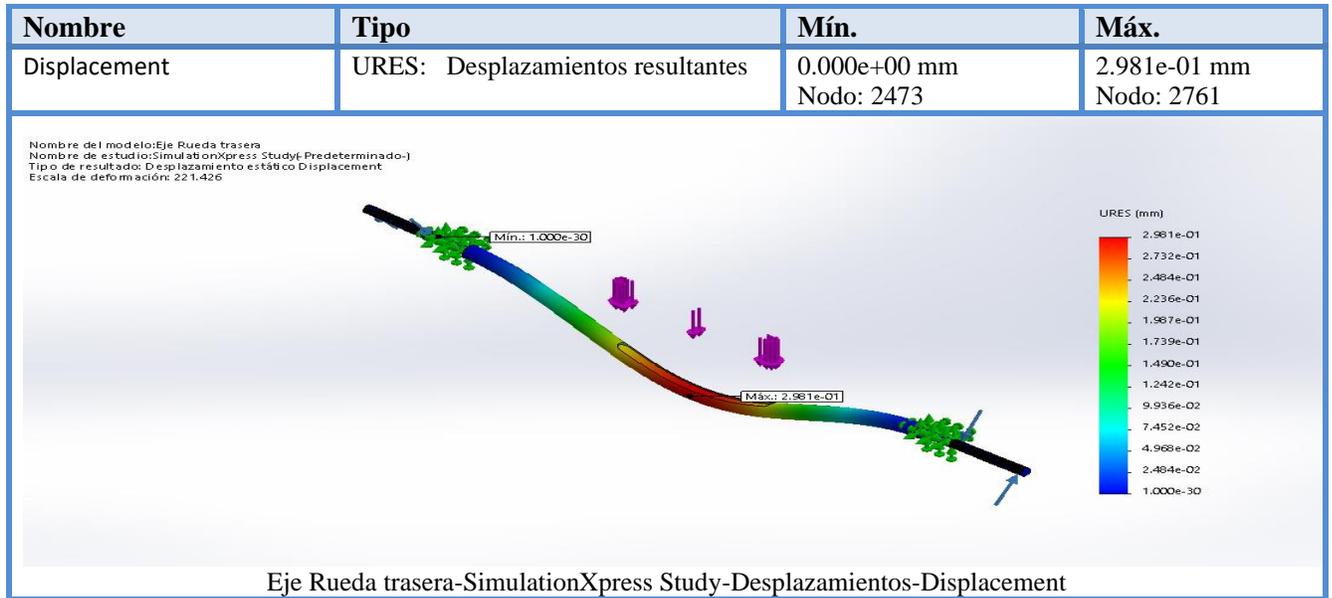
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 294 N
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 98 N

A continuación, se muestra en la primera parte el enmallado fino del eje para obtener posteriormente el resultado del estudio de simulación.



Resultados del estudio





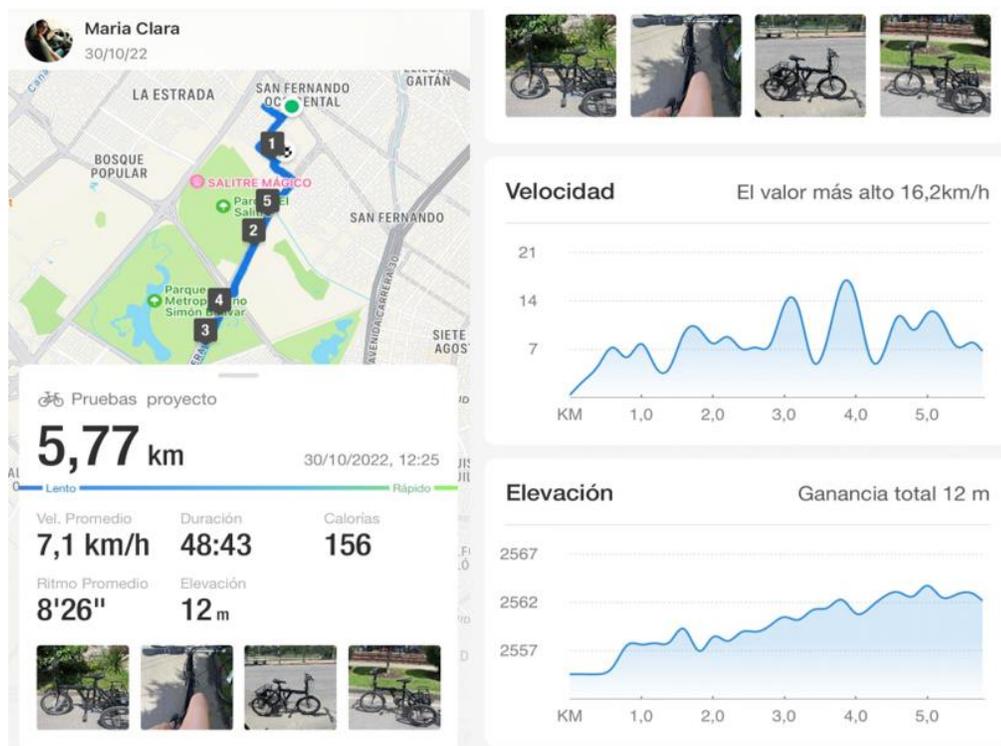
Conclusión del estudio estático. Según el resultado del estudio estático de flexión se puede concluir que el material con que el eje fue fabricado tiene una resistencia elástica permisible a las cargas puestas.

10. PRUEBAS EN EL TRICICLO ELÉCTRICO

Se finalizó la conversión de la bicicleta convencional en el triciclo de asistencia eléctrica con éxito, realizando la adaptación del marco trasero, proporcionando una autonomía de 25-30 km utilizando solo el motor de alimentación de 36 V y potencia de 350 W. Con el sistema de asistencia al pedaleo alcanza una autonomía de hasta 45 km con este sensor.

Teniendo el triciclo ya totalmente funcional se procedió hacer las pruebas pertinentes, en la parte izquierda de la figura 45 se puede ver la ruta que se escogió para esto, la cual fue en la ciudad de Bogotá desde la calle 72 con 65, hasta la calle 26 con 53, ida y regreso recorriendo en total 5,77 km en 48:43 minutos. En la parte derecha de la gráfica se observa la velocidad y la elevación del recorrido.

Fig. 45 Mapa de recorrido para pruebas de funcionamiento, obtenido de google maps.



CONCLUSIONES

La primera parte del proyecto se basó en la conversión de bicicleta a triciclo y en los análisis de los factores necesarios para una correcta conversión, además se determinaron los elementos básicos necesarios para la conversión, motor brushless DC, controlador de motor, panel LCD, batería de ion de litio y kit de conversión (Frenos, cambio de llantas, cableado y sensor PAS, entre otros).

