



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Diseño de un vehículo de tracción humana para el uso de personas con
movilidad reducida en las ciclovías de la ciudad**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Miranda Leiva, Johan Ismael ([ORCID: 0000-0001-5790-3823](https://orcid.org/0000-0001-5790-3823))

ASESOR:

Mg. Tejeda Ponce, Alex Deyvi ([ORCID: 0000-0001-9844-1100](https://orcid.org/0000-0001-9844-1100))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERU

2022

Dedicatoria

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar a pesar de los contratiempos, por ello, con toda la humildad que mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi tesis a Dios.

De igual manera, dedico esta esta tesis a mis padres (Alfonso Miranda y Alicia Leiva) que siempre me han apoyado y han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado para culminar mi carrera profesional.

A mis Queridos hijos (Johan Stip y Luana Abigail), los cuales han sido y siguen siendo el motor y motivo para seguir adelante a pesar de los obstáculos.

A mis hermanos y familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Johan Ismael Miranda Leiva

Agradecimiento

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

A mis padres, que con su demostración de afecto y ejemplares me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional y por demostrarme la confianza que tienen en mí.

A Aracely Neyra, por acompañarme durante todo este arduo trayecto y por compartir conmigo alegrías y fracasos.

Al Ing. Alex Tejeda, asesor de tesis y Director de escuela, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Al Ing. Jorge Inciso, Doc. De Tesis, por su comprensión y gran enseñanza en mi formación profesional.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Johan Ismael Miranda Leiva

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
4.1. Requerimientos de vehículo de tracción humana.....	14
4.1.1. Tipo de vehículo de tracción humana.....	14
4.1.2. Requerimiento de los usuarios del VTH.....	15
4.1.3. Requerimientos para el desplazamiento en una ciclovia.....	15
4.1.4. Diseño de conceptos de VTH.....	19
4.1.5. Concepto de VTH tipo Handcycle A.....	19
4.1.6. Concepto de VTH tipo Handcycle B.....	20
4.1.7. Concepto de VTH tipo Handcycle C.....	21
4.1.8. Concepto de VTH tipo Tricycle D.....	22
4.1.1. Concepto de VTH tipo Tricycle E.....	23
4.2. Selección del Tipo de diseño de concepto.....	25
4.3. Configuración del vehículo de tracción humana.....	26
4.3.1. Diseño de la estructura del Chasis.....	28
4.4. Selección de elementos del VTH comerciales.....	30
4.5. Análisis estático de las piezas del VTH.....	32

V.	DISCUSIÓN.....	42
VI.	Conclusiones.....	45
VII	Recomendaciones.....	47
VIII.	Referencias.....	48

Índice de tablas

Tabla 1 Instrumentos y recolección de datos	11
Tabla 2. Requerimiento de los usuarios del VTH según encuesta a personas con movilidad reducida	15
Tabla 3. Ancho de la ciclovía recomendado por Normativas Peruanas	16
Tabla 4. Velocidades máximas requeridas en las curvas y radio de giro	17
Tabla 5. Sistema de frenado del Vehículo de tracción Humana.....	17
Tabla 6. Equipamiento del Sistema de arrastre.....	18
Tabla 7. Características del concepto VTH tipo Handcycle A	20
Tabla 8. Características del concepto VTH tipo Handcycle B	21
Tabla 9. Características del concepto VTH tipo Handcycle C	22
Tabla 10. Características del concepto VTH tipo Handcycle D	23
Tabla 11. Características del concepto VTH tipo Handcycle E	24
Tabla 12. Evaluación de los conceptos	25
Tabla 13. Consideraciones para el diseño del concepto elegido.....	27
Tabla 14. Medidas antropomorfas de una persona sentada	28
Tabla 15. Características de la ruedas traseras y delantera	30
Tabla 16. Características de sistema de transmisión.	31

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Tipo de movilidad reducida que presentan los encuestados	14
Gráfico 2. Tipo de movilidad reducida que podría utilizar los encuestados	14
Gráfico 3. Selección del Tipo de diseño de concepto.....	26
Figura 1. Concepto VTH tipo Handcycle A.....	19
Figura 2. Concepto VTH tipo HandCycle B	20
Figura 3. Concepto VTH tipo Handcycle C.....	21
Figura 4. Concepto VTH tipo Handcycle D.....	22
Figura 5. Concepto VTH tipo Handcycle E	23
Figura 6. Bosquejo del Tipo de diseño de concepto propuesto	27
Figura 7. Diseño de chasis.....	28
Figura 8. Diseño del sistema de dirección con dos ángulos	29
Figura 9. Diseño del manubrio del VTH	30
Figura 10. Análisis estático del chasis – Tensión de Von Mis	32
<i>Figura 11. Análisis estático del chasis – Desplazamiento</i>	<i>34</i>
<i>Figura 12. Análisis estático del chasis – Factor de Seguridad.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 13. Análisis estático de la leva cambio de dirección.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 14. Análisis estático del sistema de dirección</i>	<i>36</i>
<i>Figura 15. Análisis estático del manubrio.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 16. Propuesta evaluada del Vehículo de Tracción Humana.....</i>	<i>41</i>

Resumen

La presente investigación se realizó en respuesta a diseñar un vehículo impulsado por tracción humana que pueda circular por las ciclovías guardando la normatividad peruana, que pueda adaptarse para el uso de personas con movilidad reducida. Inicialmente se realizó una encuesta para determinar los requerimientos para el diseño del Vehículo de Tracción Humana (VTH), el tipo de movilidad reducida principalmente se encuentra en las extremidades inferiores, usualmente llevan un peso adicional de 12 kg y en promedio ellos pesan 80kg. Se toma en cuenta que las ciclovías requieren un mínimo y un máximo de 40 y 80 cm dedicados al confinamiento según las normas. Con los datos iniciales se evaluó cinco de los principales VTH que se utilizan en las competencias paraolímpicas y que se puedan adaptar a las ciclovías, quedando el modelo tipo triciclo impulsado por las manos. El diseño en CAD, del Chasis, sistema de dirección y manubrio; fue diseñado considerando la accesibilidad de las personas en función de sus dimensiones antropomorfas y los elementos que comercialmente se encuentra disponibles como: las ruedas, sistema de arrastre, frenos, pedalier y los perfiles de aluminio y acero. Luego se realizó mediante el análisis estático realizado con una herramienta computacional, se realizó en análisis estático para verificar si el diseño propuesto puede resistir los esfuerzos a los que es sometido. El chasis se realizó de tubo cuadrado 30mm x1.5 mm donde el límite de fluencia reporta en $1.714e+07 \text{ N/m}^2$. Nivel inferior al $4.150e+08 \text{ N/m}^2$, del aluminio 2024-T6; el desplazamiento es de $2.07e-01$ (menos de un milímetro) y un FDS min = 24, con ello se demuestra que el chasis puede operar sin problema alguno con sal cargas descritas. El sistema de dirección se diseño para ser variable y el mecanismo tipo leva analizado en acero AISI 1045 presenta un nivel $1.180e+06 \text{ N/m}^2$ un valor por debajo del límite fluencia de $5.300e+08$ para el acero; el manubrio, fue desarrollado en aluminio y acondicionado para acercar al ciclista, el resultado del análisis estático muestra un límite de fluencia de $7.489e+05 \text{ N/m}^2$ por debajo del límite para el acero. Con ello se concluye que el VTH si puede trasportar a las personas con movilidad reducida y cumple con las dimensiones que exige para transitar en las ciclovías.

Palabras claves: Vehículo de tracción humana, ciclovías, diseño de máquinas y Handcycle.

Abstract

The present investigation was carried out in response to designing a vehicle powered by human traction that can circulate on bicycle paths, keeping the Peruvian regulations, that can be adapted for the use of people with reduced mobility. Initially, a survey was carried out to determine the requirements for the design of the Human Traction Vehicle (HVT), the type of reduced mobility is mainly found in the lower extremities, they usually carry an additional weight of 12 kg and on average they weigh 80 kg. It is taken into account that bike paths require a minimum and a maximum of 40 and 80 cm dedicated to confinement according to the regulations. With the initial data, five of the main HVT that are used in the Paralympic competitions and that can be adapted to bike lanes were evaluated, leaving the hand-driven tricycle-type model. The CAD design of the Chassis, steering system and handlebars; It was designed considering the accessibility of people based on their anthropomorphic dimensions and the elements that are commercially available such as: wheels, drag system, brakes, bottom bracket and aluminum and steel profiles. Then it was carried out through the static analysis carried out with a computational tool, it was carried out in static analysis to verify if the proposed design can resist the efforts to which it is subjected. The chassis was made of 30mm x 1.5mm square tube where the yield point is reported at $1.714e+07$ N/m². Level lower than $4,150e+08$ N/m², of aluminum 2024-T6; displacement is $2.07e-01$ (less than one millimeter) and FDS min = 24, thus demonstrating that the chassis can operate without any problem with the described loads. The steering system was designed to be variable and the cam-type mechanism analyzed in AISI 1045 steel presents a level of $1,180e+06$ N/m², a value below the yield point of $5,300e+08$ for steel; the handlebar was developed in aluminum and conditioned to bring the cyclist closer, the result of the static analysis shows a yield point of $7.489e+05$ N/m² below the limit for steel. With this, it is concluded that the HVT can transport people with reduced mobility and meets the dimensions required to travel on the bike lanes.

Keywords: Human-powered vehicle, cycle paths, machine design and Handcycle.

I. INTRODUCCIÓN.

La pandemia del covid-19 ha desnudado la fragilidad gubernamental de todos los países en el mundo directamente en sus políticas como de salud, economía, educación, trabajo-empleo, igualdad, comunicaciones y transporte, solo por mencionar las principales que han afectado directamente a la población; inclusive sin hacer distinción del nivel socioeconómico en el que se encuentren. Las personas que corren más riesgo de contagio, son las de edad avanzada, problemas pulmonares, enfermedades cardíacas diabetes, obesidad, cáncer, sistema inmunitario debilitado, enfermedades renal o hepática y la Organización Panamericana de la Salud, considera a las personas con discapacidad de riesgo mayor ante el brote del Covid-19 y promueve medidas para disminuir el contagio (Organización Mundial de la Salud, 2020).

El riesgo de propagación de contagio principalmente se da en lugares congestionados, donde la distancia de las personas es muy cercano y no se tiene mucha ventilación (OMS Organización Mundial de la Salud, 2020), por ejemplo, en el transporte público donde se presentan estas condiciones de contagio y se pueden dar desde las denominadas “colas” para acceder al medio de transporte y dentro de la unidad de transporte en el viaje, al exponerse al contacto con los “aerosoles” que son las gotitas que se exhala en la respiración, el contacto con las superficies del bus y el incumplimiento del uso de las mascarillas que son los mecanismos de transmisión del covid-19, esto sumado a que en América Latina, casi el 68% de la población utiliza el transporte público (Pardo, y otros, 2021) y en Lima capital del Perú, la Autoridad del Transporte Urbano (ATU), ha identificado 1500 paraderos de alto riesgo donde no se respeta las medidas adoptadas por el gobierno para el transporte público y que estas condiciones son incontrolables sobre todo en las horas punta (El Comercio, 2021)

Entre las disposiciones para reducir el contagio en el transporte urbano es el uso de mascarillas, evitar las aglomeraciones viajando en horarios diferenciados de la horas punta, mantener una distancia de dos metros entre las personas y se recomienda optar por otro medio de transporte como por ejemplo la bicicleta,

que además de promover la salud física y mental, permite el transporte seguro y reduce las aglomeraciones. (Organización Panamericana de la Salud, 2020). Ante ello el ministerio de transportes y comunicaciones ha promulgado la “Guía de implementación de sistema de transporte sostenible no motorizado”, para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible y que los gobiernos regionales y municipalidades del país tengan una guía para implementar los proyectos de ciclovías del transporte seguro de los ciclistas y peatones. En la guía, promueve la construcción de ciclovías debe cumplir requisitos como, por ejemplo, las dimensiones infraestructurales, la velocidad máxima que se puede transitar por las ciclovías, que es de 25km/h aunque dependerá del tipo de vía y el ciclista que la utiliza, éste puede ser una persona de 15 años de edad hasta un adulto mayor e incluso una persona con discapacidad, aunque para ellos también se encuentran permitido el uso de las veredas. (RM N° 0694-2020-MTC/01.02, 2020). Las personas con discapacidad utilizan el transporte público en un 38.2% y el 72.3% de las vías por donde se desplazan se encuentran en mal estado, a ello se suma la falta de señalización y la fiscalización en el cumplimiento de las normas y sanciones por los organismos gubernamentales, siendo una de las barreras del Plan Nacional de Accesibilidad 2018-2023 (DS N° 012-2018-VIVIENDA, 2018).

En este contexto es necesario proponer una alternativa a la problemática del transporte de las personas con discapacidad, que tiene una peligrosa barrera más que superar, las aglomeraciones en el transporte público y el riesgo del contagio del Covid-19, por otro lado, aprovechando las iniciativas gubernamentales de la implementación de ciclovías y su reglamentación, es conveniente evaluar y diseñar un vehículo de tracción humana que pueda recorrer las ciclovías y se adapte al uso de las personas con discapacidad en ese sentido ¿Cuál será la configuración geométrica y características técnicas de un vehículo de tracción humana para personas con movilidad reducida y que se pueda transitar por las ciclovías de la ciudad?

