

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO:

**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE HANDBIKE CON ASISTENCIA
ELÉCTRICA ACOPLABLE A UNA SILLA DE RUEDAS”**

AUTORES:

JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUEZADA

JORGE IVÁN SÁNCHEZ QUEZADA

TUTOR:

ING. WILSON PATRICIO CALLE GUAMANTARIO, Msc

CUENCA - ECUADOR

2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jairo Fernando Sánchez Quezada con documento de identidad N° 1104996697 y Jorge Iván Sánchez Quezada con documento de identidad N° 1104911357, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: "**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE HANDBIKE CON ASISTENCIA ELÉCTRICA ACOPLABLE A UNA SILLA DE RUEDAS**", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, mayo del 2020



Jairo Fernando Sánchez Quezada
C.I. 1104996697



Jorge Iván Sánchez Quezada
C.I. 1104911357

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE HANDBIKE CON ASISTENCIA ELÉCTRICA ACOPLABLE A UNA SILLA DE RUEDAS”**, realizado por Jairo Fernando Sánchez Quezada y Jorge Iván Sánchez Quezada, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, mayo del 2020



Ing. Wilson Patricio Calle Guamantario, MsC
C.I. 0103551057

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Jairo Fernando Sánchez Quezada con documento de identificación N° 1104996697 y Jorge Iván Sánchez Quezada con documento de identificación N° 1104911357, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE HANDBIKE CON ASISTENCIA ELÉCTRICA ACOPLABLE A UNA SILLA DE RUEDAS”**, certificamos que el total contenido de este *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, mayo del 2020



Jairo Fernando Sánchez Quezada
C.I. 1104996697



Jorge Iván Sánchez Quezada
C.I. 1104911357

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros padres Luis Antonio Sánchez Campoverde y Rosa María Quezada Granda, quienes con su gran apoyo incondicional y sacrificio nos pudieron apoyar para estudiar esta linda carrera para nuestro futuro.

Igualmente a mis hermanas que de una u otra forma nos ayudaron en el trayecto de nuestra preparación, haciendo grandes esfuerzos para que nuestros padres nos pudieran enviar a estudiar en la ciudad de Cuenca.

De la misma manera, a todas las personas que nos apoyaron, en especial a las familias Astudillo Faicán y Angamarca Angamarca, que con su apoyo y su trato especial supieron llegar a nosotros como unos padres en nuestra formación académica.

Jairo Sánchez y Jorge Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a Dios por darnos la salud, fortaleza sabiduría y sobre todo la fe, para forjar de nosotros personas buenas y dedicadas a nuestra profesión.

A nuestros padres Luis Antonio Sánchez Quezada y Rosa María Quezada Granda, que a lo largo de nuestra carrera universitaria siempre estuvieron apoyándonos, sin importar las adversidades e inconvenientes que se presentaban, siempre motivándonos e impulsándonos a ser excelentes profesionales.

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, que entregaron sus conocimientos con dedicación para nuestra formación tanto académico como personal.

A todos los miembros del Camino Neocatecumenal, San Juan Pablo Segundo en la Ciudad de Cuenca, que se han portado como una verdadera familia, apoyándonos y brindándonos el ánimo, apoyo, fuerza y coraje, para poder continuar lejos de nuestra familia

Agradezco a todos mis compañeros, y personas con quienes compartimos momentos inolvidables en esta etapa de estudiante universitario.

Jairo Sánchez y Jorge Sánchez

RESUMEN

El presente trabajo consiste proponer diseño de un prototipo de handbike con asistencia eléctrica acoplable a una silla de ruedas, con la finalidad de obtener un prototipo con características innovadoras, hoy en día en el mercado nacional.

Inicialmente se realiza un estudio en base al tipo del medio de movilidad, las clasificaciones de las sillas según la norma UNE-EN 12184, además se destacada el entorno médico de los pacientes con deficiencias físicas puntualizando con énfasis la paraplejia, también se realiza un enfoque en el ámbito legal de las normas pertinentes presididas a nivel nacional e internacional. En la última sección del primer capítulo, se analiza las consideraciones del diseño que detallan los parámetros de antropometría junto con los aspectos para la selección de los componentes que van a constituir al diseño del handbike.

Una vez identificado los problemas se procede al diseño del dispositivo del mismo que se debe cumplir con características técnicas y mecánicas, debe ser ergonómico y funcional. Para el diseño y la simulación se utiliza el software Solidworks y Ansys 17.1, el diseño se realiza en base a los percentiles de antropometría de 22 usuarios ecuatorianos, del cual se manejan fundamentos que se utilizarán para realizar el cálculo estático de fuerzas junto con las iteraciones realizadas para obtener un diseño optimo en el mallado y adquirir buenos resultados permitiendo que solución sea lo más cercano a la realidad.

Finalmente se presenta un diagrama de proceso que detalla las fases de manufactura de construcción y ensamble del prototipo, además se presenta un análisis de precios unitarios con el objetivo de examinar la factibilidad de construcción del handbike.

Palabras claves: antropometría, paraplejia, percentil, iteraciones, mallado.

ABSTRAC

The present work consists of the design of a prototype of a handbike with electric assistance that can be attached to a wheelchair, in order to obtain a prototype with innovative characteristics in the national market.

Initially, a study was carried out based on the type of mobility medium, the classifications of the chairs according to the UNE-EN 12184 standard, and the medical environment of patients with physical deficiencies was highlighted, emphasizing paraplegia with emphasis, an approach was also carried out in the legal field of the pertinent norms presided at national and international level. In the last section of the first chapter, the design considerations that detail the anthropometry parameters are analyzed together with the aspects for the selection of the components that will constitute the design of the handbike.

Once the problems are identified, the device is designed, which must comply with technical and mechanical characteristics, must be ergonomic and functional. For the design and simulation, the Solidworks and Ansys 17.1 software are used, the design is made based on the anthropometry percentiles of 22 Ecuadorian users, from which fundamentals that will be used to perform the static calculation of forces are managed together with the iterations made to obtain an optimal design in the mesh and acquire good results allowing the solution to be as close to reality as possible.

Finally, a process diagram that details the manufacturing phases of construction and assembly of the prototype is presented, as well as an analysis of unit prices in order to examine the feasibility of construction of the handbike.

Keywords: anthropometry, paraplegia, percentile, iterations, meshing.

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN	3
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRAC.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 1: CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES	14
1.1. HANDBIKE 14	
1.1.1 Tipos de Handbike.....	15
1.1.2 Soporte de Rueda delantera (rueda conductora).....	16
1.1.3 Sillas de ruedas	17
1.1.4 Enfoque del proyecto	27
1.2. BENEFICIARIOS DEL HANDBIKE 27	
1.2.1 Introducción.....	27
1.2.2 DISCAPACIDAD	28
1.2.3 Datos mundiales sobre la discapacidad	29
1.2.4 CIFRAS DE DISCAPACIDADES EN EL ECUADOR.....	30
1.2.5 TIPOS DE DICAPACIDAD.....	30
1.2.6 Enfoque del proyecto	34
1.3. MARCO LEGAL 34	
1.3.1 Accesibilidad	34
1.3.2 Constitución política del Ecuador.....	39
1.3.3 Ley orgánica de discapacidades	39
1.3.4 Enfoque del proyecto	40
1.4. CONSIDERACIONES DEL DISEÑO 40	

1.4.1 Definición de Antropometría.....	40
1.4.2 Clasificación de la antropometría	41
1.4.3 Descripción de medidas antropométricas.....	42
1.4.4 Antropometría en las personas con paraplejia.....	44
1.4.5 Medidas Antropométricas para el desarrollo de una silla de ruedas	47
1.4.6 Características generales de la silla de ruedas de propulsión manual.....	51
1.4.7 Descripción del proceso de selección de los elementos técnicos necesarios para el Handbike	52
CAPITULO 2: DISEÑO DEL PROTOTIPO	52
2.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO	53
2.1.1 Determinantes en relación con el usuario.....	53
2.1.2 Determinantes en relación al producto	56
2.2. DISEÑO Y ANÁLISIS DE SIMULACIÓN EN SOFTWARE	59
2.2.1 Diseño Mecánico.....	59
2.2.2 Esquema Eléctrico	67
CAPITULO 3: RESULTADOS Y FACTIBILIDAD	67
3.1 Análisis de resultados y factibilidad	68
3.1.1 Análisis de resultados.....	68
Para las simulaciones finales se asignó en el software las siguientes configuraciones:.....	68
Bastidor: Acero ASTM A36	68
Acoples rápidos: Acero al carbono	68
Soportes y fuerzas: Según lo especificado en la tabla 16	68
3.1.2 Proceso de manufactura	72
3.1.3 Análisis de precios unitarios	73
3.2 Análisis de Factibilidad	77
3.3 Conclusiones	78
Referencias bibliográficas	79
ANEXOS	81

|

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Handbike eléctrico para silla de ruedas.....	15
Figura 2: Soporte de rueda delantera.....	17
Figura 3: Silla de ruedas manual	18
Figura 4: Personas Con discapacidades.....	28
Figura 5: Datos de discapacidades según su tipología.....	29
Figura 6: Personas con discapacidades Físicas.....	30
Figura 7: Clasificación de discapacidades físicas.....	31
Figura 8: Personas con paraplejia.....	32
Figura 9: Anchura mínima para personas en silla de ruedas	33
Figura 10: Anchura cuando las personas se cruza ocasionalmente	33
Figura 11: Anchura cuando las personas se cruzan regularmente	34
Figura 12: Anchura cuando las personas se cruzan continuamente.....	34
Figura 13: Anchura cuando hay un estrechamiento ocasional.....	34
Figura 14: Anchura para pasar por la puerta	34
Figura 15: Desnivel en acera	35

Figura 16: Pendientes longitudinales.....	36
Figura 17: Pendiente transversa.....	37
Figura: 18 Carta antropométrica de personas con paraplejia en posición sedente.....	39
Figura 19: Carta antropométrica de personas con paraplejia en posición de pie.....	40
Figura 20: Ficha de adquisición de medidas relevantes y su nomenclatura.....	42
Figura 21: Vista frontal de persona con paraplejia.....	44
Figura 22: Vista lateral de persona con paraplejia.....	45
Figura 23: Parámetros de diseño seleccionados.....	48
Figura 24: Dimensiones máximas de la silla de ruedas de propulsión manual.....	49
Figura 25: Características de un producto para un buen diseño.....	51
Figura 26: Vista lateral de medidas establecidas para el diseño de la Handbike.....	52
Figura 27: Vista frontal de medidas establecidas para el diseño de la Handbike.....	53
Figura 28: Kit de luces para bicicletas.....	56
Figura 29: Bocina tipo timbre.....	56
Figura 30: Cinturón de retención en silla.....	57
Figura 31: Diagrama de cuerpo libre del handbike.....	58
Figura 32: Zonas críticas del mallado.....	60
Figura 33: Element Metrics.....	61
Figura 34: Mallado Estructurado.....	61
Figura 35: Mallado no estructurado.....	62
Figura 36: Detalles de la malla.....	63
Figura 37: Representación gráfica de la calidad de la malla.....	64
Figura 38: Esquema Eléctrico.....	64
Figura 39: Soporte y Fuerzas asignadas.....	65
Figura 40-a: Deformación total por default de Ansys.....	66
Figura 40-b: Deformación total con malla modificada en Ansys.....	66
Figura 41-a: Esfuerzo Von Mises por default de Ansys.....	67
Figura 41-b: Esfuerzo Von Mises con malla modificada en Ansys.....	68
Figura 42-a: Factor de seguridad análisis de Ansys.....	68
Figura 42-b: Factor de seguridad con malla modificada en Ansys.....	69
Figura 43: Proceso de manufactura del Handbike.....	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del Handbike según el modo de propulsión.....	16
Tabla 2. Propiedades de los materiales para la silla de ruedas.....	19
Tabla 3: Características de los motores.....	21
Tabla 4: Anchura total de la silla de ruedas y diámetro de la rueda.....	23
Tabla 5: Ajustes del respaldo y asiento.....	24
Tabla 6: Regulaciones de brazos y reposa piernas.....	24
Tabla 7: Nomenclatura de medidas antropométricas de mayor uso.....	41
Tabla 8. Carta antropométrica para personas con paraplejia.....	43
Tabla 9: Carta antropométrica para personas con paraplejia.....	43

Tabla 10: Valores de los parámetros de diseño	46
Tabla 11: Medidas establecidas.....	52
Tabla 12: Medidas establecidas.....	53
Tabla 13: Parámetros de la inclinación de mallado	60
Tabla 14: Parámetros de la calidad ortogonal del mallado	60
Tabla 15: Configuración del mallado en Ansys	63
Tabla 16: Soportes y fuerzas asignadas.....	65
Tabla 17: Datos de deformación – Handbike	66
Tabla 18: Datos de esfuerzo (Von Mises) – Handbike.....	67
Tabla 19: Análisis de precios unitarios de la fabricación de la silla de ruedas.....	71
Tabla 20: Análisis de precios unitarios de la fabricación del soporte delantero.....	72
Tabla 21: Análisis de precios unitarios del kit Motor-rueda.....	73
Tabla 22: Costo total de la Propuesta 1	74
Tabla 23: Costo total de la Propuesta 2	74

INTRODUCCIÓN

Hoy en día hay personas que padecen de muchas restricciones a la movilidad, por lo que en muchos casos son discriminados, lo cual genera un desanimo en las mismas sobre todo en aquellas que necesitan de una tercera persona para poder movilizarse. Esto tiene como consecuencia una reducción a la inclusión social, ya que ellos consideran importante saber cómo les observan la sociedad y la opinión que tienen de ellos. Este grupo de personas llevan

consigno algún tipo de discapacidad, entre ellas las personas con paraplejia, las mismas que dependen de dispositivos para poder movilizarse.

Las sillas de ruedas convencionales o motorizadas se diseñaron en base a las necesidades y características de las personas con la finalidad de brindar independencia, logrando elevar su autoestima y seguridad en las actividades cotidianas. Este proyecto está fundamentado en el **“diseño de un prototipo de handbike con asistencia eléctrica acoplable a una silla de ruedas”** para mejorar la capacidad de movilidad de las personas ecuatorianas que, por razones de diseño en las edificaciones, elevado costo de adquisición y características mecánicas, impiden su adquisición en nuestro país.

Inicialmente se da a conocer el dispositivo eléctrico, que ayudara para que la silla de ruedas se propulse sin la necesidad de un ayudante. Una vez conocido el dispositivo, se analizará el estado médico que presenta las personas a las cuales están dirigidas este proyecto. Con la identificación de los problemas se procede al diseño del dispositivo, el mismo que debe cumplir características técnicas y mecánicas; el diseño se basa en el estudio antropométrico de 22 personas ecuatorianas. Posteriormente se desarrolla la simulación de la estructura, dando su mayor perspectiva al diferente tipo mallado y a los resultados obtenidos. Finalmente se realiza un análisis de precios unitarios basado en la adquisición del handbike.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar de un prototipo de handbike con asistencia eléctrica acoplable a una silla de ruedas

Objetivos Específicos

1. Determinar los requisitos para la construcción de un prototipo de asistencia eléctrica mediante el análisis de la bibliografía científica.
2. Diseñar un dispositivo de asistencias eléctrica mediante software de ingeniera para fácil acople en la silla de ruedas.
3. Analizar los resultados y la factibilidad de construcción del prototipo.

CAPITULO 1: CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES

1.1. HANDBIKE

En la actualidad existe un tipo de movilidad diferente de bicicleta, se trata de la handbike, esta consta de tres ruedas: dos posteriores y una delantera propulsora. Se trata de ciclismo adaptado e impulsado con la fuerza de las manos, en donde la fuerza ejercida por el usuario la genera la parte superior del cuerpo. Este sistema de movilidad está enfocado hacia las

personas con algún tipo de deficiencia motriz sobre sus extremidades inferiores o en la columna vertebral como lesiones severas principalmente en la medula espinal (Unknown, 2012).

Hoy en día los avances tecnológicos permiten encontrar gran variedad de diseños, los cuales constan de configuraciones variadas en estructura, disposición de ruedas, sistema de dirección, modo de propulsión. Debido a la demanda de estos dispositivos por parte de los clientes, los productores han creado variedades de productos para movilizarse de manera segura, por esta razón es importante enfatizar la clasificación de estos según el modo de propulsión, más adelante se analizará este tema en el apartado 1.1.1, sin embargo el propósito por el cual fueron diseñadas sigue manteniendo el mismo principio de funcionamiento, que es el ser maniobradas por las extremidades superiores, obteniendo así una gran ventaja gracias a sus tres puntos de apoyo sobre la calzada, brindando mayor estabilidad, seguridad sobre pendientes y curvas pronunciadas. (Sánchez, 2015)



Figura 2: Handbike eléctrico para silla de ruedas

Fuente: Quirimed

1.1.1 Tipos de Handbike

Existe una gran variedad de clasificaciones para el Handbike, para la clasificación según el modo de propulsión se tiene los siguientes tipos.

Tabla 1: Clasificación del Handbike según el modo de propulsión.

Handbike Manual



1. La fuerza de movimiento es realizada por el usuario con la propulsión de las extremidades superiores.

2. Consta de un sistema de frenos convencional.

3. La fuerza de movimiento es realizada por la potencia del motor que se encuentra en la rueda delantera.

Handbike Eléctrico



4. Consta de un sistema de frenos hidráulicos.

Handbike Híbrido



1. Su modo de propulsión puede ser provista por el usuario o por la potencia del motor de la rueda delantera.

2. Consta de un sistema de frenos hidráulicos.

Fuente: Batec Mobility. Elaborado por: Autores

1.1.2 Soporte de Rueda delantera (rueda conductora)

El soporte de rueda delantera consiste de una estructura metálica que sirve de apoyo para la misma y los accesorios eléctricos: motor, batería y los mandos. Está constituido de un sistema de fácil acople que permite montar y desmontar hacia la silla de ruedas en cualquier momento

convirtiéndola en un Handbike, brindando al ocupante movilizarse en exteriores o interiores, ofreciendo una mayor estabilidad y seguridad al momento de utilizar todo el equipo en conjunto.



Figura 3: Soporte de rueda delantera.
Fuente: Batec Mobility

1.1.3 Sillas de ruedas

Es un dispositivo de transporte que consta de un sistema de soporte corporal, 4 ruedas: dos propulsoras y dos direccionales, es utilizado en su mayoría para la movilidad de personas con enfermedades, deficiencias físicas y mujeres embarazadas. Su modo de propulsión se encuentra constituido por la fuerza del mismo usuario o por un asistente.

Según registros históricos la primera silla de ruedas data del año 525 AC, donde se muestra un diferente tipo de mueble con tres ruedas, el cual es impulsado por una tercera persona, pero no es hasta el año 1783 donde John Dawson fabrica la primera silla de ruedas convencional. Posteriormente en el año 1916 se desarrolló en Londres el primer modelo de una silla de ruedas motorizada, partir de esa fecha se han venido realizando cambios en base a las necesidades de las personas, Harry Jennigs un ingeniero de la época construyó la primera silla plegable en 1932, la misma que se ha venido desarrollando hasta los modelos conocidos en la actualidad. (Castanier & Mendía, 2018)



Figura 4: Silla de ruedas manual.

Fuente: SUMEBA

1.1.3.1 Componentes

La silla de ruedas en la actualidad consta de diferentes elementos en su estructura, estos dependen en sí de las necesidades de los pacientes, pero es importante conocer cuáles son los elementos más frecuentes utilizados a la hora de diseñar una silla de ruedas, y los que fueron tomados en cuenta para el desarrollo del presente proyecto son: chasis, asiento, respaldo, reposabrazos, reposapiés, llantas, motores, control-joystick

1. **Chasis:** O también conocido como bastidor donde van alojados las piezas o accesorios que conforman a las sillas de ruedas, según su clasificación encontramos chasis rígidos y plegables.

Los rígidos se caracterizan por ser livianos, económicos y de gran duración

Los plegables sirven para reducir espacio sin embargo se requiere de una mayor potencia para poder trasportarlos.

Las materias primas más utilizadas para la fabricación, se muestra a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Propiedades de los materiales para la silla de ruedas.

Propiedades de la materiales para silla de ruedas	
Acero	Resistente
	Ergonómico
	Fácil Adquisición
	Baja resistencia a la
	Alta conductividad térmica
	Resistencia a la tracción en
	Densidad de 7859 kg/m ³
Aluminio	Larga vida útil
	Ergonomía
	Fácil Adquisición
	Alta resistencia a la
	Densidad de 2700 kg/m ³
	La aleación de la serie
	Resistencia a la tracción de
Titanio	Muy resistente
	Alta resistencia a la
	Elevado costo
	Poca conductividad
	Resistencia a la tracción
	Biocompatible
	Densidad de 4597 kg/m ³
Fibra de carbono	Alta resistencia mecánica
	Buena resistencia a la
	Conductor Térmico
	Se requiere moldes
	Resistencia a la tracción
	Densidad e 1750 Kg/m ³

Fuente: (Carrillo, 2016)

2. **Asiento:** Este componente es primordial por su gran beneficio hacia el ocupante donde se apoya casi en su totalidad el reparto de presiones y la estabilidad, incluyendo el soporte pélvico, puede ser flexible o rígido. El asiento flexible es ajustable, impermeable,

resistente a la abrasión y permite una limpieza fácil: por otra parte el asiento puede ser de poliuretano, grafito, composite, etc.

El asiento debe encontrarse en un plano paralelo con respecto al suelo con un valor de elevación pequeño en la parte delantera para impedir un desplazamiento hacia adelante (Castanier & Mendía, 2018).

Para la elaboración de este componente se debe considerar:

1. Ergonomía
2. Peso
3. Material
4. Dimensiones
5. Costo
6. Adaptabilidad a la silla de ruedas

7. **Respaldo:** Su mayor función es mantener a la espalda en una buena postura, por lo cual proporciona descanso y soporte hacia la columna vertebral evitando la fatiga y permitir una mayor movilidad y seguridad.

Una de las características que hay que considerar para el diseño de respaldos es el ángulo de inclinación, este dependerá del tipo de silla y de la disposición del asiento sobre el chasis y ruedas

La altura dependerá de estudios realizados en cada país de acuerdo a la aplicación que se le da al mismo, como son: las necesidades de los pacientes, medidas antropométricas (percentil 5, 50 y 95), dimensiones y tipos de sillas de ruedas. Sin embargo según (Castanier & Mendía, 2018) considera un ángulo de inclinación entre 90° -120°

8. **Reposabrazos:** Es utilizado como un apoyo al instante que el usuario tenga la necesidad de levantarse, ejercer alguna fuerza. Su objetivo principal es brindar descanso a los

brazos del mismo. Según (Castanier & Mendía, 2018) la altura ideal se encuentra nivel del codo cuando el paciente se encuentre en posición sedente.

