



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**TESIS**

**DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO-ELÉCTRICO CON  
CARGA SOLAR PARA UN VEHÍCULO AUTOMOTRIZ  
MENOR DE TRES RUEDAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA**

**Autor:**

**Bach. Romero Ruiz Willian Dany**  
<https://orcid.org/0000-0001-9576-0712>

**Asesor:**

**Mg. Alvarado Silva Carlos Alexis**  
<https://orcid.org/0000-0002-3588-8869>

**Línea de Investigación:  
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente.**

**Pimentel – Perú  
2020**

# **DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO-ELÉCTRICO CON CARGA SOLAR PARA UN VEHÍCULO AUTOMOTRIZ MENOR DE TRES RUEDAS**

---

Mg. Vives Garnique Juan Carlos

**Presidente**

---

Mg. Gastiburú Morales Silvia Yvone

**Secretario**

---

Mg. Carlos Alexis Alvarado Silva

**Vocal**

## DEDICATORIA

Todo en este largo camino de mi formación profesional ha surgido por voluntad de Dios, es por ello que, en primer lugar, mi tesis va dedicada a Él por bendecirme siempre y en todo momento, por darme la fortaleza y los conocimientos necesarios para lograr culminar con éxito mi vida universitaria.

De manera muy especial, dedico esta tesis a mis papás, el señor Olandes y la señora Nancy quienes desde muy pequeño me inculcaron valores y me educaron para poder ayudar a quienes más lo necesiten. Además, son ellos quienes siempre me brindan palabras de aliento y me guían para seguir siempre adelante.

No me olvido de ustedes mis hermanos, que siempre estuvieron pendientes de mi formación personal-profesional y que gracias a ustedes estoy obteniendo lo que en años atrás me propuse obtener, pues me refiero a Carlos, Viviana, Nirlian, Edinson, Yobany y Gladys.

Sé que desde el cielo me guían y sé que les hubiese gustado ver culminar de manera satisfactoria mi carrera profesional, mis cuatro abuelitos: Daniel, Hernán, Margarita y Emma; por ello es que también les dedico mi investigación.

Así mismo, quiero dedicar esta tesis a aquellas personas que de manera directa e indirecta estuvieron siempre presentes dentro de mi formación profesional y que logré conocer en el transcurso de los cinco años de estudio, me refiero a mis amigos Rodrigo, Jorge Galván, Brillith y Júnior; a mis cuñados Mónica, Daniel e Ismael; y hasta el cielo a Isabel Cobos que siempre me tenía presente en sus oraciones.

*Romero Ruiz Willian Dany*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud, vida, sabiduría y fuerzas necesarias para lograr vencer todos aquellos obstáculos que se me presentan día tras día. Gracias por guiarme por el camino de bien y por bendecirme en cada paso que doy.

Sin duda alguna el esfuerzo realizado por mis padres no tiene límite ni punto de comparación, les agradezco infinitamente su apoyo y el cariño que siempre recibo de ustedes. Gracias por estar siempre conmigo y con todos mis hermanos.

Por otro lado, agradezco el apoyo brindado por parte de mis hermanos para culminar de manera satisfactoria mi vida universitaria.

Agradezco a la Universidad Señor de Sipán y de manera central a los docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica por brindarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional, así mismo, a mis compañeros y amigos que siempre me brindaron su amistad de manera incondicional desde que los conocí Rodrigo y Bray.

Para finalizar, quiero agradecer al ingeniero Carlos Alvarado por brindarme los conocimientos necesarios y ser guía dentro de mis dos últimos ciclos de estudio.

*Romero Ruiz Willian Dany*

## **RESUMEN**

La presente investigación “Diseño de un sistema mecánico-eléctrico con carga solar para un vehículo automotriz menor de tres ruedas”, se llevó a cabo para impulsar la utilización de nuevas tecnologías en el sistema de transporte llegando de esta manera a minimizar la contaminación ambiental.

La metodología empleada en esta tesis está basada en el método descriptivo/analítico y el diseño fue de carácter no experimental. Esto permite realizar, a partir de la observación de la radiación solar y del diseño propio del vehículo, muchos análisis para posteriormente hacer la descripción y la identificación de los elementos que conforman el sistema de alimentación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos y el sistema de transmisión de potencia por medio de cadena.

En los resultados obtenidos en esta investigación se establece la creación de un banco de baterías mediante un sistema de carga solar y seleccionar un motor eléctrico de corriente continua previo análisis de los parámetros, tales como, la velocidad máxima permisible de un vehículo menor y el peso del propio vehículo; además, se realiza el análisis para el sistema de transmisión de potencia que por la facilidad de adquisición y el bajo costo económico se optó por seleccionar el tipo de transmisión por cadena.

Finalmente, se establece el costo total que demandará la fabricación del vehículo que ha sido objeto de estudio esta investigación.

## **PALABRAS CLAVE**

Vehículo eléctrico, sistema solar fotovoltaico, sistema de transmisión de potencia, motor eléctrico, corriente continua.

## **ABSTRACT**

The present research "Design of a solar-powered mechanical-electric system for a smaller three-wheel automotive vehicle", was carried out to promote the use of new technologies in the transport system, thus minimizing environmental pollution.

The methodology used in this thesis is based on the descriptive/analytical method and the design was non-experimental. This allows, from the observation of the solar radiation and the own design of the vehicle, many analyses to make later the description and the identification of the elements that conform the system of feeding of electrical energy by means of photovoltaic panels and the system of transmission of power by means of chain.

The results obtained in this research establish the creation of a battery bank by means of a solar charging system and the selection of a direct current electric motor after the analysis of the parameters, such as, the maximum permissible speed of a minor vehicle and the weight of the vehicle itself; in addition, the analysis is made for the power transmission system that due to the ease of acquisition and the low economic cost was chosen to select the type of transmission by chain.

Finally, it establishes the total cost that will demand the manufacture of the vehicle that has been the object of this investigation.

## **KEYWORD**

Electric vehicle, photovoltaic solar system, power transmission system, electric motor, direct current.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	V
PALABRAS CLAVE.....	V
ABSTRACT.....	VI
KEYWORD.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
I. INTRODUCCION.....	12
1.1. Realidad Problemática.....	12
1.2. Antecedentes de Estudio.....	13
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	15
1.3.1. Vehículos Eléctricos.....	15
1.3.4.1. Vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV).....	16
1.3.4.2. Vehículo eléctrico con batería (BEV).....	16
1.3.4.3. Vehículo eléctrico de autonomía extendida (EREV).....	17
1.3.2. Mototaxis Eléctricas.....	17
1.3.4.1. Sistema motriz eléctrico.....	17
1.3.3. Motor Eléctrico.....	18
1.3.4.1. Motor de corriente continua (DC).....	18
1.3.4.2. Motor de corriente alterna (AC).....	19
1.3.4. Baterías.....	19
1.3.4.1. Parámetros de las baterías.....	19
1.3.4.2. Tipos de baterías.....	20
1.3.4.2.1. Baterías de plomo-ácido.....	20
1.3.4.2.2. Baterías de grafeno.....	20
1.3.4.2.3. Baterías de Ion-Litio.....	21
1.3.4.2.4. Baterías solares.....	22
1.3.4.3. Tipos de conexión de las baterías.....	22
1.3.4.3.1. Baterías conectadas en serie.....	22
1.3.4.3.2. Baterías conectadas en paralelo.....	23
1.3.4.3.3. Baterías en conexión mixta.....	24
1.3.4.4. Cálculo del sistema de acumulación de energía.....	25
1.3.4.5. Cálculo de la corriente del sistema de acumulación de energía.....	28
1.3.5. Energía Solar.....	29
1.3.6. Paneles Fotovoltaicos.....	30
1.3.6.1. Dimensionamiento de los paneles solares fotovoltaicos.....	30
1.3.7. Método de Alimentación.....	33
1.3.8. Elementos de Diseño Mecánico.....	33
1.3.8.1. Prestaciones del móvil.....	33
1.3.8.2. Sistema de transmisión de potencia.....	34
1.3.8.2.1. Sprockets.....	34
1.3.8.2.2. Sistema de transmisión de potencia por cadena.....	36
1.4.1.3.1. Resistencia a la rodadura ( $F_r$ ).....	39
1.4.1.3.2. Resistencia al aire ( $F_a$ ).....	41

1.4.1.3.3.	Resistencia por pendiente ( $F_p$ ).	42
1.4.1.3.4.	Resistencia total ( $F_T$ ).	43
1.3.8.4.	Velocidad requerida del vehículo.	44
1.4.	Formulación del Problema	45
1.5.	Justificación e Importancia de Estudio	45
1.5.1.	Justificación Ambiental.	45
1.5.2.	Justificación Social.	45
1.5.3.	Justificación Económica.	45
1.5.4.	Justificación Científica.	45
1.5.5.	Justificación Técnica.	45
1.6.	Hipótesis.	46
1.7.	Objetivo.	46
1.7.1.	Objetivo General.	46
1.7.2.	Objetivos Específicos.	46
II.	MATERIAL Y MÉTODO	48
2.1.	Tipo y Diseño de Investigación	48
2.2.	Población y Muestra.	48
2.3.	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	48
2.3.1.	Variable Independiente.	48
2.3.2.	Variable Dependiente.	48
2.3.3.	Operacionalización de Variables.	48
2.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad	49
2.4.1.	Abordaje Metodológico.	49
2.4.1.1.	Analítico.	49
2.4.1.2.	Deductivo.	50
2.4.1.3.	Inductivo.	50
2.4.2.	Instrumentos de Recolección de Datos.	50
2.5.	Procedimientos de Análisis de Datos.	50
2.6.	Criterios Éticos.	50
2.7.	Criterios de Rigor Científico.	51
III.	RESULTADOS	54
3.1.	Resultados en Tablas y Figuras.	54
3.1.1.	Análisis de las Fuerzas que Ejercen Sobre el Vehículo.	54
3.1.2.	Selección del Sistema de Transmisión de Potencia y del Motor.	57
3.1.3.	Selección del Motor.	59
3.1.4.	Diseño del Sistema de Acumulación de Energía Eléctrica.	60
3.1.5.	Diseño del Controlador de Carga Solar.	63
3.1.6.	Dimensión, Selección de los Paneles Solares y Accesorios.	63
3.1.7.	Costos.	65
3.2.	Discusión de Resultados	67
3.3.	Aporte Práctico	70
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
4.1.	Conclusiones	73
4.2.	Recomendaciones.	73
	REFERENCIAS	76
	ANEXOS 80	



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vehículo eléctrico de cuatro ruedas .....	15
<b>Figura 2.</b> Vehículo eléctrico .....	16
<b>Figura 3.</b> Vehículo eléctrico con batería.....	17
<b>Figura 4.</b> Motor DC .....	18
<b>Figura 5.</b> Batería plomo-ácido.....	20
<b>Figura 6.</b> Baterías de Ion-Litio .....	22
<b>Figura 7.</b> Conexión de baterías en serie.....	23
<b>Figura 8.</b> Conexión de baterías en paralelo .....	24
<b>Figura 9.</b> Conexión mixta .....	25
<b>Figura 10.</b> Partes de un sprocket.....	35
<b>Figura 11.</b> Velocidad de los sprockets en relación al número de dientes .....	36
<b>Figura 12.</b> Fuerzas que actúan en el desplazamiento. ....	38
<b>Figura 13.</b> Fuerza de empuje ( $F_e$ ) y radio de la rueda ( $r$ ).....	39
<b>Figura 14.</b> Deformación del neumático ( $S$ ). ....	40
<b>Figura 15.</b> Cálculo de la $F_p$ .....	42
<b>Figura 16.</b> Velocidad en el neumático. ....	44
<b>Figura 17.</b> Dimensionamiento .....	55
<b>Figura 18.</b> Cálculo de la resistencia por pendiente.....	56
<b>Figura 19.</b> Vistas del sistema de transmisión de potencia del vehículo. ....	58
<b>Figura 20.</b> Ubicación de las baterías.....	61
<b>Figura 21.</b> Parámetros para el desarrollo de la tesis. ....	67
<b>Figura 22.</b> Sistema de transmisión de potencia. ....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Combinaciones químicas en baterías de Ion-Litio .....	21
<b>Tabla 2.</b> Pérdidas en la instalación fotovoltaica .....	32
<b>Tabla 3.</b> HSP por mes en la región Lambayeque.....	33
<b>Tabla 4.</b> Coeficiente de fricción según el tipo de suelo .....	40
<b>Tabla 5.</b> Pérdidas de potencia debido a la Fa según $c_x$ y velocidad.....	42
<b>Tabla 6.</b> Operacionalización de la variable independiente .....	48
<b>Tabla 7.</b> Operacionalización de la variable dependiente .....	49
<b>Tabla 8.</b> Matriz para la selección de la tubería .....	54
<b>Tabla 9.</b> Matriz para la selección del sistema de transmisión de potencia .....	57
<b>Tabla 10.</b> Tabla resumen de las dimensiones y velocidades de los sprockets.....	58
<b>Tabla 11.</b> Selección del motor de corriente directa .....	59
<b>Tabla 12.</b> Selección del tipo de acumulador de energía .....	61
<b>Tabla 13.</b> Selección del tipo de panel solar .....	65
<b>Tabla 14.</b> Matriz para la ubicación de los paneles solares.....	65
<b>Tabla 15.</b> Costos .....	66

# **CAPÍTULO I**

# **INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCION

### 1.1. Realidad Problemática

Hace mucho tiempo surgió la necesidad de poder trasladarse de un lugar a otro de una forma más rápida y sencilla. Con la invención de los motores de combustión interna se logró realizar diseños de vehículos que permitían su fácil adecuación y que, a su vez, por medio de un mecanismo transmisor de potencia generaba movimiento en las ruedas generando movimiento. Sin embargo, en la actualidad estamos enfrentando serios problemas respecto a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera incrementando de esa manera el calentamiento global.

La industria automotriz recibe críticas principalmente por el daño causado al medio ambiente ya que genera contaminación y mantiene un déficit en calidad energética. Esto genera que el CO<sub>2</sub> tienda a incrementarse de manera significativa repercutiendo considerablemente en la calidad de vida de las personas y en la calidad medioambiental. Uno de los métodos más factibles para poder desarrollar en temas de calidad medioambiental es la energía fotovoltaica ya que aparte de ser limpia es inagotable y su aplicación es muy diversa.

En nuestro país, la compra de vehículos menores principalmente mototaxis se ha incrementado de manera considerable en los últimos años. Esto provoca la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y provoca contaminación acústica.(INEI, 2018)

En otros países, ya se viene realizando la implementación de vehículos con otro tipo de tecnología dejando de lado el uso de otras fuentes de energía como, por ejemplo, el petróleo, gasolina u otro producto ya conocido que intensifican el calentamiento global.

En el Perú (principalmente en el norte), podemos observar una gran cantidad de vehículos motorizados de tres ruedas debido a su facilidad de adquisición y a la gran oferta que existe en el mercado.

Uno de los problemas que presentan este tipo de vehículos es que no tienen la tecnología adecuada para poder funcionar sin contaminar de manera exorbitante al medio

ambiente ya que únicamente funcionan con combustible (gasolina) incrementando el efecto invernadero y por consiguiente disminuyendo nuestra calidad de vida. Es por ello que al implementar vehículos (en este caso mototaxis) con la utilización de la energía solar podremos fomentar el cuidado y fortalecimiento medioambiental.

Con este proyecto se propone el diseño de un vehículo cuya característica principal es que hará uso de la energía proveniente del sol para poder desarrollar su trabajo de manera óptima.

## **1.2. Antecedentes de Estudio**

León & Morales (2018) en su investigación titulada “Análisis de la implementación de un sistema de propulsión eléctrico para una moto tipo chopper”, diseñaron un mecanismo de propulsión eléctrica teniendo como datos principales el peso, potencia, torque y el funcionamiento de la moto tipo Chopper. Lograron calcular la potencia de funcionamiento de la moto de acuerdo a los datos de entrada antes mencionados. Esta investigación, también tuvo como objetivo reducir la contaminación acústica y hacer más comfortable la estancia del piloto. Finalmente, los autores concluyen que deberían utilizarse baterías más adecuadas para el diseño y lograr aumentar la vida útil de todos los componentes del diseño.

Valencia (2018) en su investigación “Análisis del comportamiento de un motor eléctrico, adaptado a una motocicleta, bajo características de torque, potencia y velocidad”, realizó el diseño de un sistema de tracción eléctrico utilizando baterías de plomo convencionales. Por ello es necesaria la implementación con otro tipo de baterías que tengan mejor desempeño y elevada densidad energética. Por otro lado, hizo la selección de un motor eléctrico de corriente directa (DC) modelo Brushless de 5 kW para lograr el óptimo funcionamiento de la motocicleta. El autor sugiere realizar el cambio de ese tipo de baterías por las de Ion-Litio por su elevado aporte de energía al sistema y cuya vida útil es mucho mayor, además, por su peso y tamaño.

Mohammad (2019) en su investigación “Analysis and electrification of the solar-powered electric vehicle”, realizó un análisis del comportamiento de funcionalidad de un motor eléctrico en un vehículo de cuatro ruedas. En este caso el vehículo funcionaba únicamente con energía eléctrica y además las baterías eran cargadas mediante paneles

solares. El objetivo del autor fue dejar de utilizar vehículos híbridos o semihíbridos dando auge a los vehículos 100% eléctricos. En esta investigación, el autor, hace referencia al uso de baterías cuya densidad energética sea elevada para lograr mayor aporte de energía al sistema.

Bell (2018) en su investigación “Gear reduction box for electric motorcycles”, realizó un estudio del comportamiento de una caja transmisora de potencia mediante engranajes más no como de la mera convencional (cadena o faja). El autor no hace referencia el modo de carga de las baterías del motor eléctrico ni la ubicación del mismo.

Tan et al. (2017) realizaron una investigación titulada “Experimental study of efficiency of solar panel by phase change material cooling”, en donde realizaron un experimento cuyo objetivo fue demostrar el comportamiento de la eficiencia que adquieren los paneles solares debido al enfriamiento del material, la radiación solar incide mucho en el óptimo funcionamiento de los paneles, sin embargo, en esta investigación los autores concluyen que no fue eficaz el método Phase Change Material (PCM por sus siglas en inglés), manifiestas de que la selección de los paneles solares de manera correcta, ayuda en gran medida al buen funcionamiento del sistema.

Baumann et al. (2016) en su investigación “Model-based corner braking control for electric motorcycles” crearon un algoritmo para la distribución adaptiva de la fuerza de frenado de una motocicleta eléctrica con tracción total en donde se redujo el freno no deseado en par de dirección que se produce al frenar produciendo una mejora en el sistema de frenado elevando la eficiencia del motor y el principio de funcionalidad de la motocicleta.

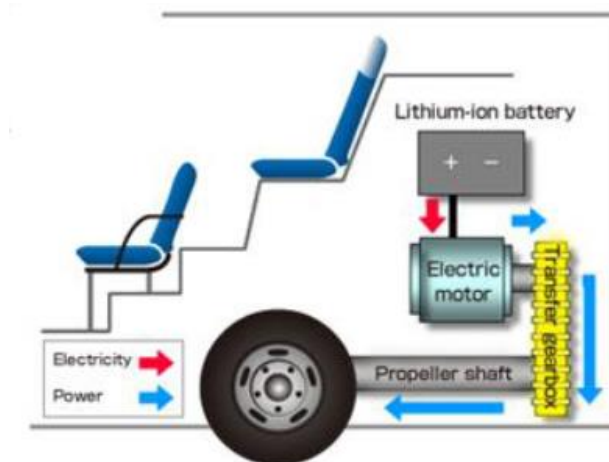
Cerero & Camacho (2015) en su investigación “Simulador de vehículos en Matlab” realizaron un estudio sobre las posibles rutas que un automóvil eléctrico puede llegar a realizar dentro de una determinada área. Esto depende de muchos factores, por ejemplo, de la capacidad de carga de las baterías, la capacidad del motor, etc. Cabe resaltar que en este artículo no se realiza el estudio de carga de las baterías ni la potencia del motor sino sólo del recorrido que tiende a realizar el diseño del vehículo.

### 1.3. Teorías Relacionadas al Tema

#### 1.3.1. Vehículos Eléctricos.

La electricidad es un medio facilitador para el funcionamiento de numerosas tecnologías. A escala mundial existen numerosos vehículos capaces de utilizar otra fuente de energía distinta a la convencional para poder desplazarse utilizando por ejemplo la energía solar para generar movimiento por medio del motor eléctrico.(Calisto Sevilla, 2018)

Los buses eléctricos son un medio de transporte que al utilizar motores eléctricos contribuyen al cuidado del medio ambiente, puesto que, reducen de manera considerable las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio y la reducción del ruido incurriendo de esta manera a la no contaminación. Un bus eléctrico está constituido principalmente por un motor eléctrico, por un banco de baterías y por un sistema de transmisión de potencia para lograr su desplazamiento. El método de carga de los acumuladores de energía es muy independiente ya que puede ser por medio de alimentación fotovoltaica o directo de una estación electrolinera.(Bellido Chipana et al, 2018,)



**Figura 1.** Vehículo eléctrico de cuatro ruedas

**Fuente:** Bellido Chipana et al, 2018

Algunas de las ventajas de los vehículos eléctricos son (Díez González, 2019):

- Bajas emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Disminución de ruido.

