



**UNIVERSIDAD
MODELO**

INGENIERIA AUTOMOTRIZ 6TO SEMESTRE

PROYECTOS VI

PROPUESTA DE PROYECTO

ALUMNOS:

AY MAAS JOSE EMANUEL

OLVERA GUERRA AREND

PECH TUZ BERNARDO

ANTONIO GUTIERREZ NOE

RODRIGUEZ SOLIS SAMUEL ALEJANDRO

SABIDO OLAN OSVALDO ALEXIS

AARON POOT

DOCENTE:

PASCUAL GABRIEL PECH BORGES

FECHA DE ELABORACIÓN:

21 / 03 / 2025

Título Proyecto:

Modelado y prototipado de bicicleta eléctrica

Objetivo General:

Fabricar el prototipo de una bicicleta junto con la implementación de un motor eléctrico al mismo.

Objetivos Específicos:

1. Seleccionar los componentes para los sistemas primarios de la bicicleta como son: frenos, suspensión y motor eléctrico.
2. Documentar el proceso de ensamblado del proyecto de bicicleta eléctrica.
3. Modelar en 3D el diseño del chasis de la bicicleta.
4. Realizar un estudio y selección de materiales óptimos para la fabricación de la bicicleta.
5. Fabricar el chasis correspondiente y acorde al diseño.
6. Ensamblar de todos los sistemas primarios y secundarios al chasis.
7. Realizar pruebas dinámicas con la bicicleta.

Problemática:

La sociedad actual demanda vehículos o medios de transporte más rápidos y eficaces, y por esta razón, el mercado de las bicicletas y triciclos eléctricos han tenido una gran demanda, ya que es un medio de transporte rápido, económico y todo público joven y adulto puede usarlo. “Las bicicletas eléctricas, también conocidas como e-bikes, están en auge como medio de transporte

alternativo. Utilizan un motor eléctrico que asiste al pedaleo, lo que permite recorrer distancias más largas y enfrentar terrenos difíciles con menos esfuerzo que en una bicicleta convencional” (Solum & Del Post, 2024). Por ello el proyecto de la bicicleta eléctrica nos proporciona las posibilidades para un futuro de entrar a este mercado de la fabricación de bicicletas eléctricas.

Justificación:

En el mundo moderno las energías renovables están marcando más territorio, en otras palabras, la mayoría de las empresas está en camino a usar energías renovables para la mayoría de los productos tecnológicos y para un caso práctico los motores eléctricos e híbridos han tenido un gran auge en la industria automotriz actual; “Los motores eléctricos son responsables de mantener en operación un amplio número de procesos industriales. Transforma la energía eléctrica en mecánica, y la transfiere a otros equipos, como compresores, bombas, turbinas, o ventiladores por medio de sistemas de transmisión o acoples” (*¿Cómo Funcionan los Motores Eléctricos?*, s. f.). Por ello, el proyecto de la bicicleta eléctrica ayuda a comprender el desarrollo de un producto que es apto para la mayoría del público (adolescentes, adultos, personas mayores) y puede adaptarse a las necesidades de público con discapacidades.

Marco teórico:

LA BICICLETA ELÉCTRICA:

Las bicicletas eléctricas han revolucionado la movilidad urbana y recreativa al combinar la mecánica tradicional del ciclismo con la eficiencia de la propulsión eléctrica. Este medio de transporte sostenible ha experimentado una evolución significativa desde sus primeras patentes en el siglo XIX hasta los modelos avanzados actuales, que incorporan tecnología de última generación en motores, baterías e integración

digital.

El desarrollo de las bicicletas eléctricas se fundamenta en principios de electromovilidad, eficiencia energética y mecánica aplicada, permitiendo que los usuarios disfruten de un transporte ágil, accesible y menos contaminante. Su estructura está diseñada con materiales ligeros y resistentes, como aluminio y fibra de carbono, para mejorar el rendimiento y la ergonomía. Además, los avances en sistemas electrónicos y mecánicos, como motores de asistencia, sensores inteligentes y baterías de alto rendimiento han optimizado su funcionalidad y autonomía.

Más allá de su tecnología, las bicicletas eléctricas tienen un impacto positivo en el medio ambiente, ya que reducen las emisiones de carbono y contribuyen a la movilidad sostenible. Sin embargo, su regulación varía según cada país y región, estableciendo normativas sobre su uso en espacios urbanos y carreteras.

Orígenes y primeras patentes:

Desde sus primeros diseños en el siglo XIX hasta los modelos avanzados de hoy, su evolución ha estado marcada por avances tecnológicos en motores, baterías y materiales.

A lo largo de la historia, factores como la crisis energética, el desarrollo de nuevas tecnologías y la creciente preocupación por la sostenibilidad han impulsado su popularidad. En la actualidad, las bicicletas eléctricas representan una alternativa ecológica y eficiente a los medios de transporte convencionales, facilitando el desplazamiento en entornos urbanos y promoviendo la movilidad sostenible.

Algunos de los puntos a mencionar son:

- 1895: El estadounidense Ogden Bolton Jr. registró una patente para una bicicleta eléctrica equipada con un motor de corriente continua montado en la rueda trasera. Aunque carecía de pedales y engranajes, este diseño pionero sentó las bases para futuros desarrollos en bicicletas asistidas eléctricamente.
- 1897: Oseas W. Libbey, también de Estados Unidos, diseñó una bicicleta eléctrica con un motor central, ofreciendo una distribución de peso más equilibrada y mejorando la estabilidad del vehículo.
- 1989: El inventor Michael Kutter introdujo el concepto de "Pedelec" (Pedal Electric Cycle), una bicicleta que proporcionaba asistencia eléctrica al pedaleo sin necesidad de un acelerador. Esta innovación mejoró la experiencia del usuario, especialmente en terrenos inclinados, y sentó las bases para las bicicletas eléctricas modernas.
- 1990 en adelante: Con los avances en tecnología de baterías, especialmente la adopción de baterías de iones de litio, las bicicletas eléctricas se volvieron más ligeras, eficientes y accesibles. Esto, junto con una creciente conciencia ambiental y la búsqueda de alternativas de transporte sostenible, ha impulsado su popularidad en todo el mundo.

Situación actual:

La bicicleta eléctrica ha experimentado una notable evolución en los últimos años, consolidándose como una alternativa sostenible y eficiente en la movilidad urbana y rural, actualmente las bicicletas eléctricas han tenido diferentes tendencias.

El mercado global de bicicletas eléctricas ha mostrado un crecimiento constante. En 2023, se valoró en aproximadamente 20.360 millones de dólares y se proyecta que alcance alrededor de

53.630 millones de dólares para 2030, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 11,12% entre 2024 y 2030.

A pesar de desafíos como la reducción de subvenciones y una sobreoferta, la demanda de bicicletas eléctricas en España se ha mantenido resiliente. Las tiendas especializadas han reportado incrementos en ventas, impulsados por reducciones de precios de hasta un 30%.

Las innovaciones tecnológicas también hacen de las suyas puesto que estos van de la mano con el desarrollo de mejoras para los dispositivos de movilidad eléctrica, se están desarrollando baterías más ligeras y de mayor capacidad, lo que incrementa la autonomía y reduce los tiempos de carga de las bicicletas eléctricas, tecnologías como el sistema de frenado Blubrake mejoran la seguridad al proporcionar un control más preciso durante la conducción, al igual que la incorporación de sistemas electrónicos, como cambios de marchas electrónicos y aplicaciones móviles, permite una personalización y adaptación del rendimiento de la bicicleta según las preferencias del usuario.

La mejora de estos dispositivos también nos ayuda a ampliar un poco el panorama de las áreas a las cuales podríamos implementarlas. Empresas como Turicleta están promoviendo el uso de bicicletas eléctricas en entornos rurales, facilitando el alquiler autónomo y fomentando un turismo más sostenible, las bicicletas eléctricas están redefiniendo la movilidad en las ciudades, ofreciendo una alternativa ecológica y eficiente frente a los vehículos tradicionales.

En Yucatán, México, la adopción de bicicletas eléctricas está en una fase emergente, con un creciente interés por parte de la población en alternativas de movilidad sostenible. Aunque no se dispone de datos específicos sobre la penetración de bicicletas eléctricas en la región, se observa una tendencia positiva hacia su uso.

El gobierno de Yucatán ha implementado proyectos para mejorar la movilidad urbana mediante soluciones eléctricas. Un ejemplo destacado es el Ie-tram, un sistema de transporte público 100% eléctrico que conectará diversas zonas de Mérida y sus alrededores. Este proyecto busca reducir las emisiones contaminantes y promover el uso de energías limpias en el transporte público.

Aunque no se mencionan tiendas específicas en Yucatán, a nivel nacional existen diversas empresas que ofrecen bicicletas eléctricas y envíos a todo México, incluyendo Yucatán:

- BikeOn México: Con más de 10 años de experiencia, ofrece una amplia gama de bicicletas eléctricas, motos eléctricas y scooters.
- Voltax Electric Bikes: Especializada en bicicletas eléctricas y kits de conversión para transformar bicicletas convencionales en eléctricas.
- Evobike: Ofrece bicicletas eléctricas urbanas y de carga, así como scooters eléctricos plegables.

A pesar del interés creciente, la infraestructura ciclista en Yucatán aún enfrenta desafíos, como la necesidad de más ciclovías y espacios seguros para los ciclistas. Sin embargo, con las iniciativas gubernamentales en movilidad eléctrica y la disponibilidad de opciones en el mercado, se espera que el uso de bicicletas eléctricas continúe en aumento en la región, contribuyendo a una movilidad más sostenible y eficiente.

Electromovilidad de las bicicletas eléctricas:

La electromovilidad se refiere al uso de vehículos propulsados por motores eléctricos que obtienen su energía principalmente de fuentes externas, como la red eléctrica, este concepto abarca desde automóviles y autobuses hasta bicicletas y scooters eléctricos.

La electromovilidad es una pieza clave en la transición hacia sistemas de transporte más sostenibles y eficientes, la cual busca satisfacer las necesidades de desplazamiento de las personas de manera eficiente, segura y respetuosa con el medio ambiente lo cual implica la adopción de medios de transporte que minimicen las emisiones contaminantes, reduzcan el consumo energético y promuevan un uso racional de los recursos. La electromovilidad es una de las estrategias fundamentales para lograr estos objetivos, al ofrecer alternativas de transporte con menor impacto ambiental, los cuales traerán ventajas positivas hacia el objetivo que se desea alcanzar:

- Reducción de emisiones contaminantes: Al no depender de combustibles fósiles, disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos.
- Eficiencia energética: Los motores eléctricos son más eficientes que los de combustión interna, lo que se traduce en un menor consumo de energía por kilómetro recorrido.
- Menor contaminación acústica: Operan de manera más silenciosa, contribuyendo a la disminución de la contaminación sonora en entornos urbanos.
- Costos operativos reducidos: Los costos de mantenimiento y operación suelen ser inferiores debido a la menor cantidad de componentes móviles y al menor precio de la electricidad en comparación con los combustibles tradicionales.
- Incentivos gubernamentales: En muchas regiones, existen programas de apoyo y beneficios fiscales para fomentar la adopción de vehículos eléctricos.

Las bicicletas eléctricas son una manifestación directa de la electromovilidad, un concepto que abarca el uso de tecnologías eléctricas en los sistemas de transporte para reemplazar el uso de combustibles fósiles. Al igual que otros vehículos eléctricos, las bicicletas eléctricas ayudan a reducir las emisiones contaminantes del aire, esto es crucial en la lucha contra el cambio climático, ya que el transporte es una de las principales fuentes de contaminación ambiental.

En áreas urbanas, las bicicletas eléctricas son una alternativa eficiente y ecológica a los vehículos de motor, son ideales para desplazamientos cortos o medianos en zonas congestionadas, contribuyendo a aliviar el tráfico, disminuir la contaminación sonora y mejorar la calidad del aire, su presencia en el ecosistema de la electromovilidad está en línea con el objetivo de reducir la dependencia de los vehículos convencionales.

Funcionamiento de una bicicleta eléctrica:

Las bicicletas eléctricas (e-bikes) combinan la mecánica tradicional del ciclismo con la asistencia de un motor eléctrico y sus respectivos controladores, ofreciendo una experiencia de conducción más eficiente y accesible.

El motor es el corazón de la asistencia eléctrica en una e-bike. Se encarga de convertir la energía eléctrica de la batería en energía mecánica, facilitando el pedaleo y permitiendo alcanzar mayores velocidades con menos esfuerzo.

La batería almacena la energía necesaria para alimentar el motor. Generalmente, se encuentra en el cuadro o en el portabidón. Las baterías de iones de litio son las más utilizadas debido a su alta

densidad energética y larga vida útil. La capacidad de la batería, medida en vatios-hora (Wh), determina la autonomía de la bicicleta.

El controlador es el cerebro de la e-bike. Gestiona la distribución de energía entre la batería y el motor, regulando la potencia de asistencia según las necesidades del ciclista y las condiciones del terreno. Además, en caso de contar con sensores este interpreta las señales de los sensores y ajusta el rendimiento del motor en consecuencia.

Estos dispositivos trabajando en conjunto logran el correcto funcionamiento de la bicicleta eléctrica.

Los motores eléctricos:

Los motores eléctricos son dispositivos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica.