- De acuerdo al estudio de factibilidad que se realizó con las diferentes empresas que se dedican al envío de documentos y paquetería, con los datos de los recicladores de la ciudad y con el número de personas de la tercera edad se concluyó que este prototipo es apto para el desarrollo de dichas actividades. En donde el triciclo puede manejarse a una velocidad constante con ayuda humana de 20 km/h, permitiendo que el tripulante pueda realizar su jornada de trabajo en la mañana y en las horas de la noche se cargue la batería de este triciclo según la distancia del recorrido que no puede sobrepasar diariamente más de 45 km.
- Posterior a las pruebas realizadas con el triciclo diseñado de aproximadamente 20 kg, se logra hacer un recorrido de 5770 metros , (5.77 km) en un tiempo de 48m43s con un conductor de aproximadamente 52 kg y una carga adicional de 50 kg, recorrido que genera una quema de 156 calorías del conductor si estuviera pedaleando y se dejaría de producir 167 gramos de CO₂ por kilómetro si el triciclo tuviera un motor de combustión como el caso de las motocicletas de cuatro tiempos con cilindraje mayor a 150 cc o los taxis que utilizan gasolina emitiendo el 60 % de este valor, y los automóviles sin catalizador que pueden alcanzan el 56 % de las emisiones proporcionadas por las motocicletas, teniendo en cuenta que éstas serían las emisiones de un vehículo con motor de combustión interna en ese mismo recorrido, siendo la producción de CO₂ el punto de referencia ya que este es el principal componente de los gases de efecto invernadero que ocasionan el calentamiento global
- Se realiza el modelamiento y simulación de comportamiento estático de cada uno de los componentes transformados de bicicleta a triciclo y la obtención de un paquete de planos de fabricación del triciclo construido como está en los anexos, todos estos análisis permitieron seleccionar el material de los componentes para que esté triciclo funcione bajo unas condiciones de carga inicial sin que llegue a falla y que permita un factor de seguridad de 8,8.