- El rendimiento energético realizado al momento del desplazamiento del vehículo, es el cociente entre la energía producida y la suministrada.
- El costo de mantenimiento comparado con un vehículo de combustión interna es aproximadamente del 50%, esto se debe a la simplicidad con la que está constituido el sistema en conjunto.

#### **1.3.4.1. Vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV).**

Un vehículo híbrido eléctrico enchufable, también llamado PHEV por sus siglas en inglés o vehículo eléctrico de autonomía extendida, es un tipo de vehículo cuyos acumuladores de energía pueden ser recargados al ser enchufados a una fuente de energía eléctrica externa. Las características de un vehículo híbrido eléctrico enchufable es similar al de un vehículo eléctrico y al de un vehículo híbrido eléctrico común ya que su sistema lo conforma un motor de combustión interna y un motor eléctrico cuya energía es proporcionada por un banco de baterías.(Agnieszka et al., 2016)



*Figura 2.* Vehículo eléctrico

*Fuente:* Agnieszka et al., 2016

#### **1.3.4.2. Vehículo eléctrico con batería (BEV).**

Los vehículos eléctricos con batería o VEB están constituidos por una batería como medio aportante de energía. Este acumulador puede ser enchufado a un cargador o en otros casos se recurre a realizar del cambio de la batería descargada por otra



que esté en condiciones óptimas de trabajo. Este tipo de vehículos logran recorrer entre 100 y 160 km aproximadamente.(Díez González, 2019)



**Figura 3.** Vehículo eléctrico con batería  
**Fuente:** Calisto Sevilla, 2018

#### **1.3.4.3. Vehículo eléctrico de autonomía extendida (EREV).**

Este tipo de vehículos cumplen con las mismas características de los vehículos eléctricos con baterías, pero adicionalmente a ello llevan un motor de combustión interna (MCI) cuya función es la de ser generador eléctrico interno que recarga los acumuladores aumentando la autonomía del vehículo.(Arratia Valvez & Mamani Apaza, 2017)

#### **1.3.2. Mototaxis Eléctricas.**

Este tipo de motos eléctricas empezó a ser más popular hace algunos años atrás en muchas ciudades debido a que no se utiliza combustible y son fáciles de poder operar. Este tipo de vehículos están formados por tres ruedas que son impulsadas por un motor cuya potencia varía de acuerdo a características de diseño específicas.(Pinedo Gonzáles, 2017)

#### **1.3.4.1. Sistema motriz eléctrico.**

El sistema de propulsión eléctrico es un conjunto de componentes capaces de lograr el desplazamiento del mototaxi. Dicho sistema está constituido por aquellos elementos que son capaces de transformar la energía dada por el motor y transmitirla hacia los neumáticos facilitando de esta manera el movimiento del vehículo. Este conjunto lo forma el

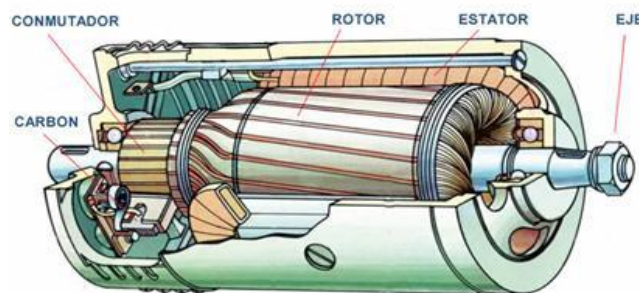
motor, el sistema de transmisión de potencia y aquellos elementos que permiten el funcionamiento, por ejemplo, los paneles solares, las baterías, etc.(León Hinojosa & Morales Alquina, 2018)

### 1.3.3. Motor Eléctrico.

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotodinámicas capaces de transmitir la energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos electromagnéticos. Existen variedades de motores eléctricos y el principio de funcionalidad depende de parámetros iniciales tales como potencia, torque, velocidad, entre otros, para lograr su óptimo funcionamiento ya sea en Corriente Directa (DC) o en Corriente Alterna (CA).(León Hinojosa & Morales Alquina, 2018)

#### 1.3.4.1. Motor de corriente continua (DC).

Dentro del conjunto de motores eléctricos, se encuentran los motores eléctricos de corriente directa que por sus características son de ajuste fino y el control de su velocidad es muy preciso, es por ello que son muy utilizados en situaciones cuyas características requieren de un desempeño eficaz. Actualmente, el avance electrónico está dando lugar a fabricar motores eléctricos de corriente directa con eficiencia elevada y tamaños extremadamente reducidos para potencias considerables.(Peragallo Torreira, 1990)



Motor eléctrico moderno.

**Figura 4.** Motor DC

**Fuente:** Dávila Puruncajas, 2016

#### **1.3.4.2. Motor de corriente alterna (AC).**

El motor de corriente alterna cambia de polaridad de manera continua. Este tipo de motores se clasifican según el número de fases que pueden ser monofásicos, bifásicos y trifásicos en donde estos últimos son los más utilizados de manera industrial. La corriente alterna más comúnmente utilizada, cambia sus valores instantáneos de acuerdo con la función trigonométrica del seno de ahí su denominación de corriente alterna sinusoidal.(Peragallo Torreira, 1990)

#### **1.3.4. Baterías.**

Las baterías o acumuladores de energía son aquellos componentes capaces de almacenar la energía suministrada por los paneles solares que posteriormente será utilizada por el sistema para lograr la finalidad del diseño.(Páez Álvarez, 2015)

Debido a las nuevas tecnologías, han surgido nuevos acumuladores capaces de poder lograr un elevado almacenamiento de energía y mejorando la versatilidad de los mismos. Las propiedades de las baterías varían y pueden ser de plomo-ácido, níquel-cadmio, níquel-zinc, NiMH, zinc-bromo, zinc-cloro, zinc-aire, sodio-azufre, sodio-metal cloruro, Li-ion. A finales del siglo pasado General Motors seleccionó el tipo de baterías compuesto por Níquel Metal Hidruro para sus vehículos 100% eléctricos, sin embargo, para obtener mayor disponibilidad de energía abrieron posibilidades de adquisición para las baterías de ion-Li.(Triana Barreda, 2017)

#### **1.3.4.1. Parámetros de las baterías.**

Los acumuladores de energía están sujetos a parámetros que logran su óptimo funcionamiento, entre los que destacan son los siguientes (Arratia Valvez & Mamani Apaza, 2017):

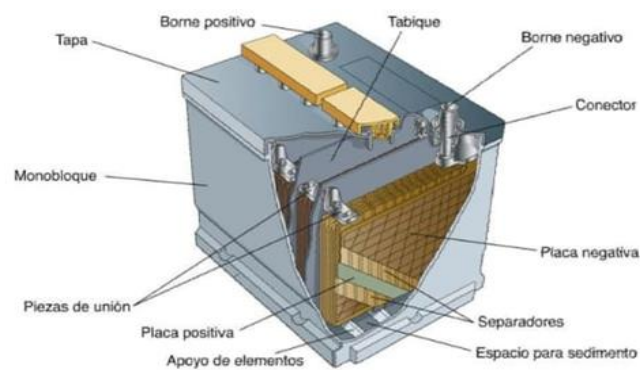
- Voltaje.
- Capacidad de carga.
- Energía almacenada.
- Energía de carga.
- Eficiencia energética.

- Tasa de auto-descarga.
- Vida útil y ciclos de carga.

### 1.3.4.2. Tipos de baterías.

#### 1.3.4.2.1. Baterías de plomo-ácido.

Este tipo de baterías tienen un sistema de acumulación de energía muy fiable y la vida útil es de 3 a 5 años, pero la principal desventaja es su peso y tamaño. Durante el proceso de la electrólisis de carga-descarga el hidrógeno es combinado con el oxígeno para lograr la energía necesaria de almacenamiento propia de la batería, además, los gases generados logran eliminarse por medio de las válvulas de sobre presión. (Domínguez Soriano, 2017)



**Figura 5.** Batería plomo-ácido  
**Fuente:** Domínguez Soriano, 2017

#### 1.3.4.2.2. Baterías de grafeno.

El grafeno es una sustancia cuya composición es carbono puro en donde presenta átomos formados en un patrón regular hexagonal, idéntico al grafito. Una hoja de un átomo es 200 veces más resistente que el acero y de la misma manera es más fuerte, su densidad es igual que la de la fibra de carbono y, además, otra característica es que es 5 veces más ligero que el aluminio llegando a pesar tan solo 0.77 mg una lámina de 1 m<sup>2</sup>.(Mamani Apaza, 2018)

El grafeno ha llamado la atención de los científicos que han logrado trabajar experimentalmente con baterías de ion-Li por su alto nivel de conductividad eléctrica y estructura 2D única. De esta manera, se ha impuesto que los ánodos

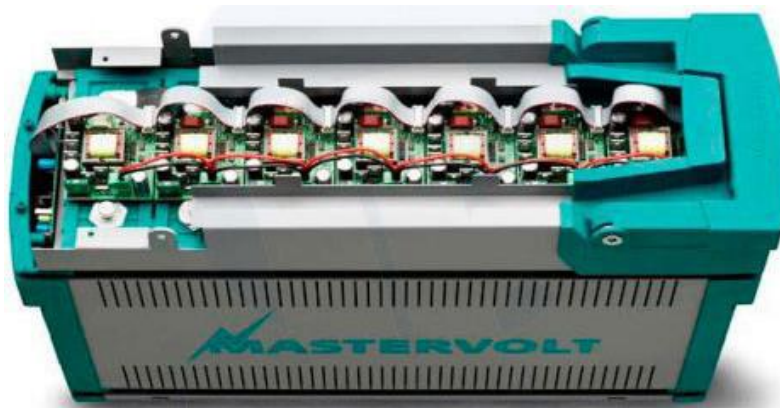
y electrodos de grafeno tienen características electroquímicas muy elevadas. (Triana Barreda, 2017)

#### 1.3.4.2.3. Baterías de Ion-Litio.

Este tipo de baterías otorga una gran cantidad de energía siendo tres veces mayor que las de plomo-ácido y el voltaje por celda es de 3.5 V lo cual incide en una reducción considerable en el costo de fabricación. Este tipo de batería viene siendo usada por ejemplo en laptops, celulares y autos eléctricos. (Wang et al., 2016)

**Tabla 1.**  
*Combinaciones químicas en baterías de Ion-Litio.*  
*Fuente:* Erazo Almeida, 2016

Sistema	Tensión de descarga (V)	Temperaturas (°C)	Energía específica (wh/kg)	Densidad de energía (Wh/L)	Potencia	Ciclos
LiCoO <sub>2</sub>	3.6	-20/60	140-190	360-500	L-M	800- 1200
NCA <sup>7</sup>	3.5	-20/60	220-240	500-630	L-M	800- 1200
NCM <sup>8</sup>	3.7	-20/60	100-150	230-400	M-H	500- 700
FEphosphate <sup>10</sup>	3.3	-30/60	100-140	250-380	VH	>1000
Naxelion <sup>11</sup>	3.5	-20/60	160	480	≈1000	M-H



**Figura 6.** Baterías de Ion-Litio  
**Fuente:** Valencia Rodríguez, 2018

#### 1.3.4.2.4. *Baterías solares.*

Existe otro tipo de baterías llamadas baterías solares capaces de mejorar los ciclos de carga/descarga entre 1000-2000 aproximadamente. Además de ello, son mucho más resistentes a las descargas en un 50% comparado con las baterías normales de arranque. Existe un gran inconveniente para los trabajos en sistemas fotovoltaicos en climas de elevada temperatura ya que las pérdidas de energía del electrolito serán mayores repercutiendo de esta manera en la vida útil de la batería. (Mamani Apaza, 2018)

#### 1.3.4.3. **Tipos de conexión de las baterías**

Según el trabajo al que serán sometidas y la cantidad de energía que desea el sistema, podemos distinguir tres tipos de conexiones.

##### 1.3.4.3.1. *Baterías conectadas en serie.*

Este tipo de conexión es más conocida en las instalaciones permitiendo un incremento en el voltaje pero la intensidad de corriente se mantiene igual en cada batería. (Tébar Martínez, 2017)

$$V_{TOTAL} = V_1 + V_2 \dots\dots\dots(1)$$

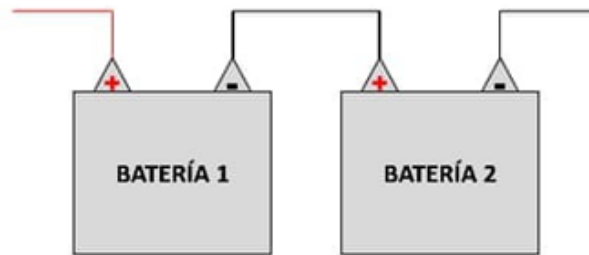
Donde:

- $V_{TOTAL}$  es la tensión total de conexión en voltios.
- $V_1$  es la tensión de la batería 1 en voltios.
- $V_2$  es la tensión de la batería 2 en voltios.

$$I_{TOTAL} = I_1 = I_2 \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

- $I_{TOTAL}$  es la corriente total de conexión en Ah.
- $I_1$  es la corriente de la batería 1 en Ah.
- $I_2$  es la corriente de la batería 2 en Ah.



**Figura 7.** Conexión de baterías en serie

**Fuente:** Elaboración propia

1.3.4.3.2. *Baterías conectadas en paralelo.*

Por otro lado, las baterías conectadas en paralelo mantienen el mismo voltaje de forma individual pero la intensidad total es el resultado de la suma de sus respectivas intensidades.(Mamani Apaza, 2018)

$$V_{TOTAL} = V_1 = V_2 \dots\dots\dots(3)$$

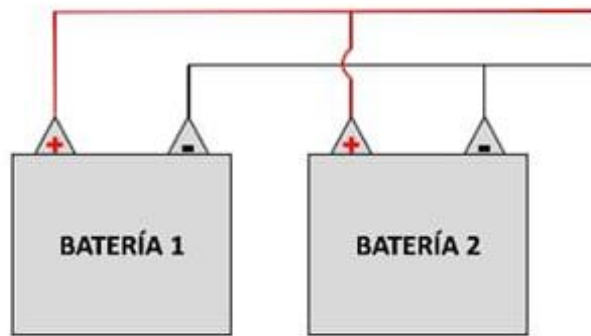
Donde:

- $V_{TOTAL}$  es la tensión total de conexión en voltios.
- $V_1$  es la tensión de la batería 1 en voltios.
- $V_2$  es la tensión de la batería 2 en voltios.

$$I_{TOTAL} = I_1 + I_2 \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

- $I_{TOTAL}$  es la corriente total de conexión en Ah.
- $I_1$  es la corriente de la batería 1 en Ah.
- $I_2$  es la corriente de la batería 2 en Ah.

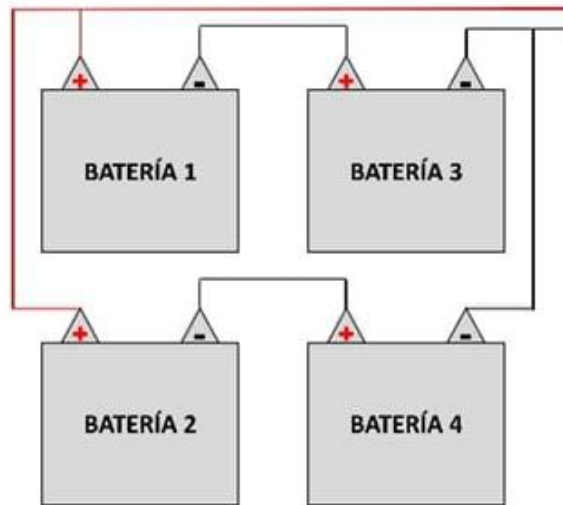


**Figura 8.** Conexión de baterías en paralelo  
**Fuente:** Elaboración propia

#### 1.3.4.3.3. Baterías en conexión mixta.

Finalmente, existe otro tipo de conexión que está compuesta tanto de forma serial como en paralelo. En este sentido, la tensión y la intensidad se ven incrementados ya que se combinan los dos tipos de instalaciones anteriores. La tensión total será la suma de aquellos voltajes de las baterías que se encuentran en serie, mientras que la corriente total será la suma de las intensidades de las baterías que se encuentran en paralelo.(Mamani Apaza, 2018)





**Figura 9.** Conexión mixta  
**Fuente:** Elaboración propia

Para el cálculo del consumo medios diarios se considera la siguiente ecuación:

$$l_{md} = \frac{L_{mdDC} + \frac{L_{mdAC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \times \eta_{con}} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

- $L_{mdDC}$  es el consumo medio de energía diario de las cargas en corriente continua.
- $L_{mdAC}$  es el consumo medio de energía diario de las cargas en corriente alterna.
- $\eta_{inv}$  es el rendimiento del inversor.
- $\eta_{bat}$  es el rendimiento de la batería.
- $\eta_{con}$  es el rendimiento del conductor.

**1.3.4.4. Cálculo del sistema de acumulación de energía.**

Existen características de diseño para los acumuladores de energía, tales como, por ejemplo, la máxima profundidad de descarga y la autonomía. Además, se debe de considerar los siguientes parámetros:

- Profundidad de descarga máxima estacional (PD max.e).
- Para baterías de litio= 87% = 0.87
- Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PD max.d = 15%)
- Número de días de Autonomía (N) = 1

a) Capacidad del banco (Ah).

$$C_b = D_r \times C_{\text{corregida}} \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

- $C_b$  es la capacidad del banco (Ah).
- $D_r$  son los días de reserva.
- $C_{\text{corregida}}$  es la corriente corregida (Ah).

b) Capacidad de corriente corregida (Ah).

$$C_c = \frac{C_b}{P_d} \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

- $C_c$  es la capacidad de corriente corregida del banco (Ah).
- $C_b$  es la capacidad del banco (Ah).
- $P_d$  es la profundidad de descarga.

c) Capacidad del banco de baterías para dos días (Ah).

$$C_{b'} = \text{días} \times C_c \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

- $C_{b'}$  es la capacidad de del banco de baterías para dos días (Ah).
- $C_c$  es la capacidad de corriente corregida del banco (Ah).

- *días*: capacidad de corriente en dos días.

d) Número de baterías para utilizar en el sistema.

$$N_b = \frac{C_b}{C_{cb}} \dots\dots\dots(9)$$

Donde:

- $N_b$  es el número total de baterías a utilizar.
- $C_b$  es la capacidad de del banco de baterías para dos días (Ah).
- $C_{cb}$  es capacidad de la batería.

e) Horas de respaldo de las baterías.

$$P_t = P \times 25\% \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

- $P_t$  es la potencia total con el porcentaje adicional del 25%.
- $P$  es la capacidad del motor.

$$P_c = C_{cb} \times V_b \dots\dots\dots(11)$$

Donde:

- $P_c$  es la carga consumida por una batería
- $C_{cb}$  es capacidad de la batería.
- $V_b$  es la tensión de la batería.

Ahora, el tiempo de respaldo para una batería es:

$$T_r = \frac{P_t}{P_c} \dots\dots\dots(12)$$

Donde:

- $T_r$  es el tiempo de respaldo de una batería.
- $P_t$  es la potencia total con el porcentaje adicional del 25%.
- $P_c$  es la carga consumida por una batería.

f) Tiempo de carga.

Para determinar el tiempo de carga del sistema de acumulación de energía, se debe calcular la corriente de carga (teniendo en cuenta que este proyecto son dos baterías conectadas en paralelo y que cuya corriente es de 800 Ah lo que implica que sumará a 1600 Ah, es por ello que se multiplica por la constante 2):

$$A = 2 \times C_{cb} \times 0.1 \dots\dots\dots(13)$$

Donde:

- $A$  es la corriente de carga.
- $C_{cb}$  es la corriente de la batería.

Para finalizar, se emplea la siguiente ecuación en la que establece el tiempo de carga:

$$T = \frac{C_{cb}}{A} \dots\dots\dots(14)$$

Donde:

- $T$  es el tiempo de carga.
- $C_{cb}$  es la corriente de la batería.
- $A$  es la corriente de carga.