Con la presente investigación se propone diseñar un vehículo de tracción humana para el uso de personas que presenten movilidad reducida y que se pueda transitar por las ciclovías de la ciudad, de esta marea se busca contribuir

a las políticas sanitarias al evitar la aglomeración de personas, disminución de contagio en personas con discapacidad,

El objetivo general consiste en Diseñar un vehículo de tracción humana para el uso de personas con movilidad reducida en las ciclovías de la ciudad. Para ello Inicialmente se realizará encuestas a personas con discapacidad al moverse con la finalidad de: Determinar la lista de requerimiento para el diseño del vehículo de tracción humana, luego: Elaborar y evaluar el tipo de configuración del diseño del vehículo de tracción humana mediante un análisis documental de la normatividad de las ciclovías; Posteriormente aplicando la metodología del diseño, se propone Dimensionar y seleccionar cada uno de los elementos del vehículo, y finalmente Evaluar mediante el software la propuesta de diseño y desarrollar los planos generales y de detalle.

II. MARCO TEÓRICO.

Con la finalidad de tener una introducción al uso de los vehículos de tracción humana, haremos una referencia a las competiciones paraolímpicas que hizo su debut en el 1984 y en Tokio 2021 se tiene 34 medallas de oro en juego en la práctica del ciclismo para deportistas con algún tipo de discapacidad (Tokyo 2020 Paralympic Games, 2021). Las clases de competiciones que se representan por una letra según el tipo de bicicleta y un número por el grado de discapacidad, como la letra B: Tándems para corredores con discapacidad visual; C1 a C5: para las discapacidades físicas o cerebrales; H1 a H5 se utilizan las manos para pedalear; T1 y T2 son los triciclos ante la discapacidad de la pérdida del equilibrio. Actualmente los deportistas, se encuentran adscritos al Unión Ciclista Internacional (UCI), la Real Federación Española de Ciclismo (RFEC) y tienen un reglamento deportivo y de clasificación: UCI Ciclismo Cap. XVI Enero 2021 (Comité Paralímpico Español, 2021). Estos antecedentes presentan mucha relevancia, puesto que en la investigación se pretende diseñar una bicicleta que además de adaptarse a las personas con movilidad reducida, también se requiere que pueda circular en el espacio reglamentado de las ciclovías y una velocidad que no afecte el tránsito de los ciclistas regulares.

En el trabajo de Titulación: “Diseño y construcción de un Trike Bike Híbrido configurado para personas de la tercera edad como alternativa de movilidad” (Cango Cango & Espinoza Reyes, 2019) se investiga sobre un Trike Bike Híbrido para el uso de las personas de la tercera edad, inicialmente realiza el estado del arte de este tipo de medio de transporte, las condiciones fisiológicas y dimensiones antropomorfas de los usuarios para luego de aplicar la metodología del diseño, construir el vehículo y con las pruebas, llegar a la conclusión que el 80% de los usuarios acogen el vehículo y que es conveniente antes de construirlo, realizar un prototipo para evaluar la funcionalidad y eficiencia; del mismo modo, recomienda un implementar un sistema de bloqueo de ruedas para estacionarse y bajar con facilidad. Por otro lado, (Vega Moreira, 2015) presenta su trabajo de titulación denominado: “Diseño y construcción de la carrocería de un triciclo monoplaza eléctrico para personas con discapacidad en sus extremidades inferiores”, se plantea como objetivo el diseño -

construcción de la carrocería y el chasis del vehículo utilizando software Inventor – ANSYS de simulación, luego llega a la conclusión que las cargas aplicadas y el diseño con los perfiles estructurales propuestos, alcanza un factor de seguridad de 2.92 en el diseño y que la mejor opción para la carrocería es utilizar la fibra de vidrio. Finalmente recomienda usar perfiles del tipo de sección cuadrada por la distribución de esfuerzos y utilizar un programa de diseño mecánico para el análisis correspondiente.

En la tesis denominada: “Diseño y construcción de un Vehículo de Tracción Humana (VTH) tipo triciclo, como alternativa al transporte urbano en la ciudad de Bogotá” de (Fajardo Cabanzo & Veira Arevalo, 2019) plantea como objetivo Diseñar y construir un vehículo de tracción humana funcional en las vías de la ciudad, para ello inicialmente se evaluó el dimensionamiento del diseño, bajo las normas vigentes del VTH, luego se determinó la seguridad de la estructura y finalmente los elementos para desarrollar la velocidad de 25 km/h y entre sus conclusiones consiguió diseñar y construir un prototipo para el uso de una persona y que este tipo de transporte se podría extender a otro tipo de usuarios.

En las disciplinas en el paraciclismo se utilizan vehículo de tracción humana para el deporte de alta competición con los atletas que presentan movilidad reducida; La categoría “Tandem”, requiere que el atleta sea guiado por un piloto en una bicicleta convencional. La categoría que usan Handcycle, donde el atleta utiliza la fuerza y dirección de las manos para transmitir la potencia y poner en marcha un triciclo, en esta categoría destaca las tres subcategorías “H-Open 1: Recumbent Handcycle”, que es un tipo de triciclo con una rueda delantera y dos traseras, el atleta apoya su cuerpo sentado en el sillín y reclinado hacia atrás en un respaldo, dejando los pies sostenidos en la horquilla del eje delantero. “H-Open 2: Kneeling Handcycle” es una competencia para un tipo de vehículo donde el atleta se encuentra sentado sobre sus glúteos, arrodillado y con el tronco erguido, del mismo modo el triciclo tiene una rueda delantera y dos en la parte de atrás unidas por un eje y finalmente la categoría del “T-Open Tricycle”, que es bicicleta muy parecida al tipo normal, pero con dos ruedas en la parte trasera, destinada para los atletas que hayan perdido el equilibrio. En todos estos casos, las bicicletas y triciclos son fabricados a la medida del atleta y

según la movilidad restringida que presenten; y de acuerdo al grado de complejidad son seleccionados, Sin embargo, a pesar de las limitaciones, se pueden llegar a desarrollar velocidades superiores a los 50km/h. (Union Cycliste Internationale, 2021). Lo conveniente de esta información es que si es posible el diseño de una bicicleta adaptada que pueda llegar a las velocidades que se requiere para el transitar en las ciclovías y en personas con movilidad restringida.

Los principios básicos del diseño del vehículo de tracción humana, se inicia con el diseño del chasis de la bicicleta o triciclo, que debe soportar el peso del ciclista y el esfuerzo sometido en los pedales. Como todo cuerpo sometido a fuerzas gravitatorias, la bicicleta también obedece a las condiciones de equilibrio en el cual, el peso de la persona y de la bicicleta debe tener sus reacciones distribuidas en las dos o tres ruedas si fuera el caso de un triciclo y dependiendo del centro de gravedad del sistema (ciclista-bicicleta); al analizar las fuerzas dinámicas, el ciclista monta la bicicleta y se impulsa con el pie en el suelo para iniciar el recorrido; ya una vez en marcha, las cargas estáticas cambian y se distribuyen entre un 70 y 75% en la rueda trasera y la carga restante en la rueda delantera, sin embargo, sin ese impulso del pie y si se quisiera vencer la inercia solo con el pedaleo, se requiere impulsar con una fuerza para mover hasta seis veces el peso y la velocidad máxima promedio se alcanzaría en 14 segundos. Aerodinámicamente, se tiene que tener en cuenta que debido a la posición del ciclista ya en movimiento, se ejerce una oposición al paso del aire cuando está en sentido contrario al viento, es por ello que tanto la ropa, casco, ruedas y posición del ciclista, se diseñan para contrarrestar la dinámica del viento logrando reducir en casi un 30% del esfuerzo. Por otro lado las fuerzas del frenado para desacelerar el desplazamiento de la bicicleta se suelen optar por dos condiciones, la primera es un frenado suave donde al dejar de pedalear y por el peso del ciclista y las condiciones del terreno se va perdiendo velocidad hasta llegar a parar la bicicleta y la otra forma de frenado sucede de manera brusca, generalmente cuando se requiere evitar colisionar con un obstáculo en el camino, otro ciclista a menor velocidad, cuando se atraviesa un peatón, un vehículo estacionado etc. En este caso se requiere conseguir una desaceleración de casi dos segundos como tiempo de respuesta. Al frenar

bruscamente, uno de los problemas que ocurre es el volcamiento de la bicicleta por el accionamiento en la rueda delantera, es por ello que se acondiciona la bicicleta para que el frenado se oriente en la rueda trasera. Uno de los elementos principales de las bicicletas o triciclos es el chasis, el mismo que debe soportar el peso del ciclista y conducirlo a través del asiento hacia el chasis, así mismo los esfuerzos se generan en la horquilla de la rueda delantera, la puntera posterior que es el lugar donde se aloja el eje de la rueda posterior y la fuerza transmitida de los pedales hacia los piñones que se sostiene mediante el eje central en el pedalier. La transmisión de la fuerza del ciclista es aplicada en el pedal y culmina en la tracción de la rueda posterior, para ello se emplean cadenas, piñones, descarriladores, sistema de cambio de velocidad entre otros; el análisis de la transmisión se evalúa en el sistema pedal-biela-plato donde en ensayos al sistema comercial, se pueden aplicar hasta 1800 N. Del mismo modo, mediante un piñón tipo fijo "FIXY" se puede aprovechar ese mecanismo al estar activo en el sentido del pedaleo y en sentido contrario se inhibe para así usar solo la inercia en el desplazamiento. (Rui-Wamba Martija, 2010)

Las ciclovías son infraestructuras creadas para que los ciclistas se puedan desplazar por la ciudad, se debe cumplir con requisitos como señalización, estacionamiento, inclusive servicios de alquiler o préstamos. El diseño de las ciclovías se realiza considerando los vehículos que las transitan, para ello se requiere establecer un *espacio de seguridad*, que es la distancia de la ciclovía y dentro de esta, una *zona de circulación* que es el espacio disponible para el manejo del ciclista conociendo que el desplazamiento no es en dirección recta más bien es un movimiento zigzagueante. Dependiendo del tipo de ciclovía es que se presentan las dimensiones como, por ejemplo, el Esquema unidireccional: espacio de seguridad 1.40m y zona de circulación 1.00m; el esquema unidireccional con adelantamiento: espacio de seguridad 2.00m y zona de circulación 1.60m para dos vehículos una separación de 0.30m entre ellos; esquema bidireccional: espacio de seguridad 2.80m y zona de circulación 2.20m para dos vehículos con una separación de 0.30m entre ellos. Estas dimensiones de las ciclovías se realizaron bajo el criterio de las dimensiones de los vehículos que las transitan, así por ejemplo las bicicletas urbanas tienen 1.80m de alto, 1.90 de largo y 0.60m de ancho; las bicicletas de carga tienen

1.80m de alto, 2.45m de largo y 1.00m de ancho; y los triciclos 1.80m de alto, 2.10 de largo y 1.20m de ancho como distancias mínimas para realizar el desplazamiento, girar en las calles, adelantar a otros ciclistas o los obstáculos. (Municipalidad de Lima, 2017).

La metodología del diseño mecánico nos permite poder establecer un plan para la creación de la solución a un problema de ingeniería y convertirlo en realidad bajo una toma de decisiones inicialmente, tentativas para luego tomar una decisión final. En ese sentido, las fases para cumplir con la metodología inician con la identificación de la necesidad, entendiéndose como reconocer algo que se tiene que mejorar porque no está bien o porque no cumple con el requerimiento; posteriormente se identifica las características específicas y limitaciones que se requiere en el diseño como datos de entrada y salida. La invención del concepto se realiza a partir evaluar distintos tipos de soluciones, jerarquizarlos según la importancia con el cumplimiento problema e ir iterando hasta optimizar la mejor solución. La evaluación del diseño generalmente se realiza en un prototipo donde se evalúa la manufactura, ajustes, economía e inclusive defectos que no eran evidentes en el diseño y mediante las correcciones respectivas se presenta el producto final; la metodología del diseño se convierte en la parte fundamental de la investigación, puesto que permite al diseñador proponer una solución acertada al problema que se presenta. (Budynas & Nisbett, 2008)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo De Investigación

El presente estudio es una investigación del tipo aplicada puesto que, parte de la observación-reflexión-diseño-praxis de análisis del objeto de investigación (Esteban Nieto, 2018) que en este caso está orientada en adaptar un vehículo de tracción humana ya existente para su uso por personas con movilidad reducida y que se pueda cumplir las normas de tránsito por las ciclovías.

Diseño de Investigación

El diseño de investigación es del tipo **No experimental** transeccional descriptivo, puesto que las variables no sufrirán ningún tipo de estímulo. (Hernández Siampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010), puesto que Inicialmente se observarán las disposiciones contempladas en las normas que rigen las ciclovías y se obtendrán datos el grado de movilidad reducido de la población al momento de hacer la encuesta,

M → O

Dónde: M es la muestra y O es observación que se realiza a la muestra.

3.2. Variables y operacionalización

Variabes Independiente:

- **Dimensiones de las ciclovías:** Parte de la vía pública construida expresamente para la circulación exclusiva de bicicletas y que está separada físicamente tanto del tráfico motorizado como del peatonal.
- **Movilidad reducida:** Condición de las personas con movilidad reducida en las extremidades inferiores o superiores.

Variable dependiente

- **Diseño de un vehículo de tracción humana:** diseño y selección de los elementos que conforman el vehículo. donde

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se determinó como población en la investigación, a los *vehículos de tracción humana* que pueden ser utilizados por personas con movilidad reducida en su desplazamiento; en la región La Libertad, en el último censo realizado el 2017, del total de la población censada, el 9.0% manifiestan que presentan algún tipo de discapacidad (**Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad, 2018**) que serían los usuarios del vehículo en mención.