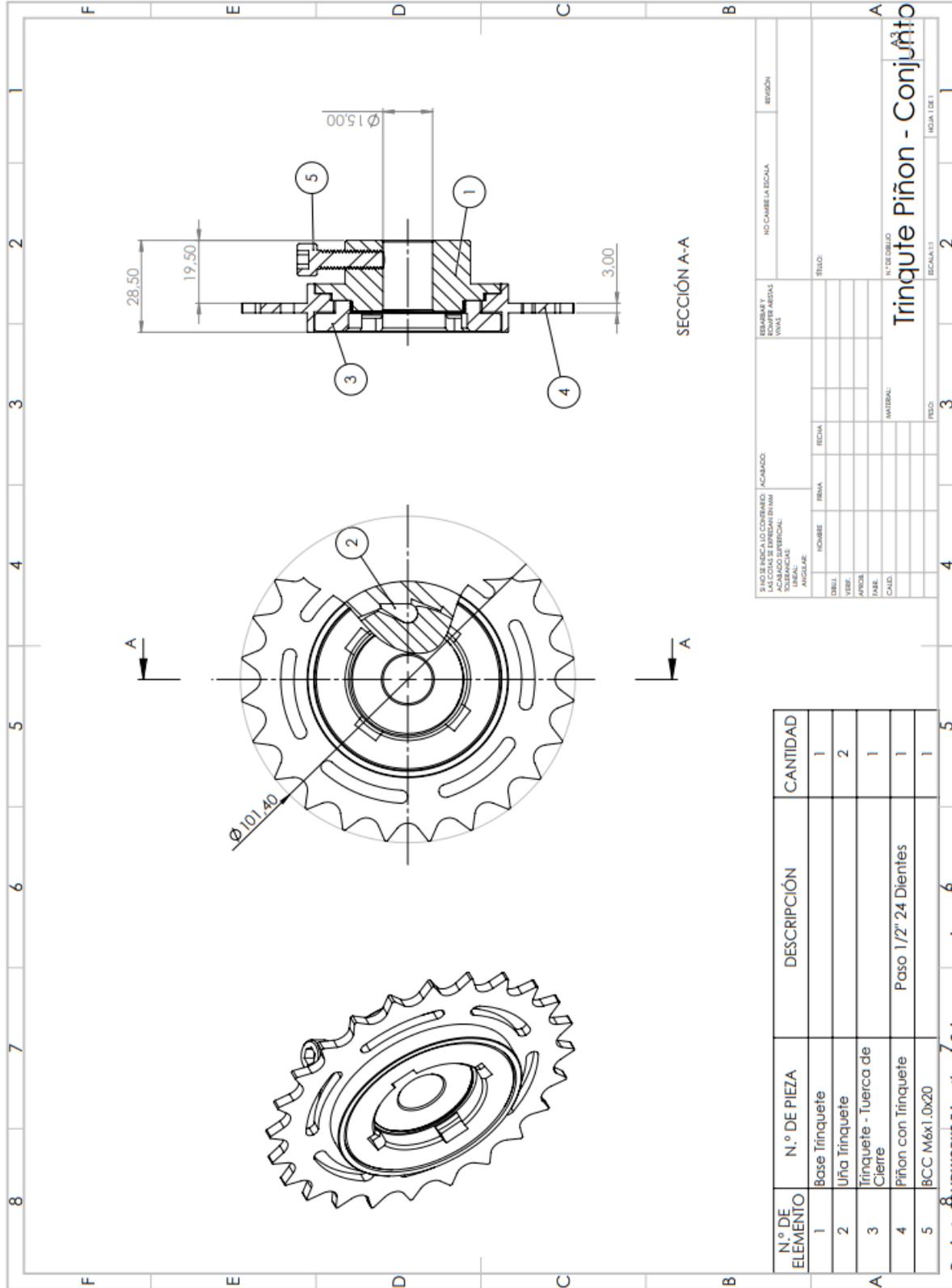
Bibliografía

- [1] J. J. J. M. B. & C. L. D. RAYNAUD, «The ice record of greenhouse gases - science.org. El registro de hielo de los gases de efecto invernadero.,» (1993, February 12). , vol. 926, 1993.
- [2] K. U. S. H. K. A. Kushka, «Cómo utilizar el CO2 Para aumentar La Productividad de tu cultivo de marihuana. ¡Bienvenido al banco de semillas,» *Dinafem Seeds*, 2016.
- [3] &. d. J. Y. .. M. S. P., «¿Es el dióxido de Carbono Tóxico para la salud humana?,» *S&P Sistemas de Ventilación*, 2017.
- [4] J. R. A. & F. á. Téllez, «Contaminación por monóxido de Carbono: Un problema de Salud Ambiental,» *Revista de Salud Pública.*, 2019.
- [5] G. Ambiental, «Problemas Ambientales Globales,» *Asociación Española para la Calidad.* , 2010.
- [6] S. Zimba, «5 desastres naturales que reclaman medidas contra el Cambio Climático,» *Oxfam International*, 2021.
- [7] A. Puentes, «eltiempo.com,» 31 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/bogota/bicicletas-electricas-razones-para-apoyarlas-en-las-ciudades-524778>.
- [8] B. VAIC., «vaic.com,» 8 10 2020. [En línea]. Available: <https://www.vaic.com/es/content/29-como-puedo-saber-la-autonomia-real-de-una-bicicleta-electrica>.
- [9] C. Melgarejo, «La Bici Será el Pilar de la Nueva Movilidad en Bogotá, Tras Covid-19.,» Periódico el tiempo, [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/bogota/coronavirus-en-bogota-como-le-esta-apostando-bogota-a-la-bicicleta-496376> .
- [10] W. H. O. m. d. I. salud., «World Health Organization. Retrieved from,» OMS, March 2 2019 . [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses> .
- [11] B. R. VILLANUEVA, M. B. SALVADOR y R. G. HUELGAS, « Cambio climático y salud. ,» *Revista Clínica Española*, vol. 219, nº 5, pp. 260-265., 2019.
- [12] J. RIAZA BENITO, «Captura de CO2 en centrales termoeléctricas mediante cocombustión de carbón y biomasa en condiciones de oxidación.,» 2014..
- [13] C. d. l. r. O. M. M. R. f. Nulls, « Un año más, Las concentraciones de gases de Efecto Invernadero volvieron a Batir,» wmo, 25 october 2021. [En línea]. Available: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/un-a%C3%B1o-m%C3%A1s>.
- [14] Climántica, «La repercusión del motor de combustión interna en el cambio climático. Retrieved June 1, 2022, from,» Uniandes, 12 Enero 2021. [En línea]. Available: <http://unidades.climantica.org/es/unidades/02/os-vectores-energeticos-do-seculo-xx/otros-vectores-que-elevaron->.
- [15] S. Corona, «La Ciudad de México ya anda en bici eléctrica.,» *El País.*, p. https://elpais.com/tecnologia/2018/02/15/actualidad/1518717790_294410.html , 15 02 2018.
- [16] J. Ripa, «Por qué todos nos subiremos a la Bici Eléctrica.,» *El País*, p. https://elpais.com/elpais/2017/09/25/talento_digital/1506337358_778872.html , 29 September 2017.
- [17] PressReader, «El espectador,» Digital Newspaper & Magazine subscriptions., 31 May 2021., [En línea]. Available: <https://www.pressreader.com/colombia/el-espectador/20210530/283098482003842>.
- [18] L. Barreto, 7 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://bogota.gov.co/mi->

- ciudad/ambiente/distrito-declaro-emergencia-ambiental-en-bogota .
- [19] R. & O. C. Sepulveda, «Contaminación del Aire Cobra la Vida de 3.900 personas en Bogotá.,» El tiempo, 23 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/muertes-en-bogota-por-la-contaminacion-del-aire-segun-ultimo-reporte>.
- [20] E. d. movilidad, «El Transporte como soporte al desarrollo de Colombia. Movilidad Bogotá.,» Movilidad Bogotá, 13 Enero 2019. [En línea]. Available: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-04-2020/20191216_presentacion_encuesta_v2.pdf .
- [21] C. A. G. Mahecha, «Contaminación del aire cobra la vida de 3.900 personas en Bogotá.,» El Tiempo, 23 09 2023. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/muertes-en-bogota-por-la-contaminacion-del-aire-segun-ultimo-reporte-de-greenpeace-539463>.
- [22] Iphonedroid, «Medios de Transporte Sostenibles: Por Un mundo más limpio.,» Metro ligero Oeste, 30 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.metroligero-oeste.es/comunidad-mlo/100000-actualidad-es/100438-medios-de-transporte-sostenibles-por-un-mundo-mas-lim>.
- [23] B. E. y. s. funcionamiento., «VAIC.,» 2015. [En línea]. Available: Retrieved from <https://www.vaic.com/es/content/11-que-es-una-bicicleta-electrica-es> .
- [24] P. Monsalve, «Semana.com.,» Últimas Noticias de Colombia y el Mundo., 29 Agosto 2020. [En línea]. Available: Retrieved from <http://www.semana.com/nacion/articulo/que-es-una-alerta-roja-ambiental/519333> .
- [25] C. d. C. Global., «National Geographic.,» National Geographic, 5 Septiembre 2010. [En línea]. Available: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/causas-del-calentamiento-global>.
- [26] S. S. Colombia, «Lo que no te puede faltar para montar bicicleta o patineta.,» Seguros SURA Colombia, 4 Enero 2022. [En línea]. Available: <http://www.sura.com/blogs/autos/ventajas-bicicleta-medio-transporte.aspx> .
- [27] Ecoseed, «Ecoseed.,» ¿Cuál es la historia de las bicis eléctricas? , 31 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ecoseed.org/historia-bicis-electricas/> .
- [28] Myscoot, «Scooter Rental Cagliari.,» Myscoot, 5 Marzo 2015. [En línea]. Available: <https://www.myscoot.net/en/home/> .
- [29] R. M. Vilamajo, «Patents.,» Vehículo de propulsión humana con mecanismo de transmisión accionado por los pies., 21 Diciembre 2012. [En línea]. Available: <https://patents.google.com/patent/WO2014096470A1/es>.
- [30] M. Motors, «mitsubishi-motors.,» Bicicletas, Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://mitsubishi-motors.com.co/blog/conoce-los-diferentes-tipos-de-bicicleta-y-para-que-es-cada-una/>.
- [31] A. P. Bernal, «My bike.,» 18 julio 2013. [En línea]. Available: <https://mybike.com.co/bicicletas-plegables-practicidad-versus-rendimiento/>.
- [32] J. E. Cañibano Álvarez, «Diseño y Desarrollo de un Vehículo de Tres Ruedas con Asistencia.,» Madrid, Boecillo, 2012.
- [33] S. d. m. d. bogota., «Alcaldía mayor de Bogotá D.C.,» 2 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/2019-05-29/RESOLUCION%20209%20DE%202019.pdf>.
- [34] U. P. Salesiana., «Diseño de triciclos renovables. (s. f.). ,» Diseño de triciclos renovables., [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18064/1/UPS-CT008578.pdf>.