#### **1.3.4.5. Cálculo de la corriente del sistema de acumulación de energía.**

En este caso se debe calcular la corriente que debe soportar el regulador, tanto en la entrada como en la salida del mismo. Para calcular la corriente de

entrada al regulador se hace el producto corriente de cortocircuito de un módulo, y se multiplica por el número de las ramas conectadas en paralelo. Para simplificar los expuesto, se aplica la siguiente ecuación (Mamani Apaza, 2018):

a) Corriente de entrada del controlador de carga solar.

$$I_{entrada} = 1.25 \times I_{MOD.SC} \times N_p \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

- $I_{entrada}$  es la corriente de entrada del controlador de carga solar.
- $I_{MOD.SC}$  es la corriente unitaria del módulo fotovoltaico en cortocircuito.
- $N_p$  es el número de ramas en paralelo.

b) Corriente de salida del controlador de carga solar.

$$I_{salida} = \frac{1.25 \times (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{Bat}} \dots\dots\dots (16)$$

Donde:

- $I_{salida}$  es la corriente de salida del controlador.
- $P_{DC}$  es la potencia de las cargas en DC Lmd.
- $P_{AC}$  es la potencia de las cargas en AC.
- $\eta_{inv}$  es el rendimiento del inversor, en torno a 90-95%.

### 1.3.5. Energía Solar.

Este tipo de energía renovable es la más abundante e importante, puesto que, el sol es la fuente principal de origen de las otras formas de energías utilizadas desde el inicio de la historia. Dicho esto, podemos afirmar que el sol es el mayor aportante de energía en nuestro sistema.(Mamani Apaza, 2018)

La energía solar es una de las fuentes de energía renovable favorables en Malasia por sus condiciones climáticas. Según Azhari et al, la radiación solar de cada día en

un promedio anual es de 4.21-5.56 kWh/m<sup>2</sup>. La radiación solar estimada más alta es tan alta como 6.8kWh/m<sup>2</sup> durante agosto y noviembre y la más baja de 0.61kWh/m<sup>2</sup> durante diciembre. La alta radiación es muy adecuada para usar fotovoltaica (PV). Sin embargo, la abundante irradiancia calentará el PV, lo que reducirá la eficiencia de los paneles.(Tan et al., 2017)

### 1.3.6. Paneles Fotovoltaicos.

Los paneles solares hacen posible que las partículas de luz generen electricidad al permitir el impacto de los electrones libres de átomos. Simplemente, las células solares consisten en material semiconductor tipo p y tipo n (semiconductor de unión p-n) que, cuando se exponen al sol, habrá un flujo de electrones se llama electricidad. El proceso de conversión de la energía solar en energía eléctrica.(Edward & Dewi, 2019)

Al realizar la conexión en serie de los paneles solares (llamado también string), se va a lograr un incremento de la tensión del string mientras que la intensidad se mantendrá igual. En conclusión, la tensión de máxima potencia ( $V_{MPP}$ ) se suma.(Alvarado Ladron de Guevara, 2018)

Del concepto anterior, se deduce que, la conexión en paralelo se consigue aumentar la intensidad del diseño fotovoltaico manteniendo la tensión original de cada panel. En resumen, la intensidad de cada panel o string (que es la  $I_{MPP}$ ) se va sumando para poder hallar la intensidad total del diseño.(Alvarado Ladron de Guevara, 2018)

#### 1.3.6.1.Dimensionamiento de los paneles solares fotovoltaicos.

Para el dimensionamiento de los paneles solares fotovoltaicos, se debe considerar la carga a utilizar para posteriormente utilizar la siguiente ecuación:

$$E = \frac{E_T}{R} \dots\dots\dots(17)$$

Donde:

- $E$  es el consumo energético necesario.
- $E_T$  es el consumo energético teórico.

- $R$  es el rendimiento global fotovoltaico.

Para encontrar el rendimiento global fotovoltaico se debe utilizar la siguiente ecuación y los valores de la siguiente tabla:

$$R = (1 - k_b - k_r - k_i - k_v) \times \left(1 - \frac{k_a \times N}{P_d}\right) \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

- $R$  es el rendimiento global fotovoltaico.
- $k_b$  es el coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.
- $k_r$  es el coeficiente de pérdidas en el controlador de carga.
- $k_i$  es el coeficiente de pérdidas en el convertidos con valor nulo ya que el proyecto no necesita de ningún aparatado con corriente alterna.
- $k_v$  coeficiente de pérdidas varias.
- $k_a$  coeficiente de auto descarga diario.
- $N$  número de días de autonomía.
- $P_d$  profundidad de descarga de diaria.

**Tabla 2.**

*Pérdidas en la instalación fotovoltaica.*

**Fuente:** Alvarado Ladron de Guevara, 2018

---

Pérdidas en el proceso de acumulación		
Kb	0.05	Acumuladores nuevos
	0.1	Acumuladores antiguos
Pérdidas en el controlador de carga		
Kr	0.1	Controlador de carga óptimo
	0.15	Controlador de carga antiguo
Autodescarga del acumulador		
Ka	0.002	Baterías de baja autodescarga
	0.005	Baterías estacionarias de energía solar
	0.012	Baterías de alta autodescarga
Pérdidas en el rendimiento del inversor		
Ki	0	No hay inversor
	0.05	Rendimiento al 95%
	0.1	Rendimiento al 90%
	0.15	Rendimiento al 85%
	0.2	Rendimiento al <85%
Otras pérdidas no consideradas		
Kv	0.1	Si no se han tenido en cuenta las pérdidas en cableado y equipos
	0.05	Si ya se han realizado estudios detallados de pérdidas
Profundidad de descarga máxima admisible		
Pd	0.9	Batería descargada hasta el 90%
	0.8	Batería descargada hasta el 80%
	0.7	Batería descargada hasta el 70%
	0.6	Batería descargada hasta el 60%
	0.5	Batería descargada hasta el 50%
	0.4	Batería descargada hasta el 40%
	0.3	Batería descargada hasta el 30%
Número de días de autonomía		
N	3	Vivienda fines de semana
	5	Vivienda habitual
	15	Instalaciones especiales con poco servicio prioritario
	20	Instalaciones especiales con alta fiabilidad

---

Por otro lado, para poder calcular el número de módulos necesarios para el funcionamiento del sistema se hace uso de la siguiente ecuación:



$$NP = \frac{E}{W_p \times HPS} \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

- $NP$  es el número de paneles.
- $E$  es el consumo energético necesario.
- $W_p$  es el potencia máxima o potencia pico.
- $HPS$  es la hora solar pico.

**Tabla 3.**

*HSP por mes en la región Lambayeque.*

**Fuente:** Alfaro Lozano, Llacza Rodriguez, & Sánchez Ccoyllo, 2016

Mes	HSP
Febrero	5.5-6.0
Mayo	5.0-5.5
Agosto	5.5-6.0
Noviembre	6.0-6.5

**1.3.7. Método de Alimentación.**

El sistema de alimentación de un vehículo eléctrico se realiza mediante un cargador, el cual adquiere energía eléctrica de la red y la trasmite hacia el acumulador de energía del vehículo. El tipo de alimentación depende del diseño del cargador que puede estar fabricado para una red de 220 V o para otro tipo de adquisición de energía.(Arratia Valvez & Mamani Apaza, 2017)

**1.3.8. Elementos de Diseño Mecánico.**

**1.3.8.1. Prestaciones del móvil.**

El diseño de un automóvil eléctrico será determinado por la capacidad requerida en la aceleración, la velocidad máxima de alcance y la pendiente máxima por

superar. Esas son los parámetros fundamentales dependen mucho de las condiciones de rodadura producidos por los neumáticos con el suelo, además, la aerodinámica también juega un rol importante en el sistema de diseño, del mismo modo el método de transmisión de potencia.(Arratia Valvez & Mamani Apaza, 2017)

### 1.3.8.2. Sistema de transmisión de potencia.

El sistema de transmisión de potencia es el más requerido para llevar a cabo un movimiento en las maquinarias y automóviles ya sea con motores eléctricos o de combustión interna. A este sistema se le puede incorporar bandas, engranajes, poleas o catarinas con el propósito de poder lograr cambios en la velocidad y el par de torsión.(Budynas & Keith Nisbett, 2008)

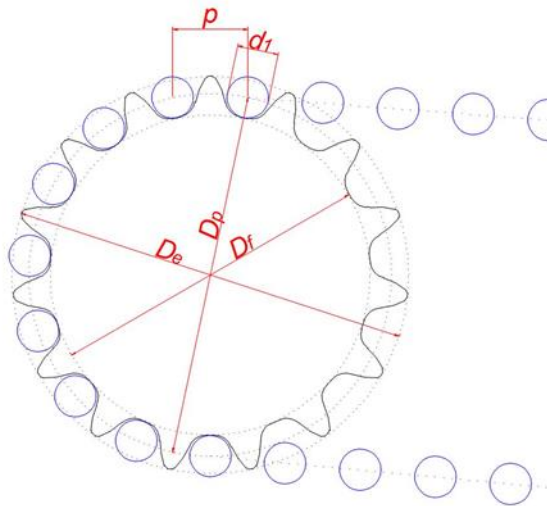
#### 1.3.8.2.1. Sprockets.

Las dimensiones de los sprockets estarán dadas por:

$$D_p = \frac{p}{\sin(180^\circ/N)} \dots\dots\dots(20)$$

Donde:

- $D_p$  es el paso diametral del sprocket (pulg).
- $p$  es el paso de la cadena (pulg).
- $N$  es el número de dientes del sprocket.



**Figura 10.** Partes de un sprocket.  
**Fuente:** Elaboración propia

Además, el diámetro exterior sería:

$$D_e = D_p + 0.7d_1 \dots\dots\dots(21)$$

Donde:

- $D_e$  es el diámetro exterior (mm).
- $D_p$  es el diámetro primitivo (mm).
- $d_1$  es el diámetro exterior del eslabón interno (mm).
- $p$  es el paso de cadena (mm).

Por otro lado, el diámetro de fondo está dado por:

$$D_f = D_p - d_1 \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

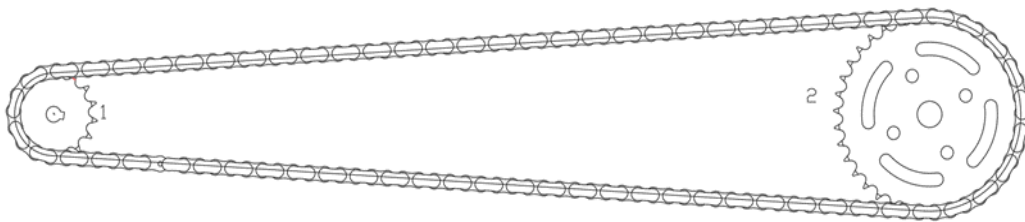
- $D_f$  es el diámetro de fondo (mm).
- $D_p$  es el diámetro primitivo (mm).
- $d_1$  es el diámetro exterior del eslabón interno (mm).

Así mismo para hallar la velocidad de los sprockets:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2} \dots\dots\dots(23)$$

Donde:

- $n_1$  es la velocidad del sprocket 1 (rpm).
- $n_2$  es la velocidad del sprocket 2 (rpm).
- $N_1$  es el número de dientes del sprocket 1.
- $N_2$  es el número de dientes del sprocket 2.



**Figura 11.** Velocidad de los sprockets en relación al número de dientes.

**Fuente:** Elaboración propia

1.3.8.2.2. *Sistema de transmisión de potencia por cadena.*

Los sistemas de transmisión de potencia están compuestos por elementos elásticos o flexibles como, por ejemplo, bandas, cadenas, entre otros. Los elementos mencionados anteriormente son usados en reemplazo de los engranajes, ejes, cojinetes y otros mecanismos para la transmisión de potencia de forma rígida. Los elementos flexibles simplifican el diseño y reducen el costo de forma significativa. (Budynas & Keith Nisbett, 2008)

La cadena de rodillos es un mecanismo de transmisión de potencia más común que brinda un trabajo silencioso y eficiente, además, de una potencia nominal de 600 hp en las cadenas de rodillos más grandes. Como todo elemento mecánico transmisor de potencia, la cadena de rodillo necesita lubricación. (Myszka, 2008)

La velocidad de la cadena está definida por:

$$V = \frac{Npn}{12} \dots\dots\dots(24)$$

Donde:

- $V$  es la velocidad de la cadena (pies/min).
- $N$  es el número de dientes del sprocket.
- $p$  es el paso de la cadena (pulg).
- $n$  es la velocidad del sprocket (rpm).

El número de eslabones se determina mediante la siguiente ecuación:

$$L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \dots\dots\dots(25)$$

Donde:

- $L$  es el número de eslabones total de la cadena.
- $N_1$  es el número de dientes del sprocket motriz.
- $N_2$  es el número de dientes del sprocket conducido.
- $C$  es la distancia entre centros de los sprockets (pulg).

$$Dp_2 < C < 3(Dp_1 + Dp_2) \dots\dots\dots(26)$$

Donde:

- $Dp_2$  es el diámetro de paso del sprocket conducido en pulg.
- $Dp_1$  es el diámetro de paso del sprocket motriz en pulg.

Ahora, para el arreglo correspondiente entre las distancias de ejes será:

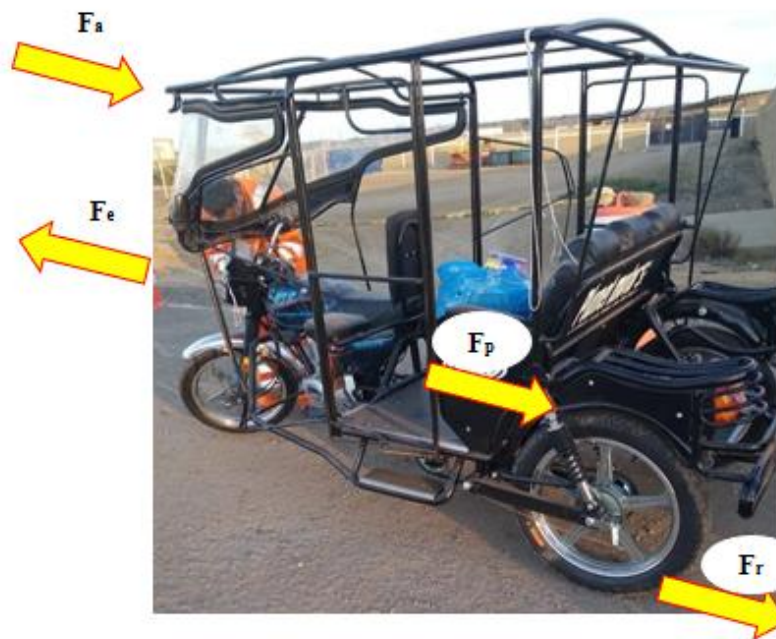
$$C = \frac{1}{4} \left\{ L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[ \left( L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \left[ \frac{8(N_2 + N_1)^2}{4\pi^2} \right] \right]} \right\} \dots\dots\dots(27)$$

Donde:

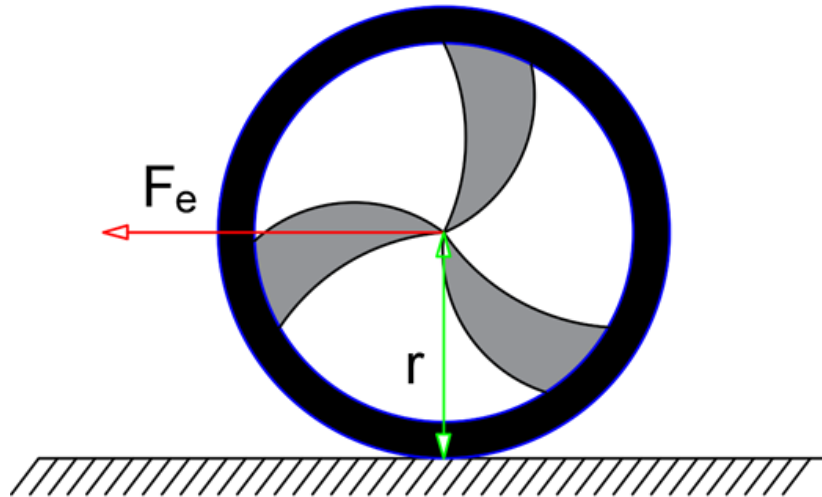
- $L$  es el número de eslabones total de la cadena.
- $N_1$  es el número de dientes del sprocket motriz.
- $N_2$  es el número de dientes del sprocket conducido.
- $C$  es la distancia entre centros de los sprockets (pulg).

### 1.3.8.3. Dinámica del móvil.

La dinámica de un móvil depende de parámetros físicos y ambientales como, por ejemplo, la fricción sobre el piso, incidencia del aire, etc. Para que un móvil inicie la etapa de movimiento y por ende comience a desplazarse tiene como principal objetivo vencer las fuerzas que están actuando sobre él. Para que esto llegue a pasar es necesario disponer de un motor y un sistema de transmisión de potencia adaptado a parámetros de diseño (masa, resistencia aerodinámica, resistencia a la rodadura, etc.). (Domínguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2018)



**Figura 12.** Fuerzas que actúan en el desplazamiento.  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 13.** Fuerza de empuje ( $F_e$ ) y radio de la rueda ( $r$ ).  
**Fuente:** Elaboración propia

Para que se llegue a efectuar el desplazamiento de manera óptima, la fuerza de empuje debe ser mayor que la resistencia de desplazamiento. Si estas fuerzas fuesen iguales, entonces el vehículo permanecería en reposo (primera ley de Newton).

$$F_e > F_d \dots\dots\dots (28)$$

Donde:

- $F_e$  es la fuerza de empuje.
- $F_d$  es la resistencia de desplazamiento.

$$C_m = F_e \times r \dots\dots\dots (29)$$

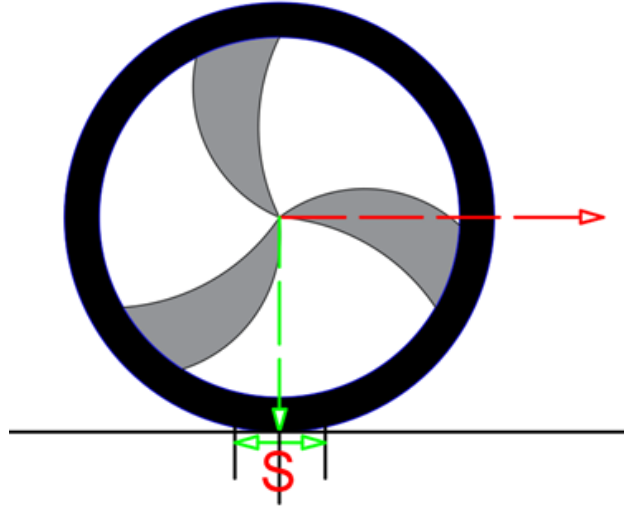
Donde:

- $C_m$  es el par transmitido.
- $F_e$  es la fuerza de empuje.
- $r$  es el radio del neumático.

*1.4.1.3.1. Resistencia a la rodadura ( $F_r$ ).*

Al ponerse en movimiento un vehículo, ocurre una resistencia producida entre el neumático y la superficie que logra ser rozada por éste

originando una fuerza que incide en el desplazamiento del vehículo, a esto se le denomina fuerza de fricción. (Domínguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2018)



**Figura 14.** Deformación del neumático (S).  
**Fuente:** Elaboración propia

Cabe destacar que el coeficiente de resistencia a la rodadura está sujeta a diversos factores, tales como:

- Radio del neumático.
- Peso del vehículo distribuido en las ruedas.
- Presión de la rueda.
- Temperatura.
- Velocidad.
- Características del terreno.

**Tabla 4.**

*Coeficiente de fricción según el tipo de suelo.*

**Fuente:** Domínguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2018

Terreno	$\mu_o$
Asfalto	0.013
Hormigón	0.01
Camino de tierra	0.05
Camino de arena	0.15



$$F_r = P \times \mu \dots\dots\dots (30)$$

Donde:

- $F_r$  es la resistencia a la rodadura (kg).
- $P$  es el peso del vehículo (kg).
- $\mu$  es el coeficiente de resistencia.

$$\mu = \mu_o + kV^2 \dots\dots\dots (31)$$

Donde:

- $\mu_o$  es el coeficiente de fricción según el terreno.
- $k$ :  $0.5 \times 10^{-6}$  (km/h)<sup>-2</sup>.
- $V$  es la velocidad (km/h).

*1.4.1.3.2. Resistencia al aire ( $F_a$ ).*

La resistencia aerodinámica o resistencia al aire está sujeta a factores propios del vehículo como por ejemplo la velocidad y el sentido del viento. Al impactar el viento contra la parte frontal del vehículo produce un estancamiento en el desplazamiento adecuado del móvil, esto origina una disminución en la velocidad. (Domínguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2018)

$$F_a = \frac{1}{16} \times C_x \times S \times V^2 \dots\dots\dots (32)$$

Donde:

- $C_x$  es el coeficiente de resistencia aerodinámica.
- $S$  es la superficie frontal del vehículo (m<sup>2</sup>).
- $V$  es la velocidad del vehículo (m/s).

$$S = 0.85 \times a \times b \dots\dots\dots (33)$$

Donde:

- $S$  es la superficie frontal del vehículo (m<sup>2</sup>).

- $a$  es el ancho de la carrocería (m).
- $b$  es la altura de la carrocería (m).