Esta energía mecánica puede ser utilizada para mover objetos o generar calor. Los motores eléctricos se encuentran en una gran variedad de tamaños y formas y pueden ser utilizados para una amplia gama de aplicaciones. En general, los motores eléctricos se clasifican en tres grandes categorías: corriente continua (CC), corriente alterna (CA) y servomotores. Vamos a ver cada uno de ellos. (Daniel & Sanferbike, 2024)

1. Motores CC:

Los motores CC funcionan con una corriente continua de electricidad, lo que significa que los electrones fluyen en un solo sentido a través del circuito. Los motores CC son relativamente simples de construir y son muy fiables. Sin embargo, requieren un controlador

externo para cambiar la velocidad del motor, lo que hace que sean un poco más complejos de usar que otros tipos de motores eléctricos. (Daniel & Sanferbike, 2024)

2. Motores CA:

Los motores CA funcionan con una corriente alternada de electricidad, lo que significa que los electrones fluyen en ambos sentidos a través del circuito. Los motores CA son considerados más eficientes que los CC ya que no requieren un controlador externo para cambiar la velocidad del motor. Sin embargo, suelen ser más costosos y complejos de construir debido a su diseño más complejo.

3. Servomotores:

Los Servomotores son pequeñas versiones de los grandes motores industriales CA o CC utilizados para controlar objetivamente las posiciones en sistemas automatizados como robots armónicamente coordinados. Se les llama servomotores debido al hecho de que están destinados al servicio («servir») por medio del movimiento coordinado basado en señales eléctricas provenientes del dispositivo maestro o controlador al cual están conectados electrónicamente. El dispositivo maestro contiene las rutinas programadas o las instrucciones escritas sobre qué posición desea lograr el servomotor. (Daniel & Sanferbike, 2024)

Motores de bicicletas eléctricas:

Existen tres tipos principales de motores para bicicletas eléctricas: el motor de la rueda delantera, el motor de la rueda trasera y el motor del plato. Cada uno tiene sus propias ventajas e

inconvenientes, y la elección dependerá de tu estilo de conducción, terreno y preferencias personales. (Tom, 2024b)

1. Motor de la rueda delantera:

El motor de la rueda delantera se coloca en el buje de la rueda delantera de la bicicleta. Este tipo de motor se utiliza a menudo en bicicletas eléctricas básicas. (Tom, 2024b)

Ventajas:

- Fácil instalación: Este tipo de motor es fácil de instalar y mantener.
- Distribución del peso: Con el motor en la parte delantera y la batería generalmente en la parte trasera, el peso está bien distribuido en la bicicleta.

(Tom, 2024b)

Desventajas:

- Tracción: En superficies resbaladizas o cuesta arriba, la tracción puede ser menos eficaz, ya que el peso del piloto se encuentra principalmente en la parte trasera de la moto. (Tom, 2024b)
- Maniobrabilidad: El motor delantero puede afectar a la maniobrabilidad de la moto, especialmente en curvas cerradas. (Tom, 2024b)

2. Motor de la rueda trasera

Ubicado en el buje de la rueda trasera, proporciona una sensación de empuje más natural y mejora la tracción en comparación con un motor delantero.

Ventajas:

- Mejor tracción y estabilidad.
- Sensación de conducción más parecida a una bicicleta convencional.
- Menos desgaste en la transmisión en comparación con un motor de plato.

Desventajas:

- Instalación más complicada, especialmente si la bicicleta tiene cambios en la rueda trasera.
- Puede hacer que la bicicleta sea más pesada en la parte trasera, afectando el equilibrio.
- No aprovecha el sistema de cambios, lo que lo hace menos eficiente en pendientes.

3. Motor de plato.

El motor del pedalier está situado en el eje de pedalier de la bicicleta, lo que significa que acciona directamente la cadena. Es la opción más popular en las bicicletas eléctricas de gama alta y en las bicicletas eléctricas de montaña. (Tom, 2024b)

Ventajas:

- Eficiencia: Este tipo de motor es muy eficiente porque utiliza el sistema de transmisión de la bicicleta. Esto significa que puede utilizar las marchas de la bicicleta para maximizar la eficiencia del motor.

- **Equilibrio:** Como el motor está situado en el centro de la bicicleta, el peso está bien equilibrado, lo que mejora la maniobrabilidad.
- **Potencia:** Los motores de plato suelen ser más potentes y ofrecen un mejor par motor, ideal para subidas empinadas y terrenos accidentados.

Desventajas:

- **Precio:** Las bicicletas con motor de plato suelen ser más caras.
- **Mantenimiento:** Pueden requerir revisiones más frecuentes y conocimientos mecánicos para las reparaciones.

Potencias del motor:

La potencia del motor de una bicicleta eléctrica se expresa generalmente en vatios (W). Los motores disponibles en el mercado suelen oscilar entre 250 W y 1.000 W o más.

Los motores de 250W son los más comunes en Europa, ya que cumplen la normativa legal para bicicletas eléctricas. Son ideales para uso urbano y terreno llano.

, Los motores de 500W ofrecen más potencia y son ideales para terrenos accidentados y recorridos más largos. Proporcionan una mejor aceleración y pueden soportar cargas más pesadas.

Los motores de 750 W o más se utilizan generalmente para bicicletas de montaña y bicicletas de carga. Ofrecen potencia suficiente para subir pendientes pronunciadas y transportar cargas pesadas, pero pueden no ser legales para su uso en carretera en determinadas regiones.

Elegir un motor de plato: ventajas y características específicas

El motor de plato de bicicleta suele considerarse la mejor opción para los ciclistas serios y los entusiastas del off-road. He aquí por qué:

Ventajas del motor de pedales

Eficiencia energética: Al utilizar el sistema de transmisión de la bicicleta, el motor de plato es capaz de proporcionar una asistencia más eficiente, especialmente cuando se utilizan las marchas de la bicicleta.

Rendimiento en subidas: Gracias a su elevado par, el motor de plato permite subir cuestas empinadas con menos esfuerzo.

Distribución del peso: Situado en el centro de la bicicleta, el motor de plato garantiza una distribución equilibrada del peso, mejorando la estabilidad y el manejo.

Respuesta natural: La sensación de pedaleo con un motor de plato es más natural, ya que la asistencia está directamente vinculada a la fuerza de pedaleo del ciclista.

Desventajas del motor de pedales

Coste: Las bicicletas equipadas con motor de pedales suelen ser más caras debido a la complejidad y las prestaciones del sistema.

Mantenimiento: Puede requerir un mantenimiento más especializado y frecuente.

Los mejores motores de plato del mercado

Varias marcas destacan por la calidad de sus motores de pedales. Aquí tienes algunas de las más reputadas:

Bosch

Los motores para platos y bielas Bosch son famosos por su fiabilidad y sus prestaciones.

Disponibles en varias versiones (Active Line, Performance Line, Cargo Line), se adaptan a una gran variedad de necesidades, desde el uso urbano hasta el ciclismo de montaña. (Tom, 2024b)

Shimano Steps

Los sistemas Shimano Steps ofrecen una asistencia suave y son especialmente apreciados por su ligereza y eficacia. Son ideales para bicicletas de paseo y bicicletas de montaña. (Tom, 2024b)

Brose

Los Motores Browse se caracterizan por su silencio y su elevado par motor. Suelen elegirse para bicicletas de alta gama y aplicaciones todoterreno. (Tom, 2024b)

Bicicletas eléctricas de gravel

El gravel como se muestra en la ilustración 1, no para de sumar adeptos en todo el mundo. ¿El motivo? La diversión que proporciona poder disfrutar del ciclismo de carretera y, al mismo tiempo, tener la posibilidad de surcar senderos empedrados. Las bicis eléctricas de gravel son polivalencia en estado puro. (Tom, 2024b)

Así es: al igual que en el resto de las tipologías de bicicletas, el gravel también cuenta con una categoría de bicicletas eléctricas para quienes buscan asistencia al pedaleo. Una opción idónea para combinar la emoción y la libertad de las pistas de tierra con las incomparables sensaciones de rodar sobre el asfalto.



Ilustración 1 Gravel de bicicleta eléctrica

Como ocurre en otros modelos de bicicletas de gravel, también existen bicicletas eléctricas de gravel que cuentan con suspensiones, como por ejemplo las Cannondale y su correspondiente

modelo de horquilla lefty. Y algunos modelos incluso presentan micro suspensiones en la parte trasera, haciéndolas más cómodas y versátiles aún.

Bicicletas eléctricas urbanas/híbridas

Si piensas utilizar la bicicleta en la ciudad, una buena opción es la bicicleta eléctrica urbana / híbrida (Ilustración 2). Con una eléctrica, además, el pedaleo asistido te ayudará a llegar perfectamente descansado a tu destino, ya sea la oficina o una cena entre amigos. Olvídate de sufrir en las cuestas o llegar empapado en sudor.

Dentro de las bicicletas eléctricas urbanas, podrás encontrar modelos eléctricos de paseo, al más puro estilo holandés, con una posición de conducción erguida y cómoda como pocas.



Ilustración 2 Bicicleta urbana eléctrica

Bicicletas eléctricas infantiles

¿Cómo? ¿Existen las bicicletas eléctricas para niños? Pues claro que sí (Ilustración 3). Aún hay muy pocos modelos, pero al igual que los adultos, ellos también disfrutan llegando más lejos con cada pedalada, especialmente diseñadas para la montaña. (Daniel & Sanforice, 2024).



Ilustración 3. Bicicleta urbana eléctrica Infantil

¿Qué se necesita para hacer una bicicleta eléctrica?

Para poder convertir una bicicleta convencional en una bicicleta eléctrica se precisan de una serie de piezas que se pueden comprar de manera unitaria en el mercado (Comunicaciones, 2023):

Motor eléctrico.

Batería

Acelerador

Controlador

Sensor de pedaleo

Ordenador de abordo

Por lo tanto, este sería el 'kit' para una bicicleta eléctrica:

Motor eléctrico (Ilustración 4). Puede situarse en la parte central de cualquiera de las dos ruedas o en el propio eje de pedaleo. Normalmente si está en este eje (el centro del vehículo) es donde el efecto del motor es más contundente ya que proporciona más potencia. Por este motivo está indicada su colocación en ese lugar en modelos como el de las 'mountain bikes'. En cambio, para ciudad es más oportuno colocar el motor en alguna de las ruedas. Esto es porque el desnivel y la exigencia física es en principio menor. En cualquier caso, es importante adquirir uno que como máximo disponga de 250 vatios. Si no, no se estaría hablando de una bicicleta eléctrica sino de otro tipo de vehículo con permisos diferentes, como un ciclomotor. (Communications, 2023)

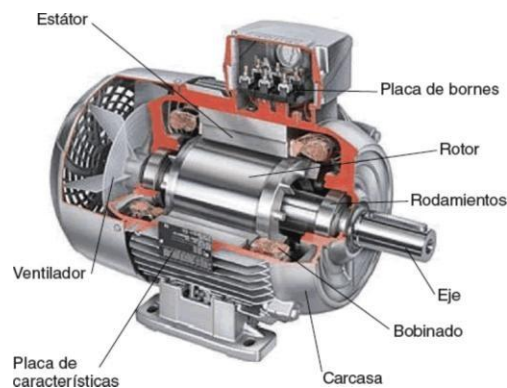


Ilustración 4. Motor eléctrico

Batería. Es uno de los elementos más sensibles, por lo que hay que tener un especial cuidado durante la colocación. En la actualidad, las más utilizadas son las de Litio, que permiten una

mayor cantidad de ciclos de recarga y, además, son bastante más ligeras que las de plomo. El punto clave de la batería es la autonomía, que se calcula multiplicando los voltios, los amperios y la velocidad máxima y dividiendo este resultado entre la potencia del motor. Además, está muy influenciada por elementos exógenos como pueden ser las condiciones meteorológicas, la forma de conducción del usuario o el peso que tiene que soportar. Con el paso del tiempo y dependiendo del número de recargas realizadas, las baterías verán reducida su capacidad de almacenar electricidad. Dependiendo del cuidado y del uso será posible alargar la vida útil de la misma, que es de aproximadamente tres años. (Communications, 2023).

Tipos de baterías

Baterías de litio para bicicletas eléctricas

Las baterías de iones de litio, también denominadas baterías Li-Ion, son dispositivos diseñados para almacenar energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. (Lovesharing, s. f.)

Ventajas de las baterías de litio

Las baterías de litio (Ilustración 5) contiene tecnología que se ha situado como una de las más interesante para su uso en ordenadores portátiles, teléfonos móviles y otros aparatos eléctricos y electrónicos como las bicicletas eléctricas. Entre sus principales ventajas se encuentran las siguientes:(Lovesharing, s. f.)

Muy baja tasa de autodescarga: cuando se guarda una batería, ésta se descarga progresivamente, aunque no se utilice. En el caso de Li-ion es de menos un 6% mensual. Muchas de ellas, tras seis meses en reposo, pueden retener un 80% de su carga. (Lovessharing, s. f.).



Ilustración 5. baterías de litio

Baterías de polímero de litio (LiPo).

Son una variación de las ordinarias baterías de litio, presentan mejor densidad de energía y mejor tasa de descarga, pero presentan el inconveniente de quedar inutilizadas si pierden su carga por debajo del 30%, por lo que es fundamental no dejar que se descarguen completamente. También pueden sobrecalentarse y explotar, por lo que es muy importante nunca dejar pasar demasiado tiempo hasta mirar la batería, o siempre mantenerla en un lugar seguro lejos de sustancias inflamables. (8 *Ventajas de la Batería de*

Polímero de Litio En un Auto Híbrido | Noticias | Kia Perú, s. f.)



Ilustración 6. baterías de polímero de litio

Uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta cuando se usan este tipo de baterías es el modo de cargarlas. Por su composición química requieren de un cargador especializado, que trabaje con corriente o voltaje constantes. Exceder las tensiones o corrientes de carga recomendadas, tanto máximas como mínimas, puede dañar las baterías que cargues. (Ohms & Ohms, 2024b)

Baterías alcalinas.

Emplean hidróxido de potasio (KOH) como electrolito. La reacción química que produce energía ocurre entre el zinc (Zn, ánodo) y el dióxido de manganeso (MnO₂, cátodo). Son pilas sumamente estables, pero de corta vida. (Álvarez, 2024)



Ilustración 7. baterías alcalinas

La composición de las pilas y acumuladores es muy variada, lo cual les confiere diferentes densidades de carga eléctrica y otras propiedades que determinarán su uso en equipos portátiles, en automoción o en la industria. Aquellas que contengan cadmio, mercurio y plomo deberán ir marcadas con el símbolo químico.