9. **Reposapiés:** Su propósito es de resistir el peso de los miembros inferiores, tiene una gran influencia en la correcta posición sedente, buena postura del tronco, mejora la transferencia de peso y estabilidad del usuario en curvas pronunciadas o pendientes. Tomando en consideración la parte ergonómica los reposapiés deberían ser de 90° sin embargo impide el libre giro de las ruedas delanteras (Castanier & Mendía, 2018)
10. **Ruedas:** Las sillas de ruedas constan de ruedas motrices y direccionales, son las que permiten el desplazamiento y soportan todo el peso de las sillas de ruedas, incluso con el ocupante. Las llantas posteriores son motrices, de mayor diámetro y reciben toda la potencia del motor o pueden ser propulsadas por la fuerza del paciente; las llantas direccionales son de menor diámetro, lo cual ayudan a mantener dirección y desplazamiento, estas se encuentran constituidas por: ruedas, horquillas y casquillo (Castanier & Mendía, 2018)
11. **Motores:** Suministran la velocidad y potencia a las llantas de las silla de ruedas con el fin de evitar esfuerzos y fatigas para el usuario, existen diferentes tipos, entre los más conocidos se presentan a continuación en la tabla 3

Tabla 3: Características de los motores.

Características de los motores	
Motores	Características
Con escobillas	Son los más comunes en la silla de redas eléctricas comerciales.
	Accionamiento simple, basta en conectar a la fuente de alimentación.
	Si se requiere control de velocidad y sentido de giro es necesario implementar un driver.
	Costo accesible.
A pasos	No requieren una caja reductora para operar a baja velocidad.
	Es necesario agregar un control para ponerlo en marcha.
	Es utilizado en tareas que requieren precisión de posicionamiento.

Servomotor	Incorpora un circuito de control para la velocidad y control.
	Son utilizados en aplicaciones críticas y de mucha precisión.
	Su consumo es reducido.
	Tiene mayor costo.
	En silla de ruedas pueden ser utilizadas para la locomoción de la misma, donde se requieren un control preciso de velocidad y posición.

Fuente: (Carrillo, 2016)

- 12. Control-joystick:** Este dispositivo convierte los movimientos en impulsos eléctricos, los cuales son procesados en tarjetas de control y envían la señal hacia los actuadores permitiendo la movilidad de las silla de ruedas (Castanier & Mendía, 2018).

1.1.3.2 Clasificación general de las sillas de ruedas.

1.1.3.2.1 Clasificación según el tipo de uso

Ya que existe una gran variedad de combinaciones de sillas de ruedas, para facilitar la comprensión según (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2014) clasifica a las sillas de ruedas dependiendo del uso que se les va a dar:

1. **Clase A:** Silla de ruedas compacta y maniobrable que no necesita necesariamente salvar obstáculos
2. **Clase B:** Silla de ruedas suficientemente compacta y maniobrable para algunos entornos interiores y que pueda salvar algunos obstáculos en el interior
3. **Clase C:** Silla de ruedas que no está prevista necesariamente para ser utilizada en entornos interiores y que puede recorrer distancias más grandes y salvar obstáculos en el exterior

1.1.3.2.2 Clasificación según las características de aspecto

La clasificación se ha provisto para dar una indicación general en base a las particularidades de aspecto importante. Añadiendo más cifras, la clasificación puede ampliarse para abarcar detalles complementarios o incluir datos de ensayos si se desea.

Según (Asociación Española de Normalización y Certificación, 1991) describe y utiliza un código de cinco cifras, cada una de las cuales especifica tipos concretos de cada grupo. Cada posición de la clasificación tiene que estar separada por un guion (por ejemplo: 1-1-1-1-1).

Primera cifra: medios de propulsión/ dirección

Los medios de propulsión/dirección de una silla de ruedas se designarán conforme a los tipos siguientes:

Tipo 1- Gobernada por un acompañante, no asistida.

Tipo 2- Accionamiento directo, no asistido, sobre las ruedas traseras, bimanual.

Tipo 3- Accionamiento directo, no asistido, sobre las ruedas delanteras, bimanual

Tipo 4- Conducción por palanca, no asistida, bimanual.

Tipo 5- Conducción monolateral, no asistida.

Tipo 6- Propulsión con el pie, no asistida.

Tipo 7- Controlada por un acompañante, asistida.

Tipo 8- Arrastre por motor eléctrico, dirección manual.

Tipo 9- Arrastre por motor eléctrico, dirección asistida.

Tipo 0- Otras.

Segunda cifra: campo de utilización a partir de la anchura total y de los diámetros de las ruedas.

El diámetro de rueda y la anchura total de la silla de ruedas de designaran tomando en consideración la tabla 4

Tabla 4: Anchura total de la silla de ruedas y diámetro de la rueda.

Diámetro de Rueda Anchura total de la silla	Todas las ruedas inferiores a 260 mm ó 1 ó 2 ruedas inferiores a 180mm	Ruedas grandes superiores a 260 mm, ruedas de 100 mm a 260 mm	Todas las ruedas superiores a 260 mm
Menos de 550 mm	1	4	7
De 550 mm a 660 mm	2	5	8
De 660 mm a 700 mm	3	6	9

Fuente: UNE 111-916-91

NOTA- El valor de la segunda cifra de una indicación de conjunto sobre la aptitud de la silla de ruedas para ser utilizada en un terreno dado y sobre la aptitud del usuario de la silla para efectuar una actividad determina. Otras cifras pueden tener también influencia sobre estos últimos datos. El valor 0 de la segunda cifra indicara cualquier concepción especial, por ejemplo, la de una silla de ruedas con una anchura muy superior a 700mm.

Tercera cifra: ajuste del asiento y del respaldo

La combinación de ajustes del asiento y respaldo se indicará conforme se refleja en la tabla 5.

Tabla 5: Ajustes del respaldo y asiento.

Inclinación del respaldo \ Inclinación del asiento	No regulable	Regulable a mano	Regulable Por asistencia
No regulable	1	4	7
Regulable a mano	2	5	8
Regulable por asistencia	3	6	9

Fuente: UNE 111-916-91

El valor 0 de la tercera cifra indicará que la silla de ruedas se entrega sin asiento o sin respaldo, o que las características de la silla de ruedas responden a un ángulo fijo entre el respaldar y el asiento, y que el conjunto del sistema de soporte para el cuerpo es regulable.

Cuarta cifra: ajuste del brazo y del reposa piernas.

La combinación de regulaciones de brazos y de reposa piernas se indicará como se recoge en la tabla 6.

Tabla 6: Regulaciones de brazos y reposa piernas.

Ángulo del reposapiernas \ Brazo	No regulable	Regulable a mano	Regulable Por asistencia
No regulable	1	4	7
Regulable a mano	2	5	8
Regulable por asistencia	3	6	9

Fuente: UNE 111-916-91

Si la silla de ruedas se entrega con brazos que son ajustables ambos en altura y además desmontables, el valor de la cuarta cifra corresponderá a brazos regulables en altura.

El valor 0 de la cuarta cifra indicará que no se han previsto brazos o reposa piernas.

Quinta cifra: posibilidad de plegado

La forma en que pueden disminuirse las dimensiones totales de la silla de ruedas se designara conforme a los tipos siguientes:

Tipo 1- Sillas de ruedas fijas

Si las dimensiones totales de la silla de ruedas no pueden disminuirse, la quinta cifra será 1.

Tipo 2- Sillas ruedas plegables desplazables sobre ruedas

Si las dimensiones totales de las sillas de ruedas pueden disminuirse en una dirección o en varias sin que sea necesario retirar ninguna pieza y hay posibilidad de utilizar las ruedas para el desplazamiento de la silla de ruedas plegada, la quinta cifra será 2.

Tipo 3- Sillas de ruedas plegables, no desplazadas sobre ruedas

Si las dimensiones totales de las sillas de ruedas pueden disminuirse en una dirección o en varias sin que sea necesario retirar ninguna pieza y al plegar la silla de ruedas no hay posibilidad de utilizar las ruedas para el desplazamiento de la silla de ruedas plegada, la quinta cifra será 3.

Tipo 4- Sillas de ruedas desmontables

Si las dimensiones totales de las sillas de ruedas pueden disminuirse retirando cada una de las partes sin utilizar herramientas, la quinta cifra será 4.

Tipo 5-Sillas de ruedas desmontables/ desplazables sobre ruedas

Si la silla de ruedas es plegable, se pueden disminuir sus dimensiones totales o su masa retirando una o varias piezas sin utilizar herramientas y hay posibilidad de utilizar las ruedas para el desplazamiento de la silla de ruedas, la quinta cifra será 5.

Tipo 6- Sillas de ruedas desmontables/ no desplazables sobre ruedas

Si la silla de ruedas es plegable, se pueden disminuir sus dimensiones totales o su masa retirando una o varias piezas sin utilizar herramientas y el plegado no permite utilizar las ruedas para el desplazamiento de la silla de ruedas plegada, la quinta cifra será 6. (Asociación Española de Normalización y Certificación, 1991)

1.1.4 Enfoque del proyecto

Para un mayor enfoque que proporcione las descripciones en este proyecto, es de vital importancia conocer el elemento que va a ser adicionado la silla de ruedas en este caso se realizó un concepto previo al soporte de la rueda delantera. También es muy importante destacar la clasificación de handbike según su modo de propulsión y en cuál de ellos se centra este trabajo de investigación, por ello se escogió que para este proyecto va a ser un handbike eléctrico.

Según la clasificación de las sillas de ruedas citada con anterioridad UNE-EN 12184 nuestro proyecto está dirigido en la clasificación C: Silla de ruedas que no está prevista necesariamente para ser utilizada en entornos interiores y que puede recorrer distancias más grandes y salvar obstáculos en el exterior.

1.2. BENEFICIARIOS DEL HANDBIKE

1.2.1 Introducción

La ciencia y la tecnología han dado pasos gigantescos en la vida de la civilización para poder proveer de soluciones a múltiples problemas con los cuales el hombre se ha encontrado a través de su existencia; sin embargo, también es verdad que no todos los grupos sociales se han podido beneficiar de éstas soluciones.

Uno de aquellos grupos son las personas con discapacidad; se hace más evidente la desventaja que tienen estas personas cuando se analiza su realidad en países donde el subdesarrollo, la pobreza, la falta de incentivos, mismos que van acompañados de una economía baja: influyen negativamente para ayudarlos a mejorar su modo de vida. La disponibilidad de equipos que cubran la mayor parte de necesidades de quienes los usan, y la capacidad para adquirirlos, enfrenta diferentes realidades contextuales para ellas, mismas que dependen del marco económico regional donde exista la necesidad de su desarrollo e implementación. Es así, que en los países cuyo desarrollo científico siempre ha estado a la

vanguardia, Estados Unidos, Canadá y casi todas las naciones europeas. Las soluciones técnicas para ayudar a desarrollar el nivel de vida de las personas con deficiencias físicas son muy variadas: andadores de marchas, ortesis, prótesis, almohadones, bastones, muletas, trípodes, bipedestadores, grúas.

Las investigaciones pretenden dentro de su desarrollo solucionar muchos problemas que conllevan la restricción de la motricidad en extremidades inferiores del cuerpo en las personas con discapacidades. A través del diseño de equipos y su desarrollo que satisfagan la mayor cantidad de requerimientos de tipo ergonómico en los usuarios.

Cuando una persona padece de una discapacidad física, generalmente lleva consigo muchas desventajas que limita su desenvolvimiento motriz y/o movilidad al transportarse de un sitio a otro, inclusión social, realizar actividades cotidianas, todas ellas impiden su desempeño logrando obtener como resultado una autoestima baja, por esta razón requieren de la asistencia de una segunda persona para realizar sus actividades diarias.

Entre las discapacidades físicas más frecuentes se encuentran las relacionadas con las extremidades inferiores, el origen o la causa de ellas pueden ser diferentes; como traumas medulares o golpes en la cabeza resultado de accidentes automovilísticos, caídas y heridas con armas de fuego, del mismo modo pueden ser causadas por enfermedades músculoesqueléticas, óseoarticulares, neurodegenerativas o cerebrovascular

En los casos en los que existe un déficit total o parcial de control de todo el cuerpo con excepción de la cabeza y los miembros superiores, que impiden al individuo realizar la maniobra ponerse y mantenerse de pie, éste tiende a permanecer excesivos periodos de tiempo sentado en sillas de ruedas o acostado. Causando una serie de trastornos asociados a la posición y a la falta de actividad (Herrera, 2012). Al haber detallado todas las desventajas propuestas que llevan consigo las personas afectadas, es necesario el análisis y la construcción de un medio de movilidad que tenga una disposición de acoplarse a la silla de ruedas. Consiguiendo obtener el desenvolvimiento autónomo para convertirlo en un gran logro para las personas con paraplejia.

1.2.2 DISCAPACIDAD

“Es cualquier restricción o ausencia de la capacidad motriz e intelectual de realizar una actividad en forma normal para un ser humano”. (Ministerio de relaciones laborales & CONADIS, 2013, pág. 35)

Es de gran importancia indicar las deficiencias que dan origen a la discapacidad:

1. Genéticas: Son transferidas desde los padres biológicos hacia los hijos.
2. Congénitas: Son defectos de nacimiento que en consecuencia producen transformaciones estructurales o funcionales, cuando uno o más genes pueden tener un cambio que limita el desarrollo de la gestación. (Ministerio de relaciones laborales & CONADIS, 2013)
3. Adquiridas: “ Causada por traumas y enfermedades producidas después del nacimiento” (Ministerio de relaciones laborales & CONADIS, 2013, pág. 8)



Figura 5: Personas Con discapacidades.

Fuente: Periodistas en español.com

1.2.3 Datos mundiales sobre la discapacidad

La Organización Mundial de la Salud, en el año 2011, publicó el informe mundial sobre la Discapacidad, junto con el Grupo del Banco Mundial en donde resaltan la existencia de más de 1 000 millones de personas con algún tipo de discapacidad física, psicológica, sensorial o intelectual, en el cual representarían el 15% de la población mundial. (Ministerio de relaciones laborales & CONADIS, 2013)

Existen muchos parámetros a considerar en las investigaciones y el de mayor importancia es el porcentaje mencionado anteriormente, el cual constituye un paso significativo en el

desarrollo de ayudas técnicas, que permitan solucionar las necesidades de las personas que tengan algún tipo de discapacidad (Urrutia, 2016)

1.2.4 CIFRAS DE DISCAPACIDADES EN EL ECUADOR

En el Ecuador según (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019) hasta noviembre del 2019 se encuentran registradas 17.359.847 habitantes, entre ellas 475.747 personas conllevan al menos un tipo de discapacidad según (CONADIS, 2019)

Se puede señalar que en el país existen alrededor de:

218.501 personas con discapacidades físicas

104.648 personas con discapacidades intelectuales

55.142 personas con discapacidades visuales

66.089 personas con discapacidades auditivas

24.157 personas con discapacidades psicológicas

TIPO DE DISCAPACIDAD

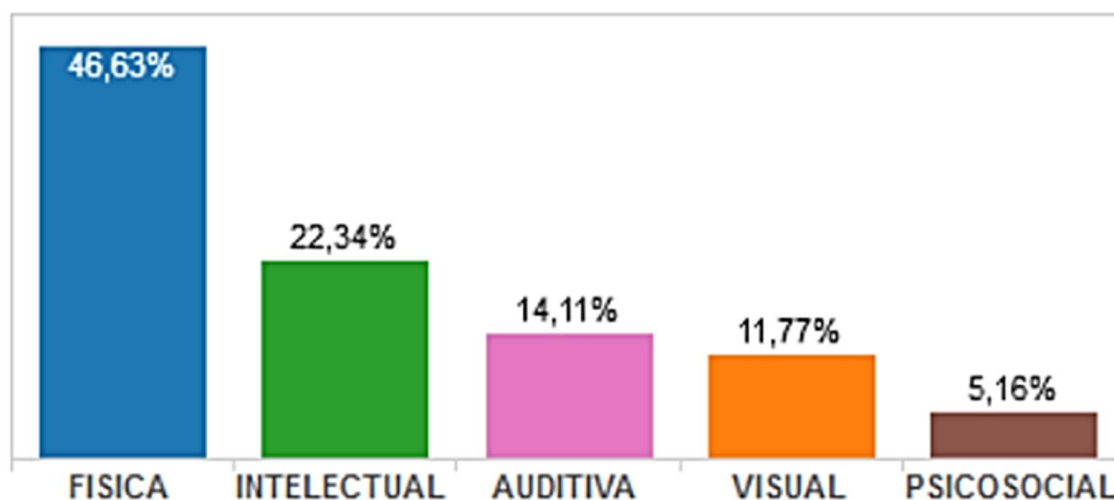


Figura 6: Datos de discapacidades según su tipología.

Fuente: CONADIS 2019

1.2.5 TIPOS DE DISCAPACIDAD

Según (Ministerio de relaciones laborales & CONADIS, 2013) se pueden identificar estadísticas agrupadas por tipo de discapacidad de la siguiente manera:

1. Discapacidad Física
2. Discapacidad Psicológica
3. Discapacidad Intelectual
4. Discapacidad Sensorial (Visual, Auditiva y de Lenguaje).

1.2.5.1. Discapacidad física

Se describe como la carencia funcional de los órganos y del cuerpo que producen dificultad o impedimento para la motricidad (Ministerio de relaciones laborales & CONADIS, 2013, pág. 10).

Para una mayor comprensión de nuestro estudio es de gran importancia especificar las diferentes clases de discapacidad física en la cual está basada el análisis del proyecto. Ver figura 6.



Figura 7: Personas con discapacidades Físicas.

Fuente: Deposit photos

Clasificación
de
Discapacidades
Físicas

Motrices	Sin afectación cerebral	<ul style="list-style-type: none"> • Secueleas de Poliomielitis • Lesión Modular • Amputación 	<ul style="list-style-type: none"> • Miopatías • Malformaciones Congénicas • Espina Bífida
	Con afectación cerebral	<ul style="list-style-type: none"> • Parálisis Cerebral • Accidente cerebro-vascular 	
Por enfermedad	Asma Infantil		
	Epilepsia		
	Hipertónica (Pérdida de conciencia, falta de control de esfínteres, babea, convulsiones)		
	Hipotónica (cierre de párpados en manifestaciones leves, agonías, desfallecimiento total)		
	Dolor crónico		
Mixtas	Enfermedad renal		
	Plurideficiencias		
Según su Origen	Secuelas de hospitalización e inmovilización		
	Origen cerebral	<ul style="list-style-type: none"> • Parálisis Cerebral • Tumores Cerebrales 	
	Origen Espinal	<ul style="list-style-type: none"> • Poliomiélitis anterior aguda • Espina Bífida 	
	Origen Osteoarticular	<ul style="list-style-type: none"> • Tuberculosis Ósea • Artritis 	<ul style="list-style-type: none"> • Amputaciones • Malformaciones Congénitas
	Origen Vascular	<ul style="list-style-type: none"> • Hemorragia Cerebral • Reblandecimiento Cerebral 	
	Origen Muscular	<ul style="list-style-type: none"> • Miopatías o Distrofias musculares 	
Según la localización Topográfica	Monoplejía		
	Hemiplejía		
	Paraplejía		
	Tetraplejía		

Figura 8: Clasificación de discapacidades físicas.

Fuente: (De la cruz, 2013)

1.2.5.1.1 PARAPLEJIA

Es la falta de control motor o carencia en la sensibilidad del tren inferior, causada frecuentemente por las enfermedades de la medula espinal. Así mismo las enfermedades; cerebrales, del sistema nervioso periférico, neuromusculares y musculares también pueden cursar con debilidad bilateral en las piernas.(Monroy, 2014, p. 18)



Figura 9: Personas con paraplejia.

Fuente: El Universo

1.2.6 Enfoque del proyecto

Los parámetros tomados en cuenta en esta segunda sección del primer capítulo dirigen una clara perspectiva del tipo de personas a la cual está mayormente encaminado este desarrollo del proyecto, según la clasificación personas con discapacidad estamos enfocados en las personas que tienen deficiencias físicas y en manera muy especial en aquellas que padecen de paraplejia por la gran necesidad que tiene para desplazarse, logrando obtener la autonomía en sus labores cotidianos y así lograr su inclusión social.

1.3. MARCO LEGAL

1.3.1 Accesibilidad

El término de accesibilidad abarca en referencia a las medidas y parámetros que los países deben tomar para asegurar la amplia circulación de todas las personas con escasa movilidad con el objetivo de llegar a una igualdad en condiciones accesibles hacia los entornos físicos: en el transporte, la comunicación, las edificaciones, incluyendo sistemas y tecnologías públicas, con el fin de que las personas con deficiencias vivan en forma independiente y

puedan participar de la inclusión en los aspectos de la vida. (Ministerio de relaciones laborales & CONADIS, 2013)

1.3.1.1 Accesibilidad a entornos urbanísticos

El acceso urbanístico comprende los lugares abiertos de uso público; vías públicas, parques y jardines, itinerarios peatonales, mobiliario urbano, garajes de uso público en superficie o subterráneos, equipamientos deportivos y de ocio de uso público, recintos feriales, mercadillos y exposiciones al aire libre. (Departamento de consumo y salud de Aragón & disminuidos de Aragón, 2003)

La anchura mínima estipulada para las vías peatonales depende de la intensidad de uso que se les da; a mayor uso, más frecuentemente se encontrarán las personas y tendrán que cruzarse.

A = Las personas nunca se van a cruzar

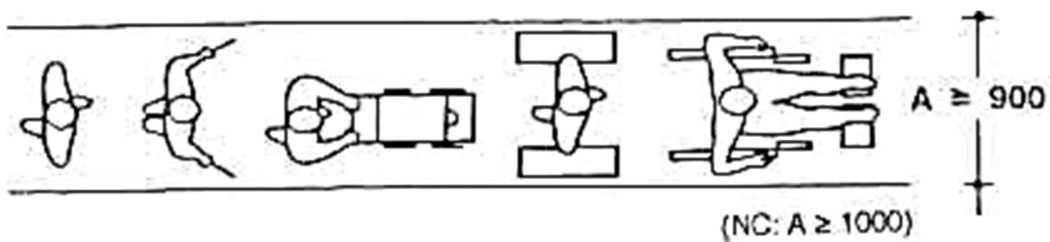


Figura 10: Anchura mínima para personas en silla de ruedas.

Fuente: (Facultad de Ciencias de la salud, 2004)

B = Las personas se pueden cruzar ocasionalmente

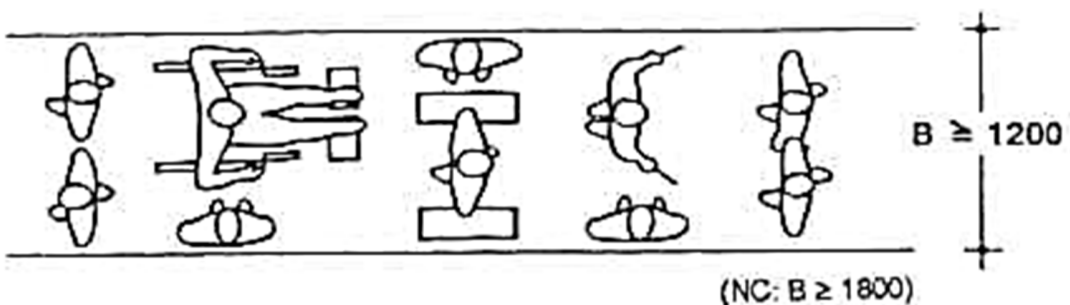


Figura 11: Anchura cuando las personas se cruzan ocasionalmente.