**Tabla 5.**

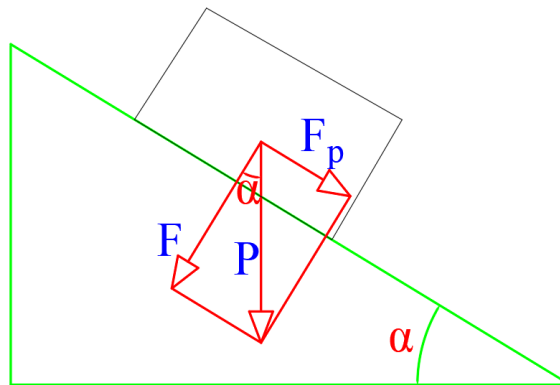
*Pérdidas de potencia debido a la  $F_a$  según  $c_x$  y velocidad.*

**Fuente:** Domínguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2018

Coeficiente	Velocidad del vehículo		
	40 km/h	80 km/h	120 km/h
aerodinámico			
0.4	<1 CV	8.5 CV	28.5 CV
0.2	0.4 CV	4 CV	13.6 CV

1.4.1.3.3. Resistencia por pendiente ( $F_p$ ).

La resistencia por pendiente se refiere a la capacidad que requiere un vehículo para poder desplazarse de manera óptima sobre una superficie inclinada. El peso, la fricción y el ángulo de la pendiente son variables que influyen en el movimiento del vehículo. (Arratia Valvez & Mamani Apaza, 2017)



**Figura 15.** Cálculo de la  $F_p$ .

**Fuente:** Elaboración propia

$$F_p = P \times \sin(\alpha) \dots\dots\dots(34)$$

Donde:

- $F_p$  es la resistencia por pendiente (kg).
- $P$  es el peso del vehículo (kg).
- $\alpha$  es la pendiente.

1.4.1.3.4. Resistencia total ( $F_T$ ).

Estará dada por la sumatoria de la resistencia a la rodadura, la resistencia al aire y la resistencia a la pendiente.

$$F_T = F_r + F_a + F_p \dots\dots\dots (35)$$

Donde:

- $F_t$  es la resistencia total (kg).
- $F_r$  es la resistencia a la rodadura (kg).
- $F_a$  es la resistencia al aire (kg).
- $F_p$  es la resistencia a la pendiente (kg).

Al objetar que la resistencia a la pendiente sea cero, la resistencia total al avance se realiza teniendo en cuenta las ecuaciones de resistencia a la rodadura, al aire y a la pendiente. Al hallar la resistencia total al avance, se puede hallar la potencia por medio de la siguiente ecuación (Arratia Valvez & Mamani Apaza, 2017):

$$P_{cv} = \frac{F_T \times V}{75 \times \eta_T} \dots\dots\dots (36)$$

Donde:

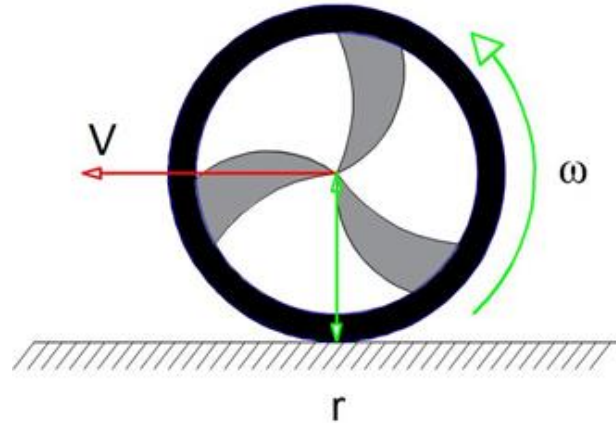
- $P_{cv}$  es la potencia (CV).
- $F_T$  es la resistencia total de avance (kg).
- $V$  es la velocidad (m/s).
- $\eta_T$  es el rendimiento de la transmisión (0.8 a 0.85).

La potencia expresada en W, estará dada por la siguiente expresión:

$$P_w = 0.7457 \times P_{cv} \dots\dots\dots (37)$$

#### 1.3.8.4. Velocidad requerida del vehículo.

Según el Reglamento Nacional de Tránsito en la sección IV (velocidades) del capítulo II (de los conductores y el uso de la vía) título IV (de la circulación) la velocidad máxima permisible en avenidas es de 60 Km/h.(SUTRAN, 2020)



**Figura 16.** Velocidad en el neumático.

**Fuente:** Elaboración propia

$$\omega = \frac{V}{r} \dots\dots\dots (38)$$

Donde:

- $\omega$  es la velocidad angular (rad/s).
- $V$  es la velocidad lineal estipulada por el reglamento nacional de tránsito (16.7 m/s).
- $r$  es el radio del neumático del mototaxi (m).

$$\omega = \frac{(V/r)}{2\pi/60} \dots\dots\dots (39)$$

Donde:

- $\omega$  es la velocidad angular (rpm).

## **1.4. Formulación del Problema**

¿De qué manera se logra hacer un diseño de un sistema mecánico-eléctrico con carga solar para un vehículo automotriz menor de tres ruedas?

## **1.5. Justificación e Importancia de Estudio**

### **1.5.1. Justificación Ambiental.**

Al dejar de lado el motor de combustión interna y reemplazarlo por un motor eléctrico, se permitirá la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al medio ambiente contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad medioambiental. Por otro lado, disminuirá drásticamente el ruido producido por los mototaxis convencionales.

### **1.5.2. Justificación Social.**

Este estudio permitirá el surgimiento de pequeñas empresas que ofrezcan la venta de paneles solares, acumuladores de energía, etc.

### **1.5.3. Justificación Económica.**

Con los resultados adquiridos podremos observar el ahorro que nos permitirá utilizar un motor eléctrico con carga solar comparado con un motor de combustión interna.

### **1.5.4. Justificación Científica.**

Esta tesis permitirá a que surjan nuevas investigaciones aportando nuevas mejoras en cuanto al diseño de los elementos que constituyen este sistema mecánico-eléctrico.

### **1.5.5. Justificación Técnica.**

El presente estudio tiene repercusión práctica sobre la actividad tecnológica aportando información importante sobre la técnica de diseño del sistema mecánico-eléctrico. Al obtener los resultados se establecerán nuevas técnicas que faciliten el ahorro y aprovechamiento de energía.

## **1.6. Hipótesis**

No aplicable.

## **1.7. Objetivo**

### **1.7.1. Objetivo General.**

Diseñar un sistema mecánico-eléctrico con carga solar para un vehículo automotriz menor de tres ruedas.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Aprovechar la energía solar por medio de paneles solares.
- Diseñar un sistema de transmisión de potencia adaptable al diseño.
- Calcular el número necesario de módulos fotovoltaicos.
- Diseñar un banco de acumuladores de energía eléctrica.
- Efectuar los costos de diseño.

# **CAPÍTULO II**

## **MATERIAL Y MÉTODO**

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación es de carácter descriptiva.

### 2.2. Población y Muestra

Parque automotor (mototaxis).

### 2.3. Variables y Operacionalización

#### 2.3.1. Variable Independiente.

Diseño y selección de un sistema mecánico eléctrico.

#### 2.3.2. Variable Dependiente.

Análisis en el comportamiento del sistema mecánico eléctrico en un vehículo automotriz menor de tres ruedas.

#### 2.3.3. Operacionalización de Variables.

##### Tabla 6.

*Operacionalización de la variable independiente.*

*Fuente:* Elaboración propia

Variable Independiente			
Dimensión	Sub-Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos de recopilación de datos
Peso del vehículo	Peso	Peso establecido del mototaxi	Cálculos matemáticos
Irradiancia	Irradiancia	Radiación incidente en un determinado espacio	SENAMHI Perú y cálculos matemáticos.
Velocidad máxima permisible	Velocidad	Parámetro de velocidad	Reglamento nacional de tránsito.



**Tabla 7.***Operacionalización de la variable dependiente.***Fuente:** Elaboración propia

Variable Dependiente			
Dimensión	Sub-Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos de recopilación de datos
Motor	Voltaje	Parámetros eléctricos en DC	Análisis y selección de un motor eléctrico DC para el mototaxi.
	Potencia		
	Velocidad		
Panel solar	Torque	Parámetros eléctricos	Análisis y selección de los paneles solares para el mototaxi.
	Potencia		
Acumulador de energía	Voltaje	Cantidad de energía almacenada deseada para consumir.	Análisis y selección de las baterías para el mototaxi.
	Sprockets	Cantidad de energía mecánica transmitida desde el motor hasta los neumáticos	Análisis y selección del sistema de transmisión de potencia para el mototaxi.
Sistema de transmisión de potencia	Cadena		

## 2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

### 2.4.1. Abordaje Metodológico.

#### 2.4.1.1. Analítico.

Se realiza el proceso de análisis del vehículo para identificar cada una de las partes por las que está constituido, determinando así la necesidad principal de estudio. Para llevar a cabo el análisis se debe tener en cuenta los riesgos a los cuales está sujeto y las propiedades de los materiales.

Dentro de este proceso analítico estará incorporado el análisis para la selección del motor eléctrico, así como el diseño y la selección de los paneles solares, de los acumuladores de energía y el mejoramiento del sistema de transmisión de potencia.

#### **2.4.1.2. Deductivo.**

Tras realizar la recolección de información necesaria para la tesis en revistas científicas, tesis, entre otros; se ejecutará el estudio y se identificará el tipo de tecnología aplicable para el estudio en cuestión.

#### **2.4.1.3. Inductivo.**

Por medio de esta metodología, se observa de manera directa el funcionamiento del mototaxi para realizar posibles procedimientos y evaluar su desempeño conllevando a una solución aceptable.

#### **2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.**

Por medio del análisis documental se examinará la información correspondiente al objeto de estudio con la finalidad de comprender el funcionamiento del mototaxi y objetar la solución posible para facilitar un funcionamiento óptimo.

#### **2.5. Procedimientos de Análisis de Datos**

Para la obtención de datos que validen la objetividad de esta investigación se utilizará la simulación y modelado 3D por medio del SOLIDWORKS, además, se empleará Microsoft Excel para la adquisición de gráficas, cálculos matemáticos y costos.

#### **2.6. Criterios Éticos**

Esta tesis objeta las bases, principios y valores basados por el código de ética del colegio de ingenieros (CIP, 1999) y el código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS, 2017).

Código de ética del colegio de ingenieros (CIP). Aprobado en la III sesión ordinaria del congreso nacional de consejos departamentales del periodo 1998 - 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23, 24 abril 1999.

Art.2.- Los ingenieros fomentan y preservan la rectitud, la reputación y por consiguiente la reputación de su ocupación impartiendo una conducta de rectitud para que la comunidad sea formada y adquiera conocimientos que les ayuden a adquirir conocimientos

para la solvencia de determinados problemas. Manejando este concepto los ingenieros lograrían servir honestamente e imparcialmente promoviendo el respeto, el carácter y la aptitud de la ingeniería apoyando a las diferentes instituciones académicas.

Art.5.- Los ingenieros serán agentes que logren impartir valores éticos a la sociedad, respetando y haciendo respetar las diversas normas y leyes que avalen el cuidado del medio ambiente.

Código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), Ratificado por acuerdo de consejo universitario con resolución rectoral N°0851-2017/USS.

#### Art.2: Finalidad

El código ético de investigación de la universidad señor de Sipán (USS), tiene como finalidad proteger los derechos, la vida, la salud, la intimidad, la dignidad y el bienestar de las personas que intervengan en una actividad de investigación científica, tecnológica e innovación, ciñéndose a los principios éticos acogidos por la normativa nacional e internacional, y los acuerdos suscritos por nuestro país en la materia.

#### Art.3: Alcance

El presente código de ética de investigación es el cumplimiento obligatorio para todas las autoridades académicas, administrativas, docentes, estudiantes, egresados y administrativos de la Universidad Señor de Sipán.

### **2.7. Criterios de Rigor Científico**

Esta tesis contempla principios de rigor científico como la generalización, validez, fiabilidad y replicabilidad.

#### a) Generalización

La generalización es un ítem importante en el proceso científico ya que organiza de manera detallada la información adquirida de una encuesta o entrevista.

#### b) Validez

Se centraliza en escoger las variables que sobresalgan y que, además, guarden una estrecha relación al problema de investigación.

c) Fiabilidad

Esto compromete al proceso metódico y científico que tiene la problemática en estudio.

d) Replicabilidad:

Los reglamentos y técnicas están dirigidos a agilizar la repetición de la experiencia con el propósito de alentar la contratación de resultados en proyectos de investigaciones futuras.

# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados en Tablas y Figuras

##### 3.1.1. Análisis de las Fuerzas que Ejercen Sobre el Vehículo.

**Tabla 8.**

*Matriz para la selección de la tubería.*

**Fuente:** Elaboración propia

Tipo de tubería	Redondo	Cuadrado	Rectangular
Características			
Costo	3	2	1
Facilidad de adquisición	3	3	3
Facilidad de dobléz	3	2	2
Total	9	7	6

*Nota:* La puntuación está dentro del rango de 1 a 3, donde 3 es la mejor opción.

Para la resistencia a la rodadura se tendrá en cuenta la ecuación (31) y la Tabla 4 de donde se ha seleccionado  $\mu_0 = 0.05$  como coeficiente de fricción para un tipo de camino de tierra.

$$\mu = \mu_0 + kV^2$$

$$\mu = 0.05 + (0.5 \times 10^{-6}) \times 30^2$$

$$\mu = 0.03$$

Teniendo en cuenta la ecuación (30) junto con el resultado anterior, se obtiene lo siguiente:

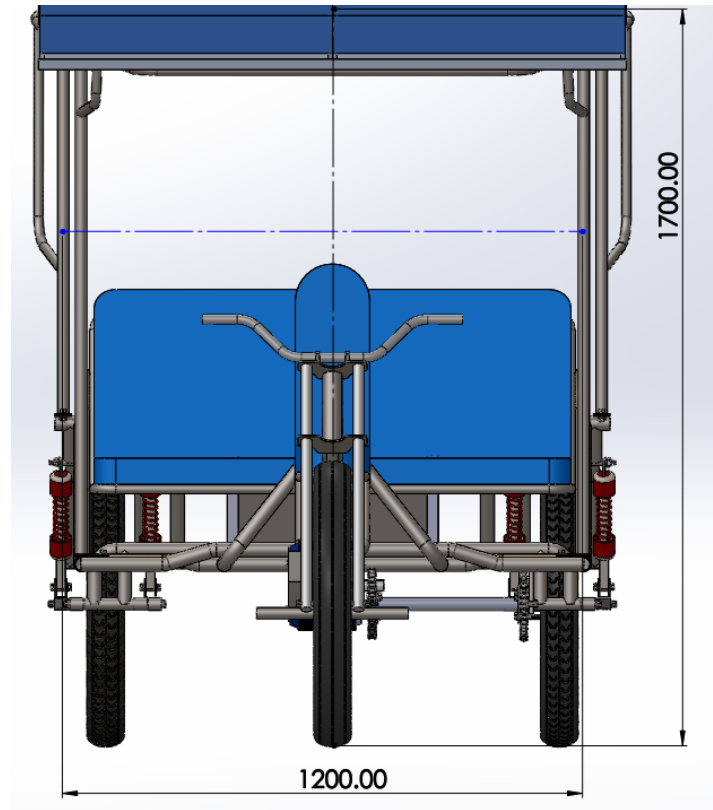
$$F_r = P \times \mu$$

$$F_r = 470 \times 0.03$$

$$F_r = 16.685 \text{ kg}$$

$$F_r = 163.68 \text{ N}$$

Utilizando la ecuación (33) y las dimensiones de la Figura 17, podremos encontrar el área frontal del vehículo para posteriormente calcular la resistencia aerodinámica:



**Figura 17.** Dimensionamiento  
*Fuente:* Elaboración propia

$$S = 0.85 \times a \times b$$

$$S = 0.85 \times 1.20 \times 1.70$$

$$S = 1.73 \text{ m}^2$$

Así, en la ecuación (32), teniendo en cuenta que la velocidad estará limitada por el Reglamento Nacional de Tránsito y asumirá un valor de 8.33 m/s:

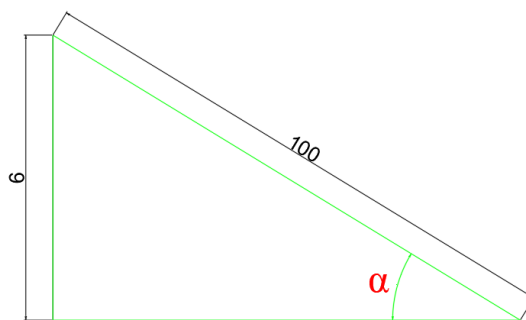
$$F_a = \frac{1}{16} \times C_x \times S \times V^2$$

$$F_a = \frac{1}{16} \times 0.3 \times 1.73 \times 8.33^2$$

$$F_a = 0.23 \text{ kg}$$

$$F_a = 2.26 \text{ N}$$

Por otro lado, la resistencia por pendiente implica utilizar la ecuación (34) y la siguiente figura:



**Figura 18.** Cálculo de la resistencia por pendiente.

**Fuente:** Elaboración propia

$$F_p = P \times \sin(\alpha)$$

$$F_p = 700 \times \sin\left(\sin^{-1}\left(\frac{6}{100}\right)\right)$$

$$F_p = 28.2 \text{ kg}$$

$$F_p = 276.64 \text{ N}$$

Finalmente, la resistencia total según la ecuación (35) será:

$$F_T = F_r + F_a + F_p$$

$$F_T = 16.685 + 0.23 + 28.2$$

$$F_T = 45.12 \text{ kg}$$



$$F_T = 442.58 \text{ N}$$

### 3.1.2. Selección del Sistema de Transmisión de Potencia y del Motor.

Para la selección de la cadena, por las características y la facilidad de adquisición del tipo de cadena, se elige la cadena ANSI 40 cuyo diámetro de paso es de 12.70 mm. (Ver Anexo 20)

**Tabla 9.**

*Matriz para la selección del sistema de transmisión de potencia.*

**Fuente:** Elaboración propia

Sistema de transmisión de potencia	Faja	Cadena	Cardán
Características			
Facilidad de acoplamiento	3	3	2
Flexibilidad mecánica	3	3	1
Resistencia mecánica	2	3	3
Mantenimiento	3	3	2
Facilidad de adquisición	3	3	2
Total	14	15	10

*Nota:* La puntuación está dentro del rango de 1 a 3, donde 3 es la mejor opción.

Para calcular la velocidad del piñón, primero se seleccionan los sprockets empleando las ecuaciones (20), (21), (22) y (23); ver la Tabla 10 en donde se resume las medidas correspondientes de cada sprocket.

$$D_p = \frac{p}{\sin(180^\circ/N)}$$

$$D_e = D_p + 0.7d_1$$

$$D_f = D_p - d_1$$

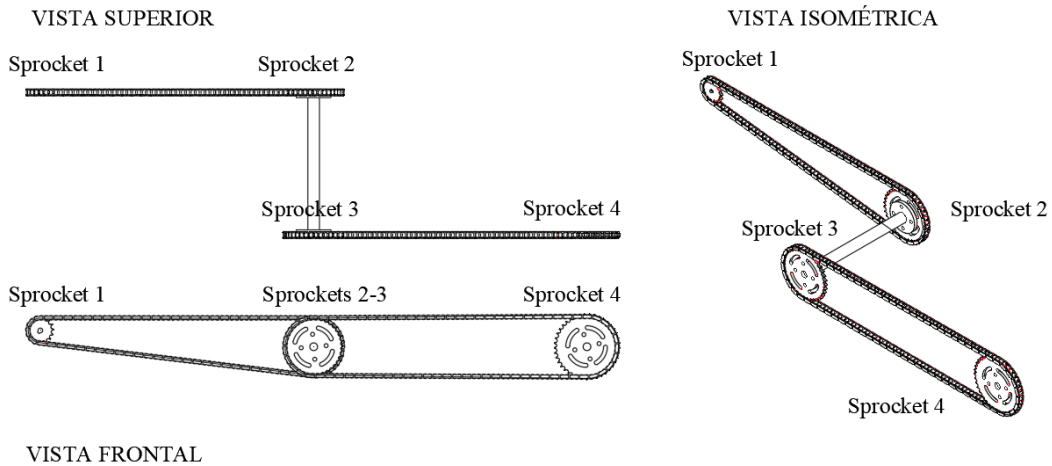
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

**Tabla 10.**

*Tabla resumen de las dimensiones y velocidades de los sprockets.*

**Fuente:** Elaboración propia

	Sprocket 1	Sprocket 2	Sprocket 3	Sprocket 4
D <sub>p</sub> (Diámetro primitivo en mm)	65.10	149.75	149.75	165.91
D <sub>e</sub> (Diámetro exterior en mm)	71.14	155.80	155.80	171.95
D <sub>f</sub> (Diámetro de fondo en mm)	56.59	141.24	141.24	157.40
n (Velocidad del sprocket en rpm)	4744	2051	2051	1851



**Figura 19.** Vistas del sistema de transmisión de potencia del vehículo.

**Fuente:** Elaboración propia

La velocidad de la cadena estará dada por la ecuación (24):

$$V = \frac{Npn}{12}$$

$$V = \frac{16 \times 0.5 \times 2372}{12}$$

$$V = 1581.23 \text{ pies}/\text{min}$$

$$V = 8.03 \text{ m}/\text{s}$$

### 3.1.3. Selección del Motor.

Mediante la ecuación (36) y (37) se determina la potencia necesaria del motor para poder realizar la selección adecuada según la Tabla 11 por medio de características en particular:

$$P_{cv} = \frac{F_T \times V}{75 \times \eta_T}$$

$$P_{cv} = \frac{16.92 \times 8.33}{75 \times 0.95}$$

$$P_{cv} = 1.98 \text{ CV}$$

Expresado en kW, sería de la siguiente manera:

$$P_w = 0.7457 \times P_{cv}$$

$$P_w = 0.7457 \times 1.98$$

$$P_w = 1.48 \text{ kW}$$

$$P_w = 1.5 \text{ kW}$$

#### Tabla 11.

*Selección del motor de corriente directa.*

**Fuente:** Elaboración propia

Características	Modelo		
	Electric Motor Power Pty Ltd	Brushless BLD Electric	Motor ZC/ZT7,5-72C
Voltaje (V)	72	48	72
Corriente (A)	80	92	130
Potencia (kW)	1.5	1.5	1.5
Torque (Nm)	120	45	26
Velocidad (rpm)	8000	5000	2800

Según bibliografía adquirida y por medio de la resolución de las diferentes ecuaciones matemáticas detalladas anteriormente, se colige que la potencia necesaria del

motor sea de 1500 W de potencia cuya tensión corresponde a 48 VDC, lo suficientemente necesario para el movimiento adecuado del vehículo en estudio.