(Pilas y Acumuladores, s. f.)

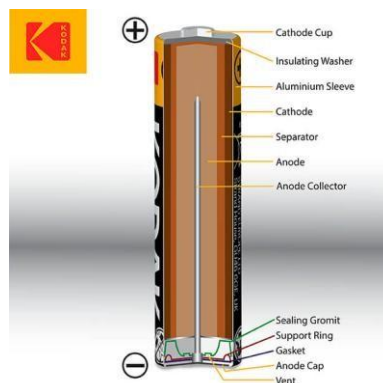


Ilustración 8. Partes de baterías alcalinas

Baterías de ácido-plomo.

Comunes en vehículos y motocicletas. Son pilas recargables que cuando están cargadas poseen dos electrodos de plomo: un cátodo de dióxido de plomo (PbO_2) y un ánodo de plomo esponjoso (Pb). El electrolito empleado es ácido sulfúrico (H_2SO_4) en solución acuosa. Por otra parte, cuando la batería está descargada el plomo se encuentra en forma de sulfato de plomo (II) (PbSO_4) depositado en plomo metálico (Pb). Entonces, durante la carga inicial el PbSO_4 se reduce a Pb en las placas negativas, y se forma PbO_2 en las positivas. En este proceso el plomo se oxida y se reduce a la vez. Por otro lado, durante la descarga el PbO_2 se reduce a PbSO_4 y el Pb se oxida para producir también PbSO_4 . (Álvarez, 2024)



Ilustración 9. baterías de acido-plomo

Ventajas

Amplia disponibilidad y costo accesible

Alta capacidad de almacenamiento de energía

Robustez y resistencia a condiciones adversas

Capacidad de suministrar corriente instantánea

Baja auto-descarga y larga vida en almacenamiento

Desventajas

Peso y tamaño relativamente grandes

Menor vida útil en comparación con otras tecnologías

Necesidad de mantenimiento regular

Emisión de gases durante la carga y descarga

Impacto ambiental debido al plomo y ácido sulfúrico

Batería de Aluminio-aire

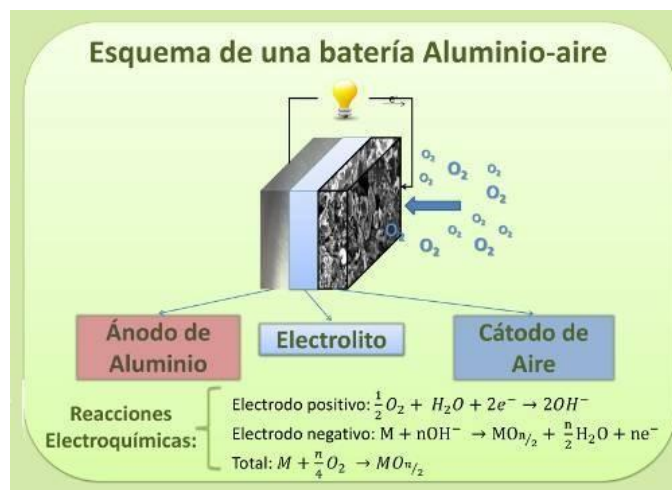
Consideradas «pilas de combustible» por la necesidad de sustituir los electrodos de metal gastados por unos nuevos. Con una capacidad de almacenamiento de hasta diez veces más que las de tipo Ion-litio y una densidad energética fuera del alcance del resto, este tipo de batería no ha tenido una

buena aceptación comercial debido a sus problemas de recarga y de fiabilidad. Se encuentran en fase experimental. (*Pilas y Acumuladores*, s. f.)



Ilustración 10. baterías de Aluminio- Aire

Esta batería utiliza agua en su proceso y recicla el óxido de aluminio hidratado para crear un ánodo, mediante un ciclo de vida cerrado. Una batería convencional consta de un ánodo y un cátodo, donde el cátodo representa hasta 70% del peso de la batería. El cátodo se utiliza como contenedor de un reactivo, que supone hasta un 5% de su peso, que es necesario para la liberación de la energía en un ánodo de metal. Esto se traduce en que la mayor parte del peso de una batería convencional no se aprovecha de forma adecuada. (*Pilas y Acumuladores*, s. f.)



*Ilustración 11. Parte interna baterías de
Aluminio-Aire*

ANTECEDENTES.

VOLTAX Electric Bikes

La bicicleta eléctrica VOLTAX (Ilustración 6) se especializa en la venta de kits de conversión que son compatibles con cualquier bicicleta. Utilizan componentes de alta calidad y ofrecen un servicio personalizado para asegurar que la conversión se adapte a las necesidades específicas de cada usuario. (*Bicicletas Eléctricas*, s. f.)



Ilustración 12. Bicicleta VOLTAX

Electropedaleo.

Electropedaleo se dedica a la venta de bicicletas eléctricas y kits de conversión. Ofrecen una variedad de opciones para aquellos que desean electrificar su bicicleta actual, proporcionando soluciones tanto para uso personal como corporativo.



Ilustración 13. Bicicleta fabricada por Electropedaleo

Bicicleta híbrida creada en la UNAM para la Ciudad de México

Julio César Arce González, alumno del CIDI en la Facultad de Arquitectura de la UNAM, diseñó una bicicleta híbrida que combina energía humana con baterías recargables. Su objetivo es facilitar la movilidad urbana con menor esfuerzo, reducir la contaminación y descongestionar el tráfico.

El proyecto, apoyado por Conacyt e integrado en el Laboratorio de Movilidad e Infraestructura Verde de la UNAM, busca optimizar el transporte con un sistema asequible y sustentable. La bicicleta tiene un motor de 250W en los pedales, múltiples niveles de asistencia y alcanza hasta 25 km/h. Es ligera, resistente, ergonómica y diseñada para la población mexicana, con materiales duraderos de bajo mantenimiento.

El sistema eléctrico incluye una batería de iones de litio recargable, pantalla LCD para información en tiempo real y neumáticos probados a altas velocidades. Actualmente, el Instituto de Ingeniería desarrolla un lote de 30 unidades, mientras se evalúa su implementación como parte de un sistema de transporte público.



Ilustración 14. Bicicleta híbrida creada por alumno de la UNAM

Tren motriz para bicicletas eléctricas desarrollado por el IPN e Imaatech

El Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la empresa Imaatech, creada en TechnoPoli, desarrollaron un tren motriz para bicicletas eléctricas que permite alcanzar velocidades superiores a 20 km/h y recorrer hasta 60 km por carga.

El sistema, diseñado para facilitar el pedaleo y reducir el esfuerzo requerido en trayectos largos, funciona con una batería recargable conectada a un enchufe convencional, con un costo de carga menor a un peso mexicano. Además, busca incentivar el uso de la bicicleta en lugar del automóvil mediante una plataforma de recompensas, donde los usuarios ganan monedas virtuales canjeables por premios según la distancia recorrida.

Este proyecto obtuvo el primer lugar en el Cleantech Challenge México, destacándose entre 150 empresas y 853 propuestas.



Ilustración 15. Tren motriz para bicicletas eléctricas desarrollado por el IPN e Imaatech

DESARROLLO

SELECCIÓN DE COMPONENTES PARA EL SISTEMA PRIMARIO:

1. MOTOR ELECTRICO

Para la elección de un motor eléctrico se toman en cuenta distintos factores como el precio, tiempo de surtido, potencia y facilidad de instalación, de igual manera se debe tomar en cuenta el trabajo que deberá hacer el motor considerando el peso del marco y el de la persona.

En promedio el marco de una bicicleta de aluminio urbana es de 2.5kg y considerando que será usada por una persona de 65kg aproximadamente. Para estos cálculos y ya que la bicicleta está diseñada para un uso urbano y cotidiano se ignorará la pendiente, la aerodinámica y la fricción de las llantas.

$$F = MA$$

$$P = F * V$$

$$M=67.5 \text{ kg}$$

$$A=1.5\text{m/s}^2$$

$$V=20\text{km/h}=5.55\text{m/s}$$

$$F = MA = 67.5\text{KG} \left(\frac{1.5\text{M}}{\text{s}^2} \right) = 101.25\text{N}$$

$$P = F * V = 101.25\text{N} * 5.55 = 561.93\text{W}$$

Con este resultado podemos tener una aproximación de la potencia necesaria del motor para mover esa masa, para hacer una buena elección también se observaron distintos modelos de diferentes bicicletas eléctricas teniendo como promedio para uso urbano motores de 500w



Ilustración 16. Motor eléctrico para bicicleta Keenso

El motor tiene un costo de \$380

2. FRENOS

El sistema de freno en una bicicleta es el conjunto de componentes que permite reducir la velocidad o detenerla por completo. Su función principal es garantizar la seguridad del ciclista al ofrecer control sobre el movimiento. La palanca de freno está conectado a un cable o liquido

hidráulico que activa las pinzas de frenado y las zapatas de freno y la presión ejercida dependiendo del tipo de freno puede ser a la rueda o hacia un disco de frenado.

En el mundo del ciclismo actual, existen varios tipos de frenos para bicicleta, siendo los más utilizados los frenos de llanta y los frenos de disco. Estos sistemas destacan por su eficacia y adaptabilidad, permitiendo a los ciclistas elegir la opción que mejor se ajuste a su estilo.

Además, hay otros tipos de frenos menos comunes, como los de buje, que incluyen el freno de tambor y el contra pedal. Cada sistema tiene características únicas en diseño y funcionamiento, brindando opciones para cualquier necesidad específica. Algunos tipos de frenado útiles para el proyecto son:

- V-brakes

Utilizan pinzas en forma de V que se activan mediante un cable que las cierra sobre la llanta. Son conocidos por su poco mantenimiento requerido y buena potencia de frenado.



Ilustración 17. Tipo de freno V-Brakes

- Cantiléver

Tienen pinzas en forma de V y se activan por un cable que las cierra desde el centro. Ofrecen una mayor modulación y son ideales para ciclocross, ya que el cable queda alejado de las pinzas, permitiendo instalar cubiertas anchas y dejando espacio para la evacuación de barro.



CANTILEVER

Ilustración 18. Tipo de freno Cantilever

- Caliper

Tienen una forma de herradura y se activan tirando de un cable que cierra las partes inferiores. Son comunes en bicicletas de carretera modernas por su peso ligero y estética limpia.



CALIPER

Ilustración 19. Tipos de freno Caliper

- U-brake

Funcionan de manera similar al cantiléver, pero con una forma de «X». Son frecuentes en bicicletas BMX debido a su diseño compacto y eficiente.



Ilustración 20. Tipos de freno U-Brake

- Varilla

Estos frenos tienen una forma de herradura, pero se accionan mediante un sistema de varillas articuladas desde arriba, frenando desde el lado interno de la llanta. Prácticamente en desuso salvo en bicicletas antiguas.



Ilustración 21. Tipos de freno Varilla

- Discos Mecánicos

Utilizan caliperes en una unidad cerrada que trabajan sobre un disco en movimiento, activados por un cable. Ofrecen una buena potencia de frenado y son más fáciles de mantener que los sistemas hidráulicos.



Ilustración 22. Disco de frenado mecánico

- Discos Hidráulicos

Funcionan de manera similar a los discos mecánicos, pero utilizan un sistema hidráulico con una doble cámara estanca. Proporcionan una mayor potencia de frenado y modulación, además de requerir menos fuerza en la palanca para frenar. Mejor opción para alto rendimiento.



Ilustración 23. Disco de frenado Hidráulico

- Freno Tambor

Consiste en una cámara de acero con una pastilla que se activa mediante un cable o varilla, bloqueando el tambor para detener la rueda, ofrecen buena protección contra el barro y el agua.



Ilustración 24. Freno de tambor

- Freno Contrapedal

Similar al freno a tambor, pero el mecanismo se encuentra dentro del buje y se activa pedaleando hacia atrás. Son populares en bicicletas urbanas y de paseo por su simplicidad y fiabilidad.



Ilustración 25. Freno Contrapedal

Una vez concluida la información acerca del tipo de freno, la siguiente tabla enseña la potencia, condiciones climáticas, el mantenimiento, peso y el costo de cada sistema de freno que tenemos información.

TIPO DE FRENO	POTENCIA FRENADO	CONDICIONES CLIMÁTICAS	MANTENIMIENTO	PESO	COSTO PROMEDIO
LLANTA	Moderada	Baja en lluvia o Barro	Fácil	Ligero	Bajo
DISCO MECÁNICO	Alta	Alta	Medio	Moderado	Moderado
DISCO HIDRÁULICO	Muy alta	Muy alta	Complejo	Pesado	Alto
CONTRAPEDAL	Baja	Media	Fácil	Moderado	Bajo
TAMBOR	Media	Alta	Poco Común	Pesado	Moderado

TABLA 1. TIPOS DE FRENO

Elección:

Debido a temas de costos y mantenimiento, la elección para el proyecto sera un sistema de freno de llanta, en específico el modelo V-Brake. Se puede encontrar un precio alrededor de \$179.00 MXN a \$214.00 MXN. El modelo elegido a continuación es de la marca PIAGO BIKES, teniendo un costo de \$179.00 MXN. Seguido de esto podemos encontrar el sistema en la siguiente ilustración 35. Anexado al modelo se puede identificar características que nos ofrece el vendedor en la ilustración 36.



Ilustración 26. Sistema de Freno Marca PIAGO BIKES

A continuación, información relevante del sistema de freno, ilustración 36.