Muestra

Se tomó la muestra por conveniencia, teniendo a los *vehículos de tracción humana del tipo Handcycle and Tricycle*, para a personas que tienen movilidad restringida en las extremidades inferiores, superiores y/o inestabilidad motriz, puesto que, son los que tienen mayor posibilidad de maniobrar una bicicleta o triciclo, tomando como referencia que en las competencias olímpicas se tienen como disciplinas este tipo de vehículos.

Muestreo

Se limitó al tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que para la investigación se requirió conocer solo los datos antropomorfos de las personas que presentan discapacidad en brazos y/o piernas, que son los usuarios que tienen este tipo de discapacidad. y los vehículos tipo Handcycle and Tricycle son los que se eligió en el muestreo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la variable: Dimensiones de las ciclovías, se realizó un análisis documental de las normas vigentes, con la finalidad de determinar las dimensiones de los vehículos y la velocidad por la que se debe transitar en la ciclovía; y para la variable movilidad reducida de ciclistas, se obtuvo

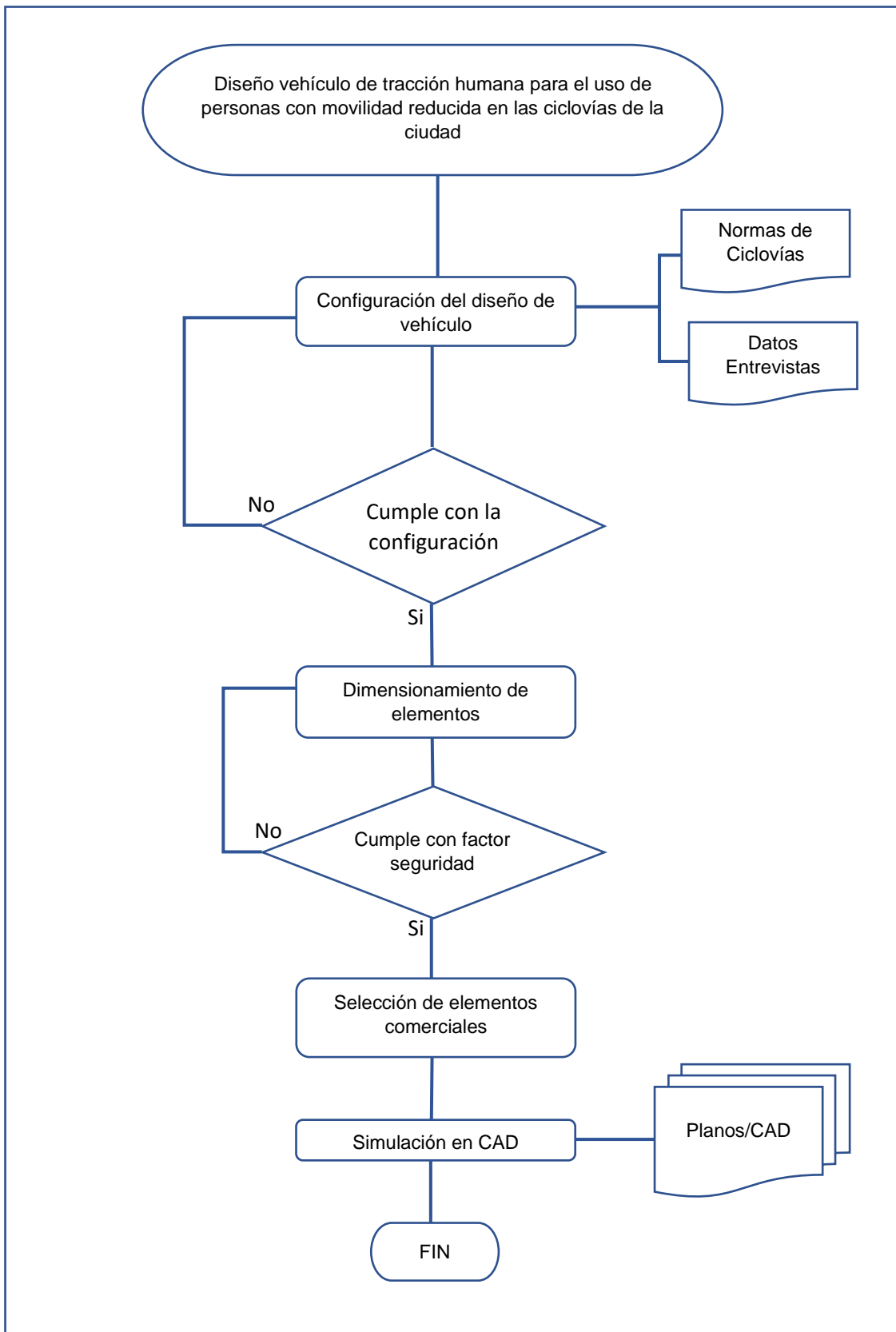
datos del tipo/grado de movilidad reducida mediante una encuesta y/o entrevista a personas en esa condición.

Los Instrumentos que se utilizaron son la ficha de recolección de datos y la encuesta, ambos instrumentos se validaron mediante el juicio de expertos.

Tabla 1 Instrumentos y recolección de datos

VARIABLES	TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Diseño de ciclovías:	Análisis documental	Ficha de recolección de datos
Movilidad reducida:	Entrevista	Cuestionario

3.5. Procedimiento del diseño de VTH para ciclovías en la ciudad



3.6. Método de análisis de datos

Con la estadística descriptiva se presenta el análisis de los datos obtenidos en las encuestas, para ellos se presentarán: tablas de frecuencias para el tipo de discapacidad, gráficos de columnas agrupadas y gráficos de radiales para presentar la información sobre los parámetros del diseño.

La revisión documental sobre las ciclovías se presenta en tablas, esquemas con gráficos y dimensiones de las ciclovías, cuadros con las velocidades para el tránsito de los vehículos.

3.7. aspectos éticos

Según el Colegio de Ingeniero del Perú (CIP, 2021), entre sus principales propósitos plantea: *“Interactuar permanentemente con la sociedad, mediante el cotejo y análisis de sus principales problemas, proponiendo soluciones”*, en ese sentido el propósito de la investigación es contribuir con un tipo de vehículo que pueda ser utilizado por ciclistas con movilidad reducida y transitable por las ciclovías, para ello se alineará la investigación al cumplimiento de las normas vigentes establecidas para el diseño y de tránsito en las ciclovías, del mismo modo, se diseñará el vehículo mediante la metodología del diseño, donde la decisión de la mejor alternativa será tomada en cuenta sin prejuicio o conveniencia propia.

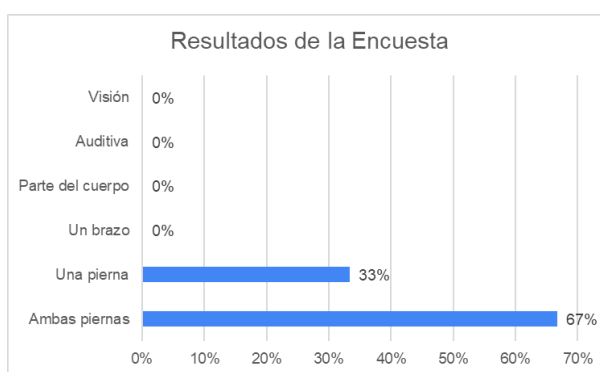
IV. RESULTADOS

4.1. Requerimientos de vehículo de tracción humana

4.1.1. Tipo de vehículo de tracción humana

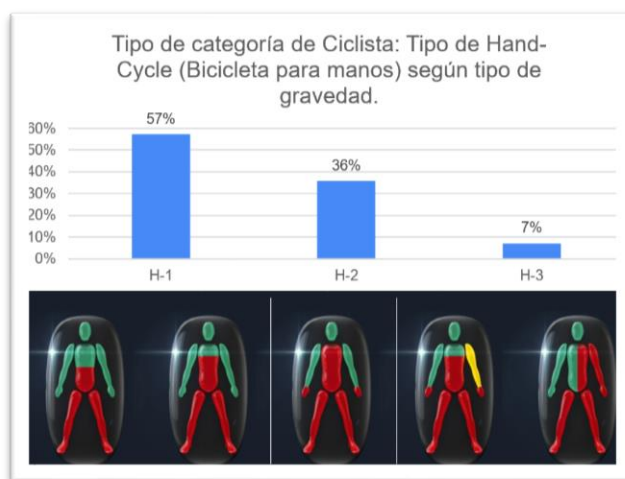
Se realizó una encuesta personas con movilidad reducida para categorizar en los tipos de VTH que pueden manejar, se tuvo como referencia los VTH que participan en las competencias paraolímpicas; los resultados de la encuesta se muestran en el gráfico 1.

Gráfico 1. Tipo de movilidad reducida que presentan los encuestados



Nota. El 100% de los encuestados presentan movilidad en los miembros inferiores.

Gráfico 2. Tipo de movilidad reducida que podría utilizar los encuestados



Nota. Los modelos H-1, H-2 y H-3 son las modalidades de los ciclistas de las olimpiadas paraolímpicas y en la encuesta los resultados manifiestan mayor porcentaje al modelo H-1.

El tipo de vehículo de tracción humana que más se podía utilizar por las personas con movilidad reducida, es del Handcycle H-1 con 57% puesto que la principal deficiencia es en la movilidad de las piernas.

4.1.2. Requerimiento de los usuarios del VTH

En la encuesta realizada también se obtuvo información relacionada con algunas características y/o requerimientos de los usuarios del vehículo de tracción humana; dichos datos se muestran en función al peso que soportará el VTH, Tipo de recorrido que realizarían los usuarios, valoración de la seguridad, confort y costo promedio para adquirirlo. En la tabla 1 se detallan los resultados de la encuesta en cuanto a la información rescatada en la encuesta.

Tabla 2. Requerimiento de los usuarios del VTH según encuesta a personas con movilidad reducida

Ítem	Resultados de la encuesta	Respuestas
1	Rango de peso	60kg – 80kg
2	Promedio de peso adicional	10kg
3	Tipo de peso adicional ^a	Artículos personales
4	Distancia recorrida	5km
5	Importancia de seguridad de Vehículo	Muy importante
6	Importancia del confort de Vehículo	Mediamente importante
7	Costo promedio sugerido	S/ 3000.00 aprox.

Nota. Los resultados de la encuesta muestran los requerimientos de las personas a tener en cuenta para el diseño del VTH

^a Se compone de pequeñas bolsas con artículos personales, bolsas de mercado entre otros parecidos.

4.1.3. Requerimientos para el desplazamiento en una ciclo vía

Los requerimientos para el uso de las Ciclo vías, son establecidos mediante información documental de la normatividad en el Perú, la velocidad a la que se desplaza un vehículo por la ciclo vía, los sistemas de frenado y arrastre que según normas se debe cumplir en el país.

Requerimientos normativos en el Perú.

Las Ciclovías, son construidas de manera permanente o como en el caso de la coyuntura ocasionada por el COVID-19, se realizan de manera temporal. Ante ello los organismos gubernamentales en el Perú establecen guías, normas técnicas y reglamentos (Municipalidad de Lima, 2017) para la realización de las ciclovías en las avenidas y calles de las ciudades, con ello se realizó el análisis documental obteniendo los siguientes resultados en la tabla 3

Tabla 3. Ancho de la ciclovía recomendado por Normativas Peruanas

Tipo de Ciclovía	Carril vehicular	Ciclovías	Confinamiento
Ciclovía unidireccional	3 x 3.30m	2.50m	0.80m
	2 x 4.00m	1.60m	0.40m
Ciclovía bidireccional	3 x 3.00m	2.60m	0.80m a 0.40m
	1 x 2.80m	2.60m	0.80m a 0.40m
	2 x 3.00m	1.60m	0.80m a 0.40m
Rangos	2.80m a 4.00m	1.50m a 2.60m	0.80m a 0.40m

Nota. Los rangos mínimos establecidos por la normatividad vigente para el diseño de ciclovías por la ciudad.

Las ciclovías en promedio deben de tener un ancho dedicado al espacio de confinamiento de 0.80 hasta 0.40 metros como mínimo y corresponde a ancho considerado en del diseño de un VTH.

Radio de giro para el desplazamiento de un VTH.

En el desplazamiento por las ciclovías comprenden trayectorias rectas y en algunos casos curvas, para ello los ciclistas disminuyen la velocidad al entrar en la curva, de esta manera mantener el equilibrio al conducir; para el diseño del VTH se consideran los radios de las curvas en las ciclovías y la velocidad permitida para transitar en las mismas, la tabla 3 detalla la información sobre las velocidades máxima que desarrolla un VTH en una ciclovía,

Tabla 4. Velocidades máximas requeridas en las curvas y radio de giro

Ítem	Velocidad Km	R (m)
1	10	2.5
2	12	3.3
3	15	4.0
4	20	5.2
5	30	7.6

Nota. Son los rangos mínimos establecidos por la normatividad vigente para el diseño de ciclovías por la ciudad.

Entendiéndose como trayectoria curva a las secciones de la ciclovía donde el ciclista realiza un giro de 90° para entrar en una intersección o girar a una calle.

Sistema de Frenado.

Dependerá del tipo de discapacidad y el vehículo de tracción humana puede ser adaptada según el requerimiento del usuario, garantizando estabilidad al manejar y el tiempo de respuesta para poder realizar el frenado del vehículo.