Fuente: (Facultad de Ciencias de la salud, 2004)

C = Las personas se cruzan regularmente

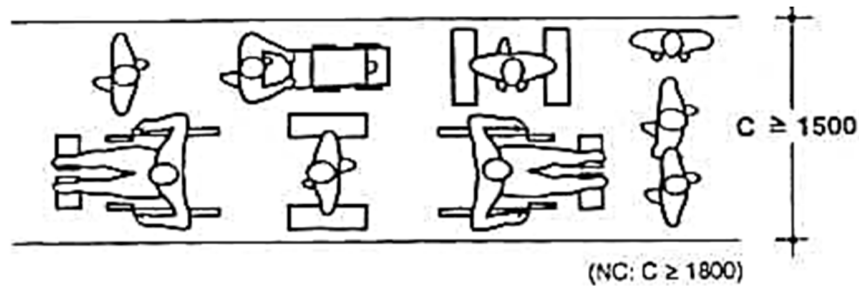


Figura 12: Anchura cuando las personas se cruzan regularmente.

Fuente: (Facultad de Ciencias de la salud, 2004)

D = Las personas se encuentran y se cruzan con regularidad

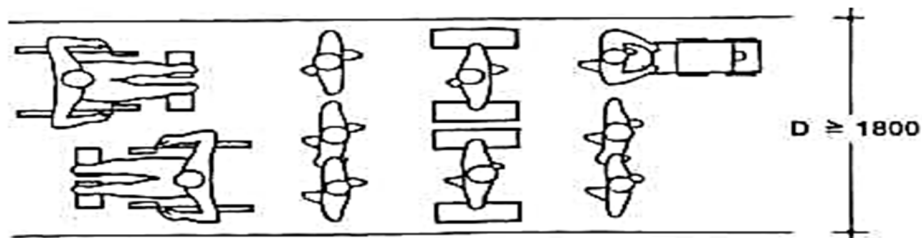


Figura 13: Anchura cuando las personas se cruzan continuamente.

Fuente: (Facultad de Ciencias de la salud, 2004)

E= cuando hay un estrechamiento ocasional.

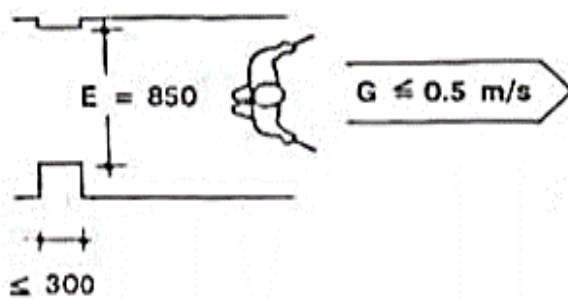


Figura 14: Anchura cuando hay un estrechamiento ocasional.

pasar por la puerta

Fuente: (Facultad de Ciencias de la salud, 2004)

F= cuando hay que hacer un giro de 90 grados para pasar hacia una puerta.

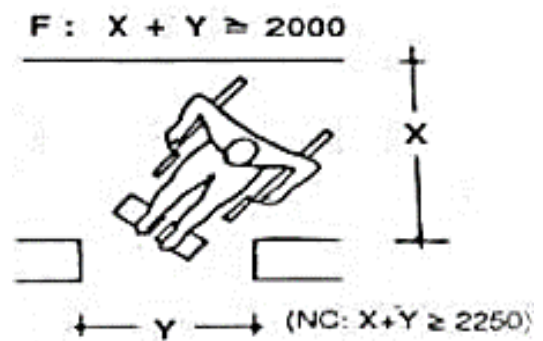


Figura 15: Anchura para

Fuente: (Facultad de

Ciencias de la salud, 2004)

Las aceras tienen que ser de superficie dura, antideslizante, y continua. Las tapas de ventilación y rejillas de alcantarillado situadas en el suelo estarán a nivel del piso, y sus aberturas no superarán los 2 cm en cualquier dirección (Departamento de consumo y salud de Aragón & disminuidos de Aragón, 2003).



Figura 16: Desnivel en acera.

Fuente: Guía del consumidor en silla de ruedas

1.3.1.2 Accesibilidad a Rampas

Las pendientes que existan entre la vereda y la vía se igualarán con rampas o vados. Antes de llegar a los vados existirá una banda de pavimento diferenciado, detectable para personas invidentes. El diseño de una rampa debe contemplar el espacio de circulación constituido por:

1. El ancho libre de paso,
2. Altura libre de paso.

Para que las personas con movilidad reducida que puedan ocupar estas rampas se debe considerar las áreas de giro y maniobrabilidad. Se debe tener en cuenta que la longitud horizontal máxima de una rampa menor o igual al 8 % de pendiente debe ser hasta 10 000 mm y para rampas del 12 % de pendiente debe ser hasta 3000 mm; al aprobar dichos

requisitos se debe agregar descansos. La distancia mínima libre de circulación entre pasamanos debe ser de 1200 mm.

Pendientes longitudinales

Se constituyen las siguientes categorías de pendientes longitudinales máximas para los recorridos de rampa entre descansos, esto en función de la extensión de los mismos, medidos en su proyección horizontal ver figura 16.

- a) hasta 10 metros: 8 %,
- b) hasta 2 metros: 12 %,
- c) hasta 3 metros: 12 % en construcciones existentes

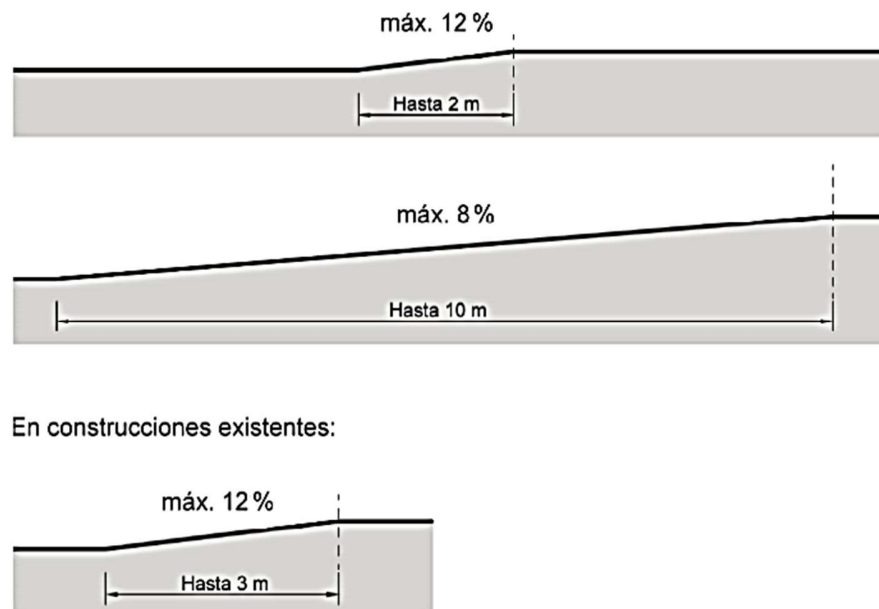


Figura 17: Pendientes longitudinales.
Fuente: NTE INEN 2245

Pendiente transversal

El máximo porcentaje que se establece para este tipo de rampas es del 2%, y el ancho mínimo será de 1 200 mm, valor que estará comprendido entre los pasamanos (NTE INEN 2245, 2016).

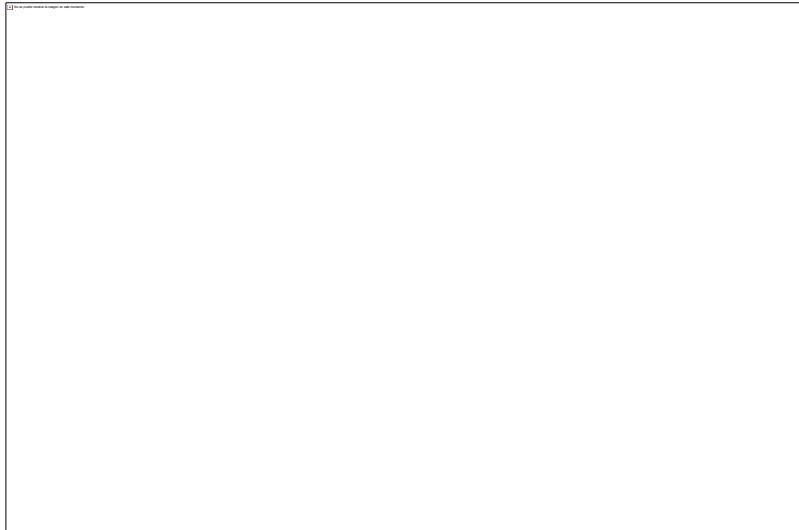


Figura 18: Pendiente transversa.

Fuente: NTE INEN 2245

1.3.2 Constitución política del Ecuador

Derechos de las personas y grupos de atención prioritaria

Cap. III. Art. 35.- Los hombres y mujeres con deficiencias y aquellos que soporten enfermedades catastróficas o de alto grado de complicación, serán favorecidos con atención prioritaria y experta en los ambientes público y privado.

Sección sexta: Personas con discapacidad

Art. 47.- El Estado garantizará estrategias de prevención en la falta de capacidad vinculada con la sociedad, se expondrá la equiparación de oportunidades y conformidades para las personas con deficiencias y su inclusión social.

A continuación, se reconoce los derechos para las personas que padecen de discapacidad:

1. La rehabilitación integral con facilidades de acceso y condiciones necesarias para atender su discapacidad y para procurar el mayor grado de autonomía en su vida cotidiana.
2. El acceso de manera apropiada a todos los lugares en entornos físicos y servicios. Se suprimirán las barreras arquitectónicas.

1.3.3 Ley orgánica de discapacidades

Art. 23.- El Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades planteará a la autoridad sanitaria nacional la inserción y la disponibilidad gratuita en el listado nacional de insumos, medicamentos, asistencias tecnológicas requeridas para el cuidado de las personas con deficiencias físicas o funcionales, de conformidad con la realidad epidemiológica nacional y local. Además, la autoridad sanitaria nacional inspeccionará los parámetros que garanticen las disposiciones necesarias para la atención de las personas con discapacidad; conjuntamente con ello, promoverá la producción de prótesis y entre otras ayudas tecnológicas, en coordinación con las jurisdicciones competentes, y las personas o empresas públicas y privadas.

1.3.4 Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad y protocolo facultativo.

Art 4. Obligaciones generales.

Emprender la investigación y el desarrollo de bienes, servicios, equipo e instalaciones de diseño universal, que requieran la menor adaptación posible y el menor costo para satisfacer las insuficiencias determinadas de las personas con inhabilidad (dentro del marco normal para una persona), con el objetivo de promover su disponibilidad y uso del diseño universal, presididas en la elaboración de normas y directrices. (Urrutia, 2016)

1.3.4 Enfoque del proyecto

Los criterios tomados en cuenta en esta tercera sección del primer capítulo son para recalcar la importancia que tiene la accesibilidad dirigidos hacia los entornos físicos públicos o privados, así como también los beneficios que debe brindar el Estado hacía las personas con discapacidad.

1.4. CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

1.4.1 Definición de Antropometría

Es una ciencia que hace referencia a las proporciones de dimensión, simetría, y la magnitud del cuerpo humano, es decir es el estudio de las dimensiones físicas y funcionales del cuerpo humano

En la actualidad la antropometría se ha convertido en una conducta primordial en el ámbito laboral, y ha tomado mayor énfasis en relación a la seguridad y la ergonomía. Mediante la

aplicación de la antropometría se puede crear un buen escenario para el trabajo, permitiendo un diseño conveniente de recursos y una repartición adecuada de la geometría de los mismos. Un apropiado diseño permite optimizar el trabajo, evitando lesiones o fatigas y consiguiendo mejorar la calidad de vida del trabajador u operario, generando un incremento en la productividad de la empresa (Carmenate Milián, Moncada Chévez, & Borjas Leiva, 2014)

1.4.2 Clasificación de la antropometría

1.4.2.1 Antropometría estática

Se encarga de medir las diferencias estructurales del cuerpo humano, en variadas posiciones ya sea sedente o de pie sin movimiento. No obstante, el ser humano se encuentra siempre en constante movimiento. Tomar en cuenta las dimensiones antropométricas estáticas ayudará al diseño de los puestos de trabajo, ya que permite establecer las medidas necesarias entre el cuerpo y el ambiente que lo rodea. Estas dimensiones se las toma en sujetos con posturas estáticas: de pie y en sedestación. Del cuerpo humano se puede tomar varios datos antropométricos estáticos, esto varía de acuerdo a los datos requeridos y del interés en función de lo que se vaya a diseñar (Valero Cabello).

A continuación, se presenta las medidas antropométricas estáticas más usadas

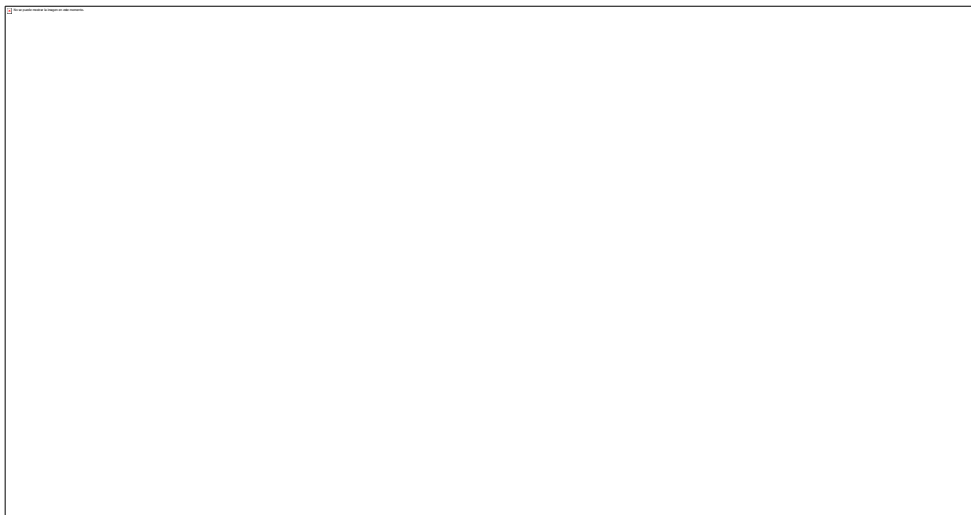


Figura 19: Carta antropométrica de personas con paraplejia en posición sedente.
Fuente: (Urrutia, 2016)

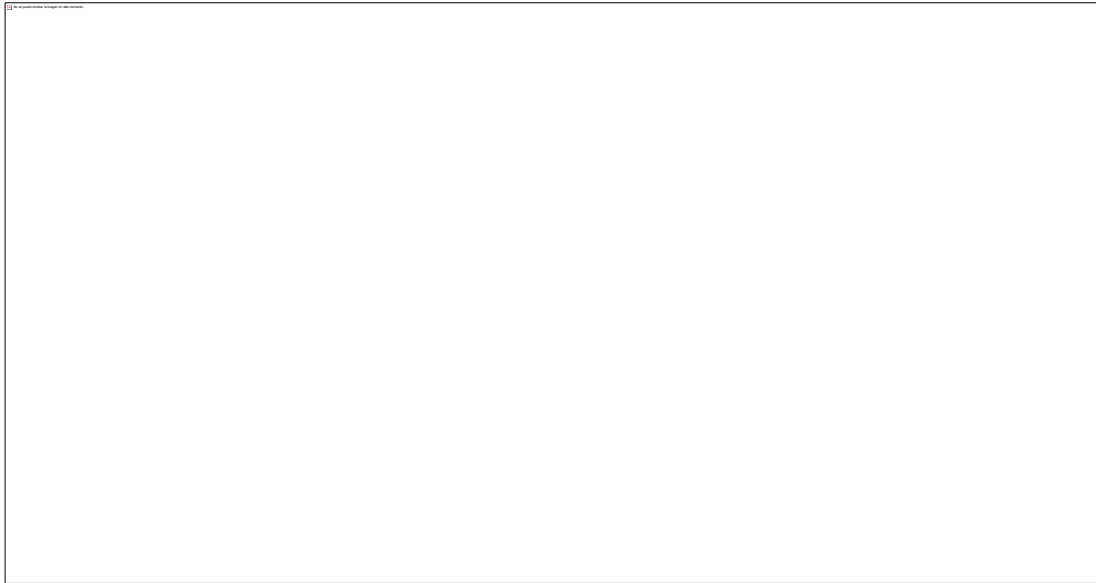


Figura 20: Carta antropométrica de personas con paraplejia en posición de pie.

Fuente: (Urrutia, 2016)

1.4.2.2 Antropometría dinámica

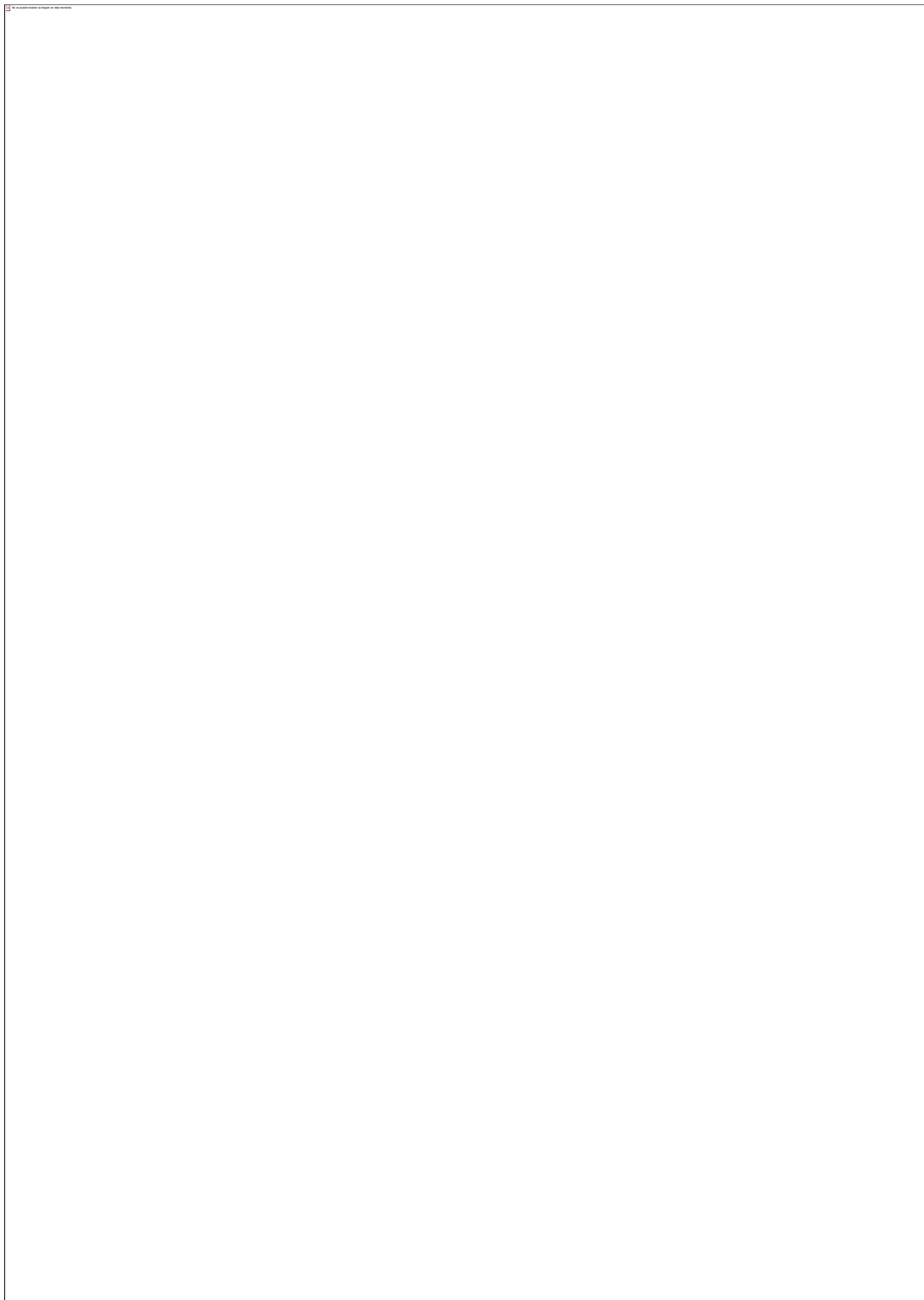
Estudia las medidas del cuerpo cuando está en movimiento. Analizando esos componentes se puede realizar un correcto diseño para los puestos de trabajo, por esta razón es necesario hacer un estudio profundo sobre las medidas antropométricas (Valero Cabello).

1.4.3 Descripción de medidas antropométricas

Para poder realizar correctamente las mediciones antropométricas, se debe tomar ciertas posiciones comunes: sedente y de pie

Las dimensiones del cuerpo humano son variadas y para diseñar un equipo específico hay que tomar en consideración alguna de ellas. A continuación, se presenta un listado de las medidas antropométricas de mayor uso.

Tabla 7: Nomenclatura de medidas antropométricas de mayor uso.



Fuente: (Urrutia, 2016)



Figura 21: Ficha de adquisición de medidas relevantes y su nomenclatura.

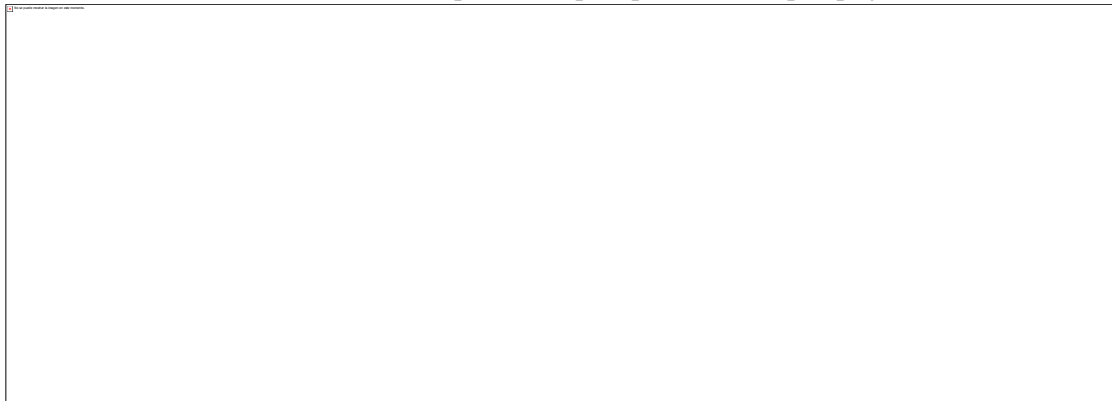
Fuente: (Urrutia, 2016)

1.4.4 Antropometría en las personas con paraplejia

La antropometría en las personas que utilizan la silla de ruedas es un motivo de gran interés y preocupación para la empresa pública y privada, lo cual ha llevado a la recopilación de antecedentes con el objeto de tener una base de datos promedio de las personas del medio en silla de ruedas, estas dimensiones sirven como base de referencia sobre el cual se sustenta el soporte de los diseños de aparatos, utensilios y equipos de uso diario de las personas con paraplejia (Morillo Pabón, 2017).