Características principales

Marca	Genérica
Modelo	Genérica
Color	Negro

Otras características

Cantidad de piezas	8
Piezas incluidas	2 pares de frenos negros (con codo y tornillos), 1 par de manillares de freno de aleación de aluminio negro, 1 cable de freno delantero 1 cable de freno trasero
Incluye freno delantero	Sí
Incluye freno trasero	Sí
Materiales	Aluminio

Ilustración 27. Información del sistema de freno

3. TRANSMISIÓN

El sistema de transmisión de una bicicleta es el conjunto de componentes mecánicos que permiten transferir la fuerza generada por el ciclista desde los pedales hasta la rueda trasera, impulsando la bicicleta hacia adelante.

El primer componente de este sistema son los pedales, que constituyen la interfaz entre el ciclista y la bicicleta. Al girarlos con los pies, generan el movimiento que se transmite al resto del sistema. Luego, se encuentran las bielas, las cuales son las palancas que conectan los pedales con el plato. Su longitud influye en la eficiencia del pedaleo y en la potencia aplicada.

Dentro del sistema de bielas, se identifican dos componentes principales: los platos y la biela.

Los platos son discos dentados unidos a la biela que, al girar, mueven la cadena y transfieren la potencia hacia la rueda trasera. La biela, por su parte, es el brazo que conecta el pedal con el eje del pedalier, permitiendo la rotación de los platos.

Otro componente fundamental en la transmisión es la cadena, cuya función principal es transmitir el movimiento del plato al cassette o piñón trasero. Para garantizar un funcionamiento óptimo, la cadena debe mantenerse bien lubricada y con la longitud adecuada.

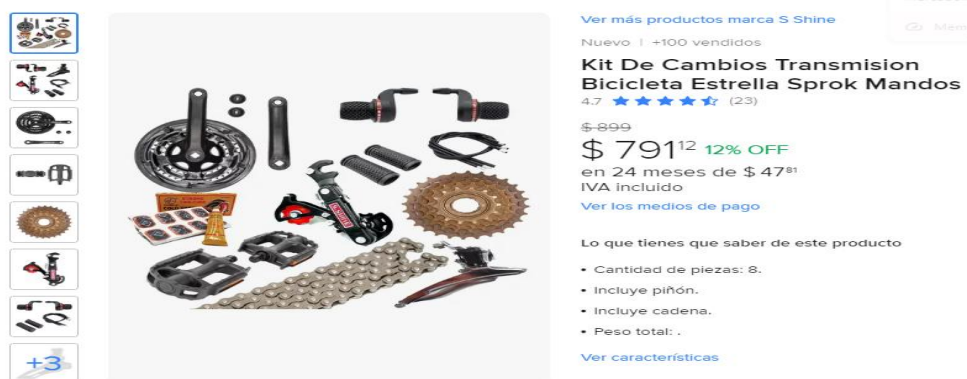


Ilustración 28. Kit de transmisión para bicicleta

El equipo seleccionado es el más adecuado debido a su favorable relación calidad-precio. Con el descuento aplicado, su costo es de \$791.12, lo que resulta atractivo considerando que incluye todo el sistema de transmisión, compuesto por piñón, cadena, cambios, platos, pedales y otros componentes. La adquisición de estas piezas por separado podría representar un gasto mayor.

El kit permite una renovación completa del sistema de cambios de la bicicleta, lo que contribuye a mejorar el rendimiento, la eficiencia y la comodidad al pedalear. Además, es una opción ideal para el proyecto, ya que su instalación es sencilla, lo que lo hace completamente adaptable a las necesidades a lo largo del desarrollo del mismo.

Por último, este equipo cuenta con una valoración positiva, reflejada en una calificación de 4.7 estrellas y más de 100 ventas. Esto sugiere que otros compradores han tenido una experiencia satisfactoria con el producto, lo que lo convierte en una opción confiable.

PROCESO DEL DISEÑO DE LA BICICLETA Y SU ENSAMBLE:

Para el desarrollo del proyecto, se tomará como referencia una variedad de bicicletas existentes y se realizará la medición de sus dimensiones. A partir de estas medidas, se establecerá un diseño base para adaptarlo a las necesidades específicas. (Ilustración 29-32)



Ilustración 29. Medidas base del diseño

El proceso de diseño se inicia con la estructura de la bicicleta. Una vez definido este aspecto, se procede a integrar el motor, considerando su ubicación óptima dentro del sistema. Para ello, se modelará tanto la bicicleta como el motor en un diseño 3D, lo que nos permite visualizar cómo se combinarán ambos elementos y evaluar la mejor configuración posible.



Ilustración 30. Medidas base del diseño

Dentro de este análisis, se exploran diferentes opciones para la instalación del motor, como su colocación en los pedales, en la rueda delantera o trasera. La decisión final dependerá del diseño de la bicicleta y de factores como la estabilidad, la distribución del peso y la eficiencia del sistema.



Ilustración 31. Ejemplo de componente de unión de la rueda



Ilustración 32. Unión de la rueda

Además, se trabajará con medidas estándar (cm y pulgadas), para facilitar la compatibilidad con piezas y materiales disponibles en el mercado. Con base en este diseño, se inicia el proceso de cotización de los materiales y componentes necesarios para la construcción del prototipo.

ENSAMBLE

En este proceso de ensamblaje se planteará la idea de cómo los componentes estarán organizados para cumplir su función individual, para ello se señalará la ubicación principal del componente y su función básica y la justificación.

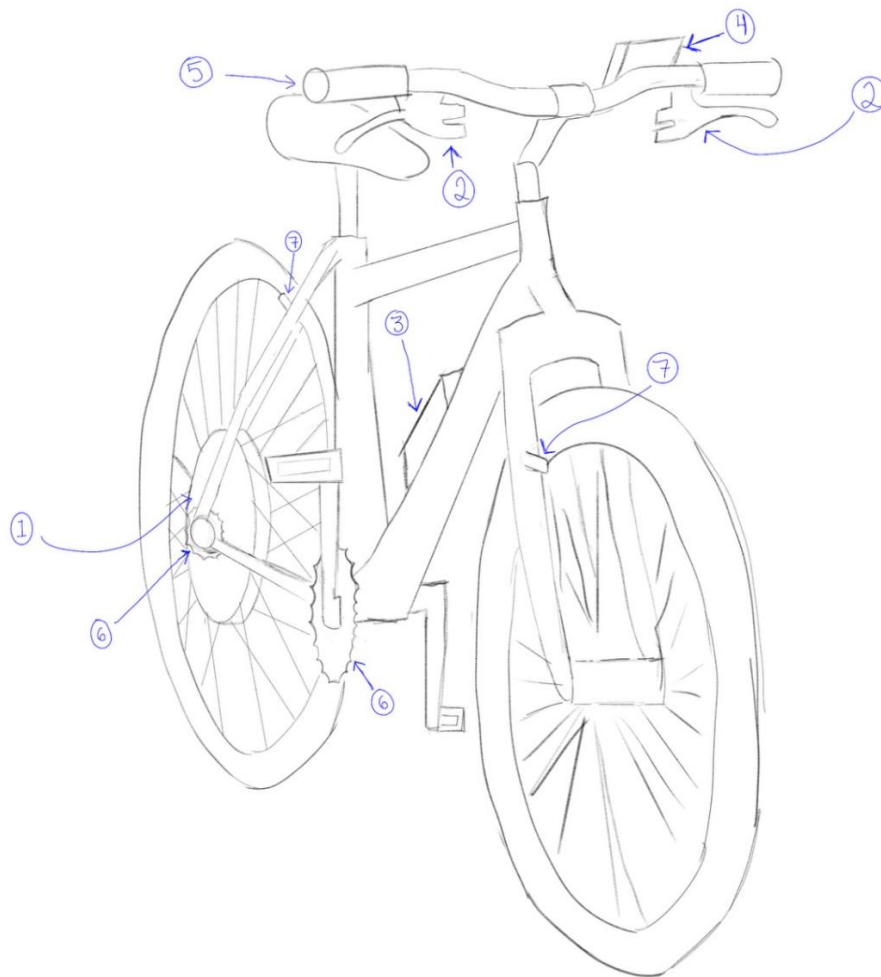


Ilustración 33. Ensamble general de componentes

Partes del ensamble:

1. Motor: El motor se encontrará adaptado directamente a la rueda por medio de los rayos de la bicicleta y conectado al chasis, lo que permitirá al motor mover directamente la rueda para avanzar cuando el usuario lo desee

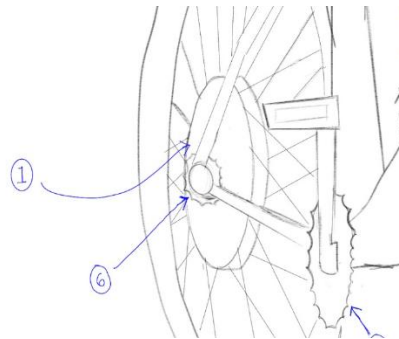


Ilustración 34. Motor adaptado en la rueda.

2. Palanca de freno: Las palancas de freno se encontrarán situados en el manubrio como usualmente se encuentran en las bicicletas convencionales, en este caso, las palancas contarán con 2 salidas, uno dirigido para el freno electronico del motor electrico y el segundo para el freno convencional en el uso de la bicicleta en modo convencional.

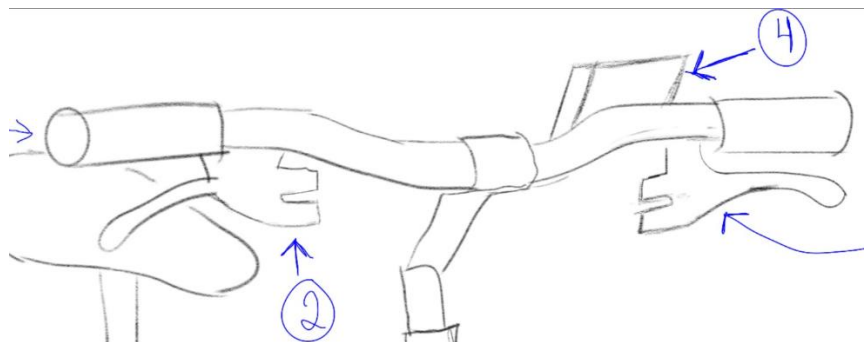
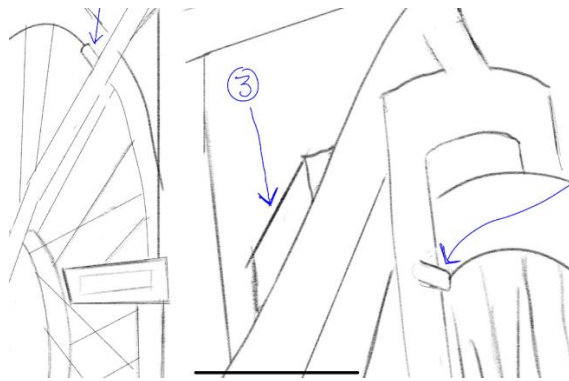


Ilustración 35. Palancas de freno.

3. Controlador: El controlador se encontrara en la parte baja del marco principal de la bicicleta, lo que permitirá tenerlo en un lugar visible pero que no moleste al momento de usar la bicicleta, ademas de estar en el plano medio de lo largo de la bicicleta, para poder hacer las conexiones con los demas componentes y usar el menor cable posible para ello.



Ilustracion 36. Posición del controlador.

4. Pantalla de control: La pantalla de control es aquella que nos proporcionara la informacion de la bicicleta, tanto la velocidad de ella, asi como la bateria restante, ademas de que este integra el controlador de encendido del motor. Este estará conectado con el manubrio de la bicicleta para tener siempre a la vista la informacion y los controles de la bicicleta.

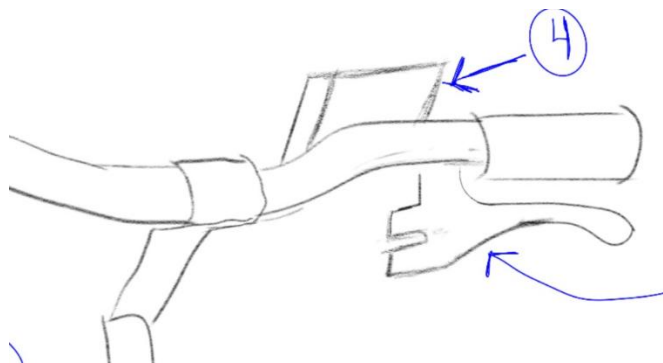


Ilustración 37. Pantalla y control

5. Acelerador del motor: El acelerador se encontrará en el manubrio, similar al acelerador de una motocicleta, para mejor comodidad y facilidad de conexión con el controlador.

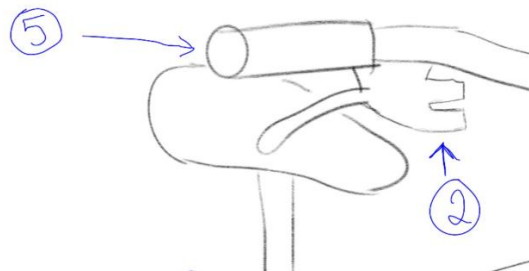


Ilustración 38. Posición del acelerador.

6. Transmisión convencional: La transmisión convencional, también estará implementada en la bicicleta esto con el objetivo de poder usar la bicicleta de forma convencional en casos donde el sistema eléctrico se quede sin pila, el sistema falle o simplemente que este se quiera usar en forma mecánica.