Tabla 5. Sistema de frenado del Vehículo de tracción Humana.

Frenos	Rueda delantera	Rueda trasera
Bicicleta adaptada	Freno Independiente obligatorio	Freno Independiente obligatorio
Handcycle	Si es conveniente	Freno Independiente sobre las dos ruedas
Tricycle	Freno Independiente obligatorio	Freno Independiente sobre las dos ruedas

Nota. Dependiendo el tipo de VTH y la movilidad reducida del ciclista, se elige el tipo de frenado.

Para el diseño de un vehículo de tracción humana se consideró el frenado que se pueda operar con las manos y se encuentre adaptada a ellas, del mismo modo debe ser independiente entre en sistema de frenad de las ruedas delanteras y traseras.

Sistema de arrastre.

Los vehículos de tracción humana, son adaptados para las competencias paraolímpicas dependiendo del tipo de la movilidad restringida del ciclista (Union Cycliste Internationale, 2021). Para bicicleta adaptada, se considera las especificaciones según UCI del deporte ciclista (COPACI, 2022). En la tabla 5 se muestra las consideraciones que debe cumplir estos VTH para competir en el ciclismo de carretera guardando la seguridad del ciclista.

Tabla 6. Equipamiento del Sistema de arrastre

Equipamiento	Bicicleta adaptada	Handcycle	Tricycle
Cantidad de ruedas	Dos, igual diámetro	Tres, una de diámetro diferente	Tres ruedas de igual diámetro
Diámetro de ruedas incluido	70cm y 55cm	62.2cm y 40.6cm	70cm y 55cm
neumático			
Sistema de arrastre	Rueda trasera	Rueda simple trasera o delantera	En las ruedas traseras
Ancho entre ruedas	65cm y 54cm	70cm y 55cm	80cm y 60cm
Largo máximo	185 cm	250cm	200cm
Ancho máximo	50 cm	75cm	95cm
Desalineamiento de ruedas respecto al tubo	No aplica desalineado	15 cm	10 cm
Posición del sillín	5 centímetros respecto el eje del pedalier	Reposa pies y piernas según comodidad	5 centímetros respecto el eje del pedalier
Material	Tubo con refuerzo y taponeado	Tubo con refuerzo y taponeado	Tubo con refuerzo y taponeado.

Nota. Los tres tipos de VTH más utilizados y la movilidad reducida que presenta el ciclista, se elige el tipo de vehículo y se adapta según sus necesidades bajo las exigencias descritas en la tabla.

4.1.4. Diseño de conceptos de VTH

Los conceptos de diseño de los vehículos de tracción humana en la presente investigación se consideraron realizar mediante un análisis de los cinco conceptos más utilizados en las competencias para olímpicas, (los denominaremos por una letra en orden alfabético) bajo la finalidad de adaptar a las necesidades y requerimiento de los usuarios

4.1.5. Concepto de VTH tipo Handcycle A

El concepto adecuado de (Adi Himarosa, 2020) presenta un modelo de handcycle con dos ruedas traseras y una adelante en donde se monta el sistema de tracción y sistema de frenado, el asiento del ciclista se ajusta para acercar a la manivela, el peso del VTH es de 24kg aproximadamente, puede soportar hasta 160kg y los pies del ciclista reposan sobre un sistema alojado en el eje delantero.

Figura 1. Concepto VTH tipo Handcycle A

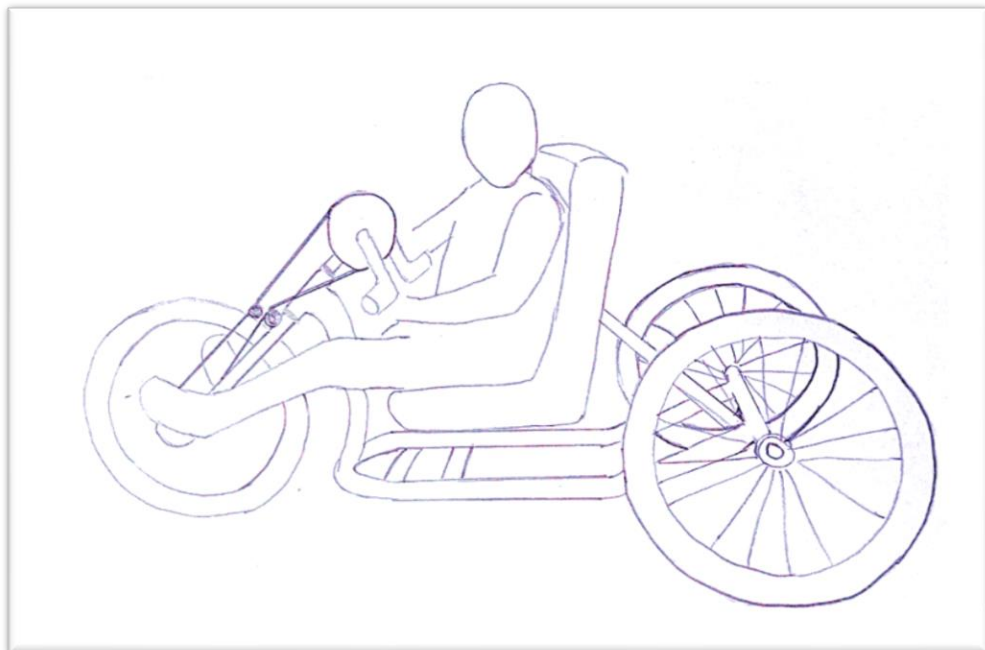


Tabla 7. Características del concepto VTH tipo Handcycle A

Dimensiones analizadas	Descripción	Dato
Ancho	Entre el eje y las dos ruedas	0.70 m
Largo entre ejes	No considera los neumáticos	1.68 m
Altura	No especifica, se asume	1.05 m
Sistema arrastre	En rueda delantera, manual	cuantitativo
Sistema de freno	Manual en dos ruedas	cuantitativo
Posición del ciclista	Sentado con piernas adelante	cuantitativo
Asiento	En chasis, con respaldar	cuantitativo
Grado de complejidad		
Costo aproximado	No especifica, se asume aprox.	\$3,000.00

Nota. No especifica datos, sin embargo, se asumió en función de otros VTH parecidos y disponibles en el mercado.

4.1.6. Concepto de VTH tipo Handcycle B

El concepto adecuado (Patiño Moreno & Muñoz García, 2019) presenta un modelo de handcycle con dos ruedas traseras y una adelante en donde se monta el sistema de tracción y sistema de frenado, el asiento del ciclista se puede ajustar en altura y aproximación a la manivela, los pies del ciclista son sostenidos por un apoyo en el chasis,

Figura 2. Concepto VTH tipo HandCycle B



Tabla 8. Características del concepto VTH tipo Handcycle B

Dimensiones analizadas	Descripción	Dato
Ancho	Entre el eje y las dos ruedas	0.65 m
Largo entre ejes	No considera los neumáticos	1.30 m
Altura	No especifica, se asume	1.45 m
Sistema arrastre	En rueda delantera, manual	cuantitativo
Sistema de freno	Tambor, en dos ruedas	cuantitativo
Posición del ciclista	Sentado con piernas reposadas	cuantitativo
Asiento	En chasis, con respaldar	cuantitativo
Grado de complejidad		
Costo aproximado	No especifica, se asume aprox.	\$2,800.00

Nota. No especifica datos sin embargo, se asumió en función de otros VTH parecidos y disponibles en el mercado.

4.1.7. Concepto de VTH tipo Handcycle C

El concepto adecuado (Sánchez Sánchez , 2015) presenta un modelo de handcycle donde el ciclista se encuentra arrodillado en unos soportes adaptados a un sillín y un apoya-pecho, dos ruedas delanteras y una atrás en donde se monta el sistema de tracción y frenado, el asiento del ciclista se puede ajustar en altura y aproximación a la manivela y el pecho, los pies del ciclista son sostenidos por un apoyo en el chasis

Figura 3. Concepto VTH tipo Handcycle C

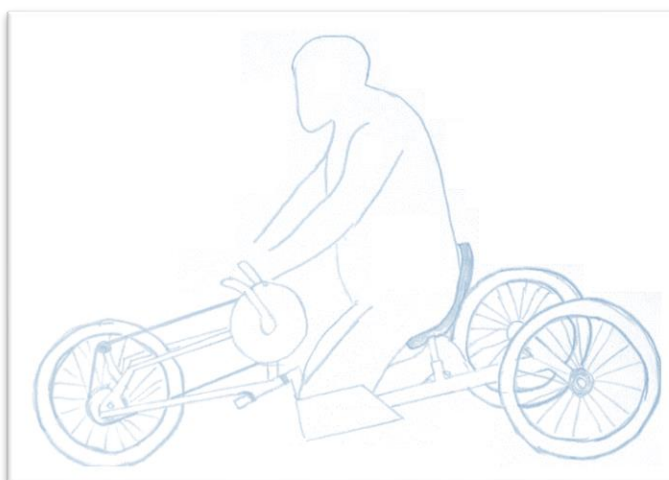


Tabla 9. Características del concepto VTH tipo Handcycle C

Dimensiones analizadas	Descripción	Dato
Ancho	Entre el eje y las dos ruedas	0.80 m
Largo entre ejes	No considera los neumáticos	1.40 m
Altura	No especifica, se asume	1.45 m
Sistema arrastre	En rueda trasera, manual	cuantitativo
Sistema de freno	Tambor, en dos ruedas	cuantitativo
Posición del ciclista	Rodillas y piernas reposadas	cuantitativo
Asiento	En chasis con apoya pecho	cuantitativo
Grado de complejidad		
Costo aproximado	No especifica, se asume aprox.	\$3,500.00

Nota. No especifica datos, sin embargo, se asumió en función de otros VTH parecidos y disponibles en el mercado.

4.1.8. Concepto de VTH tipo Tricycle D

El concepto adecuado (Rivera Lasso & Gonzales Murcia, 2022) presenta un modelo adaptado de triciclo donde la fuerza se transmite al pedalear, cuenta con mayor estabilidad, el arrastre se encuentra en las ruedas traseras y el ciclista puede ser sujetado con arnés a la silla.

Figura 5

Figura 4. Concepto VTH tipo Handcycle D



Tabla 10. Características del concepto VTH tipo Handcycle D

Dimensiones analizadas	Descripción	Dato
Ancho	Entre el eje y las dos ruedas	0.67 m
Largo entre ejes	No considera los neumáticos	1.45 m
Altura	No especifica, se asume	1.38m
Sistema arrastre	En rueda trasera, Pedal	cuantitativo
Sistema de freno	Tambor, en dos ruedas	cuantitativo
Posición del ciclista	Sentado y sujeto con arnés	cuantitativo
Asiento	En chasis	cuantitativo
Grado de complejidad		
Costo aproximado	No especifica, se asume aprox.	\$2,500.00

Nota. No especifica datos, sin embargo, se asumió en función de otros VTH parecidos y disponibles en el mercado.

4.1.1. Concepto de VTH tipo Tricycle E

El concepto se presenta comercialmente y en las recomendaciones presenta un triciclo donde la fuerza se transmite al pedalear, cuenta con menor estabilidad, el arrastre se encuentra en la rueda traseras y el ciclista se apoya en el timón, este modelo ofrece mejor dirección al pedalear.

Figura 5. Concepto VTH tipo Handcycle E



Tabla 11. Características del concepto VTH tipo Handcycle E

Dimensiones analizadas	Descripción	Dato
Ancho	Entre el eje y las dos ruedas	0.70 m
Largo entre ejes	No considera los neumáticos	1.45 m
Altura	No especifica, se asume	1.70 m
Sistema arrastre	En rueda trasera, Pedal	cuantitativo
Sistema de freno	Independiente en las ruedas	cuantitativo
Posición del ciclista	Sentado	cuantitativo
Asiento	Del tipo sillín	cuantitativo
Grado de complejidad		
Costo aproximado	No especifica, se asume aprox.	\$2,500.00

4.2. Selección del Tipo de diseño de concepto

Tabla 12. Evaluación de los conceptos

Criterios de selección	Importancia	Concepto A		Concepto B		Concepto C		Concepto D		Concepto E	
		Valoración	Ponderado	Valoración	Ponderado	Valoración	Ponderado	Valoración	Ponderado	Valoración	Ponderado
Transitable en ciclovia	15%	3	0.09	4	0.12	2	0.06	4	0.12	5	0.15
Peso adicional	15%	5	0.15	5	0.15	3	0.09	5	0.15	3	0.09
Seguridad	10%	5	0.1	5	0.1	4	0.08	5	0.1	3	0.06
Confort al ciclista	10%	4	0.08	5	0.1	4	0.08	4	0.08	4	0.08
Adaptabilidad al ciclista	15%	4	0.12	4	0.12	5	0.15	3	0.09	5	0.15
Piezas comerciales	10%	3	0.06	4	0.08	4	0.08	4	0.08	5	0.1
Fabricación de chasis	5%	3	0.03	4	0.04	4	0.04	5	0.05	5	0.05
Estabilidad	10%	3	0.06	5	0.1	3	0.06	5	0.1	4	0.08
Costo fabricación	10%	4	0.08	4	0.08	3	0.06	4	0.08	3	0.06
Total	100%		0.77		0.89		0.70		0.85		0.82

Nota: Elaboración propia del autor, y tomando como referencia las recomendaciones en las entrevistas.