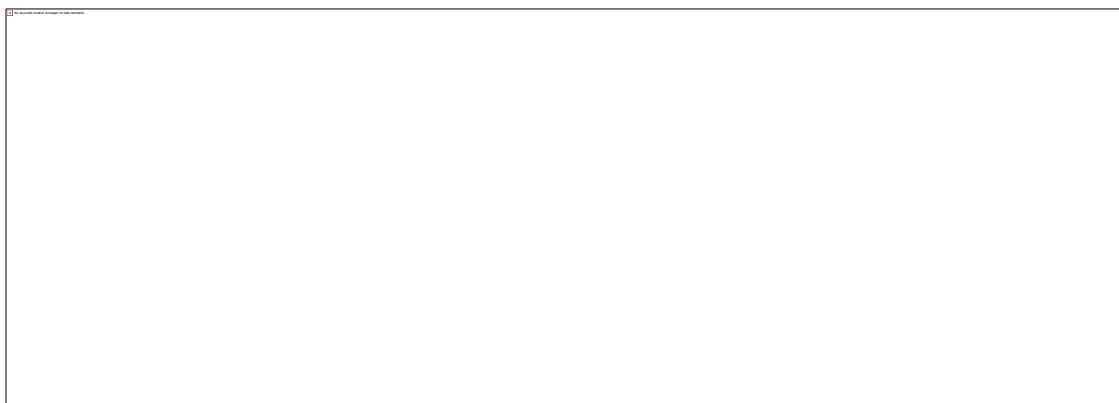
Los datos que se observan a continuación son medidas antropométricas estandarizadas del cuerpo humano de una persona en silla de ruedas.

Tabla 8. Carta antropométrica para personas con paraplejia.



Fuente: (De la Vega , Lopez, & Soto, 2004)

Tabla 9: Carta antropométrica para personas con paraplejia.



Fuente: (De la Vega , Lopez, & Soto, 2004)

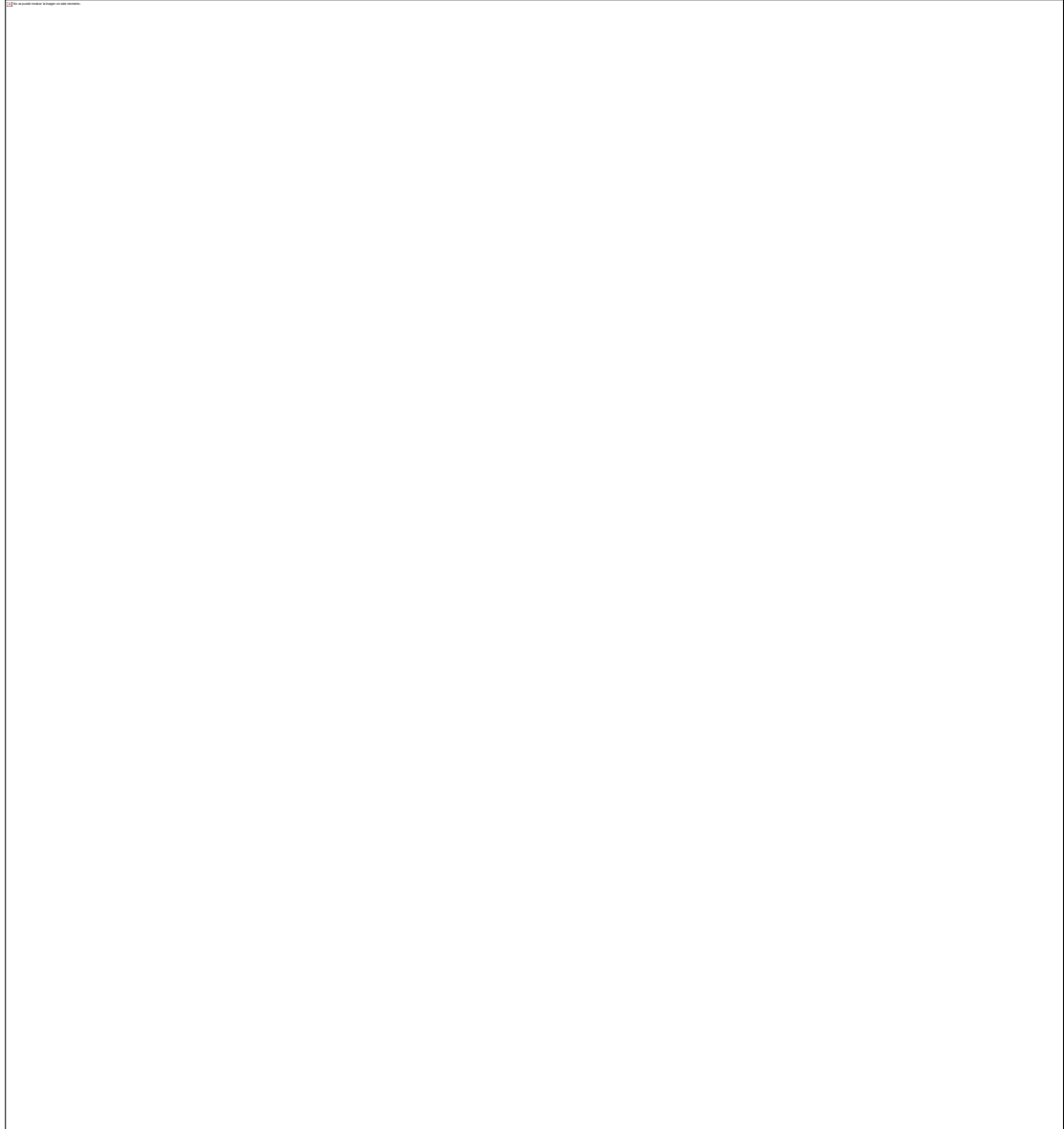


Figura 22: Vista frontal de persona con parapleja.

Fuente: (De la Vega , Lopez, & Soto, 2004)

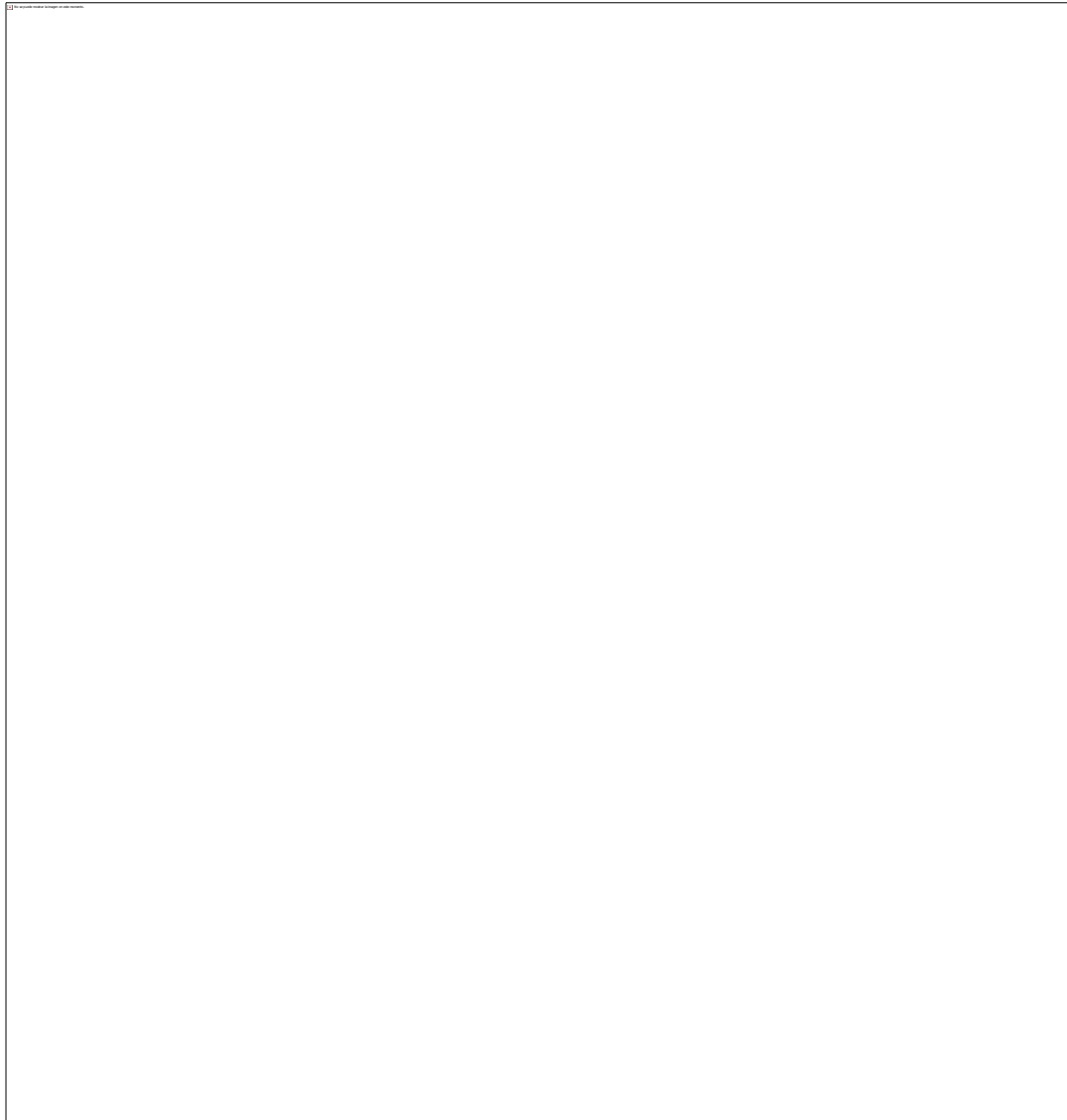


Figura 23: Vista lateral de persona con paraplejia.

Fuente: (De la Vega , Lopez, & Soto, 2004).

1.4.5 Medidas Antropométricas para el desarrollo de una silla de ruedas

Según (Giraldo Gómez, 2012) existen ciertos parámetros que se debe tomar en cuenta para la mejora de una silla de ruedas, los cuales garantizarán la correcta posición dela persona, estos son:

1. Anchura pélvica.
2. Longitud de muslos.
3. Longitud de pantorrilla.
4. Altura inferior de la escapula (omóplato)

5. Altura y ancho del hombro.
6. Altura poplíteo

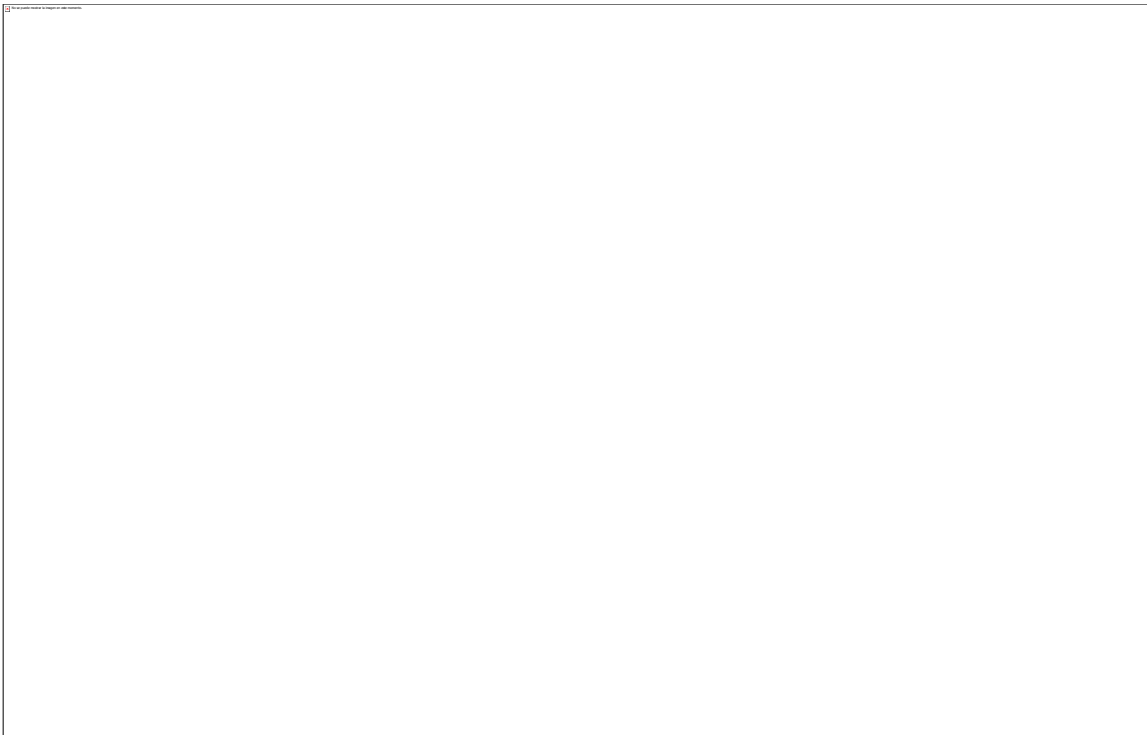
Adicionalmente en la Figura 23 se colocan sobre la figura humana las medidas de diseño descritos en la tabla 10. Utilizando los valores presentados se diseñará un dispositivo Handbike a fin de obtener un producto que satisfaga las necesidades de las personas con paraplejia.

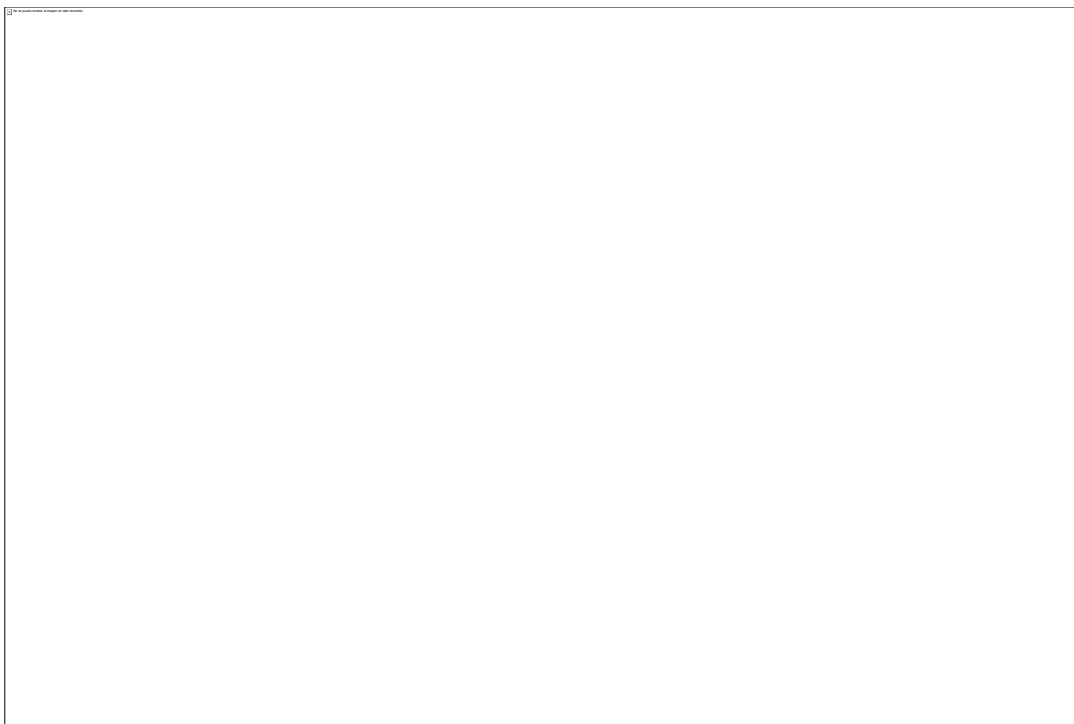
Percentil 5 - 50 - 95 y 100

Un percentil es una medida estadística que se la utiliza para comparar resultados. Consta de un dato de 0 a 100 que revela el porcentaje de cifras que son igual o menor que un valor determinado.

Debido a que existe una variada denominación en las medidas de las personas con paraplejia, hemos visto necesario desarrollar la siguiente tabla, en la cual se sugiere, para cada uno de los parámetros, un percentil, esto con el fin de garantizar a los usuarios: ergonomía y seguridad

Tabla 10. Valores de los parámetros de diseño.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the content of Table 10.



Fuente: (Urrutia, 2016)

Descripción del percentil

En la tabla 10 se hace referencia a la altura poplíteo, con un percentil 5, en este ítem se habla de la altura del asiento al piso. Es importante trabajar con la altura poplíteo con el menor percentil, ya que viene representando a la minoría, por esta razón, si diseñamos la altura de la silla al piso con una distancia mayor a 35 cm, entonces el 5% de la población que usa sillas de ruedas no podrá utilizarlas, debido a que ya no serán seguras para ellos.

Si trabajamos con el percentil 95, como es el caso de Anchura de caderas, nos indica que el 95% de la población en estado parapléjico necesita un ancho de asiento de 51 cm, y si diseñamos con una medida menor a esta, el 95% de la población no podrá usarlas, ya que posiblemente su cadera no entre en la silla



Figura 24: Parámetros de diseño seleccionados.
Fuente: (Urrutia, 2016)

1.4.6 Características generales de la silla de ruedas de propulsión manual

1.4.6.1 Dimensiones

La silla de ruedas es el único medio de movilidad seguro y aprobado para las personas con paraplejia, ya que, debido a sus dimensiones de estructura y peso, son las más adecuadas para poder cumplir con el propósito que fueron diseñadas.

Según (Asociación Española de Normalización y Certificación, 1991) las dimensiones aplicables para las sillas de ruedas manuales como para las sillas de ruedas eléctricas son las siguientes:

Longitud total (l) = 1 200 mm – 1 300 mm

Ancho total (b) = 700 mm – 800 mm

Altura total (h) = 900 mm – 1 100 mm

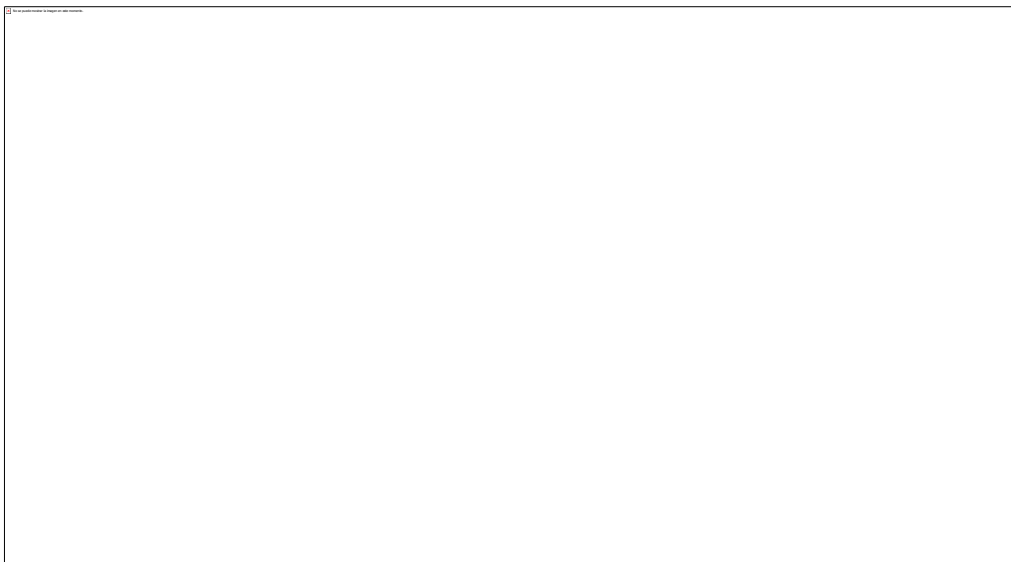


Figura 25: Dimensiones máximas de la silla de ruedas de propulsión manual.

Fuente: (Asociación Española de Normalización y Certificación, 1991)

1.4.6.2 Peso

Según (Ottobock, 2013) en su modelo básico Start M1 propone el requisito de la masa que soporta una silla de ruedas de propulsión manual, diseñada para ser utilizadas por una sola persona.

1. Peso máximo del usuario: 100 kg.
2. Peso de la silla de ruedas aprox.: 15 Kg

1.4.7 Descripción del proceso de selección de los elementos técnicos necesarios para el Handbike

Para seleccionar los elementos necesarios para el diseño del prototipo, nos apoyamos en las matrices de decisión, las cuales ayudan a identificar la mejor solución, tomando en consideración los parámetros de economía, durabilidad, mantenimiento y peso

Cada uno de los componentes analizados en la matriz, se le asigna una categoría en las que los diseños son evaluados de manera individual, luego se le asigna un factor de ponderación el cual mide su importancia relativa (Norton, 2004)

2.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

2.1.1 Determinantes en relación con el usuario

De acuerdo con (Instituto de Biomecánica de Valencia, 2013) la aplicación de la ergonomía en productos adaptados de discapacidad conlleva el tener presente una serie de características principales para la construcción de un producto bien diseñado, entre ellas tenemos: facilidad de uso, seguridad, precio realista, durabilidad, estética, utilidad, eficiencia. Todas estas características son sugeridas por el usuario como aspectos que dan valor al producto, ello a su vez contribuye al éxito de la venta en el mercado.

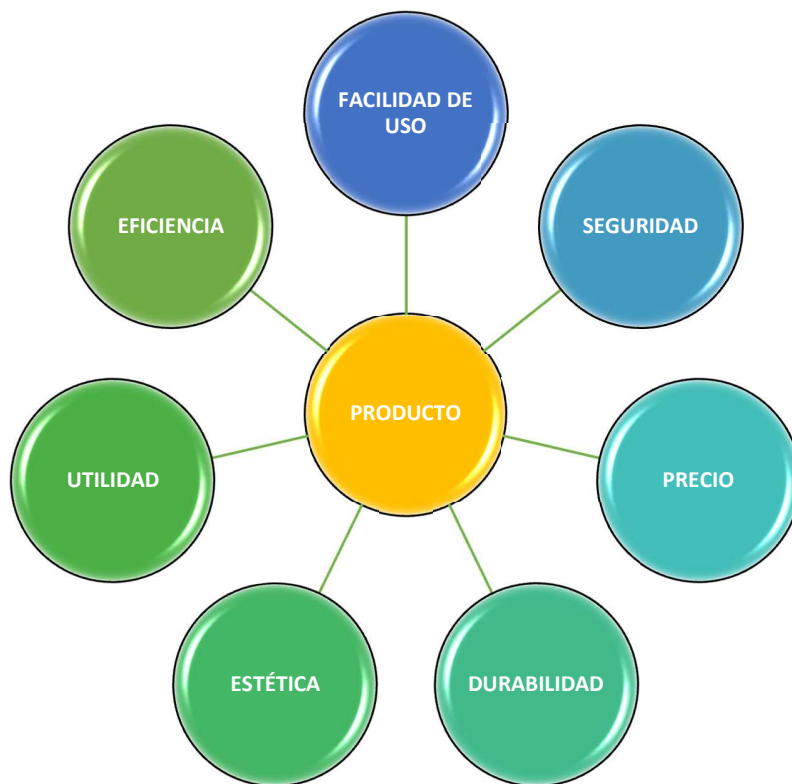


Figura 26: Características de un producto para un buen diseño.
Fuente: (Instituto de Biomecánica de Valencia, 2013))

2.1.1.1 Medidas antropométricas establecidas

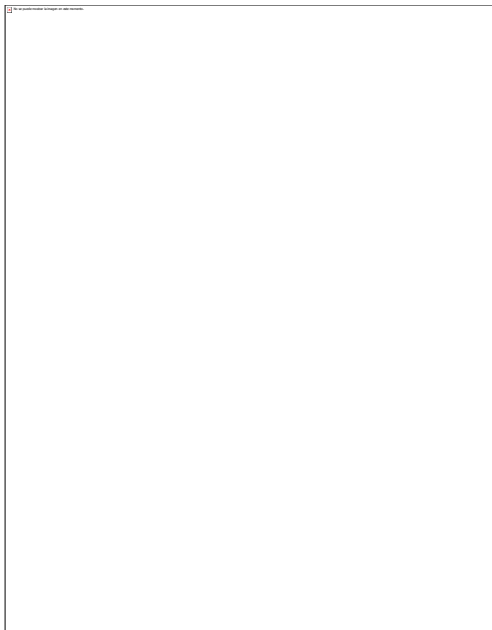


Figura 27: Vista lateral de medidas establecidas para el diseño de la Handbike.