- [35] B. A. Cango, «Diseño y construcción de un trike bike híbrido configurado para personas de la tercera edad como alternativa de movilidad,» 2019. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18064/1/UPS-CT008578.pdf>.
- [36] U. Trikes, «El minorista de triciclos más grande del mundo.,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.utahtrikes.com/catalog.html>.
- [37] C. Labrador, «Tuvalum. Obtenido de El Blog de Tuvalum:,» 28 08 2017. [En línea]. Available: <https://tuvalum.com/blog/guia-materiales-cuadros-bicicleta/>.
- [38] Kleta., «bikes.kleta,» Bicicleta: definición y significado., 8 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://bikes.kleta.com/es/guia/definicion-significado-bicicleta/>.
- [39] L. Jeffus, «Soldadura. Principios y aplicaciones (Vol. 3).,» de *Soldadura. Principios y aplicaciones (Vol. 3).* , Paraninfo., 2009.
- [40] Resoluciones, « Simbogota.com.co,» 15 Mayo 2015. [En línea]. Available: https://www.simbogota.com.co/pdf/Resoluciones/2015_resolucion_01068_2015.pdf .
- [41] A. d. Bogota, «Secretaria de Bogota,» 19 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/2019-05-29/RESOLUCION%20209%20DE%202019.pdf> .
- [42] B. poblacion, «Ministerio de Salud,» Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/boletines-poblacionales-personas-discapacidadI-2020.pdf>.
- [43] «Secretaria de Bogota,» 4 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.sdp.gov.co/noticias/bogota-cada-100-mil-habitantes-hay-6379-personas-discapacidad> .
- [44] UAESP, «Unidad administrativa especial de servicios publicos.,» Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.uaesp.gov.co/content/generalidades-del-registro-unico-registradores-oficio-ruro> .
- [45] «DANE,» Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas/nov-2021-nota-estadistica-personas-mayores-en-colombia.pdf>.
- [46] «Normas ICONTEC,» 1996.
- [47] ICONTEC, «Normas Icontec,» 1997.
- [48] Nextelectricmotors, «Nextelectricmotors,» Abril 2022. [En línea]. Available: <https://nextelectricmotors.com/motor-brushless-funcionamiento-y-caracteristicas/#:~:text=El%20motor%20brushless%20es%20un,magn%C3%A9tico%20que%20gira%20el%20rotor.>
- [49] Kleta, «<https://bikes.kleta.com/es/guia/definicion-significado-bicicleta/>,» 06 2021. [En línea]. Available: (2021, 8 junio). Bicicleta: definición y significado. .
- [50] «La Republica,» Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.co/economia/pago-salud-pension-con-salario-minimo-2949392>.

ANEXOS



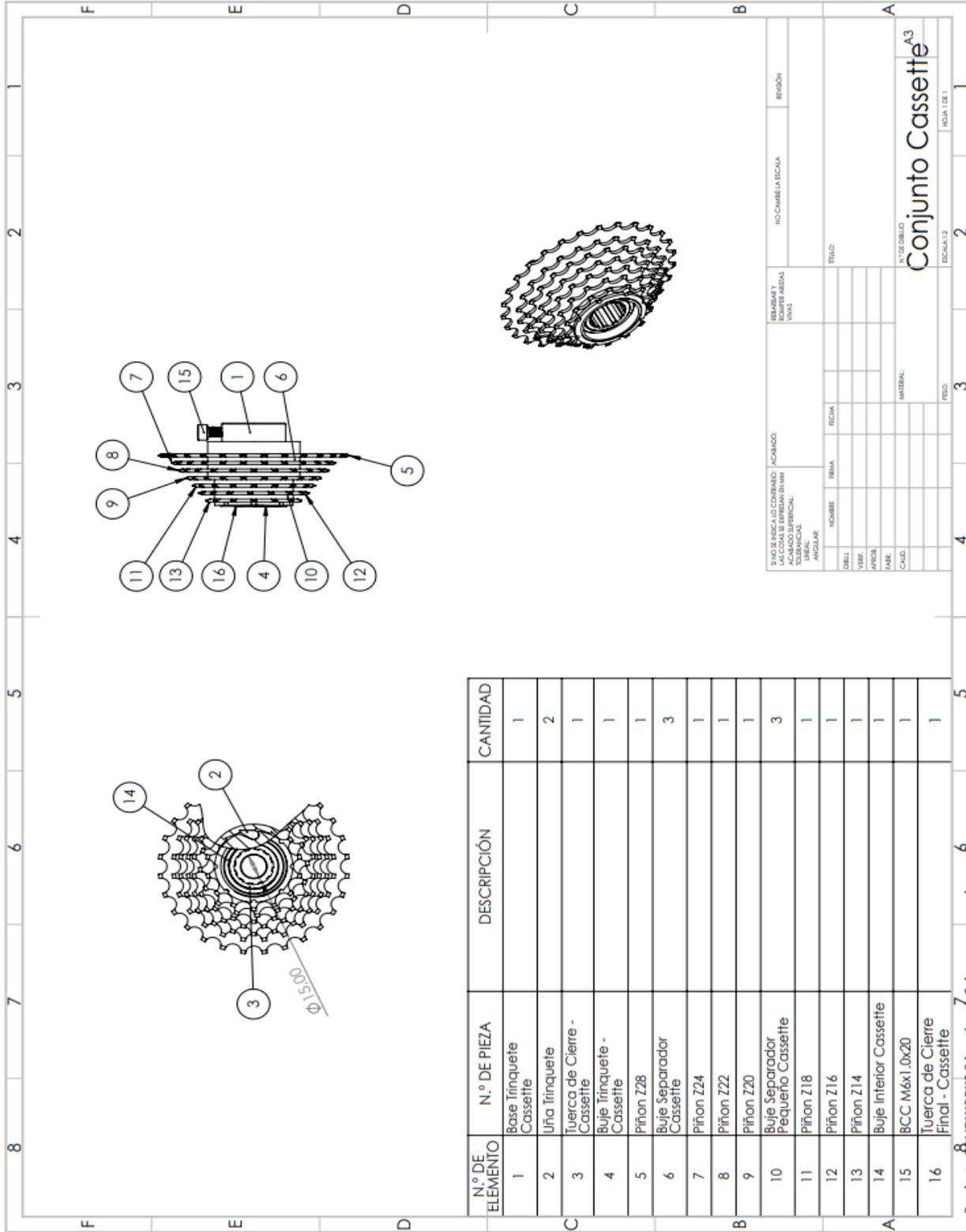
SECCIÓN A-A

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Base Trinquete		1
2	Una Trinquete		2
3	Trinquete - Tuerca de Cierre		1
4	Piñon con Trinquete	Paso 1/2" 24 Dientes	1
5	BCC-M6x1.0x20		1

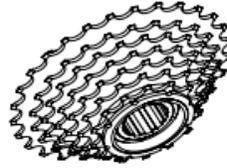
SIN DE INICIA LO CONTINUA: ACABADO: TOLERANCIA ANGULAR:	NO CAMBIA LA ESCALA:	REVISION:
HOMER:	RECHA:	REVISION:
DIBEL:	RECHA:	REVISION:
TITEL:	RECHA:	REVISION:
APOR:	RECHA:	REVISION:
PALE:	RECHA:	REVISION:
CALD:	RECHA:	REVISION:
MATERIAL:	N.º DE DIBEL:	N.º DE DIBEL:
ESCALA:	ESCALA:	ESCALA:
ESCALA:	ESCALA:	ESCALA:

Trinquete Piñon - Conjunto

Producto SÓLIDWORKS Educativa. Solo para uso en la enseñanza.