Escala de valoración:

1 = Total mente en desacuerdo

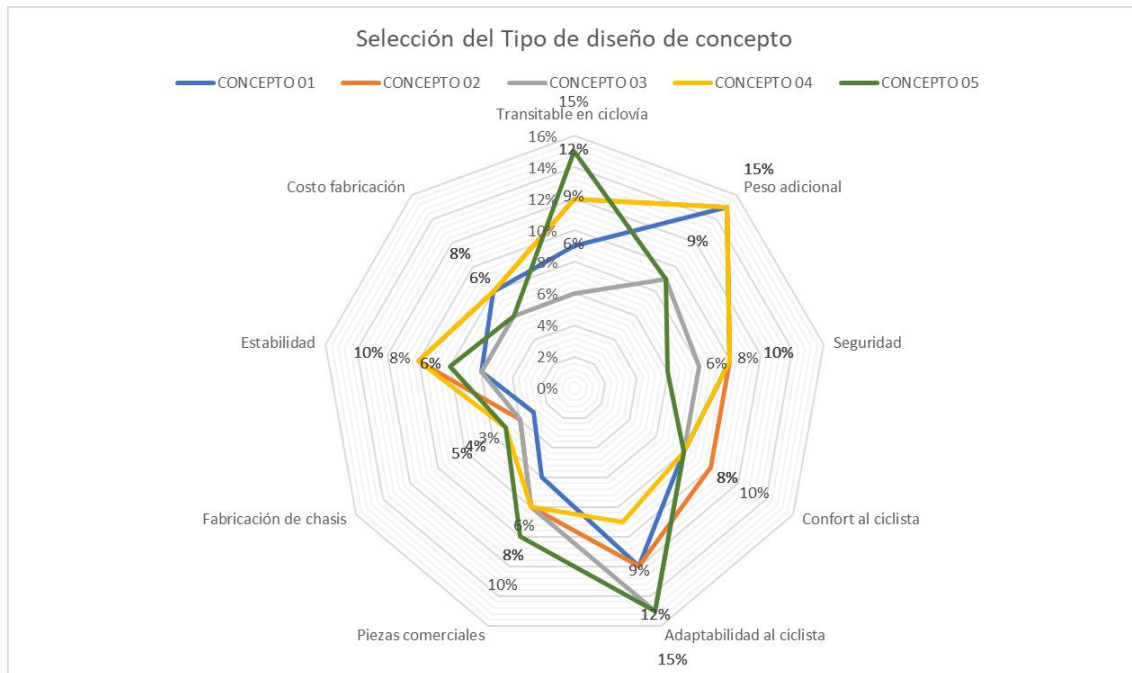
2 = En desacuerdo

3 = Indiferente o neutro

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Gráfico 3. Selección del Tipo de diseño de concepto



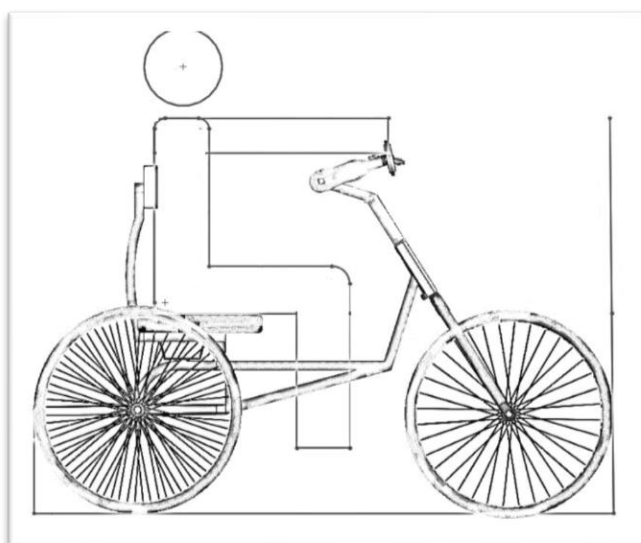
Nota: Se toma en cuenta los datos que sobresalen en el gráfico radial para tomar como referencia en el diseño.

Podemos observar que en el gráfico radial que el concepto 4, tiene mayor ponderación en 5 de 9 de los criterios seleccionados, destacando en los criterios peso adicional, seguridad, fabricación de chasis, estabilidad y costos para fabricación. En segundo lugar, en los criterios: transitable en ciclovía, confort de ciclista y piezas comerciales. Sin embargo, el rubro menos favorecido es el de adaptabilidad al ciclista, puesto que los cuadros de chasis y piezas no se adaptan a cambios para distrito tipos de usos.

4.3. Configuración del vehículo de tracción humana

Inicialmente se desarrolló una idea para el concepto propuesto, para ello se consideran las dimensiones descritas en la tabla 13.

Figura 6. Bosquejo del Tipo de diseño de concepto propuesto



Nota: las dimensiones de la persona y el VTH se encuentran en proporción a las dimensiones reales.

Tabla 13. Consideraciones para el diseño del concepto elegido

Dimensiones analizadas	Descripción	Dato
Ancho	En el eje y las dos ruedas	0.70 m
Largo	Entre rueda trasera y delantera	1.70 m
Altura ciclista	Desde el piso al casco ciclista	1.40 m
Altura de la silla	Referencia el piso y asiento	0.58 m
Altura de respaldar	Referencia el asiento y espalda-hombros	0.55 m
Angulo de dirección	Referencia el piso y la horquilla	62° a 73°
Manubrio	Dimensión entre pecho y eje	0.45 m
Dimensión de ruedas	Delantera y trasera	0.60 m
Dimensión horquilla	Desde eje rueda al soporte en chasis	0.38 m
Eje de horquilla	Diámetro interno	0.38 m
Eje del pedaliar	Largo y diámetro interno	73 y 42mm
Eje dirección chasis	Apoyo de horquilla y dirección	150mm
Sistema arrastre	Rueda delantera accionado manual	Piñones-cadena
Sistema de freno	Independiente en las ruedas	Adaptable al ciclista
Fuerza de tracción	Fuerza del ciclista con las manos	Manos simultaneo
Material	Para el chasis	aluminio
Posición del ciclista	Sentado	cualitativo
Asiento	Reposo de glúteos y respaldar	cualitativo

Nota: se consideran las dimensiones para el modelo utilizando una herramienta CAD.

Las consideraciones descritas en la tabla se realizaron teniendo en cuenta, las referencias de los modelos anteriormente descritos y evaluados, también se presentan las consideraciones para desplazarse en las ciclovías, y las dimensiones antropomorfas que los usuarios del VTH, para ello en la tabla 14 se presenta información sobre las dimensiones de las personas (**Ávila Chaurand, Prado León, & Gonzales Muñoz, 2007**)

Tabla 14. Medidas antropomorfas de una persona sentada

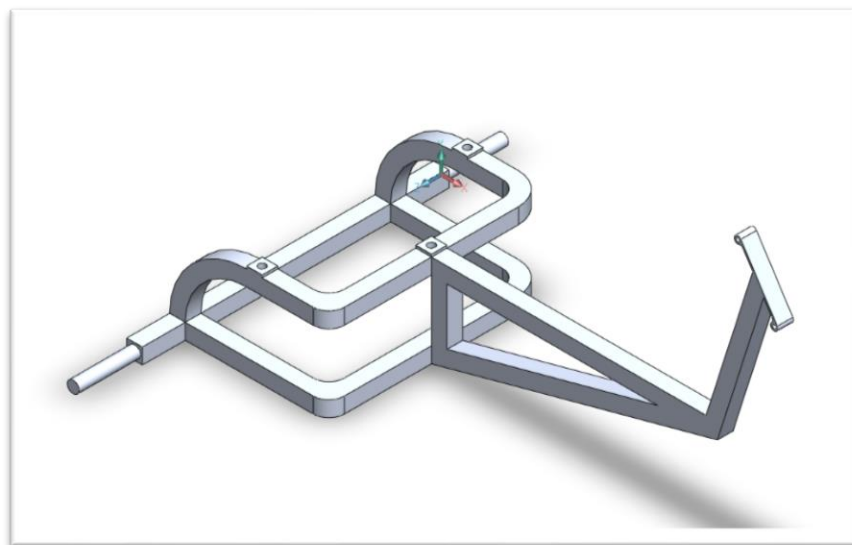
Dimensiones analizadas	Descripción	Dato
Altura sentada erguido	Desde el asiento a la cabeza	0.83 m
Altura acromial	Desde el asiento al hombro	0.55 m
Altura radial	Desde el asiento al codo	0.23 m
Altura acromial	Desde el asiento a la rodilla	0.55 m
Alcance anterior brazo	Brazo extendido	0.65 m
Altura muslo	Desde el asiento al regazo	0.14 m
Altura rodilla	Desde la rodilla a la planta del pie	0.48 m
Dimensión de ruedas	Delantera y trasera	0.60 m
Ancho caderas	Sentado en glúteos	0.37 m

Nota: dimensiones consideraras para estatura de 1.60 metros, edad de 20 a 59 años.

4.3.1. Diseño de la estructura del Chasis

Con los datos preliminares se elaboró la propuesta de diseño del casis considerando las dimensiones y exigencias de los usuarios, se tomó en cuenta las dimensiones de una persona al momento de sentarse, extender los brazos y al acercar las manos al manubrio, quedando el modelo del chasis tal como sigue:

Figura 7. Diseño de chasis



Nota: Chasis para contener el peso del ciclista, ruedas traseras y se une a el sistema de dirección mediante un accionamiento mecánico.

Se propuso un modelo de chasis elaborado de un perfil tubular cuadrado en aluminio de 30mm x 1.5mm de espesor que se encuentra comercialmente disponible y del mismo modo, se puede unir las piezas mediante soldadura. Para la forma geométrica del chasis se consideró como referencia, el bosquejo con dimensiones iniciales de las piezas que se adquieren comercialmente, luego en el desarrollo en CAD se

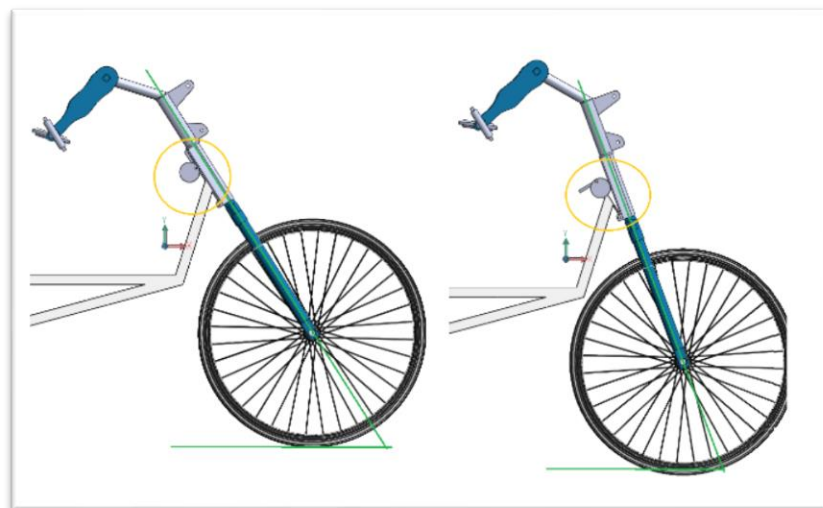
realizaron las dimensiones del eje, las curvas, uniones y longitudes de tubos considerando las dimensiones iniciales.

4.3.2. Diseño del sistema de la dirección

Se desarrolló un sistema para la dirección del VTH, teniendo en cuenta las dimensiones de la horquilla que comercialmente se encuentran disponible en el mercado, las dimensiones consideradas se encuentran en la table 13.

Para poder unir al chasis en sistema de dirección, se propone un acople tipo biela con la intención de variar el ángulo de dirección. Inicialmente tenemos un ángulo de 73° considerando el nivel del suelo, y recomendado para una maniobra en espacios reducidos, puesto que permite girar con facilidad, (ángulo en bicicletas de dos ruedas para ciclismo en carretera) y un ángulo de 62° para poder tener mayor control del VTH en tramos rectos donde se requiera ir a mayor velocidad. El mecanismo se presenta en la siguiente figura

Figura 8. Diseño del sistema de dirección con dos ángulos



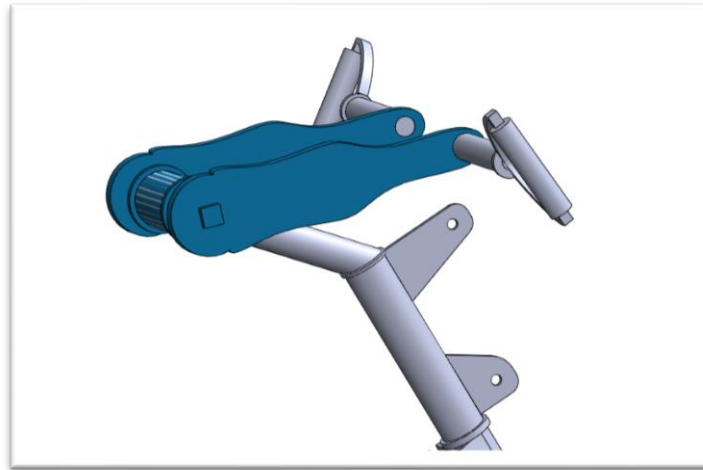
4.3.3. Diseño del manubrio.

El juego bielas, el plato de velocidades y el juego de pedalier, se encuentran disponibles comercialmente y en diferentes marcas, se diseñó la masa, que es el alojamiento donde se ubica el pedalier tomando las dimensiones del mismo.