### 3.1.4. Diseño del Sistema de Acumulación de Energía Eléctrica.

Para determinar la capacidad del banco de baterías, se hará uso de la ecuación 6, de donde se obtiene el siguiente valor:

$$C_b = D_r \times C_{\text{corregida}}$$

$$C_b = 1 \times 400$$

$$C_b = 400 \text{ Ah}$$

Del mismo modo, para determinar la capacidad de corriente corregida se tiene en cuenta la ecuación 7, quedando expresada de la siguiente manera:

$$C_c = \frac{C_b}{P_d}$$

$$C_c = \frac{400}{0.6}$$

$$C_c = 666.67 \text{ Ah}$$

Por otro lado, la capacidad del banco de baterías para dos días se puede calcular por medio la ecuación (8) de la siguiente manera:

$$C_{b'} = \text{días} \times C_c$$

$$C_{b'} = 2 \times 666.67$$

$$C_{b'} = 1333.33 \text{ Ah}$$

Para determinar el número de baterías para utilizar en el sistema será necesario emplear la ecuación (9):

$$N_b = \frac{C_{b'}}{C_{cb}}$$

$$N_b = \frac{1333.33}{800}$$

$$N_b = 1.67$$

$N_b = 2$  baterías en paralelo

Para llegar a la tensión requerida por el motor, es necesario colocar dos baterías en serie también para que sumen 48 V. En conclusión, son dos baterías en serie y dos en paralelo, es decir, cuatro unidades de baterías.

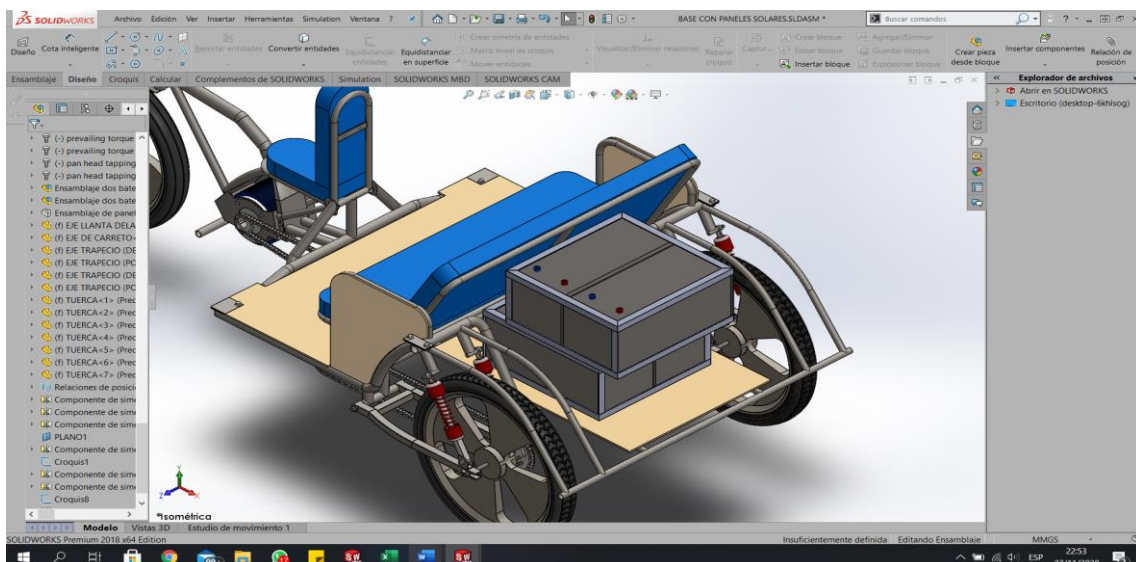
**Tabla 12.**

*Selección del tipo de acumulador de energía.*

**Fuente:** Elaboración propia

Parámetros	Ion-Litio	Gel	Agm
Voltaje (V)	24	24	12
Corriente (Ah)	800	230	35
Peso (Kg)	25	25	1.5

La ubicación de las baterías será en la parte posterior del mototaxi para la distribución óptima del peso tal como la siguiente figura:



**Figura 20.** Ubicación de las baterías.

**Fuente:** Elaboración propia.

Para determinar las horas de respaldo de las baterías se utilizan las ecuaciones (10), (11) y (12):

$$P_t = P \times 25\%$$

$$P_t = 1500 \text{ W} \times 25\%$$

$$P_t = 1875 \text{ W}$$

$$P_c = C_{cb} \times V_b$$

$$P_c = 800 \text{ Ah} \times 24 \text{ V}$$

$$P_c = 19200 \text{ Wh}$$

$$T_r = \frac{P_t}{P_c}$$

$$T_r = \frac{1875 \text{ W}}{19200 \text{ Wh}}$$

$$T_r = 10.24 \text{ h}$$

Así mismo, para determinar el tiempo de carga se hará referencia a las ecuaciones (13) y (14):

$$A = 2 \times C_{cb} \times 0.1$$

$$A = 1600 \text{ Ah} \times 0.1$$

$$A = 160 \text{ Ah}$$

$$T = \frac{C_{cb}}{A}$$

$$T = \frac{800 \text{ Ah}}{160 \text{ A}}$$

$$T = 5 h$$

### 3.1.5. Diseño del Controlador de Carga Solar.

Para realizar el diseño del controlador de carga solar se debe considerar la corriente máxima de entrada y de salida que debe soportar el regulador. En este sentido se utilizará la ecuación (15) y (16), para la corriente de entrada y de salida, respectivamente:

$$I_{entrada} = 1.25 \times I_{MOD.SC} \times N_p$$

$$I_{entrada} = 1.25 \times 3.75 \times 1$$

$$I_{entrada} = 4.69 A$$

$$I_{salida} = \frac{1.25 \times \left( P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}} \right)}{V_{Bat}}$$

$$I_{salida} = \frac{1.25 \times \left( 9500 + \frac{0}{0.95} \right)}{96}$$

$$I_{salida} = 119.14 A$$

### 3.1.6. Dimensión, Selección de los Paneles Solares y Accesorios.

Para realizar los cálculos correspondientes se debe tener en cuenta que la potencia del motor DC contará con una potencia (P) de 1500 W, además, será utilizado 7 horas al día. En otras palabras, el consumo energético teórico ( $E_T$ ) resulta de la multiplicación de la potencia con el total de horas de trabajo. Así pues, se obtiene un valor de 10500 Wh que corresponde al consumo energético real (R).

Al haber calculado el consumo energético real y utilizando la ecuación (17):

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Para poder calcular el consumo real primero se desarrolla la ecuación (18):

$$R = (1 - k_b - k_r - k_i - k_v) \times \left(1 - \frac{k_a \times N}{P_d}\right)$$

Donde los valores de los coeficientes de pérdidas serán los siguientes:

- $k_b = 0.05$
- $k_r = 0.1$
- $k_i$  es el coeficiente de pérdidas en el convertidos con valor nulo ya que el proyecto no necesita de ningún aparatado con corriente alterna.
- $k_v = 0.1$
- $k_a = 0.002$
- $N = 3$
- $P_d = 0.7$

$$R = (1 - 0.05 - 0.1 - 0 - 0.1) \times \left(1 - \frac{0.002 \times 3}{0.7}\right)$$

$$R = 0.744$$

Reemplazando la ecuación (18) en (17):

$$E = \frac{E_T}{R}$$

$$E = \frac{12000}{0.744}$$

$$E = 16138.33 \text{ Wh}$$

A partir del valor obtenido en la ecuación anterior y observando los valores del panel solar SOLARLAND, se puede reemplazar los valores en la ecuación (19) para poder calcular el número de paneles solares aptos para el óptimo funcionamiento del sistema:

$$NP = \frac{E}{W_p \times HPS}$$



$$NP = \frac{16138.33}{455 \times 5.5}$$

$$NP = 6$$

Cabe destacar que el valor de la HSP es de 5.5 adquirido de la Tabla 3, este valor está sujeto a meses en donde la radiación solar es media en la región Lambayeque (ente mayo y agosto).

**Tabla 13.**  
*Selección del tipo de panel solar.*  
**Fuente:** Elaboración propia

	Panel solar		
Fabricante/ Tecnología	SOLARLAND Policristalino	ECOSOLAR Policristalino	Luxury Monocristalino
Voltaje (V)	48	48	48
Potencia (W)	250	450	450
Corriente (A)	3.49	7.97	8.5
Peso (Kg)	11	11	11.4

La selección de los paneles solares estará comprendida por la formación de cuatro paneles solares de tipo Policristalino SOLARLAND de alta eficiencia. (Ver Anexo 9).

**Tabla 14.**  
*Matriz para la ubicación de los paneles solares.*  
**Fuente:** Elaboración propia

Ubicación	En la parte superior del mototaxi (techo)	En los costados
Características		
Espacio aprovechado	3	3
Peso mínimo	3	1
Soportes adicionales	3	2
Total	9	6

*Nota:* La puntuación está dentro del rango de 1 a 3, donde 3 es la mejor opción.

### 3.1.7. Costos.

En la Tabla 15. se detallan los costos de cada elemento que conforma el vehículo y el gasto que generará su fabricación teniendo en cuenta que ayudará a fomentar el cuidado del medio ambiente.

**Tabla 15.***Costos.***Fuente:** Elaboración propia

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Motor DC	1	1 000.00	1 000.00
2	Paneles solares	6	730.32	4 381.92
3	Acumulador de carga	4	650.00	3 250.00
4	Soporte para paneles solares	1	100.00	100.00
5	Sujetador de llanta delantera	1	100.00	100.00
6	Piso delantero	1	50.00	50.00
7	Tubo LAC redondo de 1" x 2 mm x 600 cm	2	35.18	70.36
8	Tubo electrosoldado redondo de 7/8" x 1.5 mm	2	15.50	31.00
9	Tubo LAC redondo de 3/4" x 2 mm x 600 m	2	27.80	55.60
10	Tubo electrosoldado redondo de 1/2" x 1.5 mm x 6 m	1	10.67	10.67
11	Platina de 1/8" x 1 1/2" x 6 m	0.3	18.45	5.54
12	Platina de 1/8" x 3" x 6 m	0.3	36.30	10.89
13	Asiento para pasajero	1	50.00	50.00
14	Llantas	3	50.00	150.00
15	Chasis para piloto	1	100.00	100.00
16	Trapecio derecho	1	15.00	15.00
17	Trapecio izquierdo	1	15.00	15.00
18	Piso posterior	1	30.00	30.00
19	Amortiguador	4	40.00	160.00
20	Sujetador para sistema de transmisión de potencia	1	30.00	30.00
21	Sprockets de 16 N	1	12.00	12.00
22	Sprockets de 37 N	2	14.00	28.00
23	Sprockets de 41 N	1	15.00	15.00
24	Sujetador para motor	1	30.00	30.00
25	Asiento para piloto	1	15.00	15.00
26	Respaldo para piloto	1	15.00	15.00
27	Asiento para pasajero	1	30.00	30.00
28	Respaldo para pasajero	1	30.00	30.00
29	Lateral de madera	2	15.00	30.00
30	Sujetador de baterías	2	30.00	60.00
31	Perno hexagonal M8x1.25x10	50	0.10	5.00
32	Perno hexagonal M8x1.25x25	8	0.10	0.80
33	Soldadura	0.125	90.00	11.25
35	Controlador solar	1	500.00	500.00
37	Diseño	1	1,000.00	1 000.00
38	Mano de obra	1	400.00	400.00

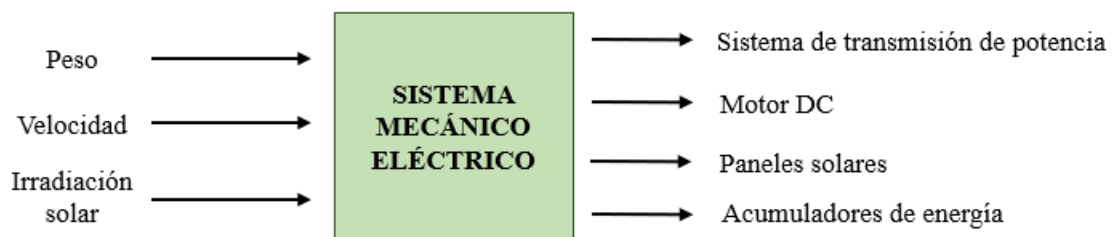
39	Otros	1	400.00	400.00
			SUB	12 198.03
			TOTAL	
			IGV	18%
			IMPUESTO	2 195.64
			TOTAL	14 393.67

### 3.2. Discusión de Resultados

El tipo de tubo estructural utilizado en el mototaxi está definido en la Tabla 8, con los resultados obtenidos, se decide utilizar el tubo estructural redondo con la finalidad de proporcionar mayor facilidad de trabajo. En el Anexo 7 se muestran las características del mismo.

Para la selección de los paneles solares, motor eléctrico DC, sistema de transmisión de potencia y acumuladores de energía, se realizan cálculos matemáticos con la finalidad de obtener datos necesarios para el proceso de selección de los diferentes componentes del sistema.

El la Figura 21, muestra la matriz utilizada en el desarrollo de la tesis. Los datos de entrada son la velocidad y la irradiación solar correspondiente entre los meses del año, con esos dos parámetros se hacen los diferentes cálculos matemáticos y la selección correspondiente de los elementos que compones tanto el sistema de transmisión de potencia, la selección del motor de corriente directa (DC), los paneles solares fotovoltaicos y los acumuladores de energía.



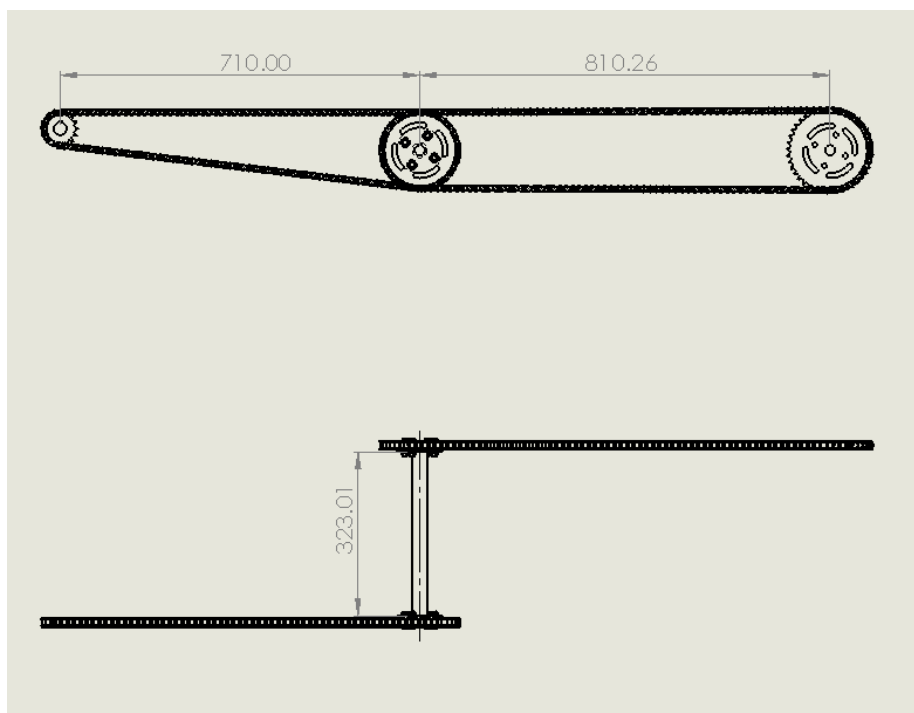
**Figura 21.** Parámetros para el desarrollo de la tesis.

*Fuente:* Elaboración propia.

El sistema de transmisión de potencia se realiza por cadena debido a comodidad, flexibilidad, comodidad económica, bajo costo de mantenimiento y facilidad de adquisición tal como se evalúa en la Tabla 9, en donde se evalúan algunas características de tres tipos de sistemas de transmisión de potencia. Así pues, el número de cadena seleccionado es la cadena ANSI 40 con 12.70 mm de paso (ver Anexo 1), en el apartado 3.1.2. se detalla el proceso del cálculo tanto para la cadena y los sprockets que en este caso el diseño está constituido por cuatro unidades (Figura 19).

La Tabla 10 muestra las dimensiones de los sprockets utilizados para la transmisión de potencia. Por otro lado, según la ecuación (26), en donde especifica la distancia de los centros de eje para el funcionamiento óptimo del sistema de transmisión de potencia, además, se considera el siguiente arreglo (se recomienda verificar el Anexo 21):

- La distancia entre ejes entre los sprockets 1 y 2 es de 24 pulg.
- La distancia entre los ejes de los sprockets 3 y 4 es de 31.90 pulg.



**Figura 22.** Sistema de transmisión de potencia.  
*Fuente:* Elaboración propia.

Para poder encontrar la potencia y el número de revoluciones del motor eléctrico, hay que tener en cuenta que el reglamento nacional de tránsito especifica que la velocidad máxima permisible en avenidas es de 60 Km/h, sin embargo, por tema de diseño en este proyecto se decide trabajar con una velocidad 30 Km/h o su equivalente a 8.33 m/s. Cabe destacar que la potencia sugerida para el motor es de 1500 W adquiriendo 2371 rpm de velocidad.

El controlador de carga tendrá una tensión de 48 V, cuya intensidad será de 30 A y su peso de 180 gr. Las características ideales para el funcionamiento óptimo del motor eléctrico se detallan en la Tabla 11, en donde se opta por elegir el motor Brushless BLD Electric, cuyos parámetros son de acuerdo a los cálculos realizados. (Ver Anexo 6)

- Voltaje: 48 V
- Potencia: 1.5 kW
- Velocidad: 5000 rpm
- Eficiencia: 90%
- Peso: 11 Kg

El diseño del banco de acumuladores de energía consta de cuatro baterías de Ion Litio Tabla 12 con conexión mixta (ver Figura 9). Al conectar los acumuladores en serie los voltajes se suman llegando al valor de tensión deseado por el motor.

- Voltaje: 24 V
- Amperaje: 800 Ah
- Peso: 26 Kg

De los cálculos realizados, se establece que el respaldo de las baterías es de 10.24 horas y que, además, el tiempo de carga es de 5 horas aproximadamente. La corriente de carga es de 160 A.

De igual forma para los paneles solares fotovoltaicos, su conexión será en serie y constará de 6 unidades cuyas características están resumidas en la Tabla 13 y del tipo policristalino SOLARLAND.

- $V_m$ : 48 Vcc
- $P_m$ : 250 Wp
- $I_m$ : 3.49 A

Se debe de tener en cuenta la ubicación de los paneles solares, según los criterios evaluados en la Tabla 14, en donde se hace la comparación de algunas características en puntos de ubicación distintos, siendo el más óptimo en la parte superior del mototaxi, es decir en el techo del mismo, ya que también -además de las características suscritas en dicha Tabla- no permite el paso de los rayos solares a los tripulantes del mototaxi.

De la Tabla 8, según la evaluación de los diferentes tubos estructurales en el mercado, se hace la selección del tubo estructural redondo debido a las siguientes características, principalmente: costo, facilidad de adquisición y facilidad de doblado.