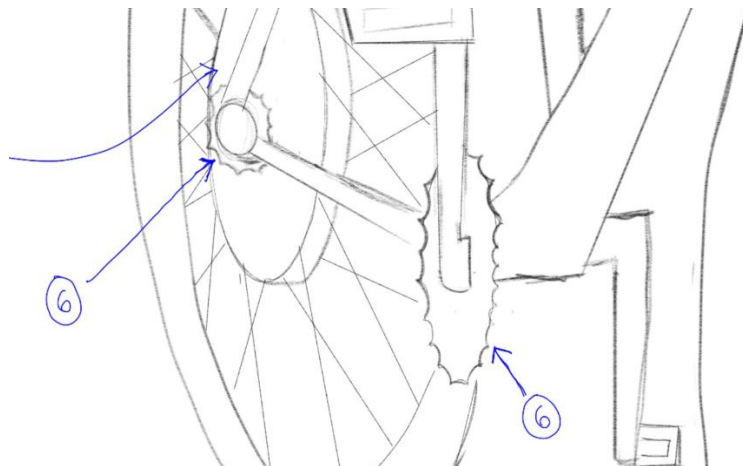


Ilustración 39. Transmisión convencional de la bicicleta.

7. Bases de frenos: Debido a que la bicicleta funcionará tanto de forma eléctrica como mecánicamente, se integrarán los frenos convencionales de bicicleta mecánica, ya que el freno del motor actuará directamente en la rueda trasera y solo funcionará mientras el sistema eléctrico se este empleando, lo que quiere decir que tendremos tanto frenos electrónicos como mecánicos, en el uso de la bicicleta eléctrica y solo freno mecánico en el uso de la bicicleta en forma mecánica.

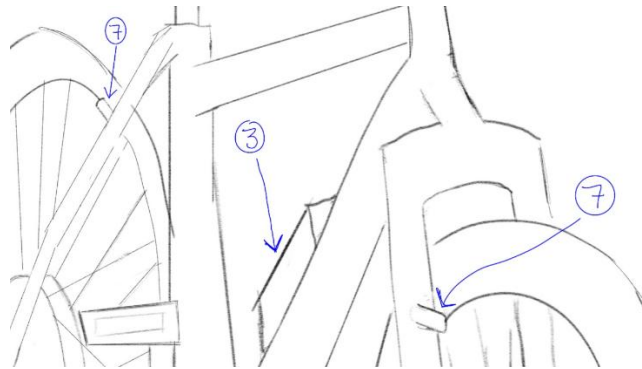


Ilustración 40. Posición de bases para frenos convencionales

MODELADO 3D

Se realizará un modelado 3D con las dimensiones correspondientes del proyecto, el cual nos ayudará a definir nuestras medidas finales para el marco de la bicicleta y realizar nuestro ensamble de componentes y si es necesario, tomar la decisión del cambio en el ensamble o modificación en el chasis antes del fabricado final.

- Chasis: El chasis realizado a continuación, este modelado con las medidas correspondientes a utilizar como base para realizar el marco final de la bicicleta.

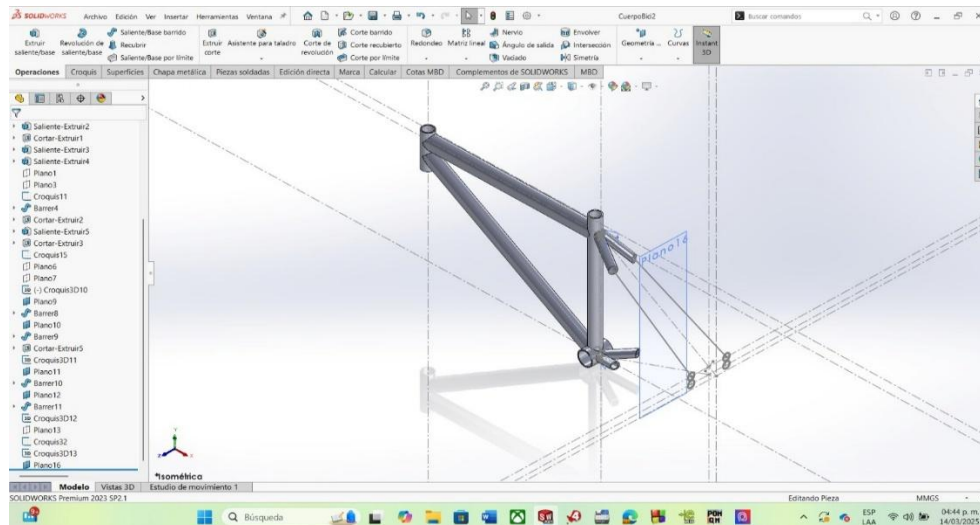


Ilustración 41. Avances del modelado de chasis.

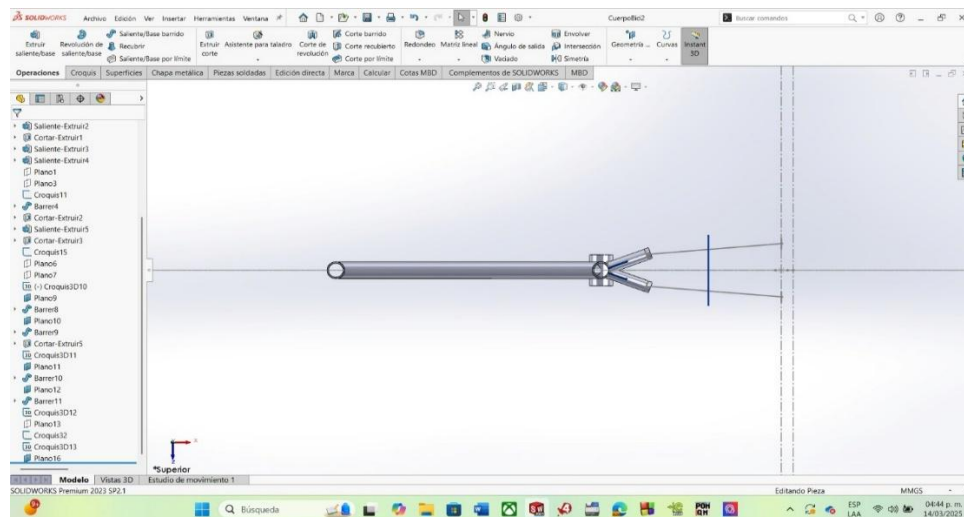


Ilustración 42. Vista inferior del chasis

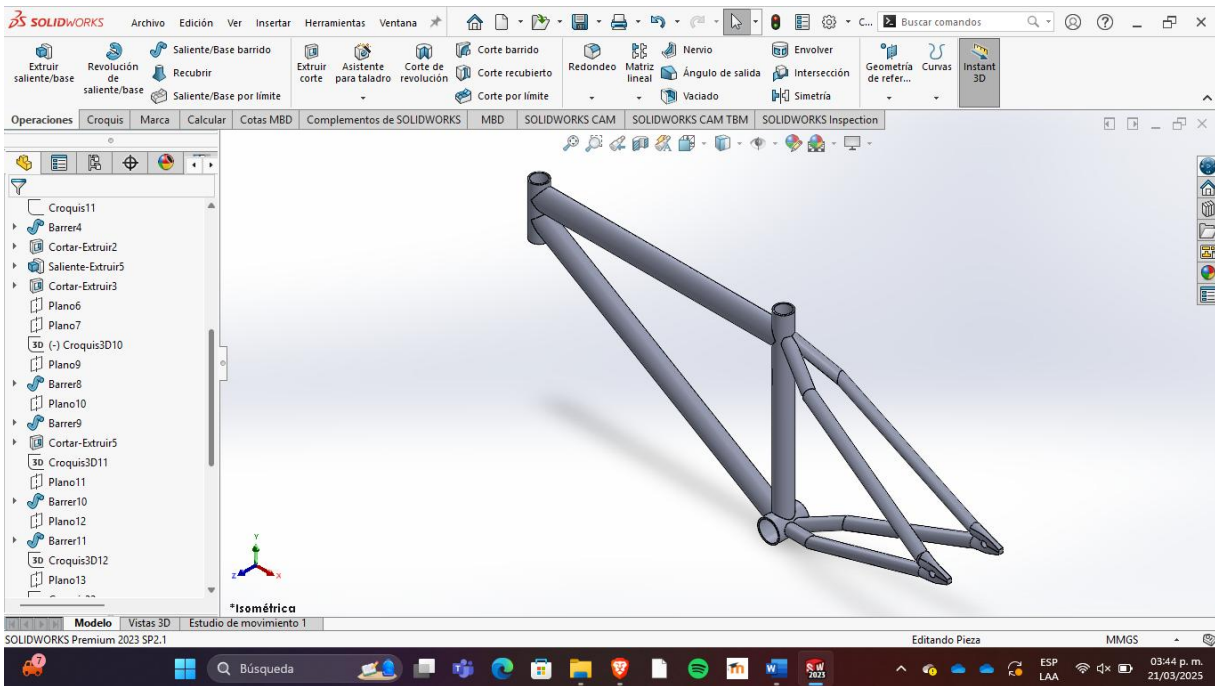


Ilustración 43. Chasis acabado

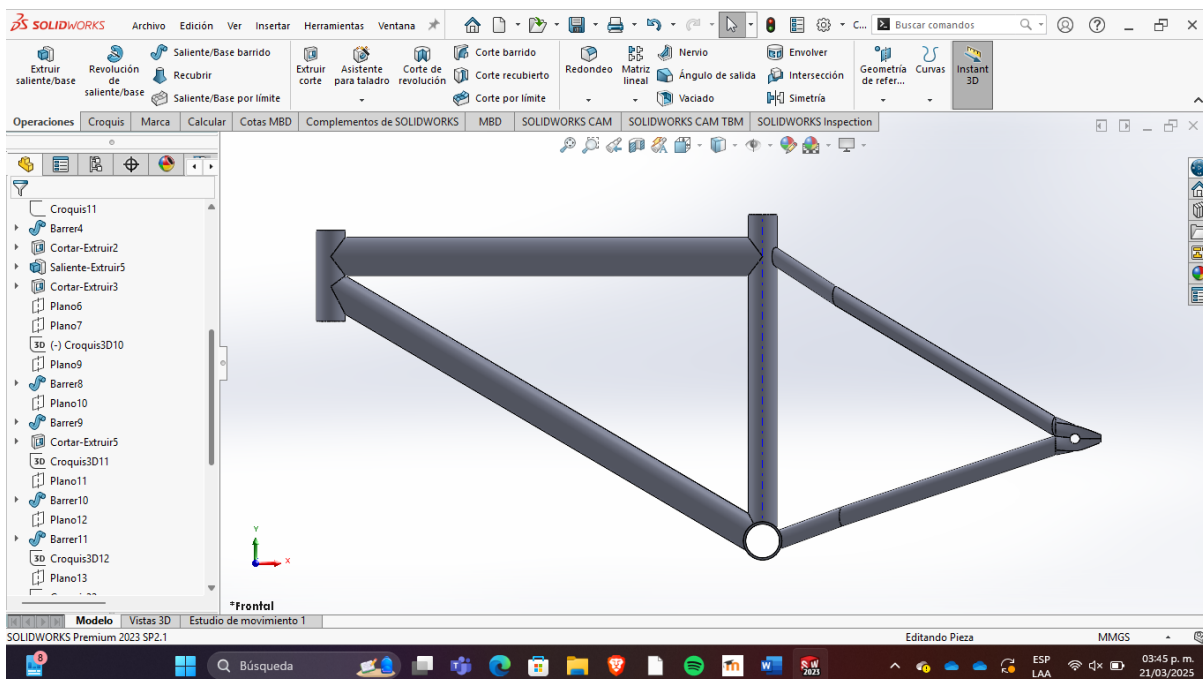


Ilustración 44. Chasis acabo vista lateral

- Rueda:

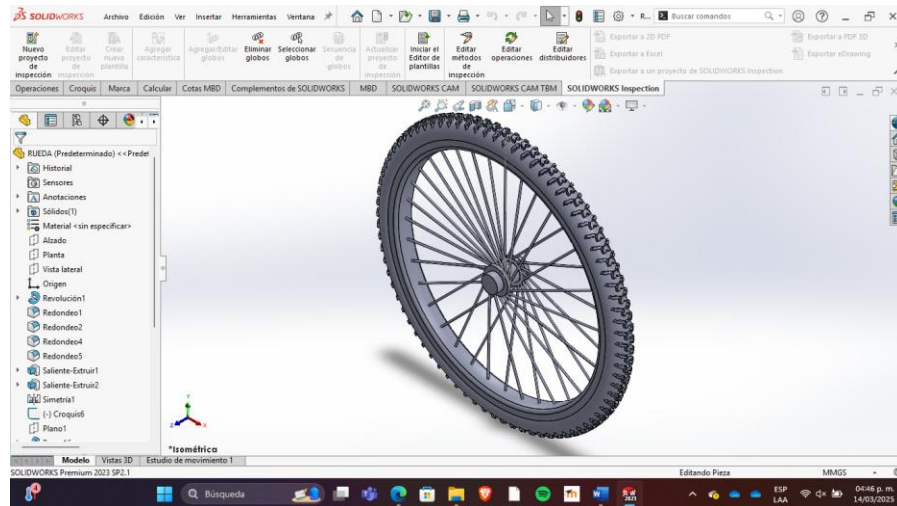


Ilustración 44. Rueda

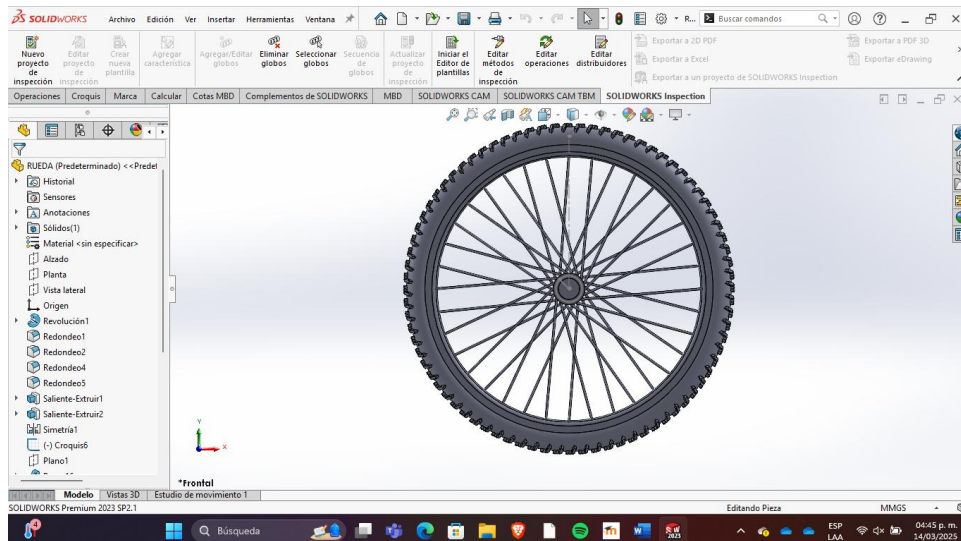


Ilustración 45. Vista lateral de la rueda

- Rueda con motor: La siguiente rueda incluye el diseño del motor implementado al mismo, ya que el motor ira unido a la rueda de manera directa como parte del ensamble decidido. Se contemplan las medidas del motor seleccionado para el proyecto.