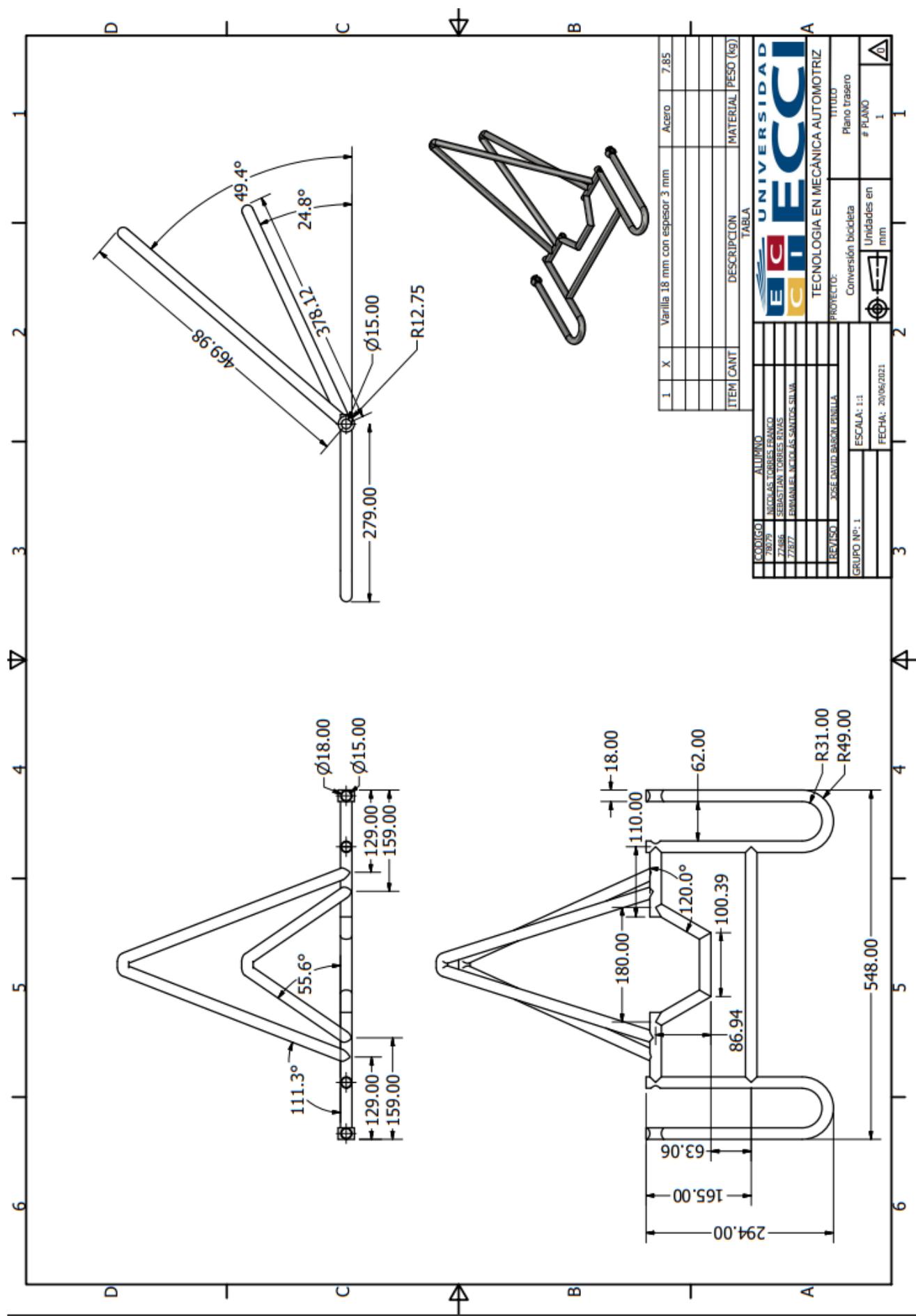


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Base Trinquete Cassette		1
2	Uña Trinquete		2
3	Tuerca de Cierre - Cassette		1
4	Buje Trinquete - Cassette		1
5	Piñon Z28		1
6	Buje Separador Cassette		3
7	Piñon Z24		1
8	Piñon Z22		1
9	Piñon Z20		1
10	Buje Separador Pequeño Cassette		3
11	Piñon Z18		1
12	Piñon Z16		1
13	Piñon Z14		1
14	Buje Interior Cassette		1
15	BCC - M6x1.0x20		1
16	Tuerca de Cierre Final - Cassette		1



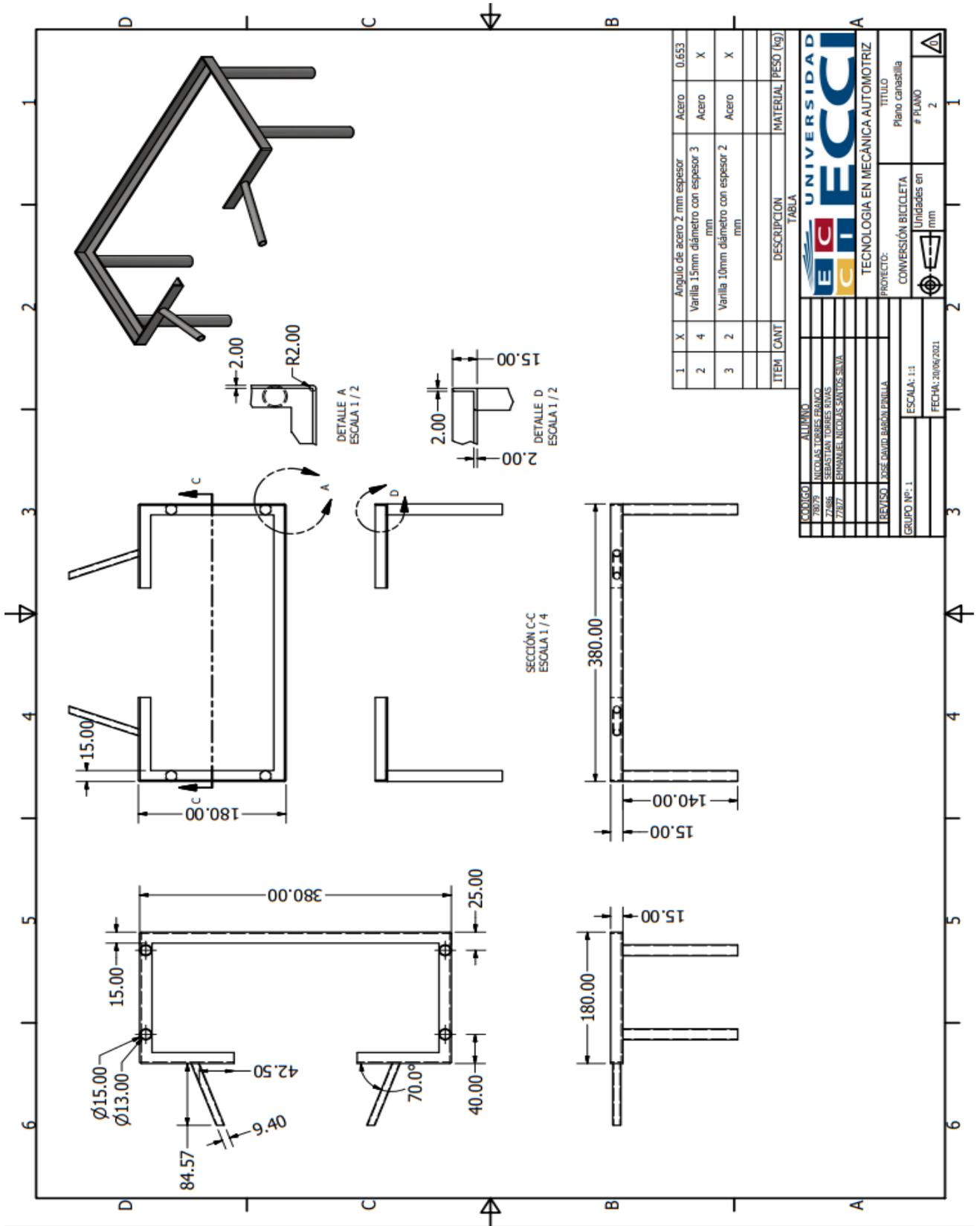
SIN SER INDICADO CONSIDERAR LAS COTAS SE ENTENDAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: LINEAL: - ANGULAR: R		HICAMBO: HICAMBO EN 45º	HICAMBO EN 90º HICAMBO EN 135º	HICAMBO EN 180º HICAMBO EN 225º	HICAMBO EN 270º HICAMBO EN 315º
DIBUJ. VERB. APROB. FIRM. CALIF.	NOMBRE FIRMA FECHA	REVISIÓN FECHA MOTIVO	REVISIÓN FECHA MOTIVO	REVISIÓN FECHA MOTIVO	REVISIÓN FECHA MOTIVO
MATERIAL:			ESCALA: 1:2		