Los datos de la Tabla 9, evalúan las principales características de tres tipos de sistemas de transmisión de potencia: transmisión mediante faja, cadena y por cardán. De todos ellos, el más adecuado para esta evaluación es el sistema de transmisión por cadena principalmente por su flexibilidad, costo, facilidad de adquisición, facilidad de acoplamiento y fácil mantenimiento.

Habiendo realizado los cálculos correspondientes y la selección de los diferentes componentes que constituyen el sistema, se puede establecer el costo de inversión que demanda la ejecución de este proyecto en S/ 14 393.67 nuevos soles.

### **3.3. Aporte Práctico**

Con el desarrollo de esta tesis, se obtendrá un incremento en las investigaciones de este tipo abordando las mejoras correspondientes facilitando mayor autonomía del sistema eléctrico. Este diseño contempla parámetros iniciales que son la base del cálculo posterior para los diferentes elementos del sistema mecánico-eléctrico. La necesidad de mejorar la calidad de vida y la calidad ambiental hacen propicio la producción de mecanismos adecuados para garantizar dichas necesidades.

Los cálculos matemáticos y el diseño utilizando herramientas CAD, tales como, AutoCAD y SOLIDWORKS, conjuntamente con el uso de catálogos de materiales, proyectos previos, libros y revistas científicas, hacen posible que esta investigación sea objetiva contribuyendo al desarrollo de futuras investigaciones relacionadas al tema central de esta tesis.

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**



## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

- Se realizó el diseño en 3D del mototaxi en el software SolidWorks 2018 con tubo estructural redondo. Además, el peso del mototaxi es de 240 Kg con una carga adicional de 230 Kg, cuya velocidad máxima corresponde a 30 Km/h.
- Se calculó y diseñó el sistema de transmisión de potencia compuesta por cadenas de rodillos y cuatro sprockets.
- Se seleccionó el motor de corriente directa cuya potencia es de 1.5 KW y que cuyo voltaje es de 48 VDC.
- Para el aprovechamiento de la energía solar se realizó el análisis de los parámetros de los paneles solares para poder dimensionar. Son seis módulos solares conectados en paralelo con un voltaje de 48 V.
- El banco de acumuladores de energía está compuesto por cuatro unidades de baterías cuyo voltaje es de 24 V las mismas que fueron conectadas de la siguiente manera para lograr un óptimo funcionamiento: dos en serie y dos en paralelo.
- Se realizó el análisis correspondiente del costo total que generará la fabricación de un mototaxi con motor eléctrico y carga solar, este valor asciende a S/. 14 393.67 nuevos soles.

### **4.2. Recomendaciones**

- Para la selección de los diferentes elementos que conforman el mototaxi es factible realizar comparaciones entre diferentes productos existentes en el mercado para facilitar la adquisición de los mismos.
- Se recomienda mejorar el diseño con estructuras cuyo peso sea el menor posible para reducir la carga total del mototaxi.
- Para adquirir el motor eléctrico se recomienda comprar todo en conjunto para disminuir gastos que repercuten en el costo total.
- Mejorar el sistema de transmisión de potencia para alcanzar un mejor torque y velocidad.

- Se sugiere implementar electrolineras con el fin de poder cargar los acumuladores de energía.
- Dar mejor oportunidad a la tecnología eléctrica en los diferentes vehículos eléctricos puesto que reduce el índice de contaminación ambiental.
- Debido a que en muchas ocasiones el aporte de la energía solar tiene algunas limitaciones, se sugiere implementar el sistema con un cargador enchufable a una fuente de corriente alterna (CA).
- Finalmente, se sugiere implementar un sistema curricular de estudios que ayude e impulse a la formación de investigaciones relacionadas al tema de energías renovables.

# **REFERENCIAS**

## REFERENCIAS

- Agnieszka, P., Helena, K., Paula, B., & Budzik Nowodzinska, I. (2016). *Internationalization of higher education in the light of some indicators.*
- Alfaro Lozano, L., Llacza Rodriguez, A., & Sánchez Ccoyllo, O. (2016). Pronóstico con cobertura nacional del índice de radiación solar ultravioleta. *Nota Técnica N°002-2016 SENAMHI*, 2, 51 pp. Retrieved from [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)
- Alvarado Ladron de Guevara, J. (2018). *Diseño y Cálculo de una instalacion fotovoltaica aislada.* 90. Retrieved from [http://oa.upm.es/52204/1/PFC\\_JORGE\\_ALVARADO\\_LADRON\\_DE\\_GUEVARA.pdf](http://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf)
- Arratia Valvez, Y. H. A., & Mamani Apaza, L. (2017). *Construcción de un prototipo vehicular eléctrico de tres ruedas optimizando su autonomía de recorrido mediante un sistema regenerativo de energía eléctrica.*
- Baumann, M., Bächle, T., Buchholz, M., & Dietmayer, K. (2016). Model-based corner braking control for electric motorcycles. *IFAC-PapersOnLine*, 49(11), 291–296. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.08.044>
- Bell, C. (2018). *Gear reduction box for electric motorcycles.*
- Bellido Chipana, D. T., De la Cruz Jo, G., Hidalgo Cajachagua, J. A., Ore Salvatierra, L. A., & Taype Enciso, L. A. (2018). *Análisis de la propuesta de incentivos para implementar buses eléctricos en el transporte público de Lima: viabilidad normativa y económica desde el sector privado y público.*
- Budynas, R. G., & Keith Nisbett, J. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley.*
- Calisto Sevilla, J. C. (2018). *Estudio de factibilidad para la implementación de una tricimoto eléctrica dentro de la zona de bahia de Caraquez.*
- Cerero Tejero, D., & F. Camacho, E. (2015). *Simulador de vehículos eléctricos en MATLAB.*

- Díez González, P. (2019). *Principios básicos del vehículo eléctrico*. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/36790>
- Domínguez Soriano, E. J., & Ferrer Ruiz, J. (2018). *Sistemas de transmisión y frenado*.
- Edward, A., & Dewi, T. (2019). *The effectiveness of solar tracker use on solar panels to the output of the generated electricity power*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012130>
- INEI. (2018). *Registros de mototaxis por departamento (2012-2017)*.
- León Hinojosa, B. P., & Morales Alquina, J. J. (2018). *Análisis de la implementación de un sistema de propulsión eléctrico para una moto tipo Chopper*.
- Mamani Apaza, J. C. (2018). *Diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía energética del vehículo eléctrico de EPIME UNA PUNO*.
- Mohammadi, F. (2019). *Analysis and electrification of the solar-powered electric vehicle analysis and electrification of the solar-powered electric vehicle*.
- Myszka, D. H. (2008). Máquinas y mecanismos. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Páez Álvarez, L. A. (2015). *Análisis y diseño de cargadores rápidos de electricidad para vehículos abastecidos por energías renovables*.
- Peragallo Torreira, R. (1990). *Manual básico de motores eléctricos*.
- Pinedo Gonzáles, J. B. (2017). *Ventajas ambientales del cambio de fuente energética entre el mototaxi con motor de combustión interna y el mototaxi con motor eléctrico en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali - 2016*.
- SUTRAN. (2020). Reglamento Nacional de Transito. *Mtc*, 2. Retrieved from <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/Tabla-de-Infracciones-al-Reglamento-Nacional-de-Transito-actualizado-2020.pdf>

- Tan, N., Wei, J., Nan, W. J., & Guiping, C. (2017). *Experimental study of efficiency of solar panel by phase change material cooling*. 1–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/217/1/012011>
- Tébar Martínez, E. M. (2017). *Baterías y células solares*.
- Triana Barreda, E. (2017). *Baterías de tracción para vehículos eléctricos*.
- Valencia Rodríguez, A. J. (2018). *Análisis del comportamiento de un motor eléctrico, adaptado a una motocicleta, bajo características de torque, potencia y velocidad*.
- Wang, J., Yamada, Y., Sodeyama, K., Chiang, C. H., Tateyama, Y., & Yamada, A. (2016). *Superconcentrated electrolytes for a high-voltage lithium-ion battery*. (May), 1–9. <https://doi.org/10.1038/ncomms12032>

# **ANEXOS**

## ANEXOS

### Anexo 1. Dimensiones según el número de cadena

Número de cadena ANSI	Paso, pulg (mm)	Ancho, pulg (mm)	Resistencia mínima a la tensión, lbf (N)	Peso promedio, lbf/pie (N/m)	Diámetro del rodillo, pulg (mm)	Espaciamiento de torones múltiples, pulg (mm)
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.130 (3.30)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.200 (5.08)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	0.306 (7.77)	— —
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.312 (7.92)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.400 (10.16)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.469 (11.91)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	0.625 (15.87)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	0.750 (19.05)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	0.875 (22.22)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.000 (25.40)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	1.125 (28.57)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	1.406 (35.71)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	1.562 (39.67)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	1.875 (47.62)	3.458 (87.83)



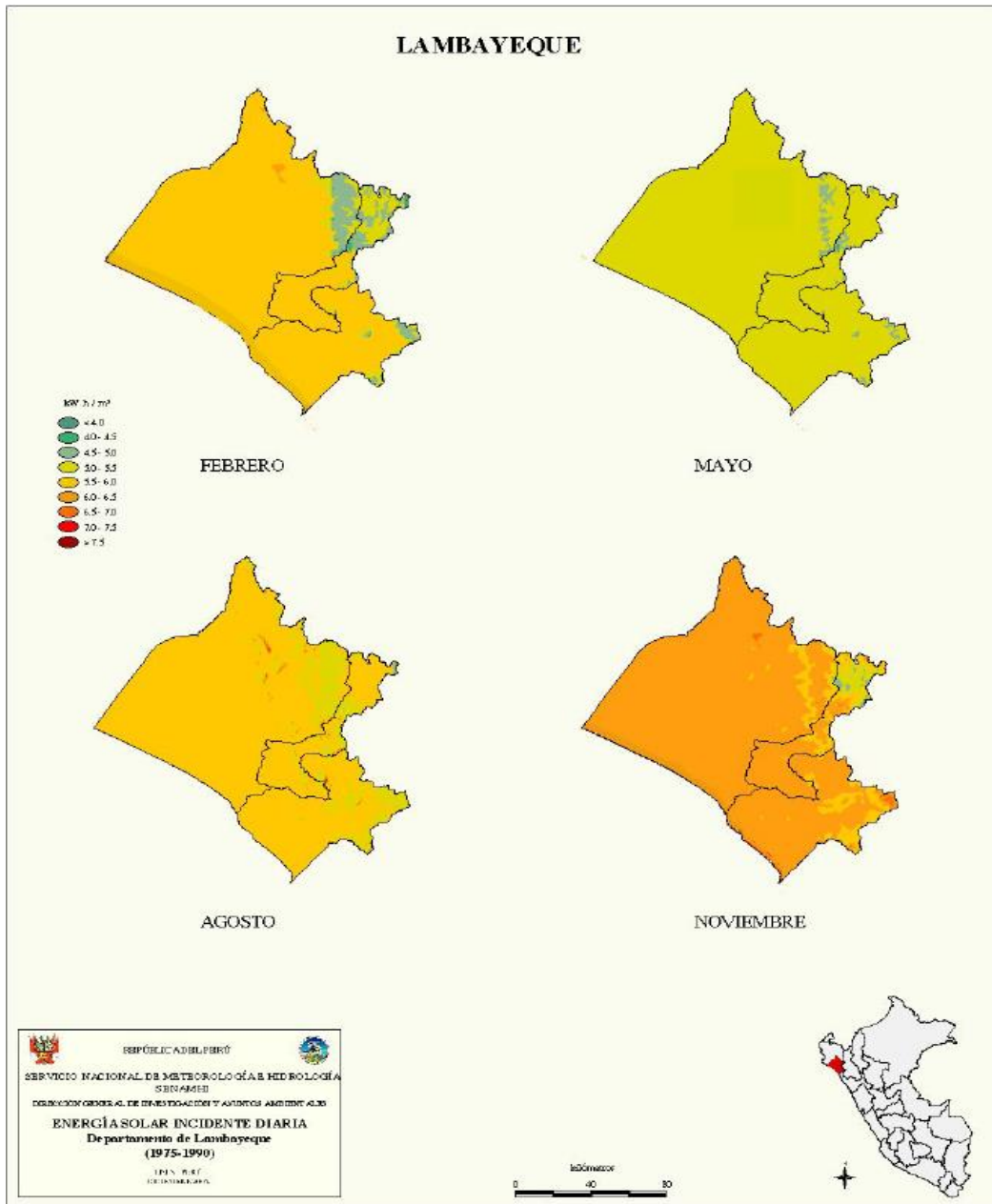
## Anexo 2. Cadenas de rodillos

CADENA SIMPLE

Cotas en mm.

REFERENCIAS		Paso	Ancho interior	Ø rodillo	Ø eje	Ancho eslabón interior	Ancho sobre remache	Longitud eje unión	Ancho malla	Superf. articul.	Peso	Carga rotura
BEMSA	DIN-ISO	p	b <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	a	G	g	cm <sup>2</sup>	Kg/m	Kp
R- 6-1	04B-1	6,00	2,80	4,00	1,85	4,10	7,40	10,30	5,00	0,07	0,12	300
R- 8-1	05B-1	8,00	3,00	5,00	2,31	4,77	8,60	11,70	7,11	0,10	0,18	460
R- 9-1	06B-1	9,525	5,72	6,35	3,28	8,53	13,50	16,80	8,26	0,28	0,40	910
R-102	081-1	12,70	3,30	7,75	3,66	5,80	10,20	11,70	9,91	0,21	0,28	820
R-110	082-1	12,70	2,38	7,75	3,66	4,60	8,20	-	9,91	0,16	0,26	820
R-46N	083-1	12,70	4,88	7,75	4,09	7,90	12,90	14,40	10,20	0,32	0,42	1400
R-17 A	084-1	12,70	4,88	7,75	4,09	8,80	14,80	16,30	11,15	0,35	0,59	1600
R-41 A	085-1	12,70	6,38	7,77	3,58	9,07	14,00	16,00	9,91	0,32	0,38	680
R- 12-1	08B-1	12,70	7,75	8,51	4,45	11,30	17,00	20,90	11,81	0,50	0,70	1820
R- 15-1	10B-1	15,875	9,65	10,16	5,08	13,28	19,60	23,70	14,73	0,67	0,95	2270

### Anexo 3. HSP en Lambayeque.



**Anexo 4.** Registro de mototaxis según departamento entre 2012-2017.

Departamento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Total</b>	<b>109 818</b>	<b>71 315</b>	<b>104 336</b>	<b>102 520</b>	<b>114 069</b>	<b>120 552</b>
Amazonas	1 323	846	987	1 111	999	1 185
Áncash	468	358	683	617	605	522
Apurímac	14	30	119	208	284	243
Arequipa	941	559	703	562	555	709
Ayacucho	417	274	535	292	256	270
Cajamarca	3 517	1 987	2 428	2 769	3 176	3 598
Cusco	745	463	879	489	483	609
Huancavelica	17	13	41	5	44	33
Huánuco	2 559	1 455	1 812	1 670	2 168	2 024
Ica	1 043	239	736	1 220	1 666	1 807
Junín	2 270	1 401	2 259	2 458	2 790	2 789
La Libertad	1 505	1 139	1 839	1 109	1 207	1 016
Lambayeque	14 832	8 693	13 243	14 872	17 524	20 505
Lima 1/	46 574	32 346	47 941	44 855	49 284	50 850
Loreto	4 013	2 647	3 967	4 123	4 430	4 194
Madre de Dios	1 273	704	908	1 015	1 421	1 514
Moquegua	35	20	69	64	17	10
Pasco	8	27	62	44	46	43
Piura	8 893	5 609	6 481	6 347	5 814	5 291
Puno	4 918	3 228	3 699	3 665	4 376	4 227
San Martín	6 624	4 023	6 602	8 024	8 301	10 362
Tacna	501	307	548	494	457	565
Tumbes	242	138	144	65	145	176
Ucayali	7 086	4 809	7 651	6 442	8 021	8 010

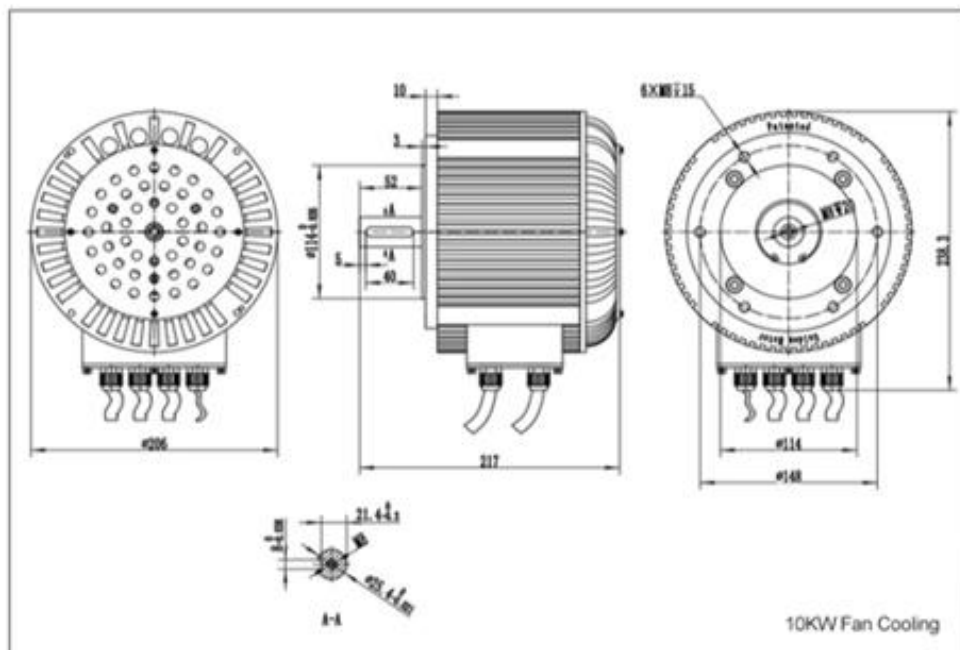
Anexo 5. Diámetros de sprockets de cadena de rodillos de ½”