Para mantener la posición erguida del ciclista, se calculó el ángulo del pedalier que llegue hasta la altura del pecho y la extensión del brazo para que pueda maniobrar con normalidad, del mismo modo para tener mayor estabilidad al direccionar el desplazamiento del VTH.

Otro punto a tener en cuenta es el diseño los apoyos de las manos para ello se presenta un sistema de movimiento síncrono tipo biela, apoyado en dos manivelas de movimiento giratorio y dos carrileras para los piñones guías de la cadena.

Figura 9. Diseño del manubrio del VTH



4.4. Selección de elementos del VTH comerciales

Se seleccionaron los elementos que se encuentran disponibles en el mercado para las bicicletas y que pueden ser adaptadas a el vehículo de tracción humana que se presenta, existen marcas reconocidas que ya tienen en sus catálogos estos elementos.

Ruedas traseras

Se escogió las ruedas del tipo WL-Mt601-TI 275 con las siguientes características. **(SHIMANO INC, 2022)**

Tabla 15. Características de la ruedas traseras y delantera

Descripción	Características comerciales
Modelo	MH-MT601TL-R12-275
Posición	Rueda trasera
Método de fijación	E-THRU de 12mm
Tipo de material	Aluminio
Diámetro de la rueda	27,5"
Disponibilidad de velocidades	MTB de 12 Velocidades
OLD Trasero	142 mm
Peso	1195 g
Frenado	Por disco en ambas ruedas

Nota: Características según catálogo.

Sistema de transmisión.

Debido a las características similares del movimiento biela-manivela de una bicicleta normal al pedalear y una impulsada con las manos, se han considerado un sistema de transmisión con las características eficientes disponibles en los proveedores comerciales (**SHIMANO, 2022**).

Tabla 16. Características de sistema de transmisión.

Descripción	Características comerciales
Modelo	Alivio M3100
Freno	BR-T4000 Tipo V-BRAKE
Manillar freno	BL-MT200 Hidráulico (2/3 dedos)
Cambio velocidad	SL-M3100-R (3 cambios)
Desviador	RD-M3100-SGS (3 cambios)
Piñones	CS-HG400-9 Cassette 9 velocidades
Juego bielas	FC-MT210-B2 (2x9 velocidades)
Pedaliar	BB-UN300 adaptable al aluminio
Cadena	CN-HG53 9 velocidades
Buje delantero	HB-T3000 9 Cassette
Bujes traseros	FH-M475
Peso	2355g

Nota: Características según catálogo modelo ALIVIO-SHIMANO.

4.5. Análisis estático de las piezas del VTH

Utilizando el software SolidWorks, se realizó la simulación del chasis y su reacción a la deformación debido a cargas analizadas en un normal funcionamiento del VTH. Las sujeciones fijas se colocaron alrededor en los ejes donde se alojan las ruedas y en la sujeción al sistema de dirección. Las cargas son establecidas por el peso del ciclista que según la encuesta se determinó en 80kg, el peso de la silla, peso del sistema de transmisión, peso de las cargas de equipajes y/o artículos personales; con ello se determina las cargas que están distribuidas en los apoyos del asiento sobre el chasis. Cargas sobre el vehículo de tracción humana

- Peso de la persona. (Pp)
- Peso adicional. (Pad)
- Peso de accesorios. (Pacc)

Con los pesos calculamos los pesos aplicando al chasis:

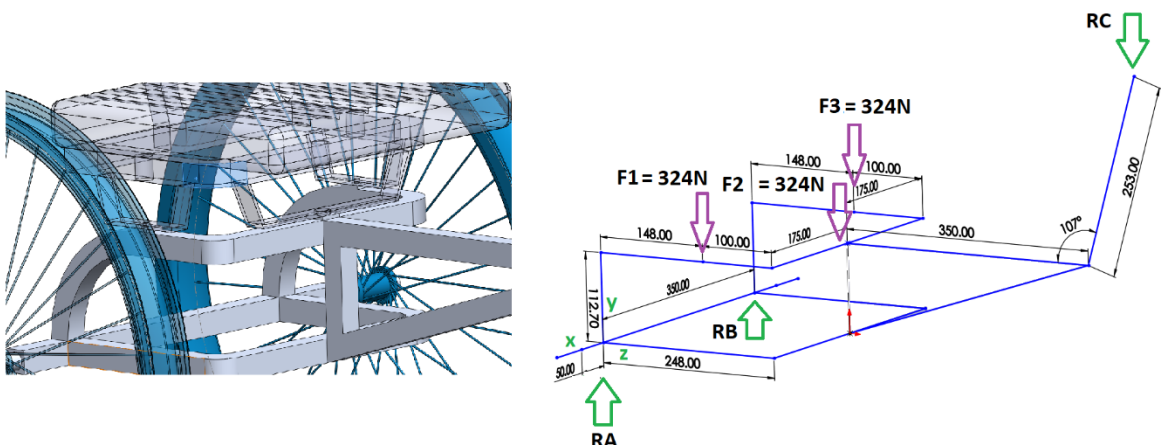
$$F = (Pp(kg) + Pad(kg) + Pacc(kg)) * g\left(\frac{m}{s^2}\right)$$

$$F = \frac{(80(kg) + 12(kg) + 7(kg)) * 9.81\left(\frac{m}{s^2}\right)}{3}$$

$$F1, F2, F3 = 324.N$$

En el diagrama de cuerpo libre se distribuye el peso de la persona directamente sobre el chasis, para ello se ha incorporado tres puntos de apoyo en el diseño.

Figura 10. Reacciones y esfuerzos en el sistema.



Esfuerzos sometidos en RA, al tener una estructura del chasis, soportada sobre dos ruedas y distanciadas simétricamente, se asume que las cargas se encuentran distribuidas en los apoyos de las reacciones en RA y RB.

Torque en RA

$$\vec{T} = (\hat{i})(-)(324N) * (0.148m)$$

$$\vec{T} = 47.95Nm$$

$$\sum Fy : Ry = 0$$

$$\vec{Ry} = (\hat{j}) + 324N$$

Momentos en RA

$$\sum MZ : M_{ZR} - M_{ZF} = 0$$

$$\vec{M}_{ZF} = (\hat{k}) - 324N * 0.05m$$

$$\vec{M}_{ZR} = (\hat{k})16.2Nm$$

$$\vec{M}_{xR} = (\hat{i})47.95Nm$$

Cargas internas en el eje

$$\vec{Ry}_{int} = (\hat{j}) + 324N$$

$$\vec{M}_{ZRint} = (\hat{k})16.2Nm$$

$$\vec{M}_{xRint} = (\hat{i})47.95Nm$$

Esfuerzos causados por las reacciones internas.

$$\sigma_x = \frac{M_{z,Rint} * C}{I}$$

$$\sigma_x = \frac{16.2Nm * 0.015m}{\frac{\pi * 0.03m^4}{64}}$$

Esfuerzo cortante causado por la flexión $\sigma_x = 6111.549KPa$

$$\tau = \frac{T * \rho}{Ip}$$

$$\tau_{xz} = \frac{47.95N * 0.015}{\frac{\pi * 0.03^4}{32}}$$

Esfuerzo cortante causado por la flexión $\sigma_x = 9044716.45KPa$

Con los datos encontrados se generó en el software la comprobación correspondiente obteniendo los siguientes resultados.

Figura 11. Análisis estático del chasis – Tensión de Von Mis

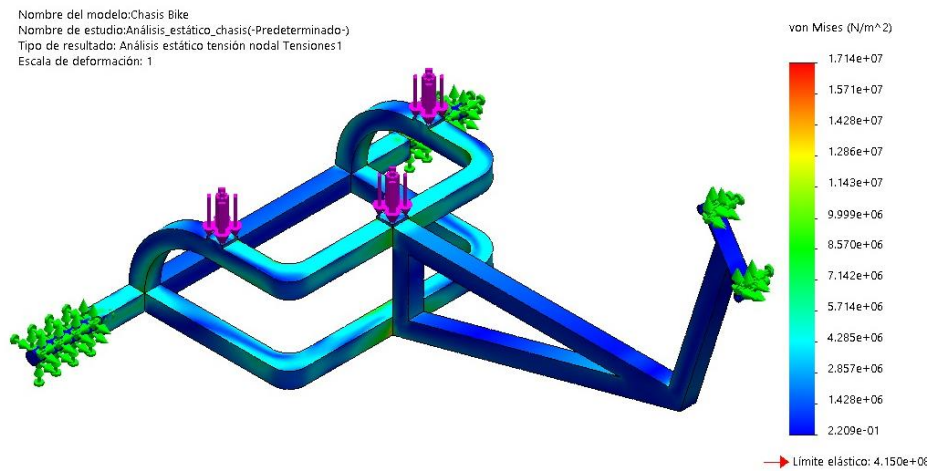
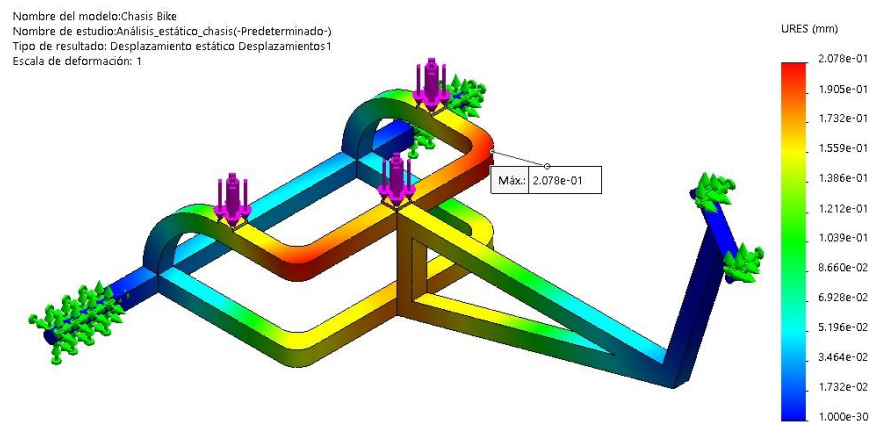


Figura 12. Análisis estático del chasis – Desplazamiento

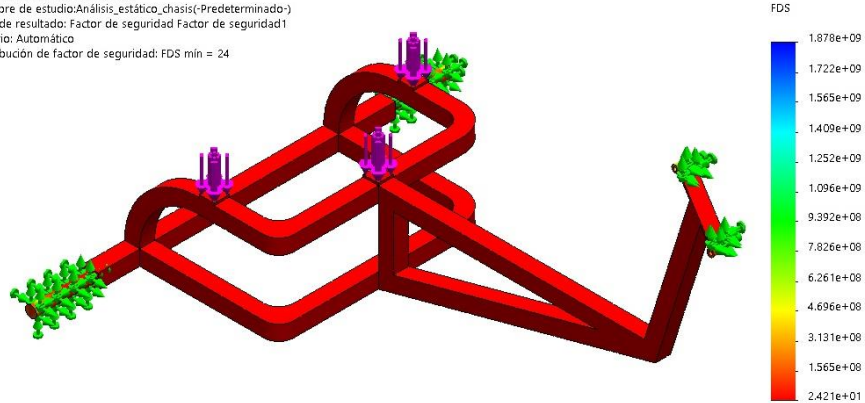


El perfil de aluminio utilizado es el 2024-T6 y su límite de fluencia es de $4.150e+08$ N/m², con la forma geométrica del chasis propuesta se muestra en la figura 10 que en ninguno de sus elementos del chasis sobre pasa el límite de fluencia, el valor máximo en la escala de colores es de $1.714e+07$ N/m². Ante ello se considera que el chasis cumplirá con contener las cargas suministradas.

En la figura 11, el software muestra que el desplazamiento es de $2.07e-01$ (menos de un milímetro) por lo que no muestra una deformación significativa, no es perceptible ni presenta riesgo alguno. El último análisis es mediante el factor de seguridad que en la figura 12 reporta un FDS min = 24, con lo que se muestra que el chasis es confiable para soportar las exigencias de carga.

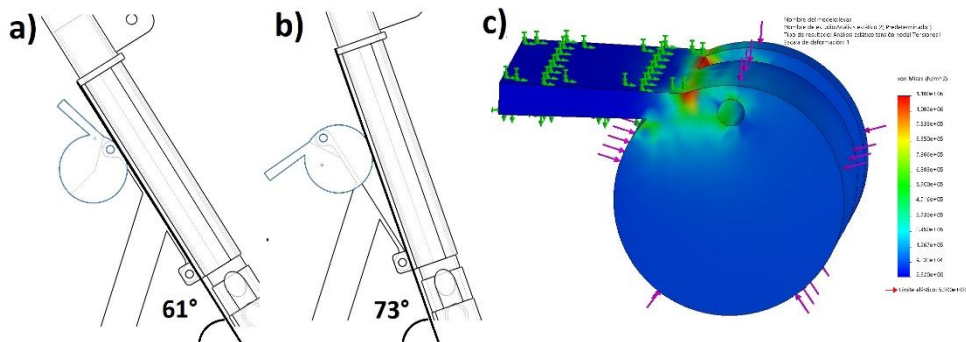
Figura 13. Análisis estático del chasis – Factor de Seguridad

Nombre del modelo: Chasis Bike
 Nombre de estudio: Análisis estático_chasis(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 24



Otro elemento que se analizó estáticamente es el sistema de dirección que permite cambiar el ángulo de dirección de 61° a 73° en la figura 13a y b respectivamente; para tener mayor estabilidad al manejar el VTH, del mismo modo se considero como material para la leva el acero AISI 1045 ideal para levas, con un límite de fluencia de $5.300e+08$ figura 13c

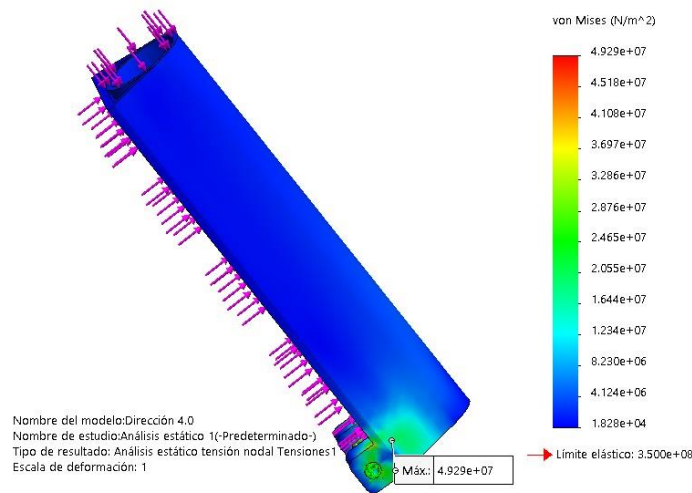
Figura 14. Análisis estático de la leva cambio de dirección



Los resultados muestran que al someter a los esfuerzos de compresión que principalmente que se encuentra la leva, desarrolla una resistencia de $1.180e+06$ N/m² un valor por debajo del límite de fluencia del acero AISI 1045.