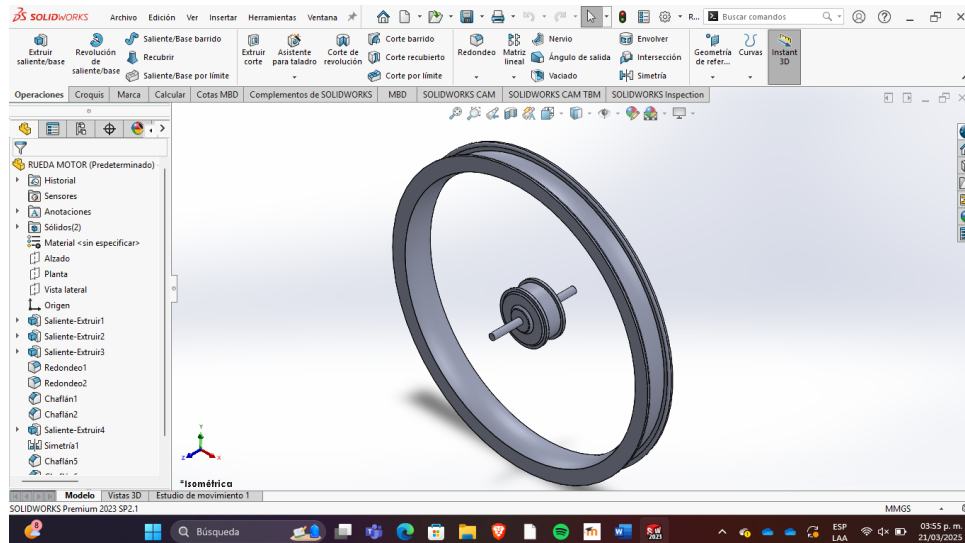


Ilustración 46 Avances de la rueda-motor

SELECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES PARA LA BICICLTEA

CHASIS

Para el chasis o cuerpo de la bicicleta se pueden utilizar diferentes materiales como acero, aluminio, titanio, fibra de carbono o incluso magnesio algunas bicicletas usan materiales innovadores como bambú sin embargo para este proyecto no contemplamos este material debido a su fragilidad y accesibilidad. En la tabla 2 se puede observar los materiales y sus ventajas y desventajas

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Acero	<ul style="list-style-type: none"> • Muy resistente y duradero • Absorbe las vibraciones • Fácil de reparar 	<ul style="list-style-type: none"> • Mas pesado que otros materiales • Puede oxidarse si no esta bien protegido
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> • Ligero y económico • Resistente a la corrosión • Buena rigidez para transmitir la potencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Menos absorbente que el acero • Puede debilitarse con el tiempo y no es fácil de reparar
Titanio	<ul style="list-style-type: none"> • Muy resistente y ligero • No se oxida y tiene gran durabilidad • Muy cómodo 	<ul style="list-style-type: none"> • Muy costoso • Muy difícil de trabajar lo que encarece fabricación y posible reparación
Fibra de carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Extremadamente ligera y rápida • Gran absorción • No se corroe 	<ul style="list-style-type: none"> • Frágil ante impactos fuertes • Difícil de reparar y costoso
Magnesio	<ul style="list-style-type: none"> • Mas ligero que el aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede corroerse con el tiempo

	<ul style="list-style-type: none"> • Buena absorción de vibraciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Difícil de encontrar y caro
--	--	---

TABLA 2 MATERIALES DE UN MARCO

Para el cuerpo de la bicicleta el principal factor a tomar en cuenta es el precio y la facilidad para trabajar el material por lo que materiales como la fibra de carbono, magnesio o el titanio son descartados ya que se necesitan herramientas especializadas para trabajar con estos materiales y suelen ser muy caros además que no tenemos acceso a ninguno. Las alternativas a ponderar eran el acero y el aluminio, el más fácil de trabajar sería el acero ya que es fácil de soldar, doblar y reparar en caso de algún daño sin embargo también debemos tomar en cuenta que es más pesado que el aluminio lo que significa que el motor necesita hacer más trabajo para romper su reposo, el aluminio ofrece solución a esto ya que es mucho más liviano que el acero y aunque también requiere herramienta especializada como soldadura TIG podemos tener acceso a ella en el taller de la universidad.

Después de ponderar todos estos datos se elige el aluminio como el material a usar para el marco de la bicicleta, para determinar el diámetro de los tubos se observa distintos modelos ya existentes.

SOLDADURA

La soldadura es un proceso de unión de materiales, generalmente metales, mediante la aplicación de calor, presión o ambos. Su objetivo es crear uniones fuertes y duraderas, esenciales en industrias como la construcción, automotriz y manufactura. Existen diversos métodos, como MIG, TIG y arco eléctrico, cada uno con ventajas y aplicaciones específicas. En México, la soldadura es clave

para el desarrollo de infraestructuras, vehículos y maquinaria, siendo una habilidad fundamental en el ámbito industrial.

1. Soldadura MIG (Metal Inert Gas)

- **Descripción:** La soldadura MIG es un proceso de soldadura por arco que utiliza un electrodo consumible en forma de alambre y un gas protector (como argón, CO₂ o mezclas) para proteger el baño de soldadura de la contaminación atmosférica. Es uno de los métodos más populares en México debido a su versatilidad y facilidad de uso.
- **Especificaciones:**
 - o Voltaje: 15-30 V.
 - o Corriente: 50-300 A.
 - o Gas: Argón, CO₂ o mezclas (75% argón + 25% CO₂ para acero).
 - o Diámetro del alambre: 0.6 mm a 1.2 mm.
- **Materiales usados:**
 - o Acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, magnesio y aleaciones de cobre.

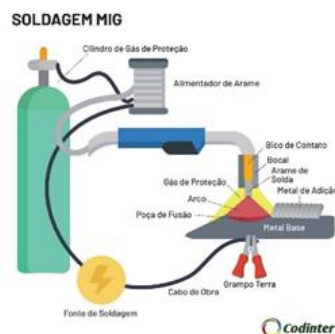


Ilustración 47. Soldadura MIG

2. Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)

- **Descripción:** La soldadura TIG utiliza un electrodo de tungsteno no consumible y un gas inerte (argón o helio) para proteger el baño de soldadura. Es conocido por su alta precisión y calidad de soldadura.
- **Especificaciones:**
 - o Voltaje: 10-20 V.
 - o Corriente: 5-300 A (dependiendo del material).
 - o Gas: Argón puro o mezclas con helio.
 - o Diámetro del electrodo: 1.6 mm a 3.2 mm.
 - o Frecuencia de pulso: 0.5-500 Hz (en equipos avanzados).
- **Características:**
 - o Proceso manual o automático.
 - o Requiere habilidad y experiencia del operador.
 - o Ideal para soldaduras de alta calidad y acabados estéticos.
 - o Permite soldar sin material de aporte o con varillas de relleno.

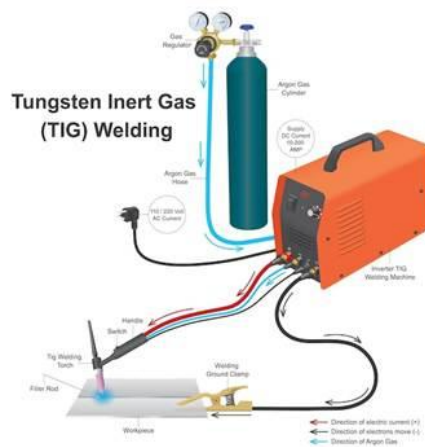


Ilustración 48. Soldadura TIG

3. Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)

- **Descripción:** Este método utiliza un electrodo consumible revestido con un material fundente que genera gas protector y escoria para proteger el baño de soldadura. Es uno de los métodos más antiguos y utilizados en México.
- **Especificaciones:**
 - o Voltaje: 20-30 V.
 - o Corriente: 50-300 A.
 - o Diámetro del electrodo: 2.5 mm a 6 mm.
 - o Longitud del electrodo: 300-450 mm.
- **Características:**
 - o Proceso manual.
 - o No requiere gas externo, lo que lo hace ideal para exteriores.
 - o Versátil y portátil.
 - o El revestimiento del electrodo genera gas protector y escoria.

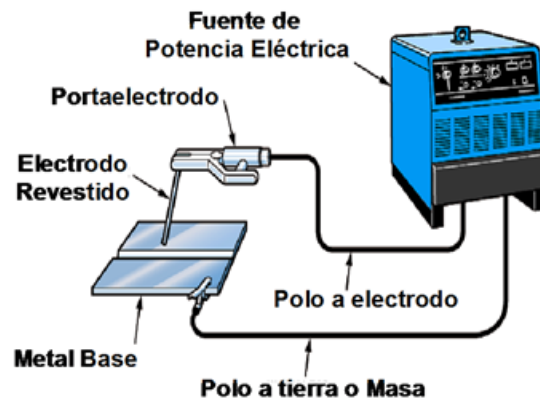


Ilustración 49. Soldadura con electrodo.

4. Soldadura por resistencia (RW)

- **Descripción:** Este método utiliza calor generado por resistencia eléctrica y presión para unir materiales. Es común en la industria automotriz.
- **Especificaciones:**
 - o Voltaje: 1-10 V.
 - o Corriente: 1000-100,000 A.
 - o Tiempo de soldadura: 0.1-1 segundos.
- **Características:**
 - o Proceso rápido y automatizado.
 - o No requiere material de aporte.
 - o Ideal para producción en masa.
- **Materiales usados:**
 - o Acero, aluminio, cobre.

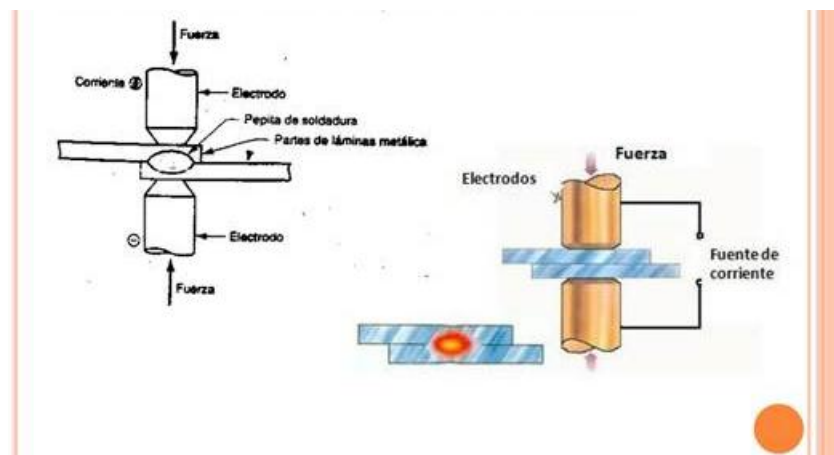


Ilustración 50. Soldadura por resistencia.

5. Soldadura por rayo láser (LBW)

- **Descripción:** Utiliza un rayo láser de alta energía para fundir y unir materiales. Es conocido por su precisión y velocidad.
- **Especificaciones:**
 - o Potencia: 1-10 kW.
 - o Longitud de onda: 1064 nm (láser de fibra).
 - o Velocidad de soldadura: 1-10 m/min.
- **Características:**
 - o Proceso de alta precisión.
 - o Ideal para materiales delgados.
 - o No requiere contacto físico.
- **Materiales usados:**
 - o Acero inoxidable, aluminio, titanio.



Ilustración 51. Soldadura por laser

6. Soldadura por fricción-agitación (FSW)

- **Descripción:** Utiliza fricción y presión para unir materiales sin fundirlos. Es ideal para materiales difíciles de soldar.
- **Especificaciones:**
 - o Velocidad de rotación: 500-2000 RPM.
 - o Fuerza de presión: 5-20 kN.
- **Características:**
 - o Proceso en estado sólido.
 - o No requiere material de aporte.
- **Materiales usados:**
 - o Aluminio, magnesio, aleaciones de cobre.

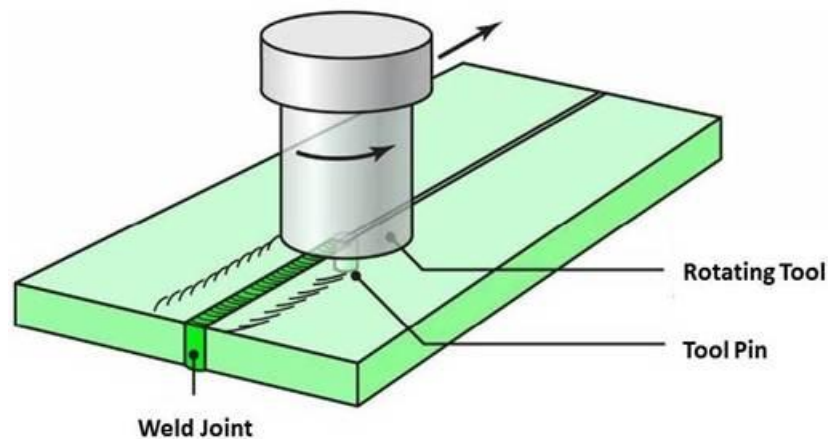


Ilustración 52. Soldadura por fricción.