No. de Dientes	Diámetro de Paso	Diámetro Exterior	Diámetro Calibre	No. de Dientes	Diámetro de Paso	Diámetro Exterior	Diámetro Calibre	No. de Dientes	Diámetro de Paso	Diámetro Exterior	Diámetro Calibre
5	.851	.988	.497	71	11.304	11.592	10.988	136	21.647	21.941	21.334
6	1.000	1.166	.688	72	11.463	11.752	11.151	137	21.806	22.100	21.492
7	1.152	1.338	.812	73	11.622	11.911	11.306	138	21.965	22.259	21.653
8	1.307	1.507	.995	74	11.781	12.070	11.468	139	22.124	22.419	21.810
9	1.462	1.674	1.127	75	11.940	12.229	11.625	140	22.284	22.578	21.971
10	1.618	1.839	1.305	76	12.099	12.389	11.786	141	22.442	22.737	22.129
11	1.775	2.003	1.444	77	12.258	12.548	11.943	142	22.602	22.896	22.289
12	1.932	2.166	1.614	78	12.417	12.707	12.105	143	22.761	23.055	22.447
13	2.089	2.328	1.761	79	12.576	12.866	12.261	144	22.920	23.214	22.607
14	2.247	2.490	1.934	80	12.736	13.026	12.423	145	23.079	23.374	22.765
15	2.405	2.652	2.079	81	12.895	13.185	12.580	146	23.238	23.533	22.926
16	2.563	2.814	2.250	82	13.054	13.344	12.742	147	23.398	23.692	23.088
17	2.721	2.974	2.397	83	13.213	13.503	12.898	148	23.557	23.851	23.244
18	2.879	3.136	2.567	84	13.372	13.663	13.059	149	23.716	24.010	23.402
19	3.038	3.292	2.715	85	13.531	13.822	13.216	150	23.875	24.170	23.562
20	3.196	3.457	2.883	86	13.690	13.981	13.373	151	24.034	24.329	23.720
21	3.355	3.618	3.033	87	13.849	14.140	13.534	152	24.193	24.488	23.880
22	3.513	3.778	3.201	88	14.009	14.299	13.696	153	24.352	24.647	24.038
23	3.672	3.938	3.351	89	14.168	14.459	13.853	154	24.512	24.806	24.199
24	3.831	4.098	3.518	90	14.327	14.618	14.014	155	24.672	24.965	24.357
25	3.989	4.258	3.669	91	14.486	14.777	14.171	156	24.830	25.124	24.517
26	4.148	4.418	3.835	92	14.645	14.936	14.332	157	24.989	25.284	24.675
27	4.307	4.578	3.987	93	14.804	15.096	14.489	158	24.148	25.443	24.835
28	4.465	4.738	4.153	94	14.963	15.255	14.651	159	25.307	25.602	24.993
29	4.625	4.898	4.305	95	15.122	15.414	14.808	160	25.466	25.761	25.154
30	4.783	5.057	4.471	96	15.282	15.573	14.969	161	25.625	25.920	25.312
31	4.942	5.217	4.623	97	15.441	15.732	15.126	162	25.785	26.080	25.472
32	5.101	5.376	4.788	98	15.600	15.892	15.287	163	25.944	26.239	25.630
33	5.260	5.536	4.941	99	15.759	16.051	15.445	164	26.103	26.398	25.790
34	5.419	5.696	5.107	100	15.918	16.210	15.605	165	26.262	26.557	25.948
35	5.578	5.856	5.260	101	16.077	16.369	15.763	166	26.421	26.716	26.109
36	5.737	6.015	5.425	102	16.236	16.528	15.924	167	26.581	26.876	26.266
37	5.896	6.174	5.578	103	16.395	16.688	16.081	168	25.739	27.035	26.427
38	6.055	6.334	5.742	104	16.555	16.847	16.242	169	26.899	27.194	26.585
39	6.214	6.494	5.896	105	16.714	17.006	16.399	170	27.058	27.353	26.745
40	6.373	6.653	6.061	106	16.873	17.165	16.561	171	27.217	27.512	26.903
41	6.532	6.812	6.214	107	17.032	17.324	16.717	172	27.376	27.671	27.063
42	6.691	6.972	6.379	108	17.191	17.484	16.878	173	27.535	27.831	27.221
43	6.850	7.132	6.532	109	17.351	17.643	17.036	174	27.694	27.990	27.382
44	7.009	7.291	6.696	110	17.509	17.802	17.197	175	27.854	28.149	27.540
45	7.168	7.450	6.851	111	17.668	17.962	17.304	176	28.013	28.308	27.700
46	7.327	7.609	7.014	112	17.827	18.121	17.515	177	28.172	28.467	27.858
47	7.486	7.769	7.169	113	17.987	18.280	17.672	178	28.331	28.626	28.018
48	7.645	7.928	7.332	114	18.146	18.439	17.834	179	28.490	28.786	28.176
49	7.804	8.088	7.487	115	18.305	18.598	17.991	180	28.649	28.945	28.337
50	7.963	8.248	7.650	116	18.464	18.757	18.151	181	28.808	29.104	28.495
51	8.122	8.406	7.805	117	18.623	18.916	18.309	182	28.968	28.263	28.655
52	8.281	8.566	7.968	118	18.782	19.076	18.470	183	29.127	29.422	28.813
53	8.440	8.725	8.124	119	18.941	19.235	18.627	184	29.286	29.581	28.973
54	8.599	8.884	8.286	120	19.101	19.394	18.788	185	29.445	29.741	29.131
55	8.758	9.044	8.442	121	19.260	19.553	18.946	186	29.604	29.900	29.291
56	8.917	9.204	8.605	122	19.419	19.712	19.106	187	29.763	30.059	29.450
57	9.077	9.362	8.760	123	19.578	19.872	19.264	188	29.922	30.218	29.610
58	9.235	9.522	8.924	124	19.737	20.031	19.425	189	30.082	30.387	29.768

## Anexo 6. Motor eléctrico

### 5KW BLDC Motor

1. Voltage: 48V/72V/96V/120V
2. Rated Power: 1.5 KW
3. Efficiency: 91%
4. Phase Resistance (Milliohm):  
6.2/48V; 12.0/72V; 36.0/120V
5. Phase Induction(100KHZ):  
68uH/48V; 154uH/72V; 504uH/120V
6. Speed: 2000-6000rpm (customizable)
7. Weight: 11Kg(air), 11.35kg(water)
8. Cooling: air or liquid cooling



## Anexo 7. Ficha técnica.



### DESCRIPCIÓN:

Son tubos con costura conformados en frío soldados mediante el proceso de soldadura por inducción de alta frecuencia (HFIW), a partir de flejes de acero de bobinas laminadas en caliente.

Su utilización es para aplicaciones diversas, entre ellas destacan:

- ✓ Estructura metálica liviana. (barandas, tijerales, portones, cocinas, etc.)
- ✓ Industria automotriz. (motocars y bicicletas)

### ESTÁNDAR INTERNACIONAL DE REFERENCIA:

**ASTM A1011/A1011M** "Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot-Rolled, Carbon, Structural, High-Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength"

**JIS G3132** "Hot-Rolled carbon steel strip for pipes and tubes"

**ASTM A513/A513M** "Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing."

### COMPOSICIÓN QUÍMICA:

Composición Química (% máximo)			
C	Mn	P	S
0.15	0.60	0.030	0.035

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

Tubo LAC Redondo Mecánico			
Diámetro Exterior		Espesores (mm)	
Pulgadas	mm	1.5	2.0
5/8"	15.87	X	
3/4"	19.05	X	
7/8"	22.22	X	
1"	25.40	X	X
1 1/4"	31.75	X	X
1 1/2"	38.10	X	
	38.0		X
1 3/4"	44.45	X	X
	45.0		X
2"	50.8	X	X
	50.0		X
2 1/2"	63.50	X	X
3"	76.20	X	X

Nota: - Los diámetros exteriores en pulgadas son equivalentes a los diámetros exteriores en milímetros.

## Anexo 8. Batería de Ion Litio



Ver imagen más grande



### Descripción general

#### Detalles rápidos

Uso:	Electrodomésticos, Los submarinos, Sistemas eléctricos de p...	Tamaño de la bater...	410*176*330*365mm
Marca:	MCA OEM	Número de Modelo:	GFM-800
Lugar del origen:	Guangdong, China	Peso:	51,6 kg, 51,6 kg
Tipo de manteni...	Libre	Tensión de:	24 V
Sellado tipo:	Sellado	Caja de la batería:	ABS
Color:	Rojo gris negro marrón	Garantía:	1 - 3 años
Terminal:	Cobre Terminal	Electrolito:	Ácido sulfúrico
Material:	ABS	Separador de:	De fibra de vidrio
De tamaño de la ba...	410*176*330*365mm	La certificación:	CE UL ISO9001... ISO14001... OHSAS18001
Certificación:	CE UL ISO9001... ISO14001... OHSAS18001		

## Anexo 9. Panel solar



Mecánica especificación					
Formato	2000X992X35mm				
Peso	22,5 kg ± 5%				
Celular	144 monocristalino medio celular				
Caja de conexiones	Clase de protección IP67 con bypass diodos				
Cable	4mm <sup>2</sup> cable Solar				
Conector	MC4 Compatible				
CS3U	375MS	380MS	385MS	390MS	395MS
Nominal de potencia máxima (Pmax)	375 W	380 W	385 W	390 W	395 W
¡Optar! Tensión de funcionamiento (Vmp)	39,8 V	40,0 V	40,2 V	40,4 V	40,6 V
¡Optar! Corriente de funcionamiento (Imp)	9,43	9,50	9,58	9,66	9,73
Tensión de circuito abierto (COV)	47,6 V	47,8 V	48,0 V	48,2 V	48,4 V
Corriente de corto circuito (Isc)	9,93	10.01A	10.09A	10.17A	10.25A
Módulo de la eficacia	18.90%	19.15%	19.66%	19.41%	19.91%
* Bajo estándar en las condiciones de prueba (STC) de irradiancia de 1000 W/m2 espectro soy T4 serie series 30 piezas 660 piezas ¡1,5 y temperatura de la célula de 25 de °C!					



## Anexo 10. Controlador solar



### SmartSolar Charge Controllers MPPT 100/30 & 100/50

www.victronenergy.com



SmartSolar Charge Controller  
MPPT 100/50



Bluetooth sensing  
Smart Battery Sense



Bluetooth sensing  
BMV-712 Smart Battery Monitor



#### Bluetooth Smart built-in

The wireless solution to set-up, monitor, update and synchronise SmartSolar Charge Controllers.

#### VEDirect

For a wired data connection to a Color Control GX, other GX products, PC or other devices

#### Ultrafast Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Especially in case of a clouded sky, when light intensity is changing continuously, an ultra-fast MPPT controller will improve energy harvest by up to 30% compared to PWM charge controllers and by up to 10% compared to slower MPPT controllers.

#### Advanced Maximum Power Point Detection in case of partial shading conditions

If partial shading occurs, two or more maximum power points may be present on the power-voltage curve. Conventional MPPTs tend to lock to a local MPP, which may not be the optimum MPP. The innovative BlueSolar algorithm will always maximize energy harvest by locking to the optimum MPP.

#### Outstanding conversion efficiency

No cooling fan. Maximum efficiency exceeds 98%.  
The full output current up to 40°C (104°F).

#### Flexible charge algorithm

Fully programmable charge algorithm (see the software page on our website), and eight pre-programmed algorithms, selectable with a rotary switch (see manual for details).

#### Extensive electronic protection

Over-temperature protection and power derating when temperature is high.  
PV short circuit and PV reverse polarity protection.  
PV reverse current protection.

#### Internal temperature sensor

Compensates absorption and float charge voltage for temperature.

#### Optional external battery voltage and temperature sensing via Bluetooth

A Smart Battery Sense or a BMV-712 Smart Battery Monitor can be used to communicate battery voltage and temperature to one or more SmartSolar Charge Controllers.

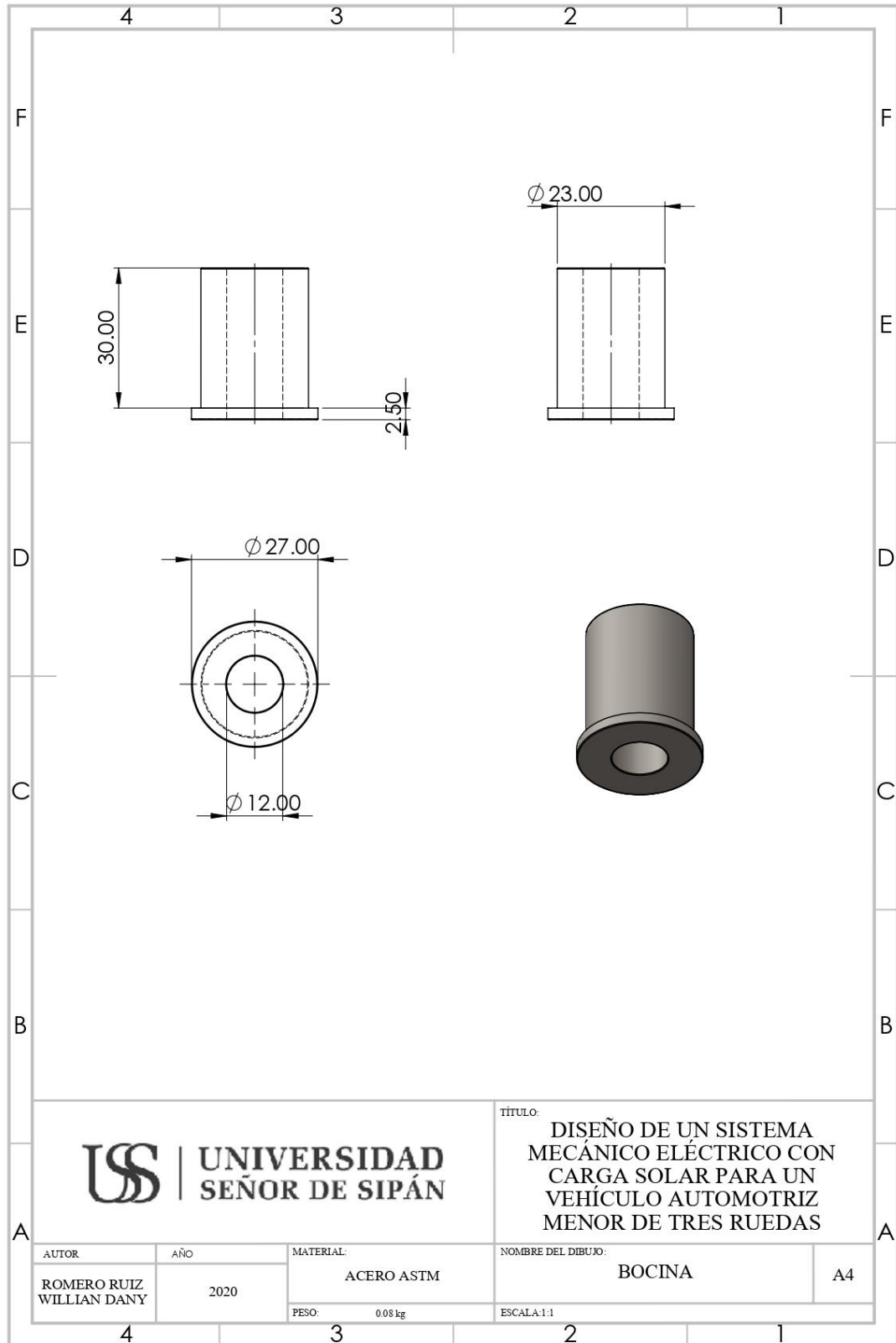
SmartSolar Charge Controller	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Battery voltage	12/24V Auto Select	
Rated charge current	30A	50A
Nominal PV power, 12V 1a,b)	440W	700W
Nominal PV power, 24V 1a,b)	880W	1400W
Maximum PV open circuit voltage	100V	100V
Max. PV short circuit current 2)	35A	60A
Maximum efficiency	98%	98%
Self-consumption	12V: 30 mA 24V: 20 mA	
Charge voltage 'absorption'	Default setting: 14,4V / 28,8V (adjustable)	
Charge voltage 'float'	Default setting: 13,8V / 27,6V (adjustable)	
Charge algorithm	multi-stage adaptive	
Temperature compensation	-16 mV / °C resp. -32 mV / °C	
Protection	PV reverse polarity Output short circuit Over temperature	
Operating temperature	-30 to +60°C (full rated output up to 40°C)	
Humidity	95%, non-condensing	
Data communication port	VEDirect	
	See the data communication white paper on our website	
<b>ENCLOSURE</b>		
Colour	Blue (RAL 5012)	
Power terminals	16 mm <sup>2</sup> / AWG6	
Protection category	IP43 (electronic components), IP22 (connection area)	
Weight	1,3 kg	
Dimensions (h x w x d)	130 x 186 x 70 mm	
<b>STANDARDS</b>		
Safety	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2	

1a) If more PV power is connected, the controller will limit input power.  
1b) The PV voltage must exceed Vbat + 5V for the controller to start.  
Thereafter the minimum PV voltage is Vbat + 1V.  
2) A PV array with a higher short circuit current may damage the controller.

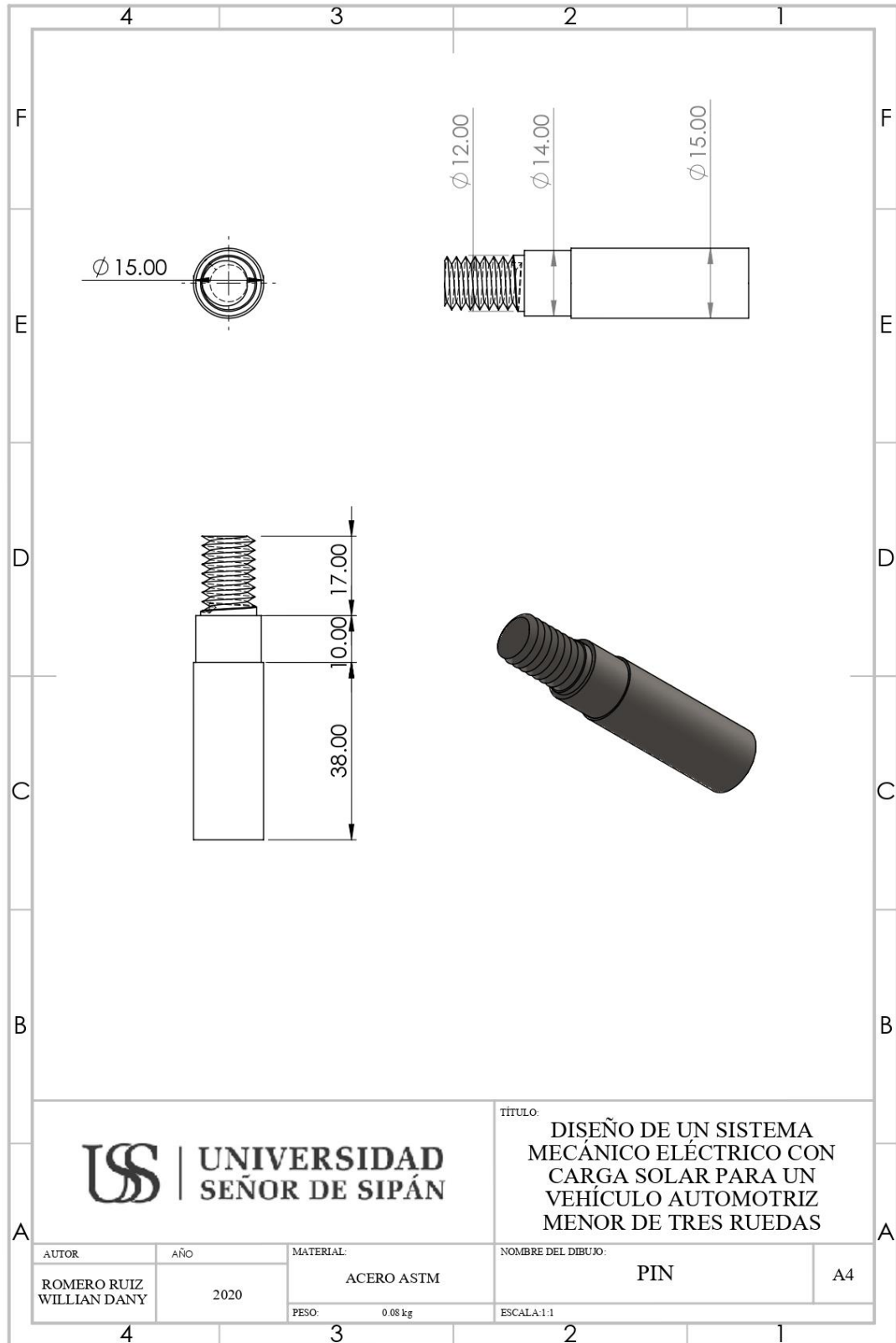
Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | The Netherlands  
General phone: +31 (0)36 535 97 00 | E-mail: [sales@victronenergy.com](mailto:sales@victronenergy.com)  
[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)