Fuente: (De la Vega , Lopez, & Soto, 2004)

En la tabla 11 se presenta los valores de las medidas establecidas con vista lateral acorde con la información examinada en el primer capítulo.

Tabla 11: Medidas establecidas.

Fuente: (Urrutia, 2016) & (IBV, 2002). **Elaborado por:** Autores

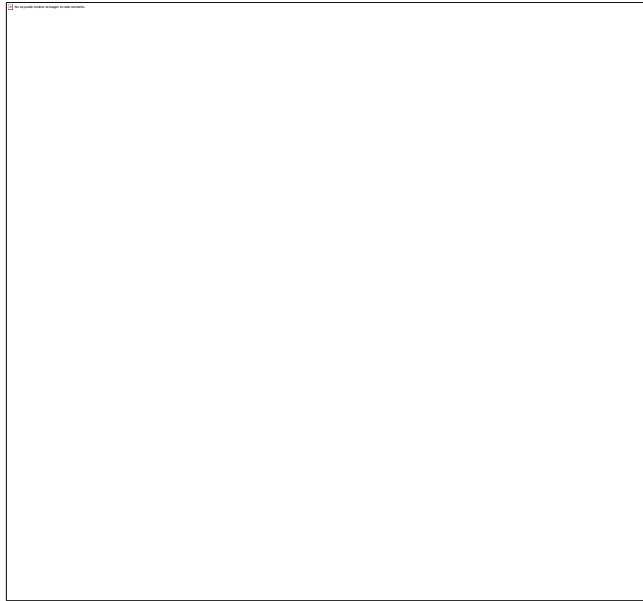


Figura 28: Vista frontal de medidas establecidas para el diseño de la Handbike.

Fuente: (De la Vega , Lopez, & Soto, 2004)

En la tabla 12 se detallan los valores de las medidas establecidas acorde con la información examinada en el primer capítulo

Tabla 12: Medidas establecidas.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for a table listing the established measurements.

Fuente: (Urrutia, 2016) & (IBV, 2002). **Elaborado por:** Autores

2.1.2 Determinantes en relación al producto

2.1.2.1 Selección de componentes

2.1.2.1.1 Bastidor - Tubo ¾ x 1.5

	Costo	Peso	Corrosión	Resistencia (Mpa)	Rango
Factor de ponderación	.50	.30	.20	.10	1.00
Modelo 1 (ASTM A-36)	7 3.5	6 1.8	3 0.6	6 0.6	6.5
Modelo 2 (AISI 304)	4 2.0	5 1.5	7 1.4	5 0.5	5.7
Modelo 3 (6061 T6)	2 1.0	10 3.0	10 2.0	8 0.8	6.8

2.1.2.1.2 Batería

1. **Autonomía:** 40km
2. **Tiempo de carga al 100%** 2 horas

	Costo	Seguridad	Desempeño	Peso	Rango
Factor de ponderación	.40	.30	.20	.10	1.00
Modelo 1 (iMortor3)	7 2.8	7 2.1	10 2.0	7 0.7	7.6
Modelo 2 (NX)	3 1.2	5 1.5	9 1.8	9 0.9	5.4
Modelo 3 (X-go)	6 2.4	3 0.9	8 1.6	8 0.8	5.7
Modelo 4 BatecMobility	1 0.4	8 2.4	6 1.2	7 0.7	4.7
Modelo 5 (Vinteky)	3 1.2	9 2.7	9 1.8	2 0.2	5.9

2.1.2.1.3 Rueda delantera – conductora

3. Motor de CC sin escobillas de imán permanente 36V y 350 W

4. Rueda con labrado

	Costo	Seguridad	Desempeño	Peso	Rango
Factor de ponderación	.40	.30	.20	.10	1.00
Modelo 1 (iMortor3)	7 2.8	7 2.1	10 2.0	7 0.7	7.6
Modelo 2 (NX)	3 1.2	5 1.5	9 1.8	9 0.9	5.4
Modelo 3 (X-go)	6 2.4	3 0.9	8 1.6	8 0.8	5.7
Modelo 4 Batec Mobility	1 0.4	8 2.4	6 1.2	7 0.7	4.7
Modelo 5 (Vinteky)	3 1.2	9 2.7	9 1.8	2 0.2	5.9

2.1.2.1.4 Acople rápido

	Costo	Seguridad	Acople rápido	Peso	Rango
Factor de ponderación	.50	.30	.20	.10	1.00
Modelo 1	9 4.5	1 0.3	8 1.6	8 0.8	7.2
Modelo 2	8 4.5	7 2.1	8 1.6	8 0.8	9
Modelo 3	2 1.0	10 3.0	7 1.4	5 0.5	5.9

2.1.2.1.4 Cargador

La conexión de entrada de energía es 110 V y 4 A, el tiempo aproximado para lograr el 100% de carga de la batería es 2 horas.

2.1.2.1.5 Luces

Se tiene previsto colocar luces delanteras, y luces de freno, estas luces son tipo led mínimo de 540 lúmenes

Cargador

La conexión de entrada de energía es 110 V y 4 A, el tiempo aproximado para lograr el 100% de carga de la batería es 2 horas.

2.1.2.1.5 Luces

Se tiene previsto colocar luces delanteras, y luces de freno, estas luces son tipo led mínimo de 540 lúmenes

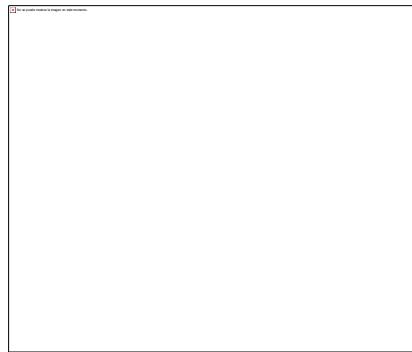


Figura 29: Kit de luces para bicicletas

Fuente: AliExpress

2.1.2.1.6 Bocina

Para prevenir accidentes es importante proveer de una bocina tipo timbre.

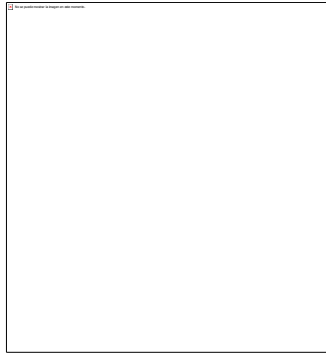


Figura 30: Bocina tipo timbre.

Fuente: la bicicleta

2.1.2.1.7 Cinturón de seguridad

Se tiene previsto un cinturón de seguridad para impedir deslizamientos imprevistos

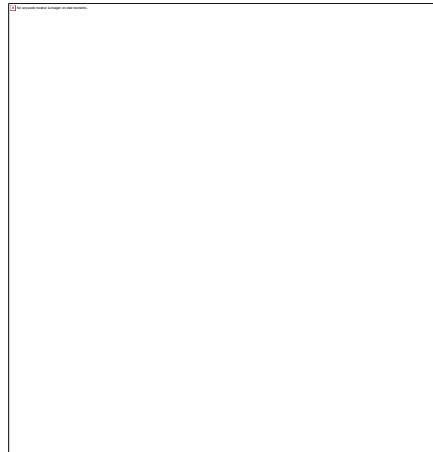


Figura 31: Cinturón de retención en silla.

Fuente: IRRINTZI Soluciones adaptables.com

2.2. DISEÑO Y ANÁLISIS DE SIMULACIÓN EN SOFTWARE

2.2.1 Diseño Mecánico

2.2.1.1 Análisis estático de Fuerzas

$$v = \frac{d}{t} \quad (1)$$

$$t = \frac{40 \text{ km}}{20 \text{ km/h}}$$

$$t = 2 \text{ h}$$

$$v = v_0 + a_c \cdot t \quad (2)$$

$$a_c = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a_c = \frac{40 - 5}{2}$$

$$a_c = 17.5 \text{ km/h}^2 \approx 0.0013 \text{ m/s}^2$$

Masa de la persona: m_p	75
Masa de la silla: m_s	15
Soporte delantero: m_v	6
Total:	96

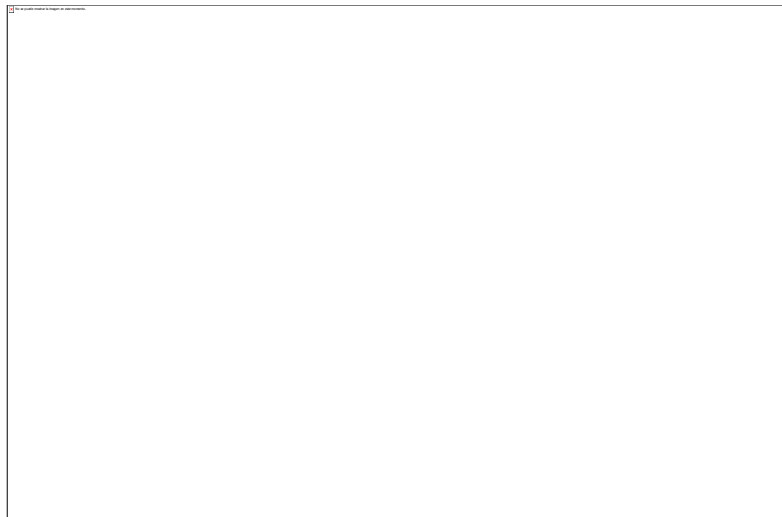


Figura 32: Diagrama de cuerpo libre del handbike.

Fuente: Autores

$$\sum f_y = m \cdot a_y$$

$$-96 \cdot (9,78) + 2N = 0$$

$$N = 469,44 \text{ Newtons}$$

$$\sum f_x = m \cdot a_x$$

$$F - (\mu_f \cdot N) \cdot 2 = m \cdot a_x$$

$$F - (0,8 \cdot 469,4) \cdot 2 = 96 \cdot (0,0013)$$

$$F - 751,104 = 0,124$$

$$F = 751,16 \text{ N}$$

2.2.1.2 Simulación en software y modelado experimental

2.2.1.2.1 Mallado

Utilizar el análisis de elementos finitos, consiste en un procedimiento de diagnóstico virtual que permite imitar a uno dispositivo en condiciones de trabajo reales, reduciendo los costos de tiempo, equipamiento y accesibilidad necesarios en el estudio real.

Frecuentemente utilizar el análisis de elementos finitos requiere un conocimiento físico-matemático profundo, pero actualmente existe una variedad de programas de computadora, junto con las características del hardware, que han puesto al alcance de los usuarios potentes herramientas que se basan en los elementos finitos para procesos de simulación. Los programas para realizar un análisis de elementos finitos son fáciles de utilizar y algunos con una interfaz muy amigable con el usuario, pero requieren entender la metodología de trabajo para de esta forma producir los resultados deseados

En el ámbito matemático el Método de Elementos Finitos (MEF) consiste en una solución de ecuaciones diferenciales parciales, este método ayuda a dar solución en cualquier punto o figura que se desee analizar, se aplica una discretización de un elemento o pieza en partes más pequeñas y se obtiene los resultados

Este procedimiento trabaja con las condiciones de frontera de una entidad con distribución irregular, estableciendo en las zonas del mismo pequeñas regiones para obtener un perfil que se asemeje al cuerpo, considerando que el valor de frontera podría ser irregular entre las regiones lindantes. Consiste en la separación del dominio en diferentes regiones denominadas

elementos y estos pueden ser de estructura triangular, cuadrilátera, hexaédrico, tetraédrico, como las más comunes. (Pérez & Romero, 2017).

El método de residuos ponderados transforma las ecuaciones diferenciales del dominio en ecuaciones de elementos finitos, que rigen cada elemento de las ecuaciones algebraicas (Lázaro Naranjo, 2004).

El análisis de elementos finitos, FEA (Finite Elementé Analysis), suministra una técnica numérica de ecuaciones fiables para examinar los diseños de ingeniería. El porcentaje de calidad del mallado representa la cuantificación de aproximación a la realidad, el 80% de la solución es determinar la mejor calidad para el mallado (Pérez & Romero, 2017).

CALIDAD DE LA MALLA:

Recomendaciones de calidad de malla

1. Utilizar el mínimo refinamiento que capture el fenómeno físico dominante
2. Refina en regiones con grandes gradientes de deformación o esfuerzo (Ver figura 32)
3. No se recomiendan baja calidad ortogonal o altos valores de asimetría.



Figura 33: Zonas críticas del mallado

Fuente: (Toba, Estrategias de Mallado 1, 2015)

En general, tratar de mantener una calidad ortogonal mínima > 1 , o un sesgo máximo $< 0,95$. Sin embargo, estos valores pueden ser diferentes y dependerá de la ubicación y las características físicas.

Espectro de métricas de malla de inclinación

Tabla 13: Parámetros de la inclinación del mallado.

Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Malo	Inaceptable
0-0.25	0.25-0.50	0.50-0.80	0.80-0.94	0.95-0.97	0.98-1.00

Fuente: (Ozen, 2014)

Espectro de métricas de malla de calidad ortogonal

Tabla 14: Parámetros de la calidad ortogonal del mallado.

Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
0-0.25	0.25-0.50	0.50-0.80	0.80-0.94	0.95-0.97	0.98-1.00

Fuente: (Ozen, 2014)

La determinación de la solución dependerá de la calidad del mallado. Cuanto más fina es la malla mayor es la precisión. Para obtener un diseño óptimo con resultados que se aproximen

los reales es conveniente que el promedio (overge) de “element quality” se aproxime a 1 de acuerdo con la gráfica siguiente

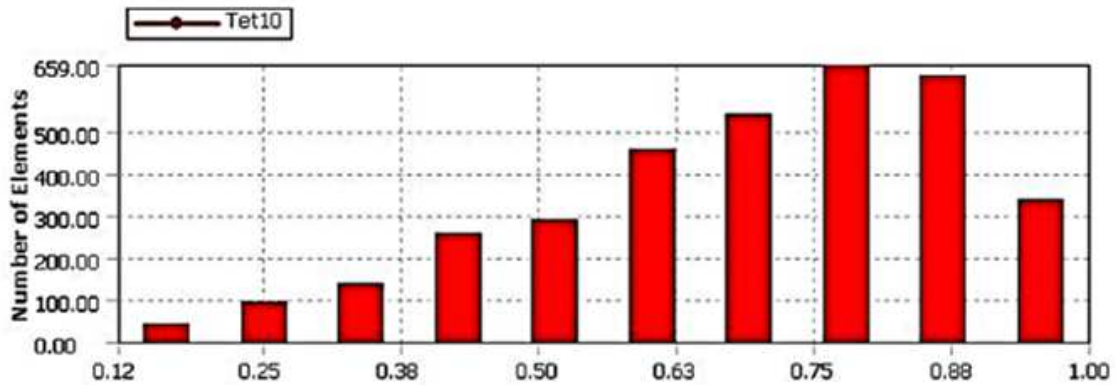


Figura 34: Element Metrics

Fuente: Introduction to ANSYS MECHANICAL

En el presente proyecto de investigación se desarrolló los siguientes análisis que serán detallados a continuación

Mallado estructurado.

Tienden a ser muy regulares geoméricamente hablando, porque estos se ligan a los elementos cuadriláteros (en dos dimensiones) y a los elementos hexaedros (en tres dimensiones), las ventajas de los elementos estructurados son: Regularidad, convergencia resolución y optimización de espacios.

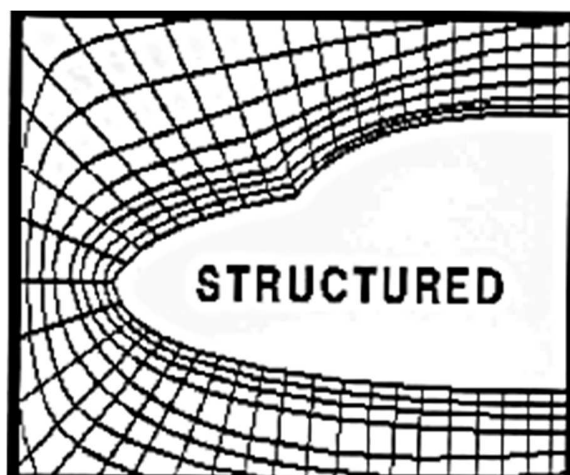


Figura 35: Mallado Estructurado

Fuente: (Toba, Estrategias de Mallado 1, 2015)

Mallado no estructurado

Están ligados a los triángulos (en dos dimensiones), y a los tetraedros (en tres dimensiones), las principales ventajas de los mallados no estructurados son: Permitir definir curvaturas a detalle, son elementos muy versátiles, (se los utiliza para análisis de sólidos o de fluidos), nos reducen el tiempo al mallar.

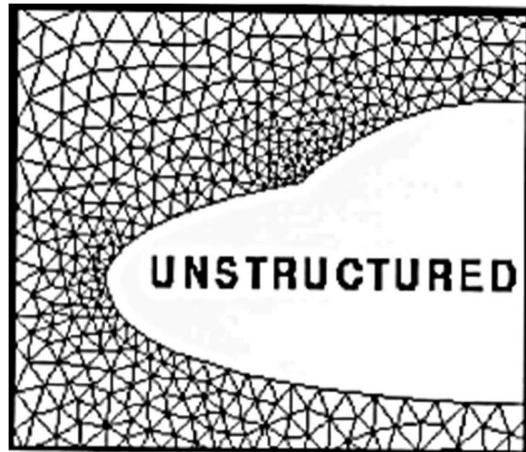


Figura 36: Mallado no estructurado

Fuente: (Toba, Estrategias de Mallado 1, 2015)

Mallados híbridos

Un mallado híbrido es la combinación del mallado estructurado, y el mallado no estructurado. Una buena opción es utilizar este tipo de combinaciones en ciertas regiones de interés, así podemos garantizar y no malgastar recursos en puntos o zonas en las cuales no se necesita analizar a profundidad (Toba, Tutorial ANSYS Workbench Estrategias de Mallado I (Parte 1/2), 2015).

Para el desarrollo de nuestro proyecto, se vio la necesidad de utilizar el mallado híbrido, debido a que cuenta con las características y requisitos necesarios para obtener nuestro resultado de mayor calidad, y así brindar una mayor fiabilidad, esto con el motivo de que la mayor parte de nuestro diseño es con secciones tubulares, debido a esto, la malla híbrida se acopla de mejor manera en cada una de estas zonas.

Las configuraciones realizadas en el mallado se presentan a continuación:

Tabla 15: Configuración del mallado en Ansys

Dimensionamiento	
Función de tamaño	Adaptativo
Centro de relevancia	Medio
Tamaño del elemento	Default
Tamaño inicial de semilla	Ensamblaje Activo
Suavizado	Medio
Transición	Rápida
Centro de ángulo de extensión	Medio
Derrota automática basada en malla	Si
Tolerancia derrotadora	Default
Max. capas dobles en regiones de cosas	No
longitud mínima del borde	2.577e-003 mm

Fuente: Los Autores

Debido a la versión de nuestro software Ansys 17.1 y a la geometría de nuestro dispositivo handbike, el valor máximo que se logró alcanzar en la calidad del mallado fue del 58 %, que es un valor confiable, no se logró alcanzar el 80% debido a que se excede el tiempo de análisis, y la licencia del software no permite seguir calculando la solución.

Details of "Mesh"	
<input checked="" type="checkbox"/> Inflation	
<input checked="" type="checkbox"/> Advanced	
<input checked="" type="checkbox"/> Statistics	
<input type="checkbox"/> Nodes	449492
<input type="checkbox"/> Elements	125985
Mesh Metric	Element Quality
<input type="checkbox"/> Min	2.6194e-003
<input type="checkbox"/> Max	0.99962
<input type="checkbox"/> Average	0.58549
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	0.25636

Figura 37: Detalles de la malla.