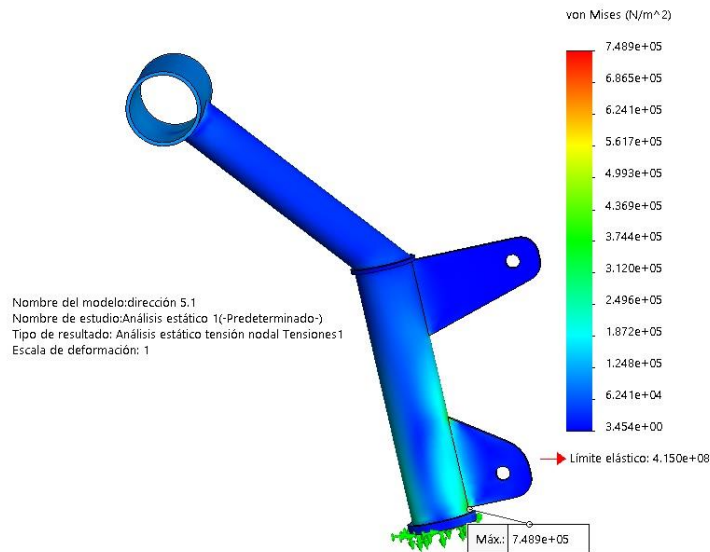
La dirección del Vehículo de Tracción Humana se ha elaborado teniendo en cuenta las dimensiones donde se alojan el eje de la horquilla y el sistema de manubrio, como también la unión mediante un eje que permita establecerse como bisagra.

Figura 15. Análisis estático del sistema de dirección



Por último, el manubrio también fue considerado dimensionarlo puesto que se determinó con las dimensiones antropomorfas de la extensión del brazo, para maniobrar y se consideró su elaboración de aluminio como el utilizado en el chasis.

Figura 16. Análisis estático del manubrio



El límite de fluencia de fluencia es de $4.150e+08$ N/m², la propuesta que se ha evaluado considerando los perfiles comerciales nos muestra un nivel de $7.489e+05$ N/m² muy por debajo del límite, lo que nos permite considerar que no debe tener problemas en someterse a las cargas y no presentar problemas.

IV.4. Estudio Analítico

En este apartado se hace una serie de cálculos para elegir la relación de transmisión haciendo uso de características eficientes disponibles en los proveedores comerciales (SHIMANO, 2022), para ellos se tiene como consideraciones para el cálculo, la velocidad máxima de circulación de este tipo de vehículos (10 km/h). Otra consideración es cuando el ciclista alcance esta velocidad cuando está girando los pedales a razón de dos vueltas por segundo. La última consideración de la que partiremos es que el plato será de 25 dientes.

Para el cálculo tenemos que:

$$N_1 \cdot D_1 = N_2 \cdot D_2$$

Donde

N_1 → Número de dientes de la rueda motriz

$$N_1 = 25$$

N_2 → Número de dientes de la rueda conducida (Lo que queremos calcular)

D_1 → Velocidad angular de la rueda motriz

$$D_1 = 2 \text{ vuelta } | s = 4 \pi \text{ rad } | s$$

D_2 → Velocidad angular de la rueda conducida

$$V = \omega \cdot r$$

De donde

$$V = 6 \text{ km } | h = 1.67 \text{ m } | s$$

$$r = 8'' = 0.2032 \text{ m}$$

Resolviendo tenemos que

$$\omega = \frac{V}{r} = \frac{1.67}{0.2032} = 8.2 \text{ rad } s$$

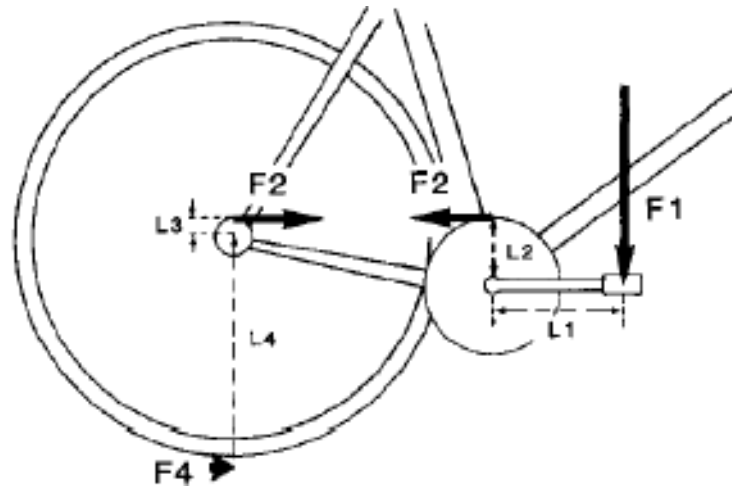
Sustituyendo en la primera ecuación tenemos:

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot D_1}{D_2} = \frac{25 \cdot 4\pi}{8.2} = 38.3$$

Por lo tanto el **piñón** tendrá **38 dientes**.

A continuación se hará un cálculo para ver la fuerza que tiene que ejercer el niño en el momento del arranque, para ello se considerará que el niño tarda en llegar a los 6 km/h 5 segundos.

Para ello haremos uso de la siguiente ecuación.



En la figura se muestra la Distribución de fuerzas en transmisión de bicicleta

De donde:

$$F = \frac{L_1 \cdot L_3 \cdot F}{L \cdot L} \cdot 1$$

Por tanto tenemos que:

- $F_4 = m \cdot a$

De donde

- $m \rightarrow$ Masa del conjunto = 105 kg

$m_{ciclista} = 80 \text{ kg}$

$m_{vth} = 25 \text{ kg}$

- $a \rightarrow$ Aceleración teniendo en cuenta que llega a los 6 km/h en 5 s

$$a = \frac{V}{t} = \frac{1.67}{5} = 0.33 \text{ m/s}^2$$

Por tanto la fuerza que hay que ejercer para moverse será:

$$F_4 = 105 \cdot 0.33 = 34.65 = 35 \text{ N}$$

- $L_1 \rightarrow$ Longitud de al biela

$$L_1 = 0.115 \text{ m}$$

- $L_2 \rightarrow$ Radio primitivo del plato $L_2 = 0.050665m$
- $L_3 \rightarrow$ Radio primitivo del piñón $L_3 = 0.0769m$
- $L_4 \rightarrow$ Radio de la rueda $L_4 = 0.2032m$

Con los datos de la siguiente tabla, de los cuales los radios primitivos han sido sacados , correspondientes a la serie ISO 606 81-1 para 25 y 38 dientes, estaremos en disposición de saber la fuerza que tendrá que hacer el niño en el momento del arranque.

Tabla de Dimensiones de Plato y Piñón del sistema de transmisión

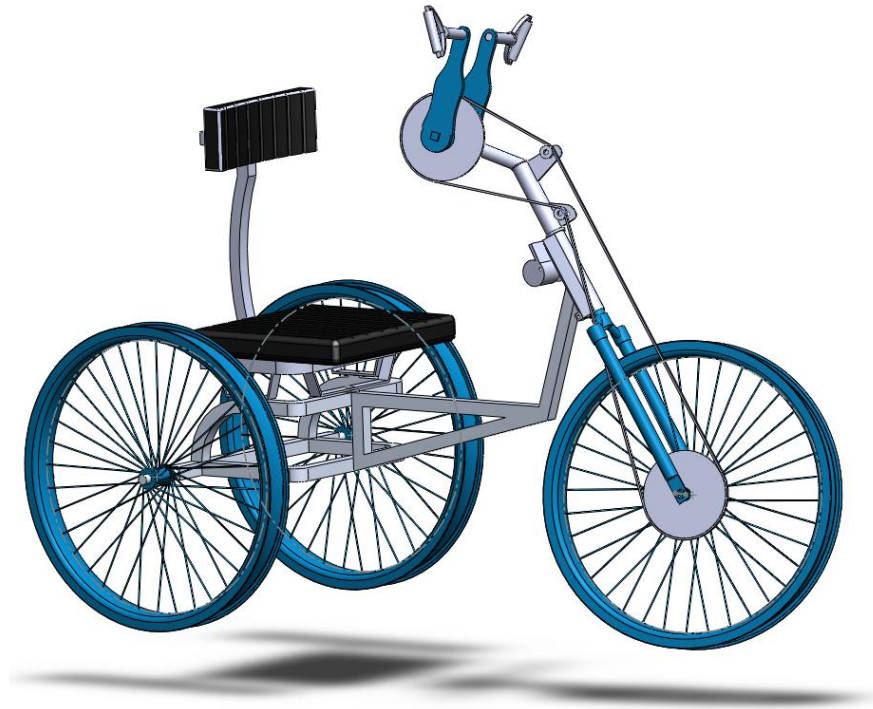
	Plato	Piñón
Número de dientes	25	38
Diámetro primitivo	101.33	153.80
Diámetro exterior	107.6	160.1

$$F_1 = F_4 \cdot \frac{L_2 \cdot L_4}{L_1 \cdot L_3} = 35 \cdot \frac{0.050665 \cdot 0.2032}{0.115 \cdot 0.0769} \rightarrow \boxed{F_1 = 40.74\text{N}}$$

$$1\text{N} = 0.102\text{kgf}$$

Por tanto el niño, tendrá que hacer una fuerza en el momento del arranque de 4.2 kg, es decir que con cada mano tendrá que hacer una fuerza aproximada de 2.1 kg.

Figura 17. Propuesta evaluada del Vehículo de Tracción Humana



V. DISCUSIÓN

La implementación de las ciclovías, son promovidas por los organismos gubernamentales del país con la finalidad de promover un transporte limpio y libre de agentes contaminantes al medio ambiente por otro lado permite a los usuarios mantener un ritmo de vida saludable y evitar las aglomeraciones donde existe la probabilidad de contagio por covid-19.

Inicialmente se realizaron entrevistas a un grupo de personas que presentaban restricciones en su movilidad debido a discapacidad o son adultos mayores, los resultados de la entrevista nos muestran las necesidades que ellos requieren para poder movilizarse utilizando un vehículo de tracción humana en relación al promedio que pesa una persona, un peso adicional por el equipaje o artículos personales, tipo de discapacidad que presenta, tipo de vehículo que podrían utilizar para desplazarse en una ciclovía, en este punto se tomó como referencia las categorías de los ciclistas Handcycle de las competencias paraolímpicas en carretera, así como su apreciación con respecto a la importancia respecto a la seguridad, estabilidad. También se realizó una revisión documental de la normatividad vigente para implementar ciclovías en el país la información obtenida nos mostró que se requieren un espacio para el confinamiento mínimo de 0.60 y 0.80 metros como máximo de ancho, en la mayoría de ciclovías de una dirección de 2 direcciones o ambos sentidos también se encontró información sobre el largo máximo que un vehículo puede medir para transitar en estas ciclovías, así como la velocidad máxima que pueden alcanzar de 30 km/h las secciones curvas para el ángulo de giro máximo e información sobre las señales de tránsito a cumplir.

Con los resultados de la encuesta y los requerimientos técnicos para transitar en una ciclovía, se evaluó qué tipo de vehículo de tracción humana era el que necesitaban las personas con movilidad reducida y cumplía los requisitos para transitar en las ciclovías, para ello se evaluaron cinco propuestas en una matriz de ponderación obteniendo mayor puntaje el modelo tipo D y realizando la configuración de elementos y piezas para el diseño del Vehículo de Tracción Humana; en

comparación (Vega Moreira, 2015), quien también realiza una encuesta a los usuarios posterior a su propuesta de modelo, podemos afirmar que la metodología para obtener la información, previo al diseño del VTH, es la adecuada porque permite tener información legal para el cumplimiento de las normas peruanas y atender las necesidades específicas de los ciclistas que para el caso de la propuesta, considera el tipo de movilidad reducida que presentan y la manera de adaptar a un vehículo de tracción humana.