Conjunto Cassette^{A3}



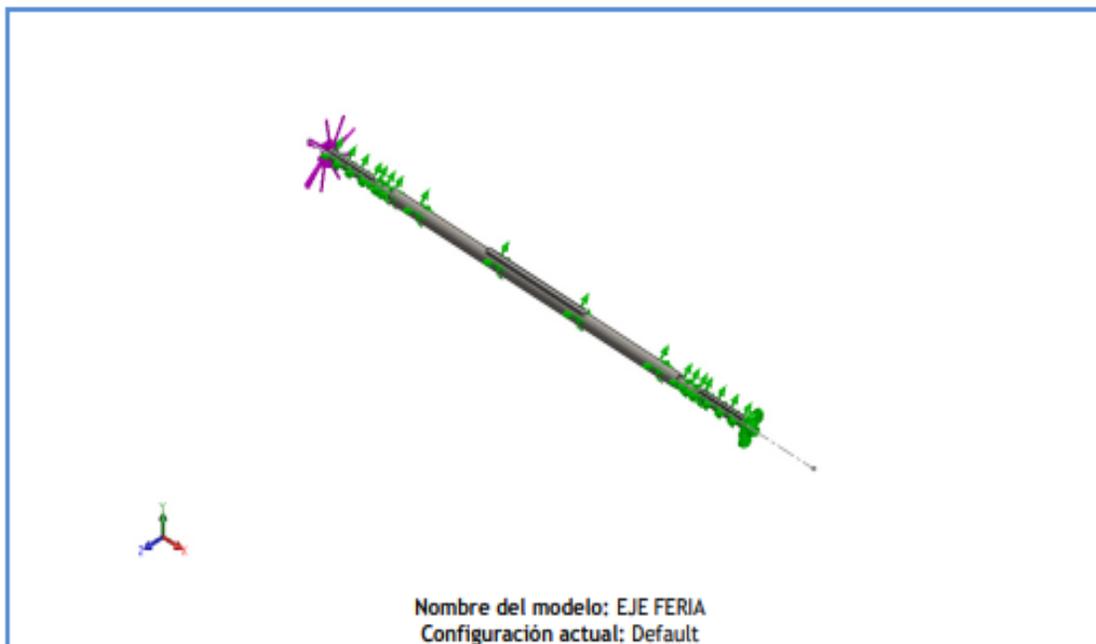
ITEM	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	PESO (kg)
1	X	Varilla 18 mm con espesor 3 mm	Acero	7.85

UNIVERSIDAD ECI FECCI TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ	
CODIGO: ALUMINO 78079 NICOLAS TORRES BRANCO 77486 SEBASTIAN TORRES RIVAS 77817 EMANUEL NICOLAS SANTOS SILVA	TITULO: Plano trasero # PLANO: 1
PROYECTO: Conversione bicicleta ESCALA: 1:1 FECHA: 20/04/2021	UNIDADES EN mm



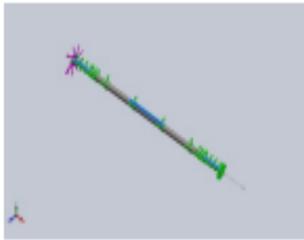
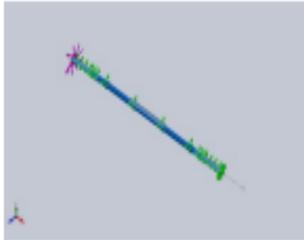
ITEM	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	PESO (kg)
1	X	Angulo de acero 2 mm espesor	Acero	0.653
2	4	Varilla 15mm diametro con espesor 3 mm	Acero	X
3	2	Varilla 10mm diametro con espesor 2 mm	Acero	X

UNIVERSIDAD CEC ECCEI	
TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ	
ALUMNO: NICOLAS TORRES BRANCO SEBASTIAN TORRES RIVAS EMANUEL NICOLAS SANTOS SILVA	TITULO: Plano canastilla
PROYECTO: CONVERSION BICICLETA	# PLANO: 2
REVISOR: JOSE DAVID BARRAN PINTILLA	ESCALA: 1:1
GRUPO Nº: 1	Unidades en mm
FECHA: 20/06/2021	

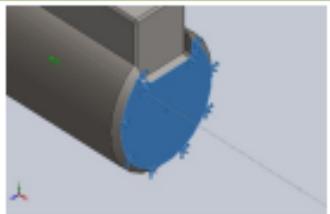
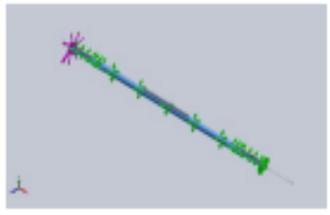
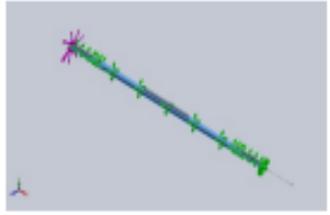


Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Chaflán1 	Sólido	Masa:0.0492699 kg Volumen:6.23669e-06 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.482845 N	D:\MARIA CLARA\CUÑA 1.SLDPRT May 8 23:28:15 2023
Chaflán1 	Sólido	Masa:0.0124016 kg Volumen:1.56982e-06 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.121536 N	D:\MARIA CLARA\CUÑA 2.SLDPRT May 8 23:28:27 2023
Chaflán1 	Sólido	Masa:0.0124016 kg Volumen:1.56982e-06 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.121536 N	D:\MARIA CLARA\CUÑA 2.SLDPRT May 8 23:28:27 2023
Chaflán4	Sólido	Masa:0.749313 kg Volumen:9.54538e-05 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:7.34326 N	D:\MARIA CLARA\Eje Rueda trasera FERIA.SLDPRT May 8 23:27:59 2023