Fuente: Los autores

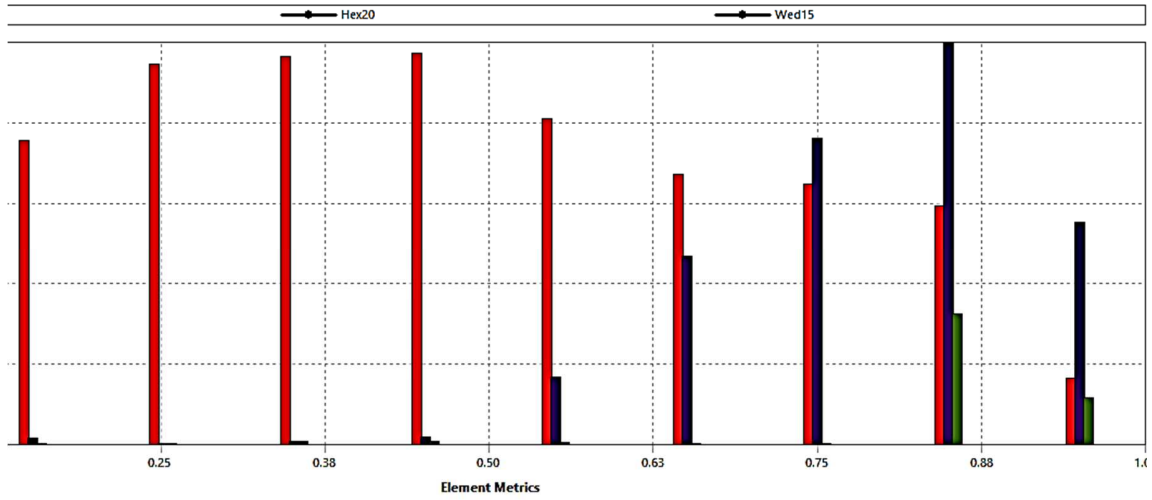


Figura 38: Representación gráfica de la calidad de la malla
Fuente: Los autores

2.2.2 Esquema Eléctrico

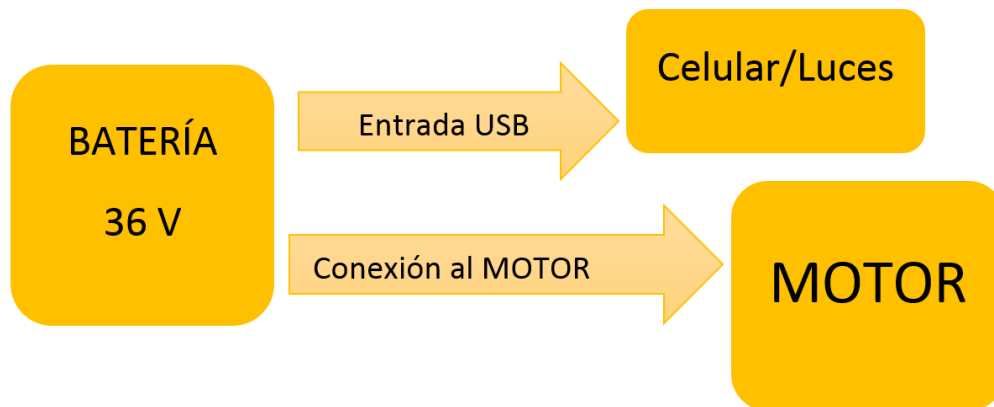


Figura 39: Esquema Eléctrico.
Fuente: Los autores

3.1 Análisis de resultados y factibilidad

3.1.1 Análisis de resultados

Para las simulaciones finales se asignó en el software las siguientes configuraciones:

Bastidor: Acero ASTM A36

Acoples rápidos: Acero al carbono

Soportes y fuerzas: Según lo especificado en la tabla 16

Tabla 16: Soportes y fuerzas asignadas

LETRA	DESIGNACIÓN
A	Soporte fijo derecho
B	Soporte fijo izquierdo
C	Soporte fijo rueda delantera
D	Peso de la persona
E	Fuerza del motor
F	Fuerza del motor

Fuente: Los autores

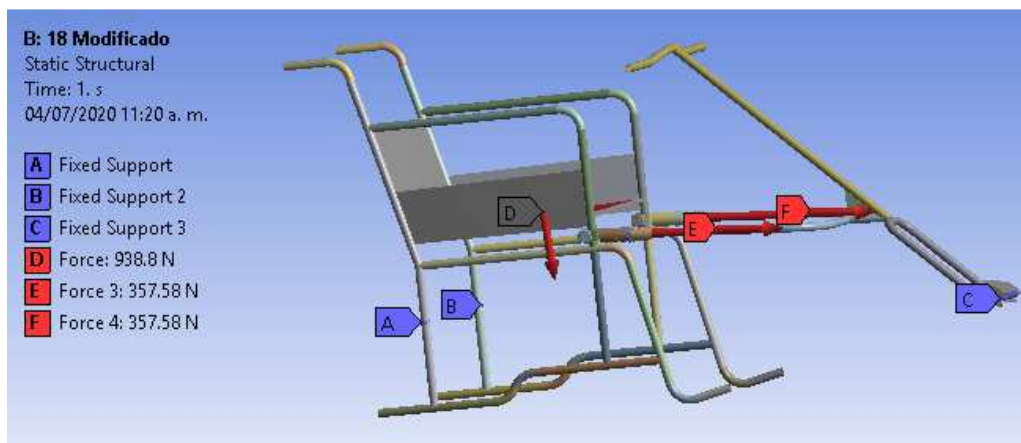


Figura 40: Soportes y fuerzas asignadas

Fuente: Los autores

3.1.1.1 Deformación Total (δ)

Se ubica la deformación máxima que da el sistema, con el mallado que da el programa por default (Figura 40 - a) y se analizó contra el mallado que realizamos nuestros cambios

(Figura 40-b), en nuestro caso se puede observar que existe una variación en el máximo de deformación

Tabla 17: Datos de deformación - Handbike

DEFORMACIÓN TOTAL		
	MALLA POR DEFAULT	MALLA MODIFICADA
Valor máximo	2.292 mm	2.864 mm
Valor mínimo	0 mm	0 mm

Fuente: Los autores

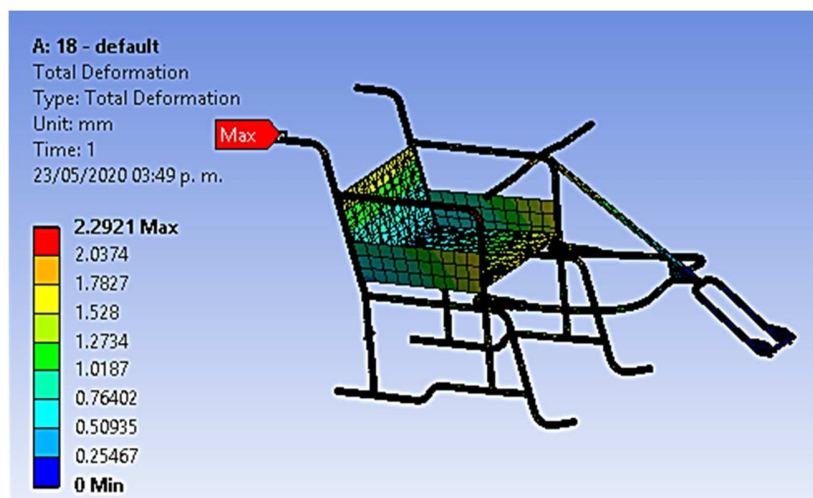


Figura 41-a: Deformación total por default de Ansys

Fuente: Los autores

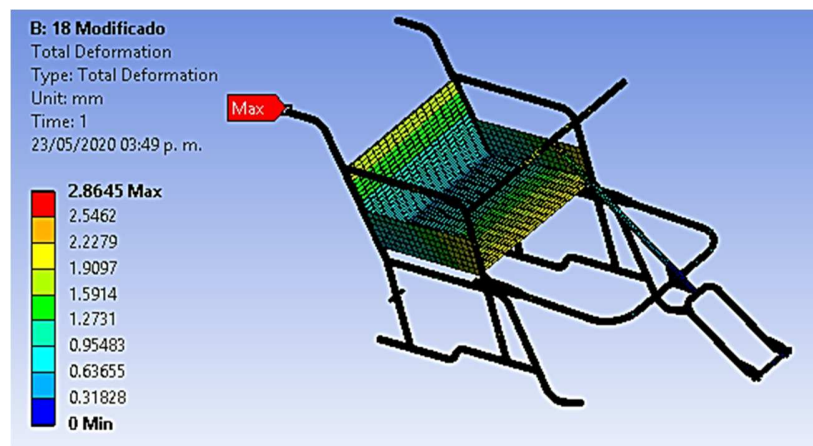


Figura 40-b: Deformación total con malla modificada en Ansys

Fuente: Los autores

3.1.1.2 Esfuerzo de von-misses (σ)

Cuando la tensión de Von Mises se aproxima al valor límite de tensión, el material empieza a deformarse en el punto más crítico. Usualmente el límite elástico es utilizado como valor de límite de tensión, la mayoría de programas permiten alterar el límite de tensión de ruptura o determinar el propio límite de tensión.

$$\sigma_{Von\ Mises} \geq \sigma_{Fluencia}$$

Se muestran los valores máximos y mínimos que se calculan del esfuerzo de Von Mises

Tabla 18: Datos de esfuerzo (Von Mises) – Handbike

ESFUERZO (VON MISES)		
	MALLA POR DEFAULT	MALLA MODIFICADA
Valor máximo	323.75 MPa	400.02 Mpa
Valor mínimo	0 mm	0 mm

Fuente: Los Autores

En las figuras 41 se muestran los esfuerzos resultantes, y se distingue que con el mallado modificado, los valores de los esfuerzos son mayores, acotando entonces que se están tomando en consideración más valores, y el resultado es en el punto esperado (acoples) figura 41-b

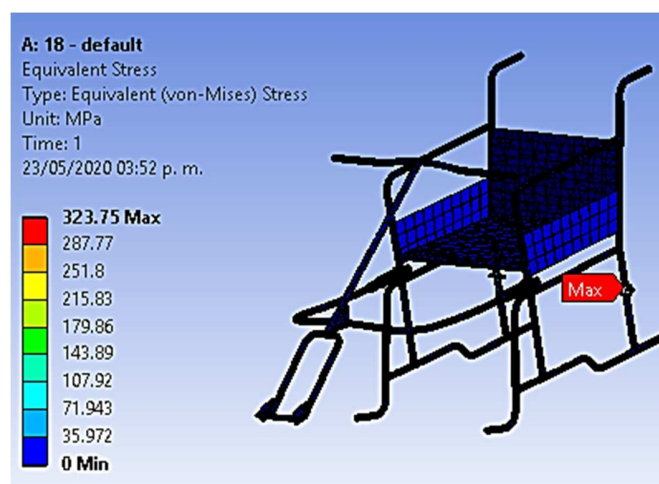


Figura 42-a: Esfuerzo Von Mises por default de Ansys

Fuente: Los autores

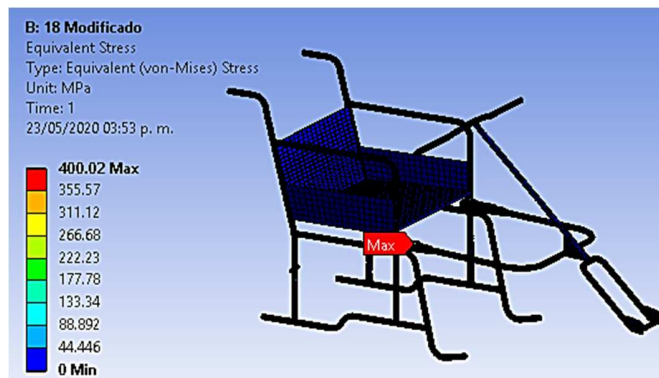


Figura 41-b: Esfuerzo Von Mises con malla modificada en Ansys
Fuente: Los autores

3.1.1.3 Factor de seguridad

A continuación presentamos el análisis para observar el comportamiento del Handbike con el factor de seguridad deseado, con el mallado que da el programa por default (Figura 42 - a) y se analiza contra el mallado que realizamos nuestros cambios (Figura 42 - b), es evidente que el programa calcula el punto de ruptura en distintos puntos del dispositivo, esto debido a la falta de datos en el mallado (figura 42-a), mientras que en la figura 42-b, se localiza el punto de fatiga y ruptura del sistema, que sería en los acoples rápidos, esto debido a que son el punto de interconexión entre la silla de ruedas y el soporte de rueda delantera.

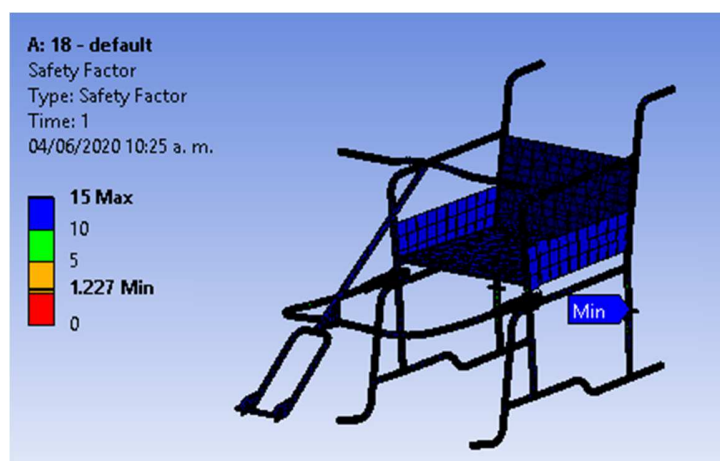


Figura 43-a: Factor de seguridad análisis de Ansys
Fuente: Los autores

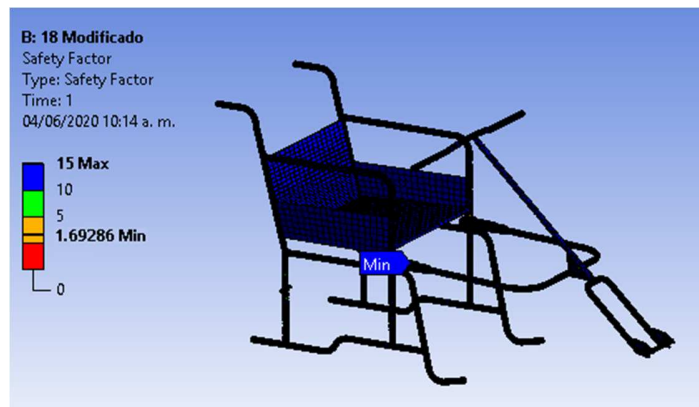


Figura 42-b: Factor de seguridad con malla modificada en Ansys
Fuente: Los autores

3.1.2 Proceso de manufactura

Los Procesos de Manufactura es una serie de actividades y operaciones, a través de máquinas-herramientas o equipos con el fin de transformar la materia prima en nuevos productos, que posteriormente serán puestos a disposición para los usuarios (Rodríguez , Castro, & Del Real, 2006).

Este proyecto se encuentra fundamentalmente enfocado en la conformación forzada a través del proceso de soldadura. En el siguiente esquema se detalla la serie de pasos que se llevará a cabo en el proyecto de handbike.



Figura 44: Proceso de manufactura del Handbike

Fuente: Los Autores

3.1.3 Análisis de precios unitarios

Para evaluar el costo total se tomaron en consideración los equipos, la mano de obra que se requieren para generar el elemento de la partida y los costos de los materiales. En cuanto a los equipos se analizó el costo por unidad de tiempo, tomando en consideración que los equipos generan costos diferentes debido a su tiempo de operación y consumo energético.

En cuanto a los materiales, se analizó el tipo de material, precio de importación y el transporte, costos que por lo general son incrementados dependiendo del lugar de exportación.

En las tablas 19 y 20 se presentan un análisis técnico financiero basado en el método de precios unitarios, la utilidad de los componentes de la silla de ruedas eléctrica es 18% según (Castanier & Mendía, 2018). El análisis toma como referencia la tabla salarial de enero del 2020 en la contraloría general de estado

Tabla 19: Análisis de precios unitarios de la fabricación de la silla de ruedas.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Jorge Sánchez , Jairo Sánchez			
PROYECTO: Diseño de un prototipo de handbike con asistencia eléctrica acoplable a una silla de ruedas					
ITEM:		1			
DESCRIPCIÓN:		Silla de ruedas			
UNIDAD:		m			
EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA/HORA *B	RENDIMIENTO HORAS/U C	COSTO TOTAL D= A*B*C	
Herramienta menor: escuadra, llaves, etc		3% MO		\$2.19	
Cortadora	1	\$10.00	1	\$10.00	
Taladro de columna	1	\$10.00	1	\$10.00	
Dobladora	1	\$10.00	3	\$30.00	
Soldadora	1	\$15.00	4	\$60.00	
Amoladora	1	\$10.00	2	\$20.00	
Compresor	1	\$15.00	1	\$15.00	
PARCIAL M =				\$147.19	
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO/U B	COSTO TOTAL D= A*B	
Tubo redondo de acero A36 de 3/4 x 1,5mm	m	2	\$6.96	\$13.92	
Ruedas de 25" (550mm)	m	2	\$20.00	\$40.00	
Ruedas de 5" (200mm)	m	2	\$10.00	\$20.00	
Plancha de antideslizante 4x8x1mm	m^2	1	\$10.00	\$10.00	
Tela del asiento	m^2	2	\$12.00	\$24.00	
Tapizado	m^2	1	\$20.00	\$20.00	
PARCIAL N =				\$127.92	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D= A*B*C
Transporte	u	1	\$25.00	1	\$25.00
PARCIAL O =				\$25.00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	S.R.H B	RENDIMIENTO HORAS/U C	COSTO TOTAL D= A*B*C
Ayudante mecánico		1	\$3.65	20	\$73.00
PARCIAL P =				\$73.00	
Total COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					\$373.11
INDIRECTOS Y UTILIDAD				18%	\$67.16
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					\$440.27

* Los valores de la tarifa/hora en equipo y herramientas, estan basados según (Castanier & Mendía,2018)

Fuente: Los autores

Tabla 20: Análisis de precios unitarios de la fabricación del soporte delantero.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Jorge Sánchez , Jairo Sánchez			
PROYECTO: Diseño de un prototipo de handbike con asistencia electrica acoplable a una silla de ruedas					
ITEM:		2			
DESCRIPCIÓN:		Soporte delantero			
Unidades de medida		m			
EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	A	TARIFA/HORA *B	RENDIMIENTO HORAS/U C	COSTO TOTAL D= A*B*C
Herramienta menor: escuadra, llaves, etc			3% MO		\$2.19
Cortadora	1		\$10.00	1	\$10.00
Taladro de columna	1		\$10.00	0.5	\$5.00
Dobladora	1		\$10.00	1	\$10.00
Soldadora	1		\$15.00	2	\$30.00
Amoladora	1		\$10.00	1	\$10.00
Compresor	1		\$15.00	1	\$15.00
PARCIAL M =					\$82.19
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO/U B	COSTO TOTAL D= A*B	
Tubo redondo acero A36 3/4" x 1,5mm	m	1	\$9.96	\$9.96	
Eje roscado de 1/4"	m	1	\$20.00	\$20.00	
Placha de 4 mm	m ²	0.3	\$4.00	\$1.20	
Pletina	m	0.1	\$2.00	\$0.20	
Pernos		2	\$0.50	\$1.00	
Acoples hidraulicos		2	\$12.47	\$24.94	
PARCIAL N =					\$57.30
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D= A*B*C
Transporte	u	1	\$15.00	1	\$15.00
PARCIAL O =					\$15.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	S.R.H B	RENDIMIENTO HORAS/U C	COSTO TOTAL D= A*B*C
Ayudante mecánico		1	3.65	20	\$73.00
PARCIAL P =					\$73.00
Total COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					\$227.49
INDIRECTOS Y UTILIDAD				18%	\$40.95
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					\$268.44

* Los valores de la tarifa/hora en equipo y herramientas, estan basados según (Castanier & Mendía, 2018)

Fuente: Las autores

Tabla 21: Análisis de precios unitarios del kit Motor-rueda

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Jorge Sánchez , Jairo Sánchez			
PROYECTO: Diseño de un prototipo de handbike con asistencia electrica acoplable a una silla de ruedas					
ITEM:		3			
DESCRIPCION:		Kit Motor-rueda			
Marca:		iMortor			
EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	RENDIMIENTO HORAS/U C	COSTO TOTAL D= A*B*C	
				0	
PARCIAL M=				0	
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTDAD A	PRECIO/U B	COSTO TOTAL D= A*B	
Motor CC sin escoboilas de imán permanente	u	1	0	0	
Rueda con neumático	u	1	0	0	
Cargador	u	1	0	0	
Batería	u	1	0	0	
Soporte para teléfono	u	1	0	0	
Palanca de cambio	u	1	0	0	
PARCIAL N =				\$389.90	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTDAD A	TARIFA A/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D= A*B*C
Envío china-Ecuador	u	1	\$31.19	1	\$31.19
PARCIAL O =				\$31.19	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTDAD A	S.R.H B	RENDIMIENTO HORAS S/U	COSTO TOTAL D= A*B*C
		0	0	0	0
PARCIAL P =				0	
Total COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				\$421.09	
I.V.A			12%	\$50.53	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO				\$471.62	
NOTA: NO SE OBTIENE UTILIDADES DE ESTE PRODUCTO, YA QUE ES IMPORTADO					

Fuente: Autores

3.2 Análisis de Factibilidad

Para la elaboración de este proyecto se examinó varias propuestas, tomando en consideración la decisión costo-beneficio, para la adquisición de este medio de movilidad.

Propuesta 1

Para el estudio de la propuesta 1, se analizó los precios unitarios con el objetivo de la construcción de la silla de ruedas por los autores, hasta obtener el final del producto.

Tabla 22: Costo total de la Propuesta 1.

N°	Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Fabricación de silla	u	1	\$440.27	\$440.27
2	Fabricación de soporte delantero	u	1	\$268.64	\$268.64
3	Kit Motor-rueda	u	1	\$471.62	\$471.62
4	Varios	u	1	\$50.00	\$50.00
TOTAL					\$1,230.53

Fuente: Autores

Propuesta 2

En esta propuesta se examinó los precios unitarios para la compra de la silla de ruedas a nivel local, consiguiendo el producto.

Tabla 23: Costo total de la Propuesta 2.

N°	Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Compra de silla de ruedas	u	1	\$200.00	\$200.00
2	Fabricación de soporte delantero	u	1	\$268.64	\$268.64
3	Kit Motor-rueda	u	1	\$471.62	\$471.62
4	Varios	u	1	\$50.00	\$50.00
TOTAL					\$990.26

Fuente: Autores

3.3 Conclusiones

1. La fundamentación teórica permitió afianzar el conocimiento sobre el que se sustenta el desarrollo del proyecto, con lo cual se evidenció que el requisito fundamental para desarrollar nuestro proyecto fue establecer las medidas antropométricas apropiadas de acuerdo a la ergonomía de la población ecuatoriana. Además se tomó en consideración el tipo de material y peso de los usuarios, ya que conocer estos datos facilitan el proceso al momento del análisis.
2. Luego de analizar los diferentes sistemas de acoples, se seleccionó el acople hidráulico de $\frac{1}{4}$ NPT, el cual garantiza que los usuarios puedan transformar la silla de ruedas convencional en un handbike eléctrico de manera fácil y rápida, con un costo accesible al momento de la adquisición.

En el proceso de diseño del dispositivo, es primordial modificar el mallado, con la finalidad que la calidad del mismo sea igual o superior al 80%. Debido a que el programa excedía el tiempo del análisis, el programa solicitaba adquirir la licencia original o actualizar el producto. Según la tabla 14 en nuestra simulación se logró alcanzar una calidad ortogonal del 60% (aceptable), asimilando los resultados a la realidad.

3. La deformación total máxima es de 2.86 mm y está ubicada en los mangos de empuje en la silla de ruedas, al ser un valor muy pequeño no afecta el funcionamiento del dispositivo. Los esfuerzos máximos están localizados en el sistema de acoples con un valor de 400.02 Mpa, este valor se ve incrementado con el peso máximo que va a soportar el dispositivo. El factor de seguridad mínimo es 1.7, se encuentra ubicado como lo teníamos previsto en los acoples rápidos, con lo que garantiza que el sistema pueda ser ocupado por personas.

Es más factible aplicar la propuesta 2, con esta propuesta se reducen los costos totales de fabricación y se podría incrementar la cantidad de ofertas en el mercado.

Referencias bibliográficas

Asociación Española de Normalización y Certificación. (Junio de 1991). Sillas de ruedas: clasificación por tipos a partir de las características de aspecto. *UNE 111-916-91*. España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (Enero de 1991). Sillas de ruedas: Dimensiones totales máximas. *UNE 111-915-91*. España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (Diciembre de 2014). Sillas de ruedas con motor eléctrico, scooters y sus cargadores Requisitos y metodos de ensayo. *UNE-EN 12184*. España: AENOR.

Carmenate Milián, L., Moncada Chávez, F. A., & Borjas Leiva, E. W. (2014). *Manual de medidas Antropométricas* (Primera ed.). Costa Rica: SALTRA.

Carrillo, J. (2016). Diseño de una estación de trabajo para personas con discapacidad permanente de extremidades inferiores que utilizan silla de ruedas, cuya capacidad intelectual es normal y. *Diseño de una estación de trabajo para personas con discapacidad permanente de extremidades inferiores que utilizan silla de ruedas, cuya capacidad intelectual es normal y*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, Quito.

Castanier , D., & Mendía, E. (2018). Diseño, construcción e implementación de un a silla de ruedas eléctrica plegable para una persona con problemas de movilidad. (*Tesis de pregrado*). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

CONADIS. (Octubre de 2019). *Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades*. Obtenido de Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades:
<https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>

De la cruz, E. D. (2013). Sistema para control de una silla de ruedas mediante el uso de un dispositivo Háptico(Guante electrónico). *tesis de pregrado*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

De la Vega , D., Lopez, F., & Soto, S. (2004). *Antropometría para discapacitados*. México: Sociedad de Ergonomistas de Mexico, A.C. Obtenido de <http://www.semec.org.mx/archivos/6-22.pdf>

Departamento de consumo y salud de Aragón & disminuidos de Aragón. (2003). *Guía del consumidor en silla de ruedas*. Aragón: Octavio y Félez, S.A.