Con la información previa, se realizó una revisión de las posibles piezas o elementos que se encontraban disponibles en el mercado, y de la marca Shimano se seleccionó las ruedas con su sistema de freno por disco y tracción, el sistema de arrastre que comprende los piñones, cadena y el pedalier. Con ello sus dimensiones para adaptarse al VTH. El diseño del detalle en CAD del chasis se consideró utilizar un perfil de aluminio 2024-T6 tipo tubo cuadrado de 30mm x 2 mm que permite realizar uniones a través de un proceso de soldadura y que se encuentra comercialmente disponible. El sistema de dirección se realizó mediante un mecanismo que permitiera adaptar el manubrio y desplazar la dirección del mismo de 73 a 62° con respecto al piso esto con la intención de dar una mayor estabilidad al momento de manejar en tramos largos y rectos, por otro lado, el diseño del manubrio que se dimensionó utilizando las medidas del pedalier, dotando de un ángulo de inclinación que permita acceder al ciclista con los brazos extendidos para poder generar el impulso mecánico.

En comparación con (Cango Cango & Espinoza Reyes, 2019), quien fabrica un modelo de "Tribike" para personas de la tercera edad, y recomienda antes de fabricar realizar un modelo para evaluar su eficiencia y funcionalidad; la propuesta de la presente investigación, realiza el diseño en CAD y evalúa su funcionamiento, considerando las dimensiones antropomorfas de la persona en cuanto al movimiento de las manos para alcanzar al pedalier, las dimensiones de una persona sentada y las dimensiones de los elementos que se adquieren

comercialmente en función de las fichas técnicas que presentan. De esta manera se obtiene un modelo que dimensionalmente es funcional para el promedio de las personas encuestadas.

Una vez completado el diseño del Vehículo de Tracción Humana en el CAD, se procedió con el análisis cada una de las piezas diseñadas en CAD. Del chasis y mediante un análisis estático, se utilizó una herramienta computacional evaluado la resistencia de la estructura para soportar las cargas del peso del ciclista, accesorios y peso adicional por equipaje, donde el valor máximo alcanzado es de 1.714×10^7 N/m², un valor menor al límite de fluencia para el aluminio 2024-T6 que es de 4.150×10^8 N/m²; el desplazamiento en milímetros que es cuanto se deforma la estructura del chasis cuando se somete a las cargas, nos muestra que llega al valor de 2.07×10^{-1} milímetros, por lo que se considera despreciable y que no representa un riesgo alguno y finalmente el factor de seguridad que reporta un FDS min = 24 con lo que se demuestra que la estructura puede soportar las cargas a las que es sometida. Del mismo modo se evaluó el Sistema de Dirección, que comprende: el alojamiento de la Horquilla que sustenta la rueda delantera, el manubrio adaptado al impulso de las manos y el sistema de cambio del ángulo de dirección en el VTH; la Leva del mecanismo de cambio de ángulo presenta una resistencia de 1.180×10^6 N/m², la Dirección con un valor máximo de 4.929×10^7 N/m² son valores por debajo del límite de fluencia del acero AISI 1045 que es de 5.300×10^8 y el manubrio en 7.489×10^5 N/m² por debajo de límite de fluencia del aluminio en 4.150×10^8 N/m². En todos los casos se utilizó dimensiones de perfiles comerciales para manufacturar y pueden soportar las cargas a las que es sometida.

En comparación con (Fajardo Cabanzo & Veira Arevalo, 2019) y (Vega Moreira, 2015), quienes manifiestan que un vehículo de tracción Humana debe soportar por lo menos un FD = a 2.92 y que el diseño debe soportar las cargas de los usuarios analizando en una herramienta computacional, podemos mostrar los resultados que nuestra propuesta si puede soportar las cargas descritas anteriormente.

VI. Conclusiones

El diseño de un vehículo de tracción Humana que permita cumplir con la reglamentación para transitar en una ciclovía para personas con movilidad reducida, ha sido evaluado y presenta las siguientes conclusiones:

Mediante una encuesta a las personas con movilidad reducida, se logró recopilar información para poder atender el requerimiento para utilizar un VTH considerando datos para el diseño, así como determinar el nivel de complejidad en la movilidad de los encuestados, la información documental nos brindó datos sobre las distancias máximas de un vehículo para transitar en las ciclovías.

El diseño del VTH, se diseñó mediante los datos previos y considerando los elementos que comercialmente se seleccionarían, utilizando el CAD se dimensionó el chasis, sistema de dirección y manubrio, considerando la funcionalidad de las personas en función al cálculo de las dimensiones antropomorfas de una persona sentada y la extensión de sus extremidades; con ello se logró un diseño de chasis que se conecta al sistema de dirección y la inclinación de el manubrio hasta las dimensiones de la personas.

La validación de que el VTH, pueda soportar las cargas a las que es sometido en el funcionamiento, se evaluó mediante una herramienta computacional de simulación en chasis, el sistema de dirección y el manubrio; los parámetros evaluados fueron: la resistencia al límite de fluencia, desplazamiento y el factor de seguridad, obteniendo resultados en el chasis de es de $1.714e+07$ N/m² para el límite de fluencia, 2.07e-01 milímetros en el desplazamiento y un factor de seguridad de FDS min = 24, valores por debajo del límite de fluencia del perfil tubo cuadrado de 30 x 1.5 mm del aluminio 2024-T6, lo que permite concluir que el chasis si puede soportar las cargas a las que es sometido. El sistema de dirección permite variar el ángulo de dirección de 73° a 61° respecto al piso con un sistema tipo leva diseñado con el acero AISI 1045 ideal para

estas aplicaciones, la leva ofrece aun nivel de resistencia a la fluencia de $1.180e+06 \text{ N/m}^2$, la dirección $4.929e+7 \text{ N/m}^2$ valores inferiores al del Acero AISI 1045 y el manubrio $7.489e+05 \text{ N/m}^2$ menor al límite de fluencia del aluminio 2024-T6.

Ante ello se concluye que el diseño propuesto del Vehículo de tracción Humana si permite transitar por las ciclovías y soportar las cargas a las que es sometido en el funcionamiento, brindando seguridad y estabilidad de manejo a las personas.

VII. Recomendaciones

El diseño conceptual del VTH deberá continuarse hasta llegar a un diseño industrial y paralelamente debe verse su fabricación de tal manera que se vaya corrigiendo cual error de diseño.

El chasis y el sistema de suspensión se pueden reforzar de acuerdo al peso de la persona y el manubrio se puede adquirir en la marca de su preferencia.

Al Vehículo de tracción humana se le puede acondicionar un motor eléctrico, el cual ayudara a disminuir en su totalidad el esfuerzo de manejo de las personas con movilidad reducida.

En este tipo de proyectos, en donde es necesario adquirir accesorios de fabricación externa, se hace de gran utilidad, por motivos de disminución de costos, búsqueda de patrocinadores potenciales de estos mismos elementos para de cierta manera apaciguar el costo total del VTH.

VIII. Referencias

- Adi Himarosa, R. (2020). Design, Frame Analysis and Manufacture of Handcycle Prototype. *Bukittinggi International Conference on Education*, 1-7.
- Ávila Chaurand, R., Prado León, L. E., & Gonzales Muñoz, E. L. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6>
- Budynas, R. G., & Nisbett, K. J. (2008). *SHIGLEY'S MECHANICAL ENGINEERING DESIGN*. México, D. F.: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Cango Cango, B. A., & Espinoza Reyes, A. G. (01 de Octubre de 2019). *Diseño y construcción de un Trike Bike Híbrido configurado para personas de la tercera edad como alternativa de movilidad*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18064>
- CIP. (1 de Junio de 2021). *Colegio de Ingenieros del Perú*. Obtenido de PRINCIPIOS Y OBJETIVOS: http://www.cip-trujillo.org/inicio/institucion/quienes_somos/principios_objetivos#a
- Comité Paralímpico Español. (05 de Mayo de 2021). *Ciclismo Paralímpico*. Obtenido de <https://www.paralimpicos.es/deportes-paralimpicos/ciclismo>
- Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad. (26 de Diciembre de 2018). *Conadis*. Obtenido de Informe Estadístico Multisectorial: Aproximaciones sobre la discapacidad en el Perú: <https://www.conadisperu.gob.pe/observatorio/biblioteca/informe-estadistico-multisectorial-aproximaciones-sobre-la-discapacidad-en-el-peru/>
- COPACI. (02 de Abril de 2022). *Confederación Panamericana de Ciclismo*. Obtenido de Documentos Vigentes: <https://www.copaci.org/pdfs/es/REGLAMENTO%20GENERAL%20UCI%20ESPANOL.pdf>
- DS N° 012-2018-VIVIENDA. (5 de Agosto de 2018). Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Accesibilidad 2018-2023. *Plan Nacional de Accesibilidad 2018-2023*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/183081-012-2018-vivienda>.
- El Comercio. (13 de Abril de 2021). *COVID-19 en transporte público: identifican más de mil paraderos donde hay alto nivel de contagio*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/lima/transporte/covid-19-en-transporte-publico-identifican-mas-de-mil-paraderos-en-donde-hay-alto-nivel-de-contagio-atu-coronavirus-en-peru-noticia/>
- Esteban Nieto, N. T. (2018). *TIPOS DE INVESTIGACIÓN*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187
- Fajardo Cabanzo, C. J., & Veira Arevalo, S. (18 de Setiembre de 2019). *Diseño y construcción de un Vehículo de Tracción Humana (VTH) tipo triciclo, como alternativa al transporte urbano en*

la ciudad de Bogotá. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Repositorio Institucional: <http://hdl.handle.net/11349/15747>

Hernández Siampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.

Municipalidad de Lima. (09 de Abril de 2017). *Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas*. Obtenido de (P. Calderón, C. Pardo, & J. J. Arrué, Eds.): <https://www.despacio.org/wp-content/uploads/2017/04/Manual-Lima20170421.pdf>

OMS Organización Mundial de la Salud. (13 de Diciembre de 2020). *Preguntas y respuestas sobre la transmisión de la COVID-19*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>

Organización Mundial de la Salud. (07 de Mayo de 2020). Consideraciones de discapacidad durante el brote de COVID-19. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332015>.

Organización Panamericana de la Salud. (3 de Junio de 2020). *La bicicleta, movilización segura y saludable en tiempos de COVID-19: 3 de junio, Día mundial de la bicicleta*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/noticias/3-6-2020-bicicleta-movilizacion-segura-saludable-tiempos-covid-19-3-junio-dia-mundial>

Pardo, C. F., Zapata Bedolla, S., Ramirez Vavela, A., Ramirez Corrales, D., Espinoza Oviedo, J., Hidalgo, J., . . . Cucunuba, Z. (2021). COVID-19 and public transport: an overview and recommendations applicable to Latin America. *Infectio*, 182-188.

Patiño Moreno, A., & Muñoz García, J. (2019). Obtenido de DISEÑO DE LOS MECANISMOS DE ACCIONAMIENTO DE UNASILLADERUEDAS CON HANDBIKE: https://autofabricantes.org/wp-content/uploads/2019/10/TFM_alvaro_pati%C3%B1o.pdf

Rivera Lasso, E. F., & Gonzales Murcia, M. (Mayo de 2022). *Repositorio ECCI*. Obtenido de TRICICLO ELÉCTRICO ESTILO CHOPPER: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2034/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RM N° 0694-2020-MTC/01.02. (12 de Octubre de 2020). Resolución Ministerial N° 0694-2020-MTC/01.02. *Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/1264666-0694-2020-mtc-01-02>. Obtenido de <https://img.lpderecho.pe/wp-content/uploads/2020/10/Anexo-RM-0694-2020-MTC-Guia-implementaci%C3%B3n-sistemas-transporte-sostenible-no-motorizado-LP.pdf>

Rui-Wamba Martija, J. (2010). *La Ingeniería de la Bicicleta*. Madrid: Artes gráficas Palermo.

Sánchez Sánchez, J. C. (Octubre de 2015). *Diseño y análisis estático de una Handbike*. doi:doi:10.1016/j.proeng.2010.04.126

SHIMANO. (02 de Junio de 2022). *SHIMANO Serie M3100*. Obtenido de SHIMANO Modelo Alivio: <https://bike.shimano.com/es-ES/product/component/alivio-m3100.html>

SHIMANO INC. (2 de Junio de 2022). *Catálogo Shimano 2021*. Obtenido de https://issuu.com/shimanobrasil/docs/catalogo_shimano_2021_lowr

Tokyo 2020 Paralympic Games. (05 de Mayo de 2021). *Ciclismo en ruta*. Obtenido de <https://olympics.com/tokyo-2020/es/paralimpicos/deportes/ciclismo-en-ruta/>

Union Cycliste Internationale. (1 de Enero de 2021). *Parte XVI: Paraciclismo (Versión el 01.01.2021)*. Obtenido de UCI CYCLING REGULATIONS: <https://www.uci.org/docs/default-source/rules-and-regulations/16-par-20210101-e.pdf>

Vega Moreira, J. J. (01 de Agosto de 2015). *Diseño y construcción de la carrocería de un triciclo monoplaza eléctrico para personas con discapacidad en sus extremidades inferiores*. Obtenido de Repositorio Dspace: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12035>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, TEJEDA PONCE ALEX DEYVI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE UN VEHICULO DE TRACCION HUMANA PARA EL USO DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA EN LAS CICLOVIAS DE LA CIUDAD", cuyo autor es MIRANDA LEIVA JOHAN ISMAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 19 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TEJEDA PONCE ALEX DEYVI DNI: 42219417 ORCID: 0000-0001-9844-1100	Firmado electrónicamente por: ATEJEDA el 26-07- 2022 13:15:53

Código documento Trilce: TRI - 0352133