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1020</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: $3.51571 \times 10^8 \text{ N/m}^2$</p> <p>Límite de tracción: $4.20507 \times 10^8 \text{ N/m}^2$</p> <p>Módulo elástico: $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7900 kg/m^3</p> <p>Módulo cortante: $7.7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: $1.5 \times 10^{-5} / \text{Kelvin}$</p>	<p>Sólido 1(Chafilán1)(CUÑA 1-1), Sólido 1(Chafilán1)(CUÑA 2-1), Sólido 1(Chafilán1)(CUÑA 2-2)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 4130 Acero normalizado a 870C</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: $4.6 \times 10^8 \text{ N/m}^2$</p> <p>Límite de tracción: $7.31 \times 10^8 \text{ N/m}^2$</p> <p>Módulo elástico: $2.05 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.285</p> <p>Densidad: 7850 kg/m^3</p> <p>Módulo cortante: $8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$</p>	<p>Sólido 1(Chafilán4)(Eje Rueda trasera FERIA-1)</p>
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.34829	-0.247655	-58.7604	58.7619
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Sobre caras cilíndricas-1		Entidades: 5 cara(s) Tipo: Sobre caras cilíndricas Traslación: 0, ---, --- Unidades: mm		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.29545	-2.93636	36.772	36.8902
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Sobre caras cilíndricas-2		Entidades: 5 cara(s) Tipo: Sobre caras cilíndricas Traslación: ---, ---, 0 Unidades: ft		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.29545	-2.93636	36.772	36.8902
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Torsión-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 1 N.m

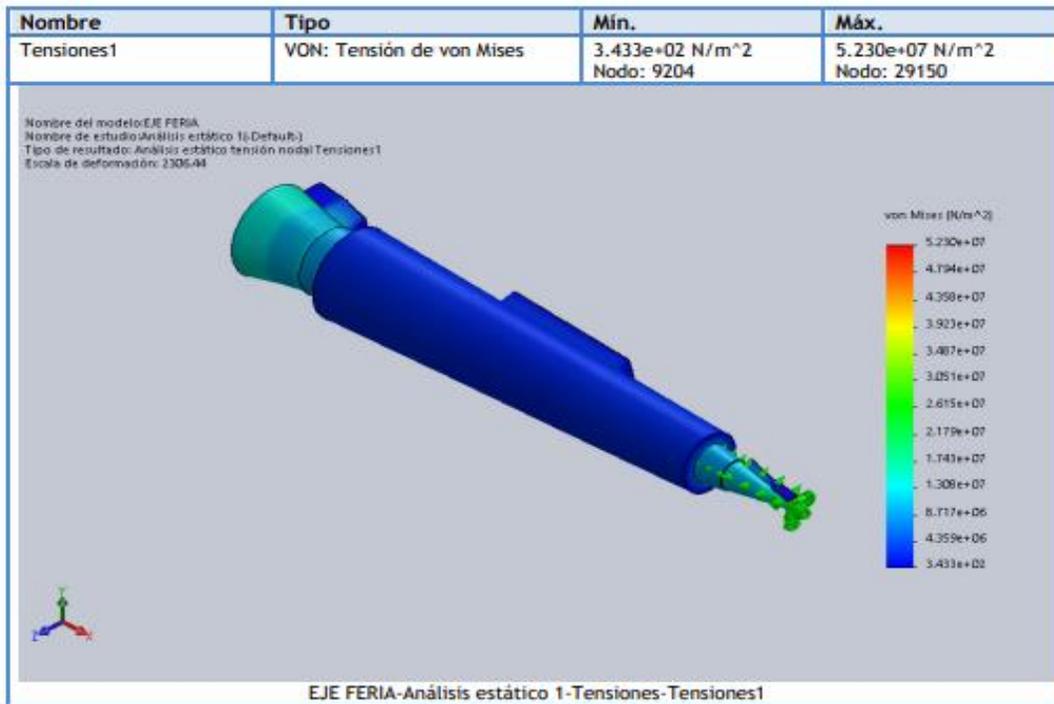
Definiciones de conector

No hay datos

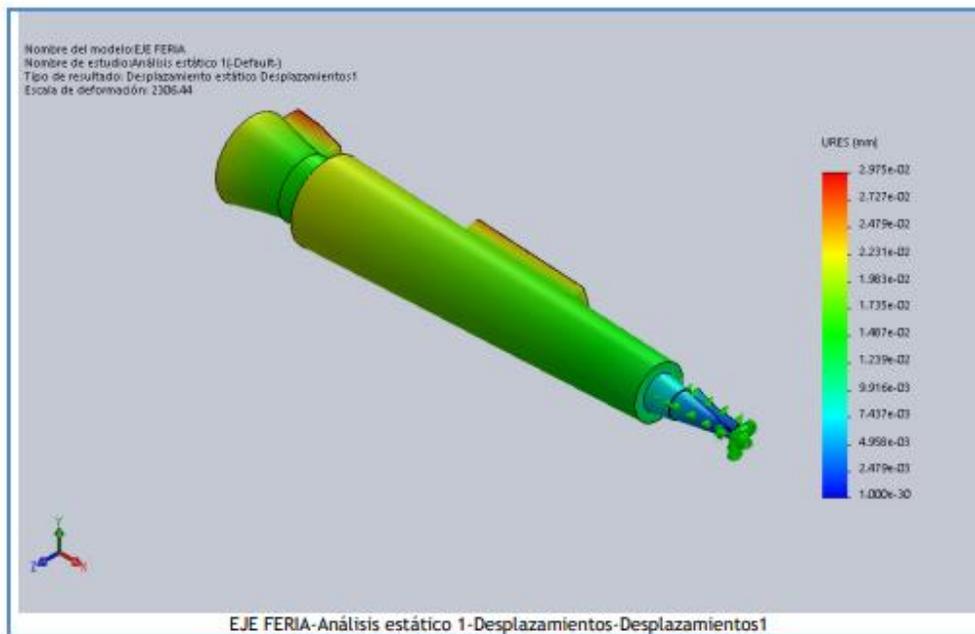
Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