Facultad de Ciencias de la salud. (Universidad de Coruña de 2004). *Terapia Ocupacional y Adaptación Funcional Medio*. Obtenido de Terapia Ocupacional y Adaptación Funcional Medio:
<https://sid.usal.es/idocs/F5/5.1.2.1-1731/2003-2004/index.html>

Giraldo Gómez, M. (2012). Diseño de silla bipedestadora de baño para pacientes con discapacidad de miembro inferior. (*Tesis de pregrado*). Universidad EIA, Antioquia.

IBV. (2002). Cómo elegir tu silla de ruedas guía fácil. Obtenido de http://www.ibv.org/documentos/libros/gu_facil_sr.pdf

Instituto de Biomecánica de Valencia. (2013). *Ergonomía y Discapacidad*. Valencia: Grafo, S.A.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (14 de Noviembre de 2019). *INEC*. Obtenido de INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>

Lázaro Naranjo, C. (2004). Simulación por elemento finito del proceso de formado de conexiones T sin costura en caliente. (*Tesis Doctoral*). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.

Ministerio de relaciones laborales & CONADIS. (2013). *Manual de buenas prácticas para la inclusión laboral de personas con discapacidad*. Quito. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/MANUALFIN.pdf>

Morillo Pabón, M. (2017). Construcción de una silla bipedestadora del prototipo LILIBOT. (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

Norton, R. (2004). *Diseño de Maquinaria* (Cuarta ed., Vol. CUARTA). Monterrey, México: McGRAW-HILL.

NTE INEN 2245. (Junio de 2016). *Accesibilidad de las personas al medio físico. Rampas*. Quito.

Ottobock. (2013). Mobility Solutions. *Información Técnica de productos de movilidad*. España. Obtenido de <https://www.ottobock.es/media/datos-t%c3%a9nicos-sillas-de-ruedas.pdf>

Ozen, M. (2014). Meshing Workshop. www.ozeninc.com.

Pérez, J., & Romero, J. (2017). Simulación computacional de esfuerzo-deformación y transferencia de calor de un secador cilíndrico rotativo de la industria papelera. (*Tesis de Maestría*). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

Rodríguez, J., Castro, L., & Del Real, J. (2006). *PROCESOS INDUSTRIALES para Materiales Metálicos* (2 ed.). Madrid: VISION NET.

Sánchez, J. (2015). Diseño y análisis estático de una Handbike. (*tesis de pregrado*). Universidad Carlos III de Madrid, Leganés.

Toba, A. (1 de Diciembre de 2015). *Estrategias de Mallado 1*. Obtenido de [www.youtube.com](http://www.youtube.com/watch?v=kmh_fAoxik8): https://www.youtube.com/watch?v=kmh_fAoxik8

Toba, A. (01 de Diciembre de 2015). *Tutorial ANSYS Workbench Estrategias de Mallado I (Parte 1/2)*. Obtenido de Archivo de video: https://www.youtube.com/watch?v=kmh_fAoxik8

Unknown. (29 de Septiembre de 2012). *Pedaleando con mis manos*. Obtenido de ¿Que es una handbike?: <http://pedaleandoconmismanos.blogspot.com/2012/09/quees-una-hand-bike-bicicletade-mano-se.html>

Urrutia, F. (2016). Características antropométricas de personas con discapacidad móvil inferior y su incidencia en el diseño de una silla de ruedas. (*tesis de maestría*). Universidad técnica de Ambato, Ambato.

Valero Cabello, E. (s.f.). *Centro Nacional de nuevas tecnologías*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higienen en el trabajo: <https://www.insst.es/documents/94886/524376/DTEAntropometriaDP.pdf/032e8c34-f059-4be6-8d49-4b00ea06b3e6>

ANEXOS

1. Catálogo del acero A-36

TUBO MECÁNICO REDONDO

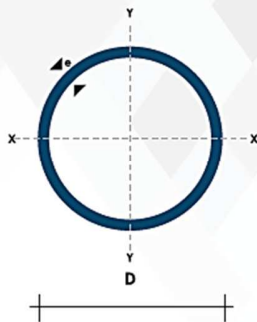


Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 2415
Caldiad:	JIS 3141 SPCC SD
Acabado:	Acero negro o galvanizado
Largo normal:	6,00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 1/2" a 2 1/2"
Espesores:	Desde 0,80mm a 1,50mm

Activar Windows
Vea la configuración para activar Windows

NOMENCLATURA	
Área =	Área de la selección transversal del tubo, cm ²
I =	Momento de inercia de la sección, cm ⁴
W =	Módulo resistente de la sección, cm ³
i =	Radio de giro de la sección cm



Diámetro Exterior (D)		Espesor		Peso		Propiedades	
Pulg	mm	e mm	P Kg/4m	A cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
1/2	12,70	0,95	1,86	0,35	0,06	0,09	0,41
		1,10	2,10	0,40	0,07	0,11	0,41
		1,50	2,82	0,53	0,08	0,13	0,39
5/8	15,88	0,95	2,28	0,44	0,12	0,15	0,51
		1,10	2,64	0,51	0,14	0,18	0,52
		1,50	3,54	0,68	0,18	0,22	0,51
3/4	19,05	0,95	2,70	0,54	0,22	0,23	0,64
		1,10	3,18	0,62	0,25	0,26	0,63
		1,50	4,20	0,83	0,32	0,34	0,62
7/8	22,22	0,95	3,18	0,63	0,36	0,32	0,75
		1,10	3,66	0,73	0,41	0,37	0,75
		1,50	4,92	0,98	0,53	0,47	0,74
1	25,40	0,95	3,60	0,73	0,55	0,43	0,87
		1,10	4,20	0,84	0,62	0,49	0,86
		1,50	5,64	1,13	0,81	0,64	0,85
1 1/4	31,75	0,95	4,50	0,92	1,09	0,69	1,18
		1,10	5,22	1,06	1,24	0,78	1,08
		1,50	7,08	1,43	1,63	1,03	1,07
1 1/2	38,10	0,95	5,40	1,11	1,91	1,00	1,31
		1,10	6,24	1,28	2,19	1,15	1,31
		1,50	8,46	1,72	2,89	1,52	1,30
1 3/4	44,45	0,95	6,24	1,30	3,07	1,38	1,54
		1,10	7,26	1,50	3,52	0,16	1,53
		1,50	9,84	2,02	4,67	2,10	1,52
1 7/8	47,63	0,95	6,78	1,40	3,80	1,60	1,65
		1,10	7,80	1,61	4,35	1,83	1,64
		1,50	10,26	2,17	5,79	2,43	1,63
2	50,80	0,95	7,20	1,49	4,62	1,82	1,76
		1,10	8,34	1,72	5,30	2,09	1,76
		1,50	10,80	2,32	7,06	2,78	1,74
2 3/8	60,33	1,50	13,20	2,77	12,00	3,98	2,08
2 1/2	63,50	1,50	14,04	2,92	14,05	4,42	2,19

TUBERÍA

Activar Windows
Vea la configuración

2. Parámetros del motor

Descripción:

Convierta su bicicleta tradicional en una bicicleta eléctrica potente con nuestra rueda de bicicleta eléctrica delantera inteligente. Está diseñado para reemplazar la rueda de 24

pulgadas para un mayor kilometraje y una velocidad más rápida. Alimentado por un motor de 350 W, puede alcanzar un máximo de 80 km de kilometraje en modo ciclomotor. Y con la ayuda de la aplicación, su viaje en bicicleta será más maravilloso de lo que espera.

Potente motor con batería de gran capacidad, alcanza hasta 40 km de kilometraje en modo de energía eléctrica pura y 70-80 km en modo de potencia de ciclomotor.


Controlador de unidad inteligente FOC para una personalización profunda.

Se suministra con un soporte para teléfono celular con el puerto USB en la batería para cargar su dispositivo móvil durante un viaje.

Ajuste la velocidad y controle el estado de la rueda, el kilometraje total con la aplicación, escaneando el código QR en el manual del usuario o el cuerpo de la rueda.

Batería desmontable para una fácil recarga.

Para iniciar el producto, necesita una velocidad de hasta 5 km / h, o mantenga presionados los desviadores girando rápidamente la rueda.

PART-01 

Whole machine parameters

Product name: iMortor 3 Voltage: 36V
Max speed: 40km/h Max output power: 800W
Break: V break/Disc break Model: 24/26/27.5/29/700C
Assistance mode: Pure electric cycling/Full pedal assistant

Disponibile on line: [https://www.geekbuying.com/item/iMortor3-26-inches-Permanent-Magnet-DC-Motor-Bicycle-Wheel-EU-Version-416957.html?utm_source=youtube&utm_medium=sns&utm_campaign=sami&utm_term=imortor](https://www.geekbuying.com/item/iMortor3-26-inches-Permanent-Magnet-DC-Motor-Bicycle-Wheel-EU-Version-416957.html?utm_source=youtube&utm_medium=sns&utm_campaign=sami&utm_term=imortor3)


3

Nombre del producto	iMortor 3
Máxima velocidad	40km/h
Freno	Disco de freno/ Freno V
Modo de asistencia	Ciclismo eléctrico/ Asistente de pedal
Voltaje	36 V
Potencia de salida máxima	800w
Modelo	24/26/27.5/29/700 C

3. Parámetros de batería

PART-02
Battery parameters

STILL Removable battery
Voltage: 36V
Max capacity: 7.2ah(270wh)
Battery number: 30pcs
Usb output: 5V 2A
Battery development: yes
Charging port: DC2.1



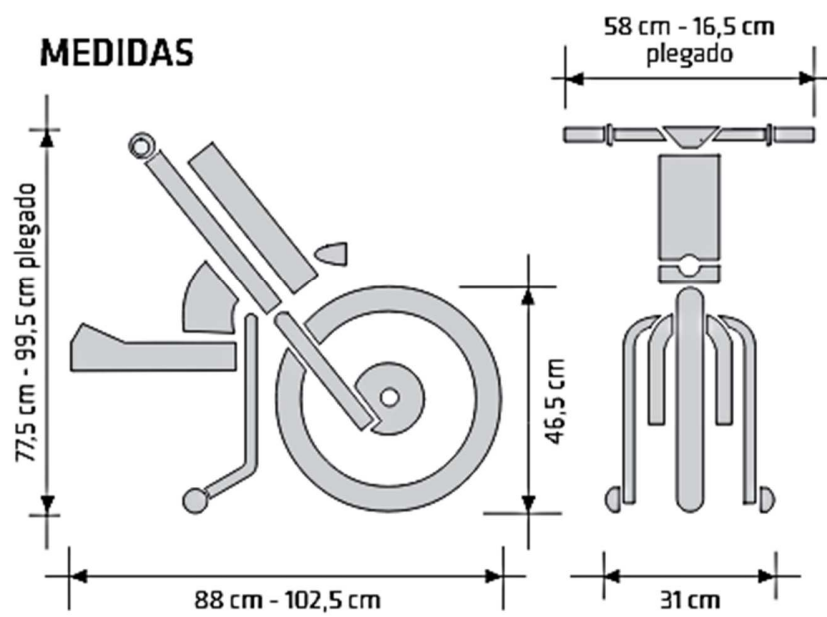
Voltaje	36 V
Máxima capacidad	7.2 ah (270wh)
Numero de batería	30 pcs

Salida de USB	5V, 2A
Desarrollo de la batería	si
Puerto de carga	DC 2.1

4. Descripción del paquete

General	Marca: iMortor
	Tipo: Rueda de bicicleta de motor Versión UE
Especificación	Posición: Rueda delantera de la bicicleta
	Material: Neumático de goma, cubo de aleación de aluminio, carcasa del motor ABS
	Cambiador de marchas: aceleración de cinco estrellas
	Conexión: Bluetooth 4.0, compatible con sistema Android e iOS
	Aplicable: rueda de 26 pulgadas de bicicleta de montaña, bicicleta de carretera, ocio bicicleta, etc.
	Batería: batería de iones de litio de 36V / 259.2Wh / 7200mAh (incluida en el paquete)
	Motor: motor de CC sin escobillas de imán permanente de 350W
	Velocidad máxima: 40 km / h
	Nota: La bicicleta no está incluida
Dimensiones y peso	Peso del producto: 7.2 kg
	Peso del paquete: 12.9 kg
	Tamaño del producto (L x W x H): 68 x 68 x 4.5 cm
	Tamaño del paquete (L x W x H): 72 x 72 x 22 cm
Contenidos del paquete	1 x motor de cubo
	1 x rueda delantera con neumático
	1 x cargador
	1 x batería
	1 x soporte para teléfono
	1 x palanca
	de cambio de pulgar 1 x cable de palanca de cambio de pulg

5. Medidas del soporte de rueda conductora (Diseño de Batec Moblity)





CH.C. Cia. Ltda.

 Mangueras
 Hidráulicas e Industriales

 Austopista Azogues - Cuenca
 km 12 (sector ucubamba)
 Telf: 593-4077012, 2890038
 chavezcue@gmail.com
www.chcmanguerashidraulcas.com

PROFORMA N° 0007-2048

CUENCA, 24 DE ENERO DEL 2020

Fecha de Emisión:

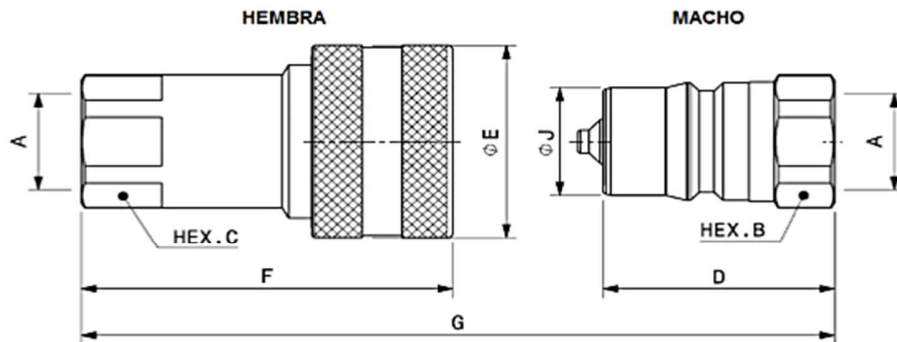
Señores:

Atentamente:

SR. SANCHEZ JAIRO

(COMPRAS)

DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR	P. TOTAL
-------------	-------	-------	----------

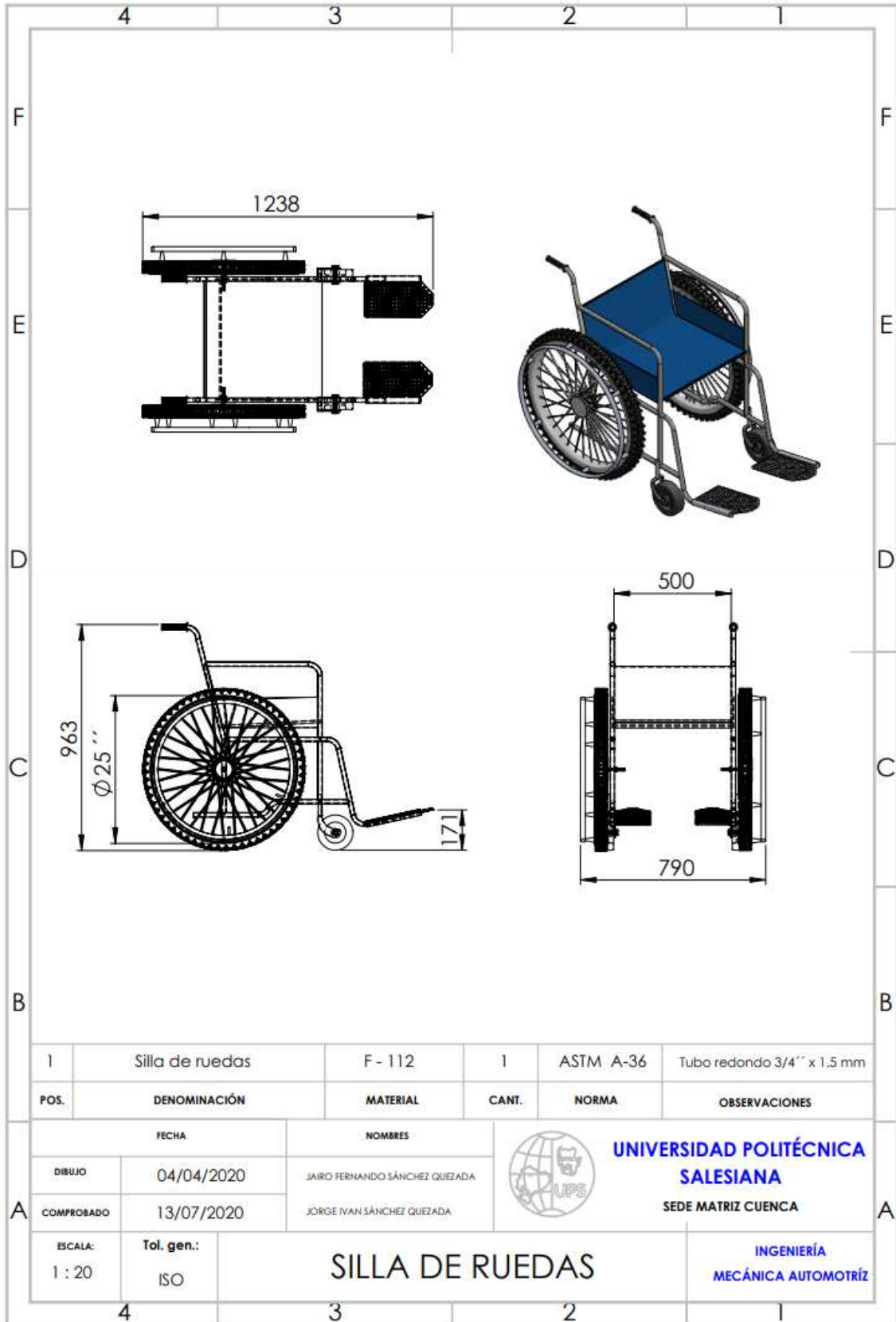


Código	Descripción	Rosca	Longitud	Longitud		Hexagonal		Diámetro	
		Medida (A)	Total (G)	Hembra (F)	Macho (D)	Hembra (C)	Macho (B)	Hembra (E)	Macho (J)
488.020.0004	Acople Hid.de Punta B 1/4" NPT	1/4" NPT	72.5	57.0	36.0	19	19	27.5	14.2
488.020.0006	Acople Hid.de Punta B 3/8" NPT	3/8" NPT	82.7	65.0	40.0	22	22	35.0	19.1
488.020.0008	Acople Hid.de Punta B 1/2" NPT	1/2" NPT	94.5	74.0	46.5	27	27	44.0	23.5
488.020.0012	Acople Hid.de Punta B 3/4" NPT	3/4" NPT	112.5	89.0	57.5	34	34	52.0	31.4
488.020.0016	Acople Hid.de Punta B 1" NPT	1" NPT	132.5	106.0	65.5	41	41	60.0	37.7

Código	Descripción	Rosca Medida (A)	Presión Nominal (PSI)	Presión Nominal (Bar)	Flujo Nominal (l/min)	Flujo Nominal (GPM)
488.020.0004	Acople Hid.de Punta B 1/4" NPT	1/4" NPT	5000	345	11	13
488.020.0006	Acople Hid.de Punta B 3/8" NPT	3/8" NPT	4000	276	23	27
488.020.0008	Acople Hid.de Punta B 1/2" NPT	1/2" NPT	4000	276	45	55
488.020.0012	Acople Hid.de Punta B 3/4" NPT	3/4" NPT	3000	207	106	127
488.020.0016	Acople Hid.de Punta B 1" NPT	1" NPT	3000	207	189	227

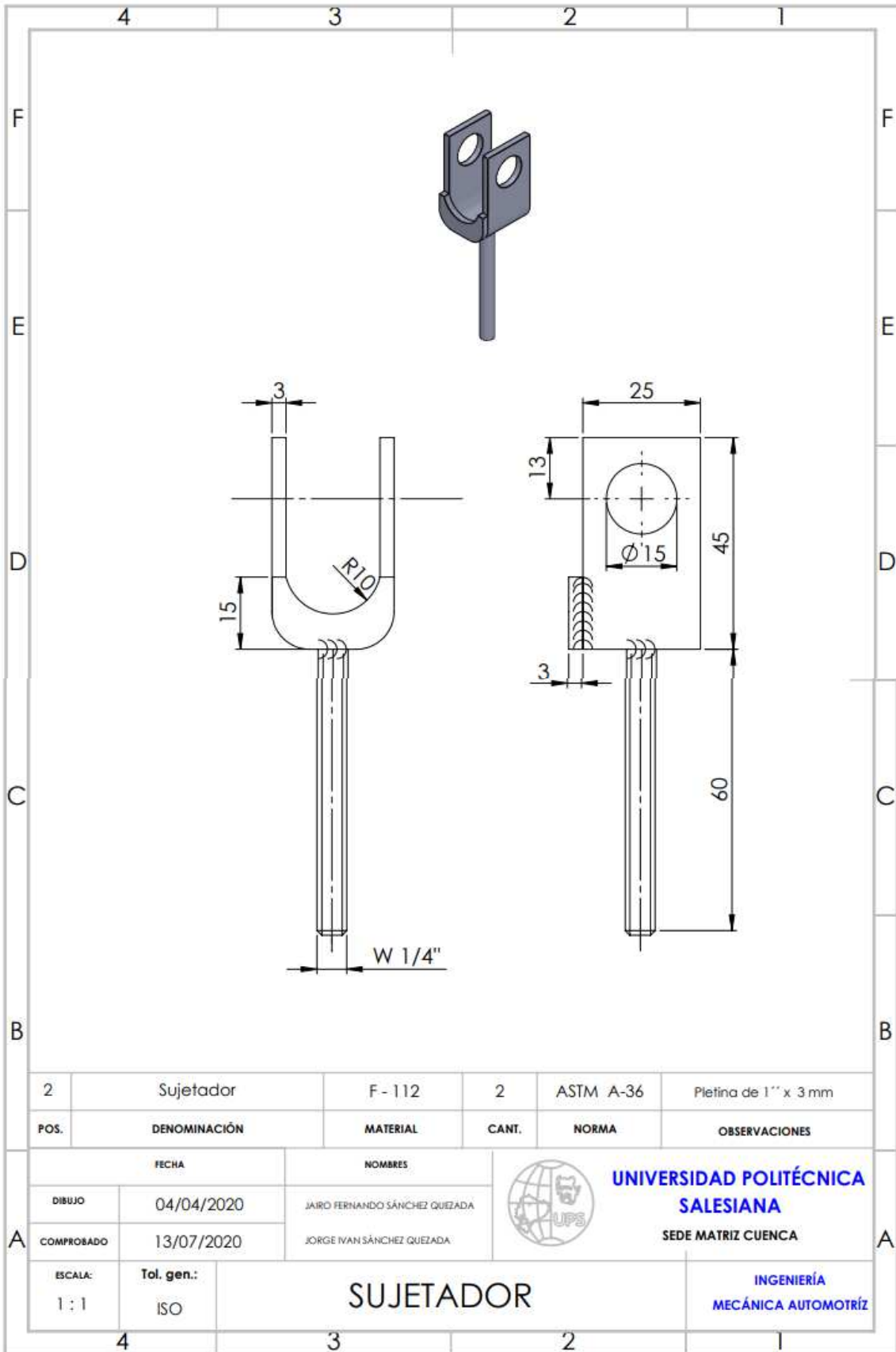
7. Planos del diseño

11	Soporte del volante	F - 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
10	Volante	F - 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
9	Acople rápido hidráulico macho	Acero al carbono	2	ISO 7241-A	1/4" NPT
8	Acople rápido hidráulico hembra	Acero al carbono	2	ISO 7241-A	1/4" NPT
7	Perno sujetador	F - 114	2	SAE Grado 5	M 14 X 40
6	Horquilla	F - 112	2	ASTM A-36	Plancha de 4 mm
5	Rueda IMortar3 de 24"	Acero - Caucho	1		Rueda 38-528
4	Nervio	F - 112	1	ASTM A-36	Plancha de 4mm
3	Soporte horizontal	F - 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
2	Sujetador	F - 112	2	ASTM A-36	Pletina de 1" x 3 mm
1	Silla de ruedas	F - 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES
FECHA		NOMBRES			
Dibujo	04/04/2020	JAIRO SÁNCHEZ Q.			
Comprob.	13/07/2020	JORGE SÁNCHEZ Q.			
Escala:		Tot. gen.:		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA	
1: 5		ISO		INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ	
PROTOTIPO HANDBIKE					