7. Soldadura por plasma (PAW)

- **Descripción:** Utiliza un arco de plasma para fundir y unir materiales. Es conocido por su alta energía y precisión.
- **Especificaciones:**
 - o Voltaje: 20-40 V.
 - o Corriente: 50-300 A.
 - o Temperatura del plasma: 15,000-30,000 °C.
- **Características:**
 - o Proceso de alta energía.
 - o Ideal para cortes y soldaduras finas.
- **Materiales usados:**
 - o Acero inoxidable, aluminio, titanio.

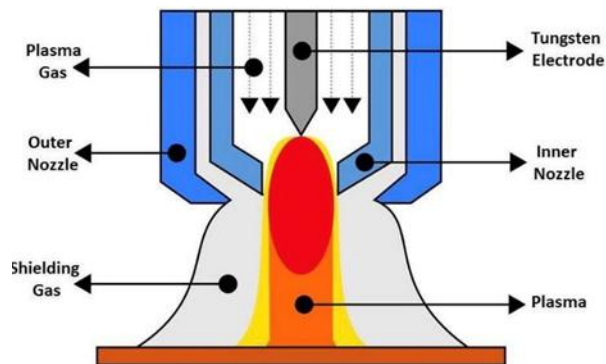


Ilustración 53. Soldadura por plasma

8. Soldadura por ultrasonido (UW)

- **Descripción:** Utiliza vibraciones ultrasónicas para unir materiales. Es ideal para materiales delgados.
- **Especificaciones:**

- o Frecuencia: 20-40 kHz.
 - o Amplitud: 10-50 μm .
- **Características:**
 - o Proceso en estado sólido.
 - o Ideal para materiales delgados.
- **Materiales usados:**
 - o Plásticos, metales delgados.

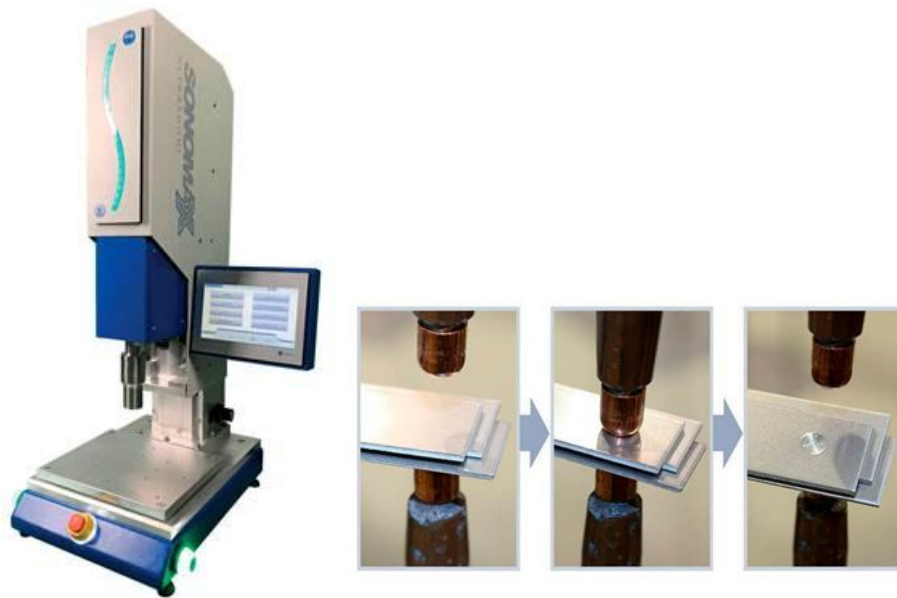


Ilustración 54. Soldadura por ultrasonido

- Elección:

Debido a temas de costos y mantenimiento, la elección para el proyecto será la soldadura MIG con argón. Debido a que se puede manejar con facilidad y tiene un costo muy bajo a comparación de otros tipos de soldadura. Tiene excelentes propiedades como la rigidez, la durabilidad, menos salpicaduras y darle acabados estéticos.

COSTOS DE MATERIALES

MATERIALES	COSTO
Chasis (Aluminio 6061)	\$609.17 MXN (x 6 mts de tubo)
Sistema de freno	\$179 MXN
Transmisión	\$791 MXN
Ruedas	Proporcionados por el equipo
Sistema de motor eléctrico	\$4949 MXN
Soldadura	Proporcionado por la universidad.

Tabla 3. Costos de Materiales

1. Material de chasis:



Ilustración 55. Precio del material de chasis

2. Sistema de frenos:

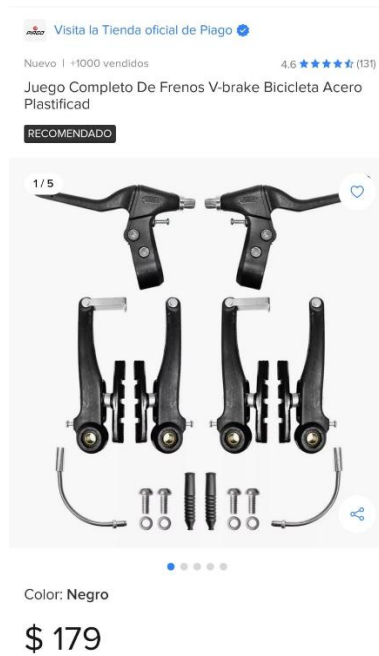


Ilustración 56. Costo del sistema de frenos

3. Transmisión:

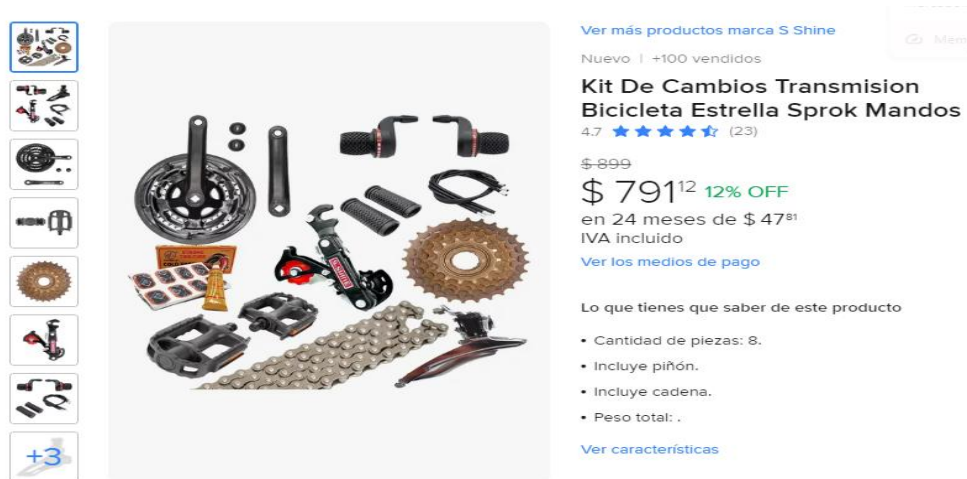


Ilustración 57. Costo de transmisión

4. Sistema de motor eléctrico:



Ilustración 58. Costo del sistema del motor eléctrico.

FASE DE FABRICACIÓN

Para la fase de fabricación del chasis de la bicicleta, se opta por utilizar el tubo mecánico de 1 pulgada (25.4 mm) de diámetro debido a su equilibrio entre resistencia, durabilidad y costo. Este material se consigue fácilmente en cualquier sucursal ferretera, en nuestro caso de consiguió en “La Ferre” un establecimiento ferretero en nuestra zona como se muestra en la Ilustración 59.

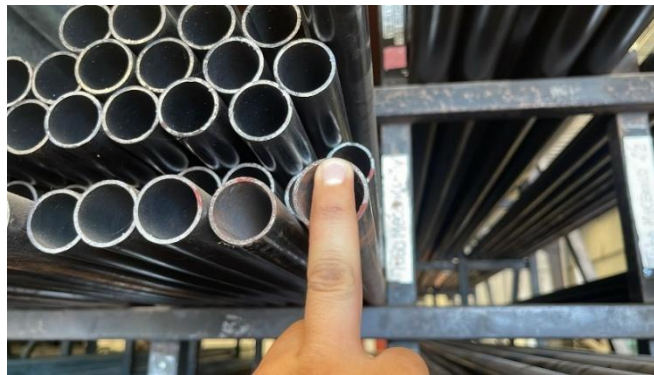


Ilustración 59. Tubo mecánico de 1’.

Para el proceso de corte se toman en cuenta las siguientes medidas, mismas ya mencionadas y planificadas en el apartado de diseño 3D y el proceso de ensamble. Se usarán las siguientes medidas:

- **55 cm:** Para el tubo horizontal (*top tube*), que conecta el asiento con el manubrio.
- **60 cm:** Para el tubo diagonal (*down tube*), encargado de absorber los esfuerzos principales entre la horquilla y el eje de pedalier.

- **43 cm:** Para el tubo vertical (*seat tube*), que define la altura adecuada del asiento como se muestra en la Ilustración 60 y 61.



Ilustración 60 y 61. Toma de medidas.

Una vez marcadas y verificadas las medidas, se procede al corte definitivo de los tubos utilizando las herramientas y métodos descritos. Cada pieza se debe identificar y organizar para la siguiente fase de ensamblado, garantizando que los cortes quedaran limpios, precisos y listos para el proceso de soldadura, como se muestra en las Ilustraciones 62 y 63.



Ilustración 62 y 63. Corte de tubos.

Con esto, la etapa de medición y corte de los tubos estructurales del chasis quedó completada, cumpliendo con las especificaciones de diseño y preparando el material para su montaje.

Lo siguiente fue empezar la etapa de soldado, por lo que se procedió a medir nuevamente las piezas anteriormente cortadas para poder asegurarse de que sean los tubos adecuados para comenzar a soldar. Lo que también aseguro que en caso de desperfectos poder corregirlos y/o agregar cortes como se muestra en las Ilustración 64 y 65.

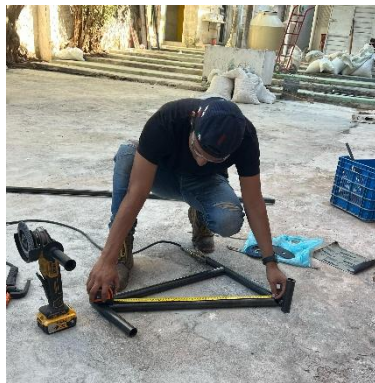


Ilustración 64 Y 65. Medidas de tubos.

Al terminar de cortar y corroborar las medidas, se presentaron las piezas para asegurar que se tengan los ángulos correctos para un proceso de soldado correcto, logrando que se tenga una unión uniforme y evitando que queden puntos de soldadura, así mismo lograr ver un acabo final al presentar los tubos y ver de qué manera quedaría el chasis como se muestra en la Ilustración 66.



Ilustración 66. Presentación de tubos.

De esta manera se procedió a empezar la etapa de soldado, por lo que se colocaron las piezas ya presentadas para empezar con la soldadura, este proceso es el más importante hablando del chasis, ya que es el que nos dará la rigidez que se busca tener y el que aguantará todo el peso, ya que al ser el único medio de fijación se depende únicamente de una soldadura correcta que permita una unión adecuada de los tubos como se muestra en la Ilustración 67.



Ilustración 67. Proceso de soldado.

Al finalizar el proceso de soldado, el chasis principal quedó terminado, de tal manera que se asegurarse que este perfecta unido y aí poder lograr el objetivo de tener la rigidez necesaria para soportar a una persona, el resultado fue adecuado. De esta manera se concluyó la primera etapa de soldado, terminando el cuerpo del chasis como se muestra en la figura 68.



Ilustración 68. Chasis soldado.

Lo último que se realizó fue terminar de limpiar los cordones de soldadura, retirando la escoria de todas las uniones y así mismo tener una soldadura más estética, así mismo se desbastaron los excedentes de soldadura y se lijaron para poder tener un acabo estéticamente visible y correcta de igual manera como se muestras en las ilustraciones 69 y 70.



Ilustración 69 y 70. Detallado de soldadura.

Lo siguiente que se realizó fue tomar como ejemplo una bicicleta de referencia para poder basar las medidas que se realizarán para las tijeras traseras y delanteras, de igual forma es que se reutilizarán piezas de una bicicleta vieja la cual será la donante de partes importantes y más complejas de realizar desde cero como se muestra en la Ilustración 71.



Ilustración 71. Bicicleta de referencia.

Tomando en cuenta que las tijeras y el manubrio son partes más complejas de hacer y al tener la posibilidad de reutilizar una bicicleta vieja y de esta manera se tomaron las medidas para poder adaptar el chasis ya antes realizado y así adaptarlo; de igual manera se reutilizará toda la estructura de los pedales, ya que al igual que el manubrio es un componente muy complejo de realizar desde cero por lo que se optó por reutilizarlo como se muestra en las ilustraciones 72 y 73.

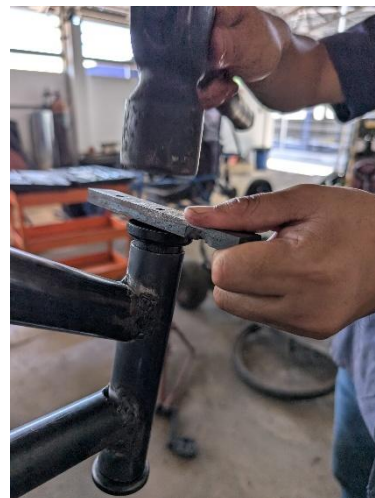


Ilustración 72 y 73. Adaptación del manubrio.