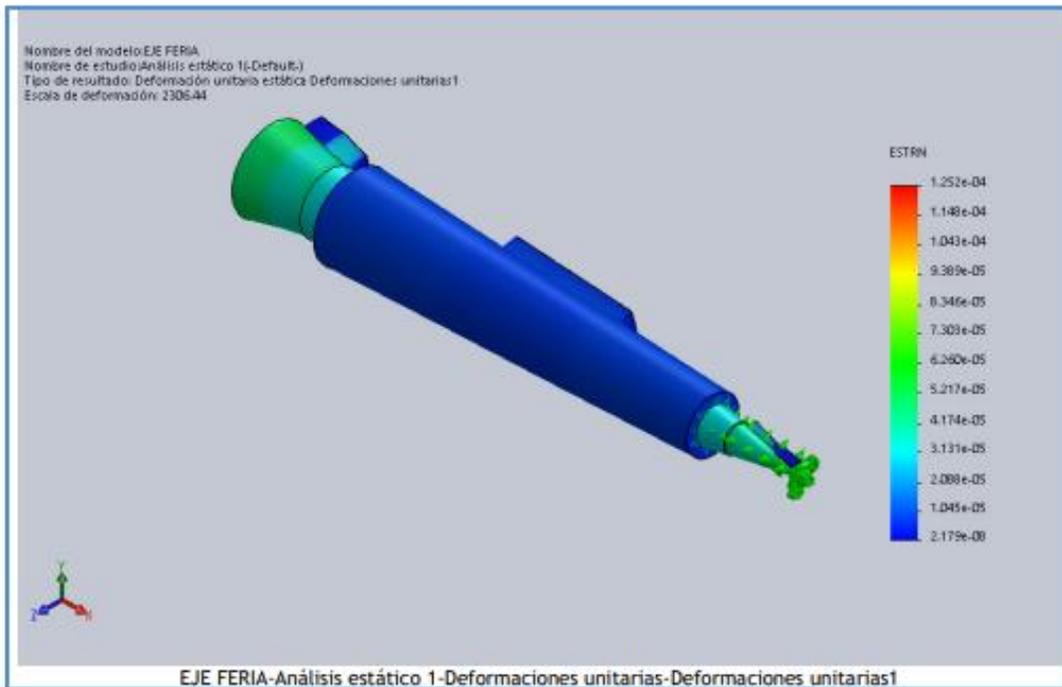
Resultados del estudio



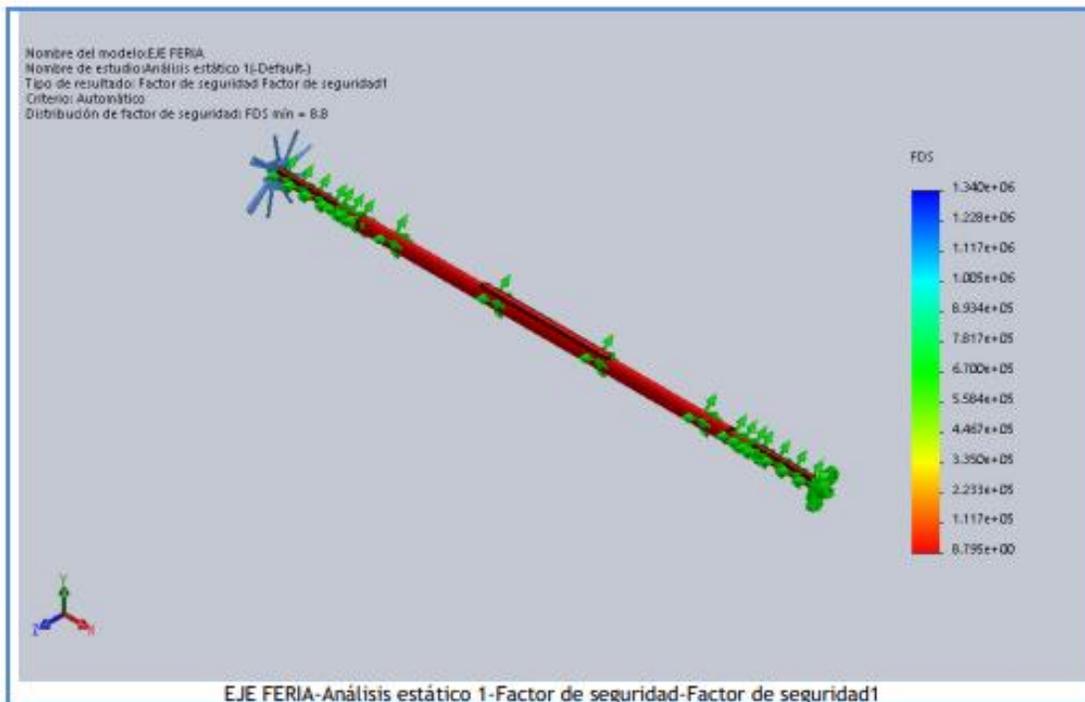
Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 6936	2.975e-02 mm Nodo: 4177



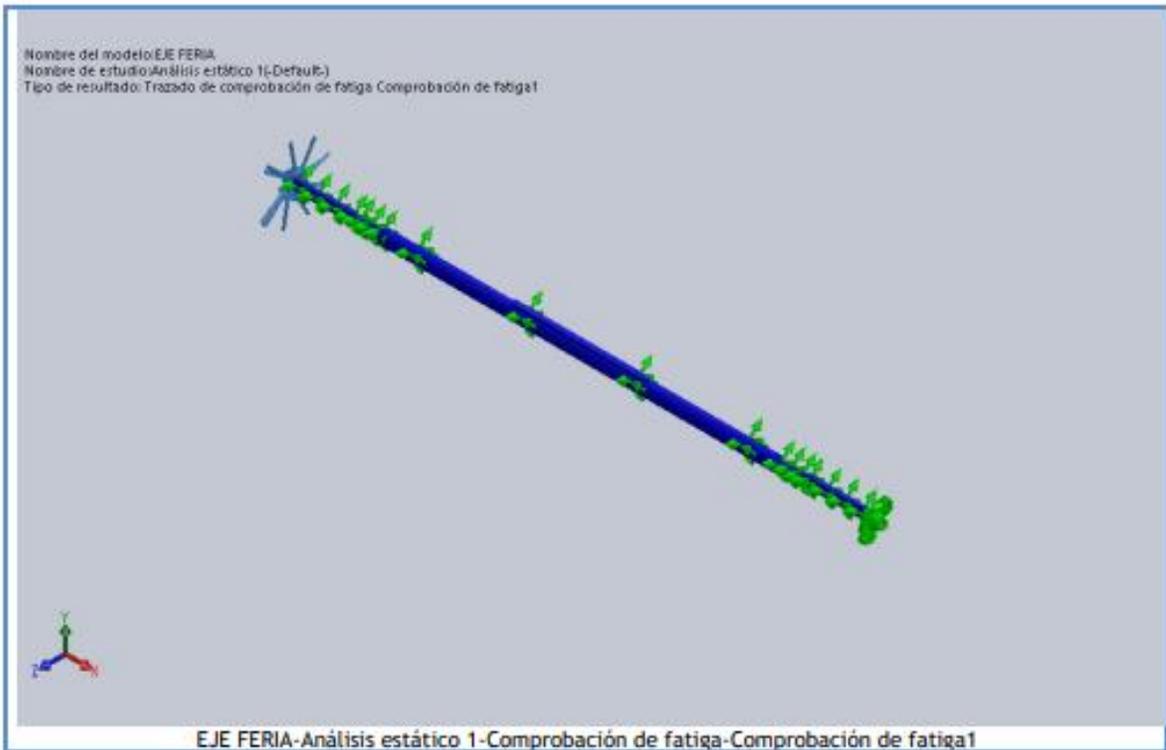
Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.179e-08 Elemento: 2885	1.252e-04 Elemento: 3735



Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	8.795e+00 Nodo: 29150	1.340e+06 Nodo: 9204



Nombre	Tipo
Comprobación de fatiga1	Trazado de comprobación de fatiga



Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Ecuación1	"VON: Tensión de von Mises"	3.433e+02 SI Nodo: 9204	5.230e+07 SI Nodo: 29150