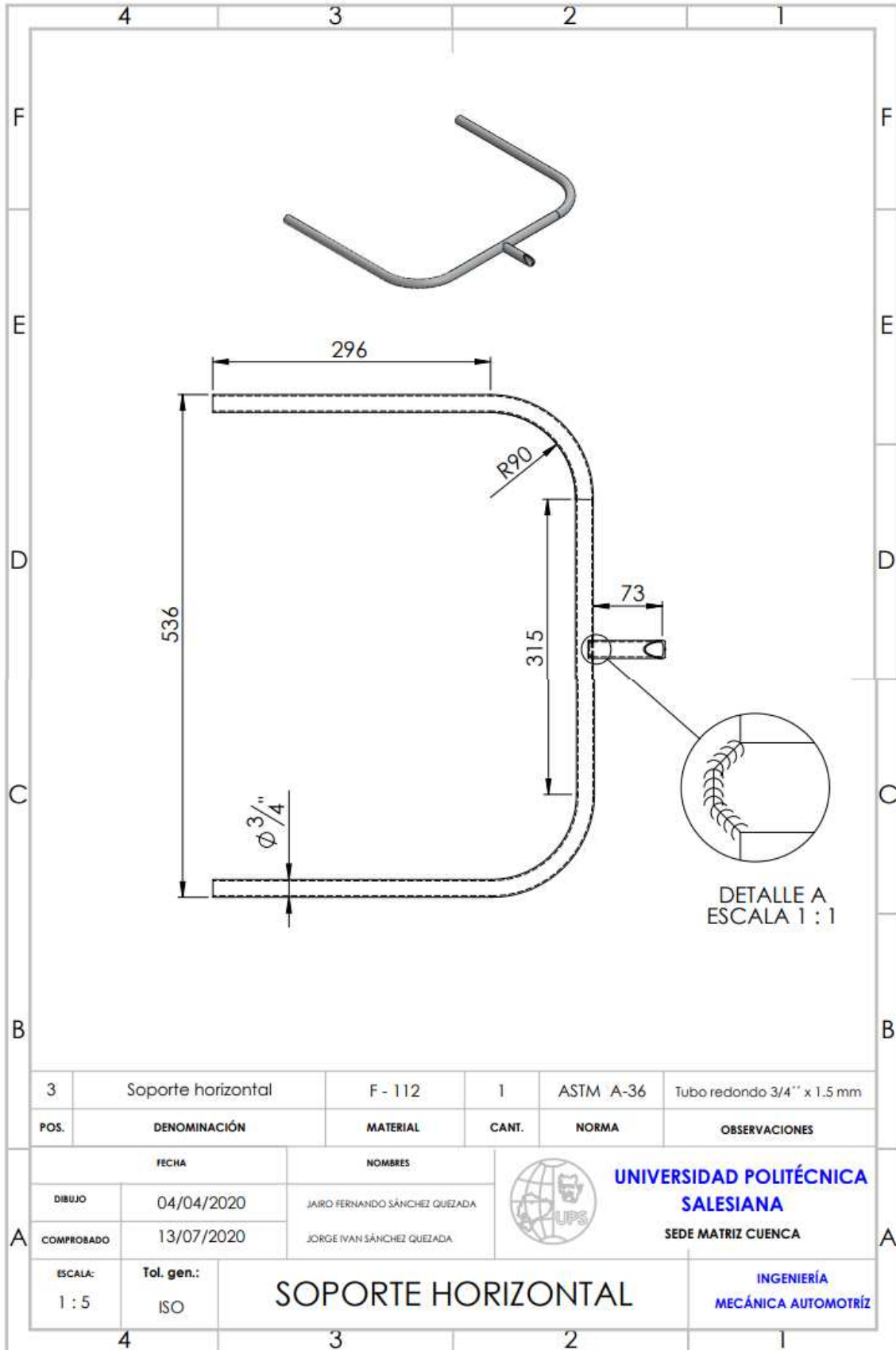
1	Silla de ruedas	F- 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES

FECHA		NOMBRES			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
DIBUJO	04/04/2020	JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUEZADA			
COMPROBADO	13/07/2020	JORGE IVAN SÁNCHEZ QUEZADA			
ESCALA: 1 : 20	Tol. gen.: ISO	SILLA DE RUEDAS			INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ



2	Sujetador	F - 112	2	ASTM A-36	Pletina de 1" x 3 mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES

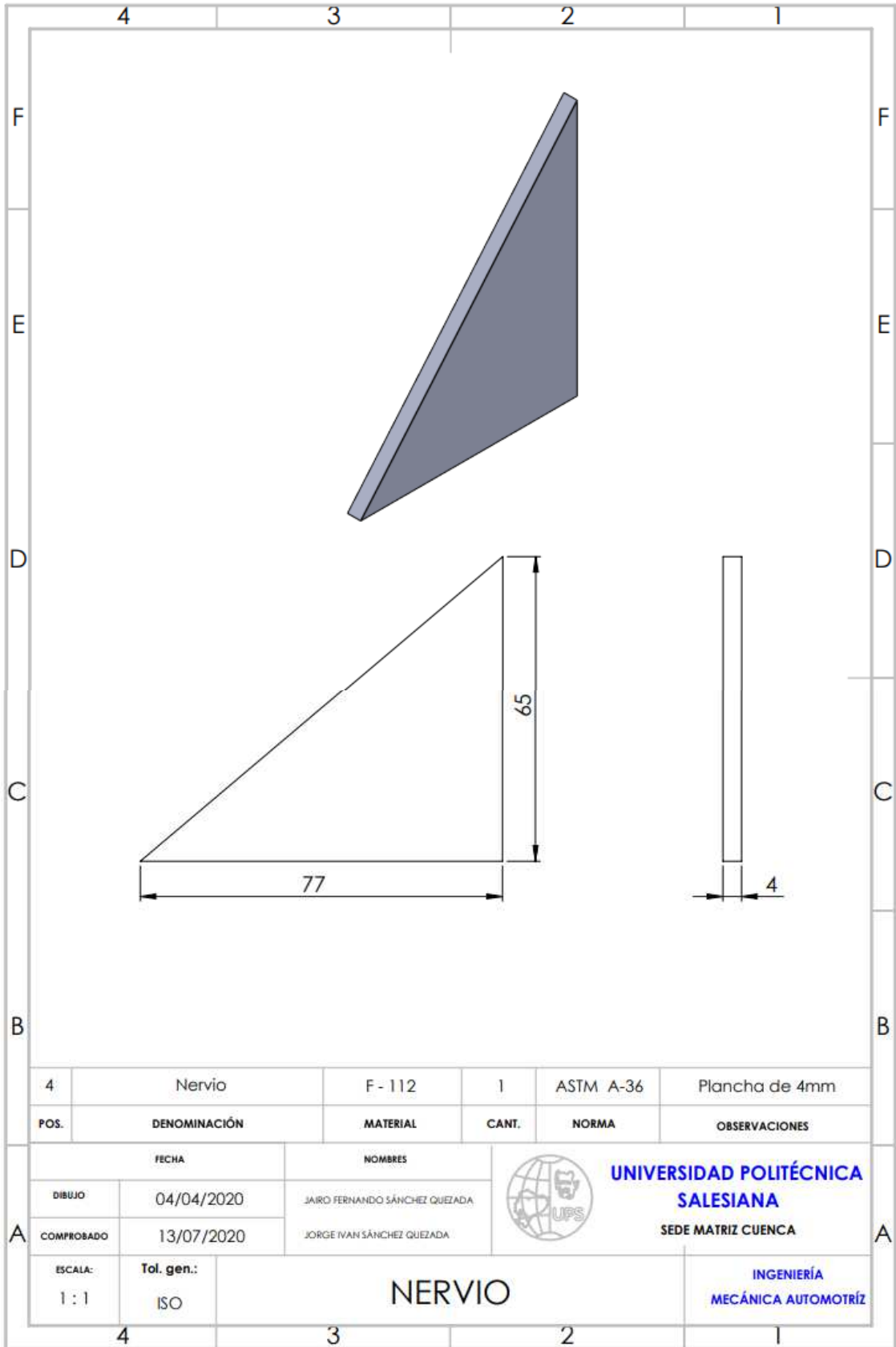
FECHA		NOMBRES			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
DIBUJO	04/04/2020	JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUEZADA			
COMPROBADO	13/07/2020	JORGE IVAN SÁNCHEZ QUEZADA			
ESCALA:	Tol. gen.:	SUJETADOR			INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ
1 : 1	ISO				



3	Soporte horizontal	F - 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES

FECHA		NOMBRES			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
DIBUJO	04/04/2020	JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUEZADA			
COMPROBADO	13/07/2020	JORGE IVAN SÁNCHEZ QUEZADA			

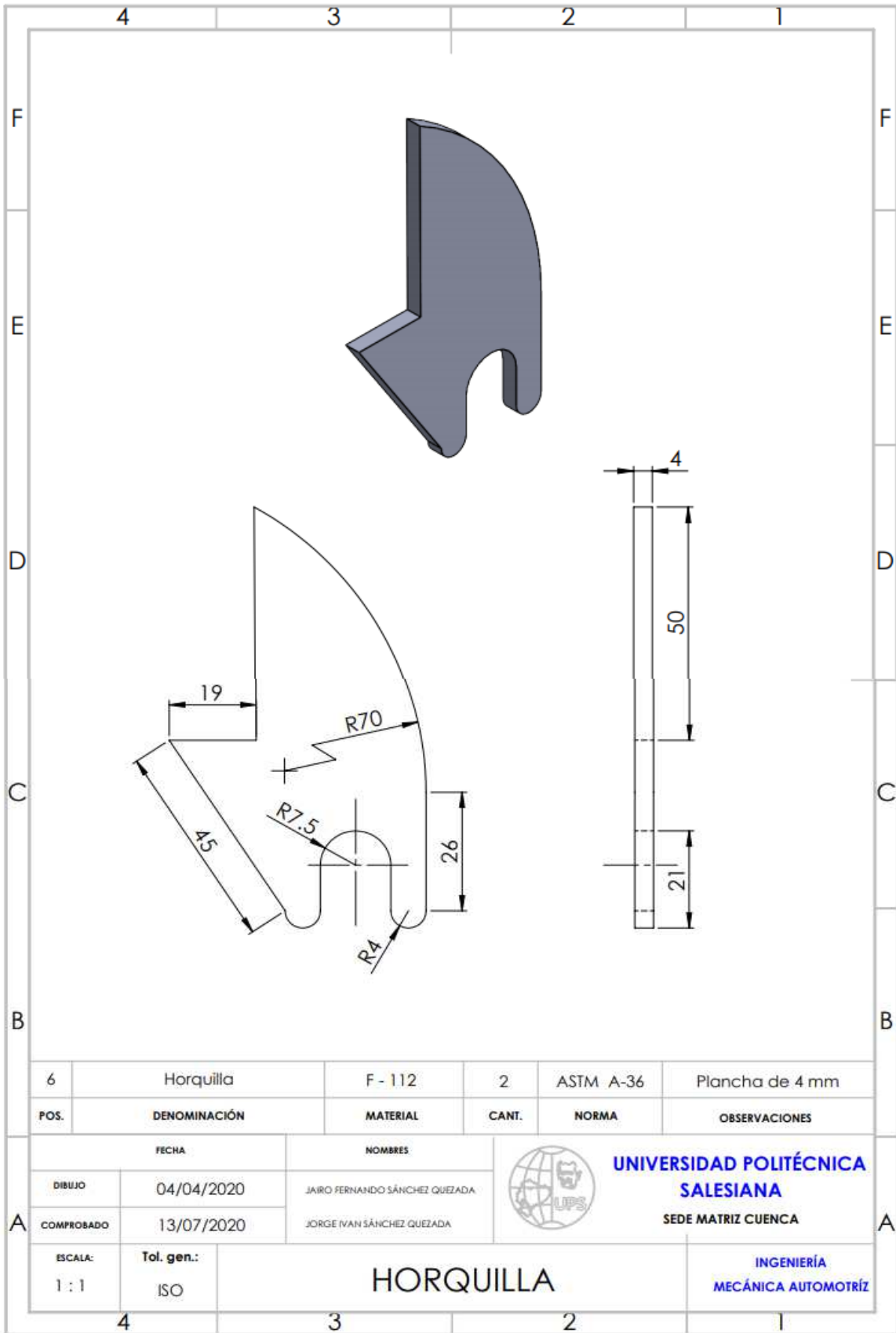
ESCALA: 1 : 5	Tol. gen.: ISO	SOPORTE HORIZONTAL		INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ
------------------	-------------------	---------------------------	--	-----------------------------------



4	Nervio	F - 112	1	ASTM A-36	Plancha de 4mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES

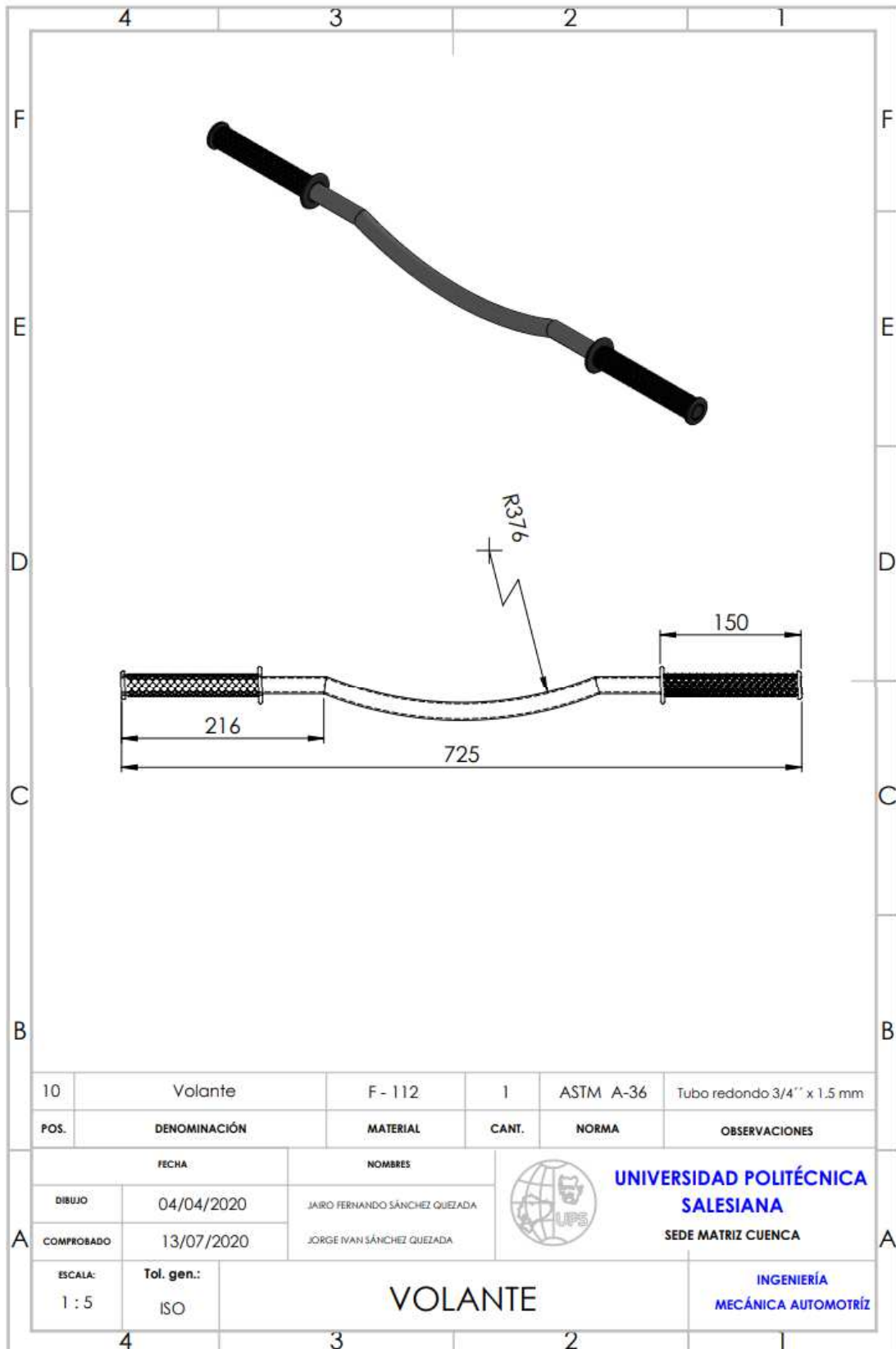
FECHA		NOMBRES			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
DIBUJO	04/04/2020	JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUIEZADA			
COMPROBADO	13/07/2020	JORGE IVAN SÁNCHEZ QUIEZADA			

ESCALA:	Tol. gen.:	NERVIO	INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ
1:1	ISO		



6	Horquilla	F - 112	2	ASTM A-36	Plancha de 4 mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES

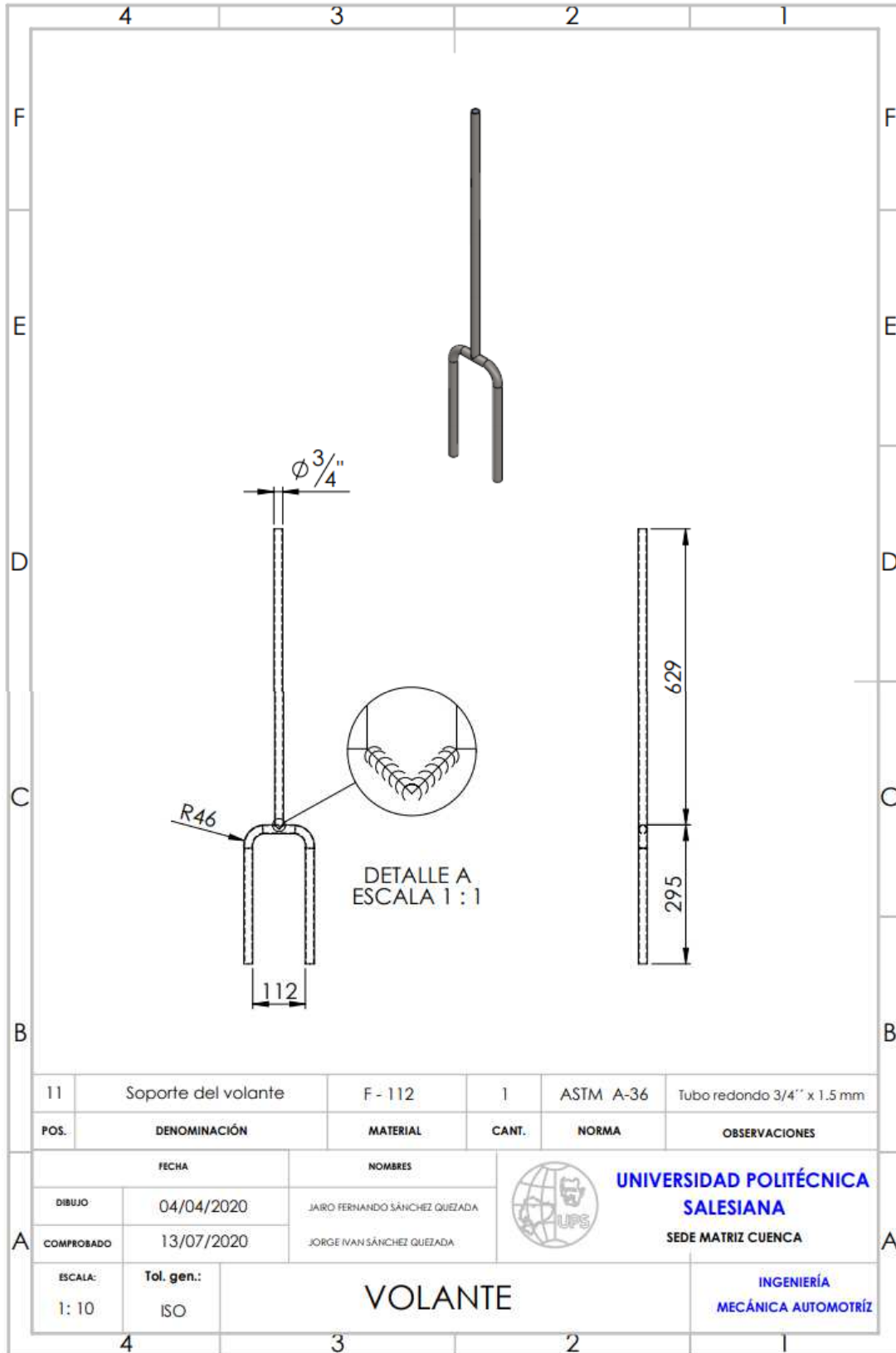
FECHA		NOMBRES			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
DIBUJO	04/04/2020	JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUEZADA			
COMPROBADO	13/07/2020	JORGE IVAN SÁNCHEZ QUEZADA			
ESCALA:	Tol. gen.:	HORQUILLA			INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ
1:1	ISO				



10	Volante	F- 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES

FECHA		NOMBRES			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
DIBUJO	04/04/2020	JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUEZADA			
COMPROBADO	13/07/2020	JÓRGE IVÁN SÁNCHEZ QUEZADA			

ESCALA:	Tol. gen.:	VOLANTE		INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ
1 : 5	ISO			



11	Soporte del volante	F - 112	1	ASTM A-36	Tubo redondo 3/4" x 1.5 mm
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	NORMA	OBSERVACIONES

FECHA		NOMBRES			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
DIBUJO	04/04/2020	JAIRO FERNANDO SÁNCHEZ QUEZADA			
COMPROBADO	13/07/2020	JORGE IVAN SÁNCHEZ QUEZADA			
ESCALA:	Tol. gen.:	VOLANTE			INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ
1: 10	ISO				