Se decidió utilizarlas como referencia para poder realizar las que necesita la bicicleta, por lo que se optó por utilizarlas como referencia para que en este caso se realicen las tijeras. Por lo que se procedió a medir las tijeras traseras para poder realizar las curvaturas y ángulos que necesita la bicicleta, de esta manera se colocaron para poder cortar los tubos a las medidas correspondientes como se muestran en las ilustraciones 74 y 75.



Ilustración 74. Adaptación del marco



Ilustración 75. Prensa para nivelar.

Por último, se soldaron todos los tubos cortados para que de esta manera se realicen las tijeras traseras que funcionan como suspensión y agarran la llanta junto a la cadena, así de esta manera solo restarían unos pocos pasos más y el armado final, ya que se está tomando en cuenta que las piezas y los componentes estén firmes y de igual forma de la mejor manera posible a realizar como se ilustra en la figura 76.

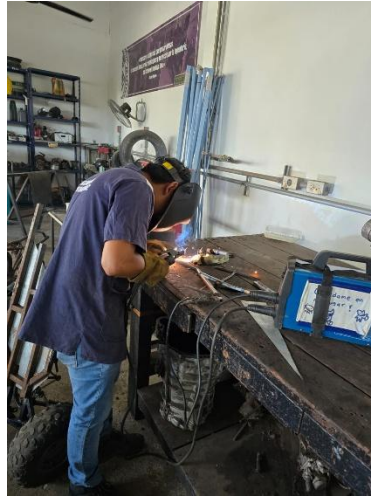


Ilustración 76. Soldadura del marco.

El resultado final de las tijeras traseras y parte de la suspensión terminada se pueden observar en las siguientes imágenes.

Como parte del desarrollo de una bicicleta eléctrica, el equipo de trabajo optó por reutilizar componentes provenientes de bicicletas en desuso, promoviendo así la economía circular y el aprovechamiento de materiales reciclables. En esta etapa del proyecto, se seleccionó la tijera trasera de una bicicleta reciclada, dado su buen estado estructural y su compatibilidad con el sistema de tracción requerido como se muestra en la Ilustración 77.



Ilustración 77. Tijera reciclada

Dicha tijera trasera fue adaptada a un marco completamente nuevo, diseñado y fabricado previamente por el equipo. La integración exigió ajustes estructurales precisos en cuanto a dimensiones y ángulos, con el fin de asegurar un montaje firme y funcional. Asimismo, se realizaron pruebas de alineación para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de transmisión y la estabilidad general del conjunto. Este procedimiento no solo permitió reutilizar materiales, sino también adaptar la geometría de la bicicleta para optimizar su rendimiento como vehículo eléctrico como se muestra en la ilustración 78.

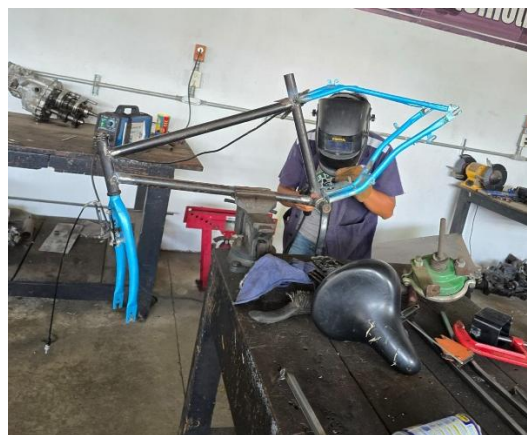


Ilustración 78. Soldadura de la tijera al marco

Una vez finalizada la estructura principal de la bicicleta, se procedió al acoplamiento de los componentes restantes. Entre estos se encuentran las ruedas, el manubrio, el asiento, el sistema de transmisión convencional y los componentes eléctricos propios del sistema de asistencia de la bicicleta eléctrica.

Esta fase implicó una integración cuidadosa para asegurar la compatibilidad y el correcto funcionamiento de todos los elementos, respetando tanto la ergonomía como los requisitos técnicos del diseño.



Ilustración 79 y 80. Ensamblado de componentes al marco.

Una vez que todos los componentes fueron integrados al marco de la bicicleta y se logró conformar una estructura sólida y estable, se procedió a realizar una serie de pruebas funcionales.

El objetivo principal de estas pruebas fue verificar que todo lo investigado, diseñado e implementado respondiera de manera adecuada durante el manejo real de la bicicleta.

Estas evaluaciones permitieron comprobar la eficiencia del sistema, así como la resistencia del conjunto ante condiciones de uso similares a las que enfrentaría en un entorno cotidiano.

Además, se prestó especial atención a aspectos como la estabilidad, el equilibrio, la comodidad y la respuesta de los componentes mecánicos y eléctricos instalados. Sin embargo, durante las pruebas de funcionamiento se detectó un inconveniente relacionado con el tiempo de frenado. El freno proporcionado por el motor resultó ser insuficiente para detener la bicicleta de manera segura y eficiente, especialmente en situaciones que requerían una respuesta rápida.



Ilustración 81. Primera prueba de manejo

Una vez que se verificó el correcto funcionamiento de todo el proceso de armado y se confirmó que la estructura era sólida y funcional, se procedió a preparar la bicicleta para aplicar una capa de pintura. El proceso fue lijar cuidadosamente toda la superficie del marco. Esta etapa fue fundamental para eliminar imperfecciones, residuos y lograr una mejor adherencia de la pintura.

Se utilizó lija adecuado para asegurar una textura uniforme que permitiera aplicar pintura en aerosol de manera eficiente y con un acabado limpio y profesional.

Esta preparación no solo tiene un propósito estético, sino que también protege el material de la corrosión y contribuye a la durabilidad del proyecto en condiciones ambientales diversas.

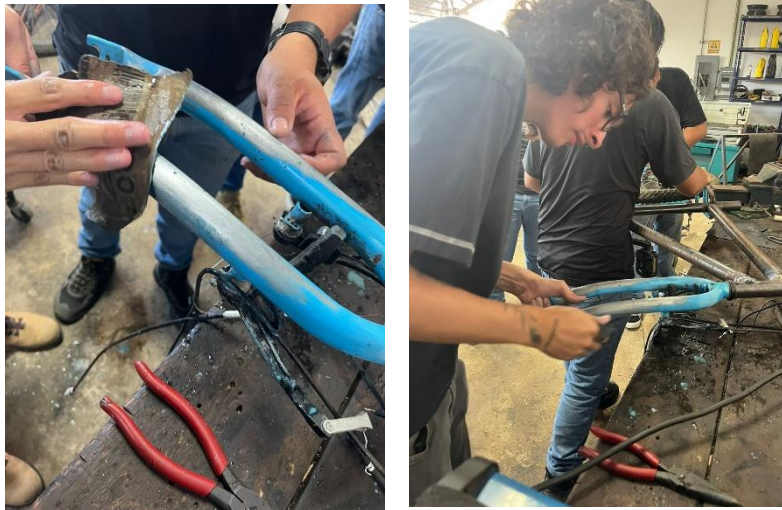


Ilustración 82 y 83. Proceso de lijado

Una vez que todas las superficies fueron lijadas adecuadamente, se procedió a la aplicación de la pintura. En esta etapa se optó por utilizar un color negro en presentación de aerosol, buscando un acabado uniforme, estético y resistente.

La pintura se aplicó de manera cuidadosa sobre toda la estructura de la bicicleta, asegurándose de cubrir cada zona de forma pareja para evitar acumulaciones, goteos o zonas sin recubrimiento. Se realizaron varias capas ligeras, permitiendo un secado entre cada una, con el fin de lograr un acabado más duradero y profesional.

Este proceso no solo aportó una apariencia visual más atractiva al proyecto, sino que también ayudó a proteger el material de factores ambientales como la humedad y la oxidación, prolongando así la vida útil de la bicicleta.



Ilustración 84 y 85. Proceso de pintura

Una vez transcurrido el tiempo de secado correspondiente, se procedió a preparar el ensamblaje de las piezas que previamente habían sido retiradas con el propósito de facilitar el proceso de pintura.



Ilustración 86. Marco de la bicicleta pintada.

Al finalizar el proceso de reensamblaje, se realizó una nueva prueba funcional con el objetivo de verificar que todos los componentes estuvieran correctamente colocados y que el sistema operara de manera adecuada.



Ilustración 86. Prueba final.

Referencias

¿Cómo funcionan los motores eléctricos? (s. f.). TRACTIAN.

<https://traction.com/es/blog/comofuncionan-los-motores-electricos>

Solum, & Del Post, A. (2024, 28 octubre). ¿Cómo funcionan las bicicletas eléctricas? Incluye

FAQs. Solum. [https://solumpv.com/actualidad/como-funcionan-](https://solumpv.com/actualidad/como-funcionan-bicicletas-electricas/#:~:text=Las%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidas,que%20en%20una%20bicicleta%20convencional.)

[bicicletas](https://solumpv.com/actualidad/como-funcionan-bicicletas-electricas/#:~:text=Las%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidas,que%20en%20una%20bicicleta%20convencional.)[https://solumpv.com/actualidad/como-funcionan-bicicletas-](https://solumpv.com/actualidad/como-funcionan-bicicletas-electricas/#:~:text=Las%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidas,que%20en%20una%20bicicleta%20convencional.)

[electricas/electricas/#:~:text=Las%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%2C%20tambi%C](https://solumpv.com/actualidad/como-funcionan-bicicletas-electricas/#:~:text=Las%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidas,que%20en%20una%20bicicleta%20convencional.)

[3%A9n%20conocidas,que%20en%20una%20bicicleta%20convencional.](https://solumpv.com/actualidad/como-funcionan-bicicletas-electricas/#:~:text=Las%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidas,que%20en%20una%20bicicleta%20convencional.)

Melena. (2025, 7 enero). *Nuevas tecnologías en energías renovables y tendencias en 2025*. ARBENTIA.

<https://www.arbentia.com/blog/nuevas-tecnologias-tendencias-energias-renovables-2023/>

Bicicletas eléctricas. (s. f.). VOLTAX ELECTRIC BIKES. <https://www.voltax.com.mx/>

Rebollo, D., & Sanferbike. (2024, 6 mayo). *La increíble historia de las bicicletas eléctricas*.

Sanferbike. <https://www.sanferbike.com/videostv/historia-de-la-bicicleta-electrica/>

Exactitude Consultancy. (2022). <https://exactitudeconsultancy.com/es/reports/8988/e-bike-market/>

González, P., González, P., & González, P. (2024, 6 octubre). La demanda de bicicletas eléctricas resiste pese al fin de ayudas y el exceso de oferta. *Cinco Días*.

[https://cincodias.elpais.com/companias/2024-10-06/la-demanda-de-bicicletas-electricas-resiste-pese-al-fin-de-ayudas-y-el-exceso-de-](https://cincodias.elpais.com/companias/2024-10-06/la-demanda-de-bicicletas-electricas-resiste-pese-al-fin-de-ayudas-y-el-exceso-de-oferta.html)
[oferta.html](https://cincodias.elpais.com/companias/2024-10-06/la-demanda-de-bicicletas-electricas-resiste-pese-al-fin-de-ayudas-y-el-exceso-de-oferta.html)[06/la-demanda-de-bicicletas-electricas-resiste-pese-al-fin-de-ayudas-y-el-exceso-de-](https://cincodias.elpais.com/companias/2024-10-06/la-demanda-de-bicicletas-electricas-resiste-pese-al-fin-de-ayudas-y-el-exceso-de-oferta.html)
[oferta.html](https://cincodias.elpais.com/companias/2024-10-06/la-demanda-de-bicicletas-electricas-resiste-pese-al-fin-de-ayudas-y-el-exceso-de-oferta.html)

García, G. (2022b, septiembre 25). Las 7 innovaciones que traen las bicicletas eléctricas y que revolucionarán el sector. *Híbridos y Eléctricos*.

https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/7-innovaciones-bicicletas-electricas-revolucionaran-sector_61817_102.html[https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/](https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/7-innovaciones-bicicletas-electricas-revolucionaran-sector_61817_102.html)
[7-innovaciones-bicicletas-electricas-revolucionaran-sector_61817_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/7-innovaciones-bicicletas-electricas-revolucionaran-sector_61817_102.html)[innovaciones-](https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/7-innovaciones-bicicletas-electricas-revolucionaran-sector_61817_102.html)
[bicicletas-electricas-revolucionaran-sector_61817_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/7-innovaciones-bicicletas-electricas-revolucionaran-sector_61817_102.html)

SeoInnova, M., & SeoInnova, M. (s. f.). *Latest Technological Innovations for Cyclists*.

https://cicloscorredor.com/en/module/ybc_blog/blog?amp%3Burl_alias=ultimas-innovacioneshttps://cicloscorredor.com/en/module/ybc_blog/blog?amp;url_alias=ultimas-innovaciones-tecnologicas-para-ciclistas&id_post=59

Otero, N., Otero, N., & Otero, N. (2025, 30 enero). Turicleta: bicis eléctricas para un turismo rural sostenible. *El País*. <https://elpais.com/economia/negocios/2025-01-30/turicleta-bicis-electricas-para-un-turismo-rural-sostenible.html>[turismo-rural-sostenible.html](https://elpais.com/economia/negocios/2025-01-30/turicleta-bicis-electricas-para-un-turismo-rural-sostenible.html)

García, G. (2020, 1 diciembre). 9 tendencias para las bicicletas eléctricas del futuro: más allá del transporte personal y el deporte. *Híbridos y Eléctricos*.

<https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/9-tendencias-bicicletas-electricas>https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/9-tendencias-bicicletas-electricas-futuro_39882_102.html[futuro_39882_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/9-tendencias-bicicletas-electricas-futuro_39882_102.html)

E-mobility and its advantages. (s. f.). enelamericas.com.

<https://www.enelamericas.com/en/stories/a202110-e-mobility-and-its-advantages.html>