Anexo 11. Bocina



Anexo 12. Pin

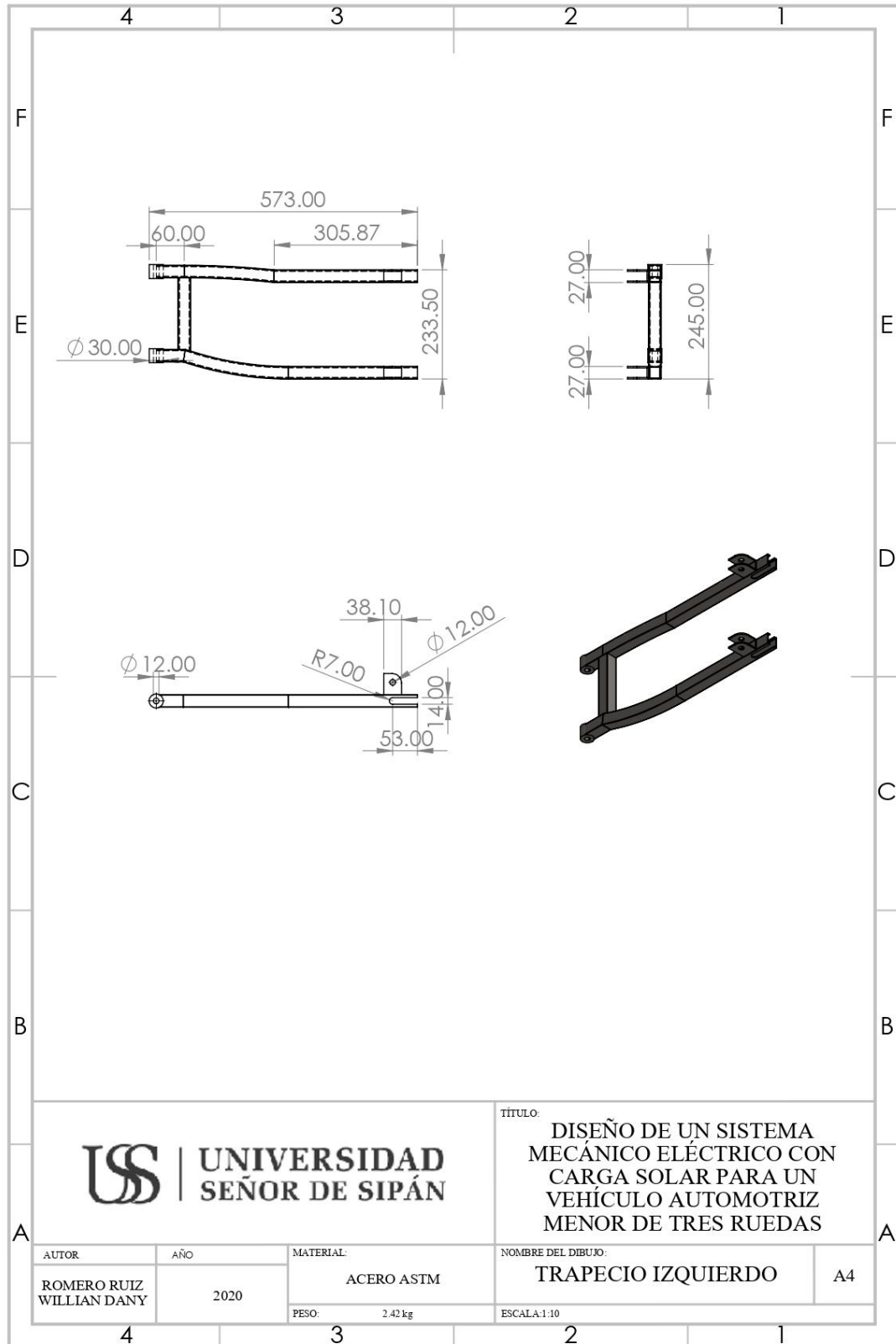


**USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

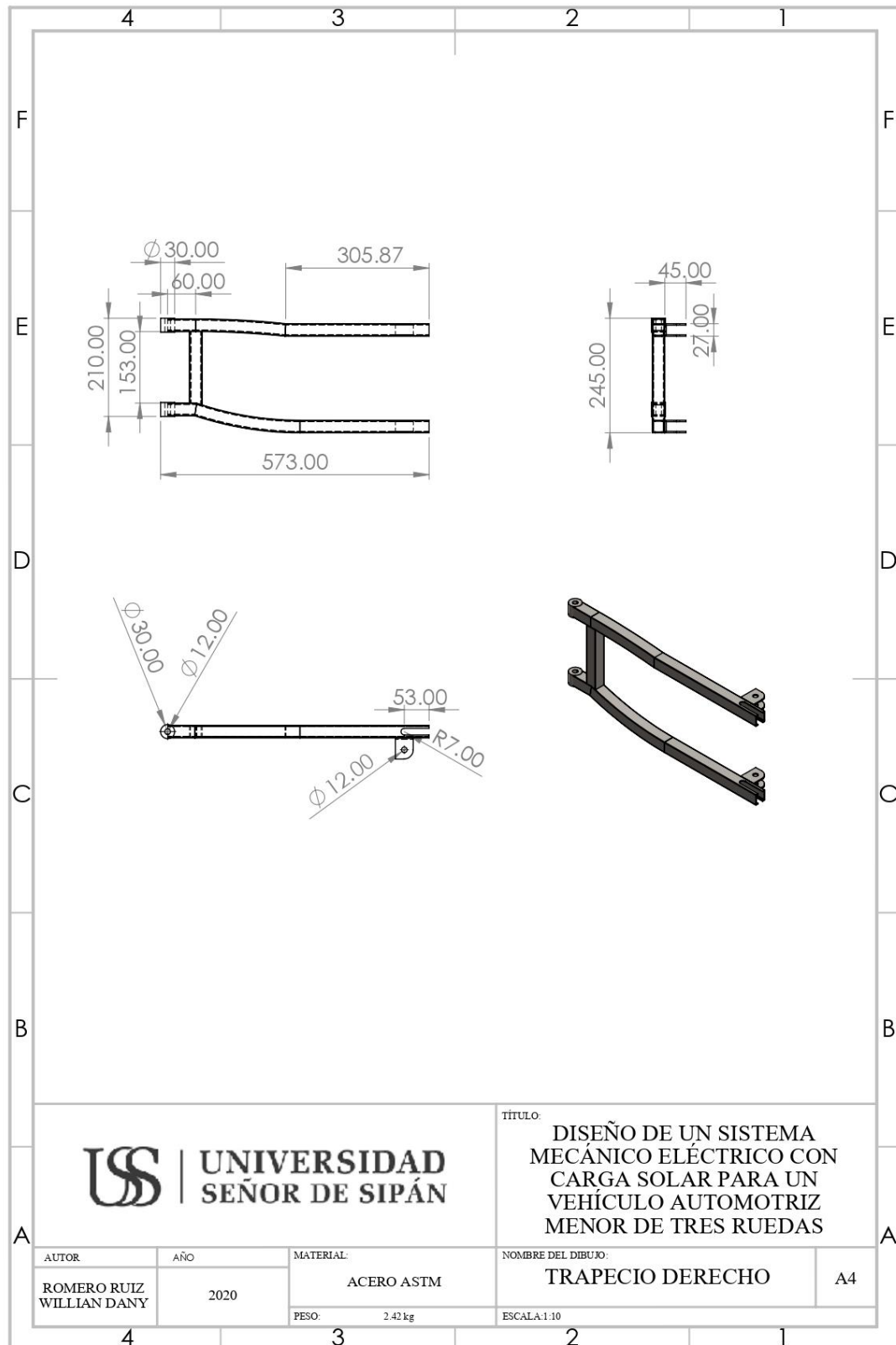
TÍTULO:  
DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO ELÉCTRICO CON CARGA SOLAR PARA UN VEHÍCULO AUTOMOTRIZ MENOR DE TRES RUEDAS

AUTOR	AÑO	MATERIAL:	NOMBRE DEL DIBUJO:	A4
ROMERO RUIZ WILLIAN DANY	2020	ACERO ASTM	PIN	
		PESO: 0.08 kg	ESCALA: 1:1	

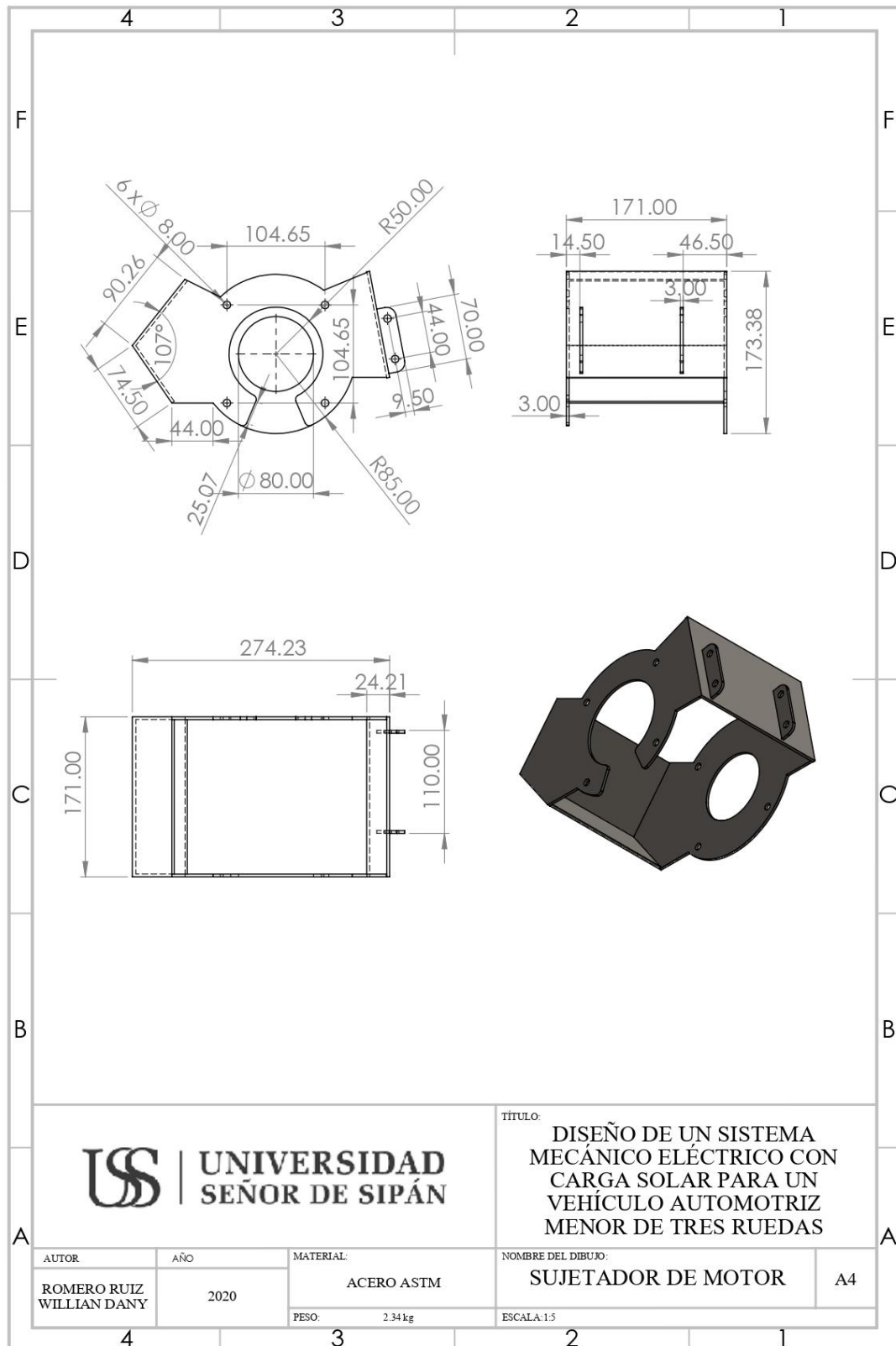
Anexo 13. Trapecio izquierdo



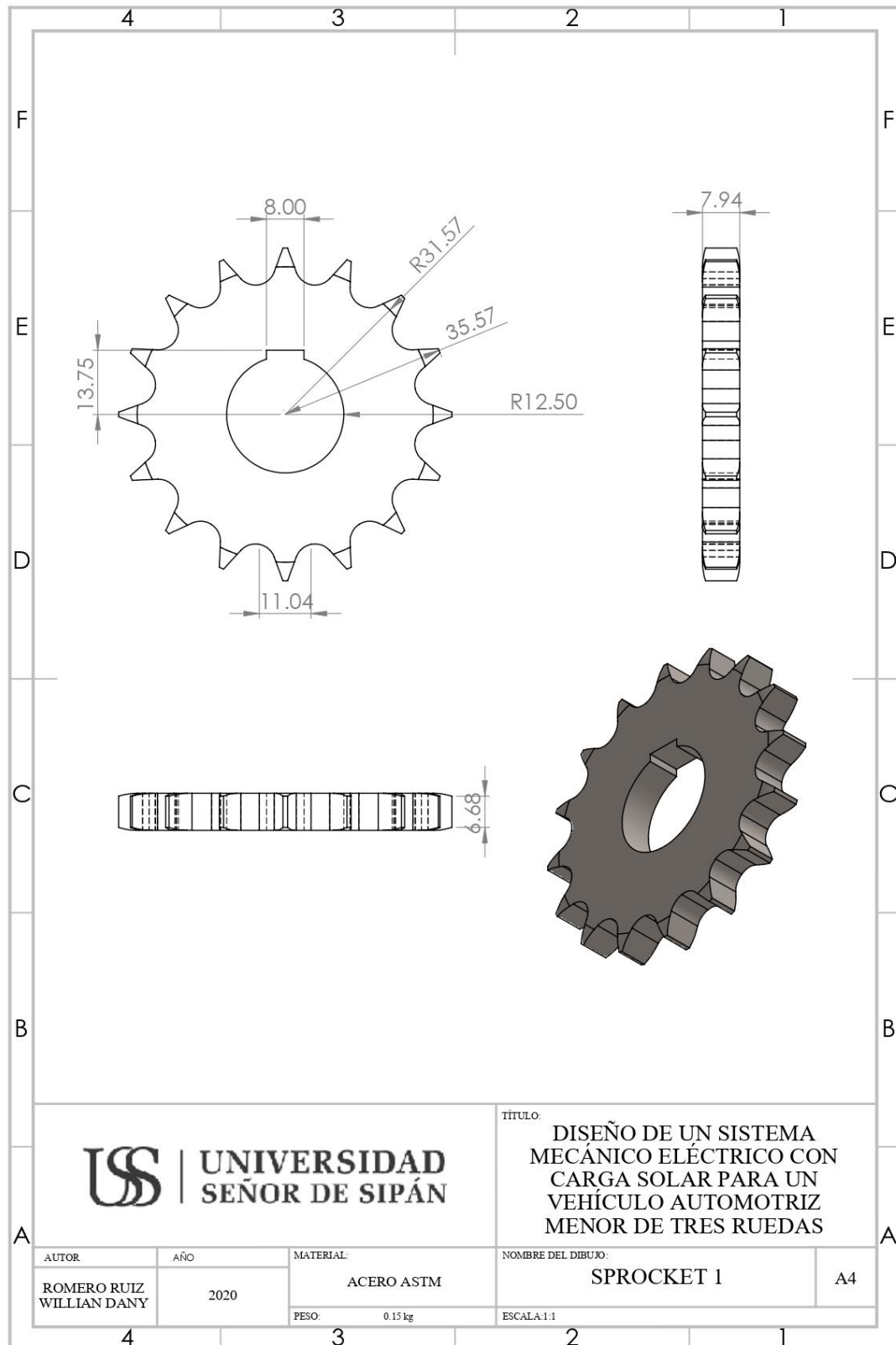
### Anexo 14. Trapecio derecho



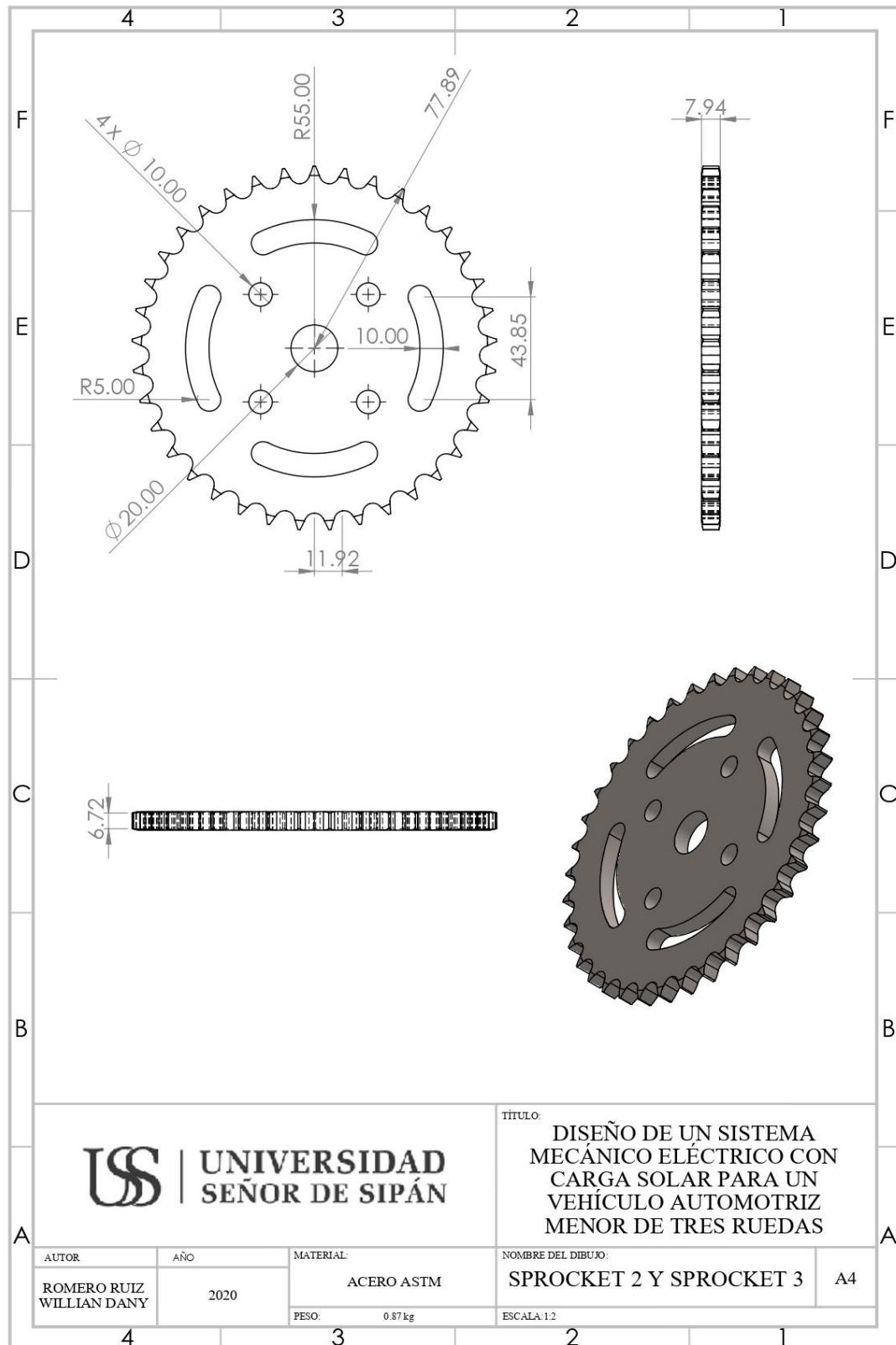
Anexo 15. Sujetador de motor



Anexo 16. Sprocket 1

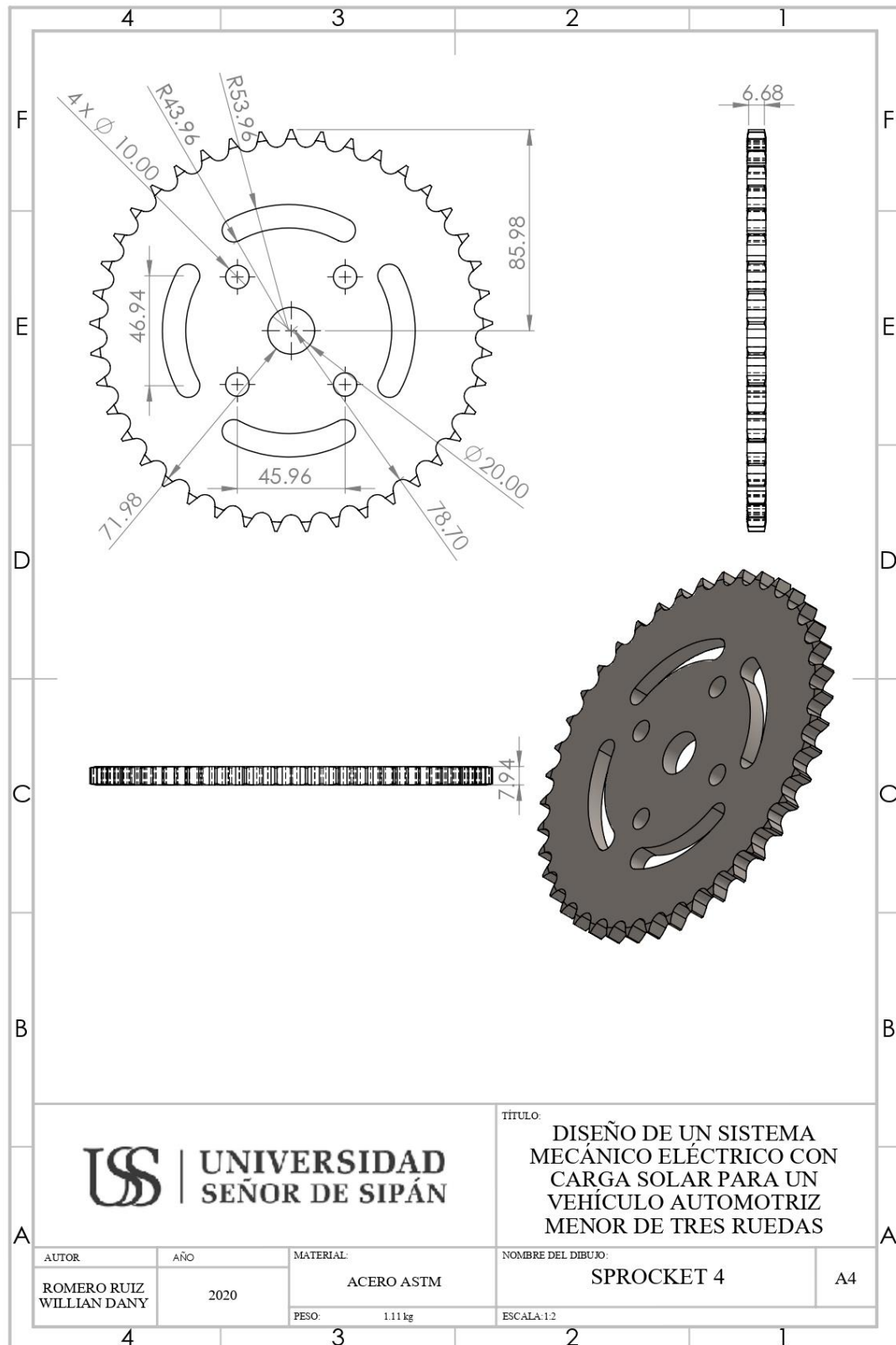


Anexo 17. Sprocket 2 y 3

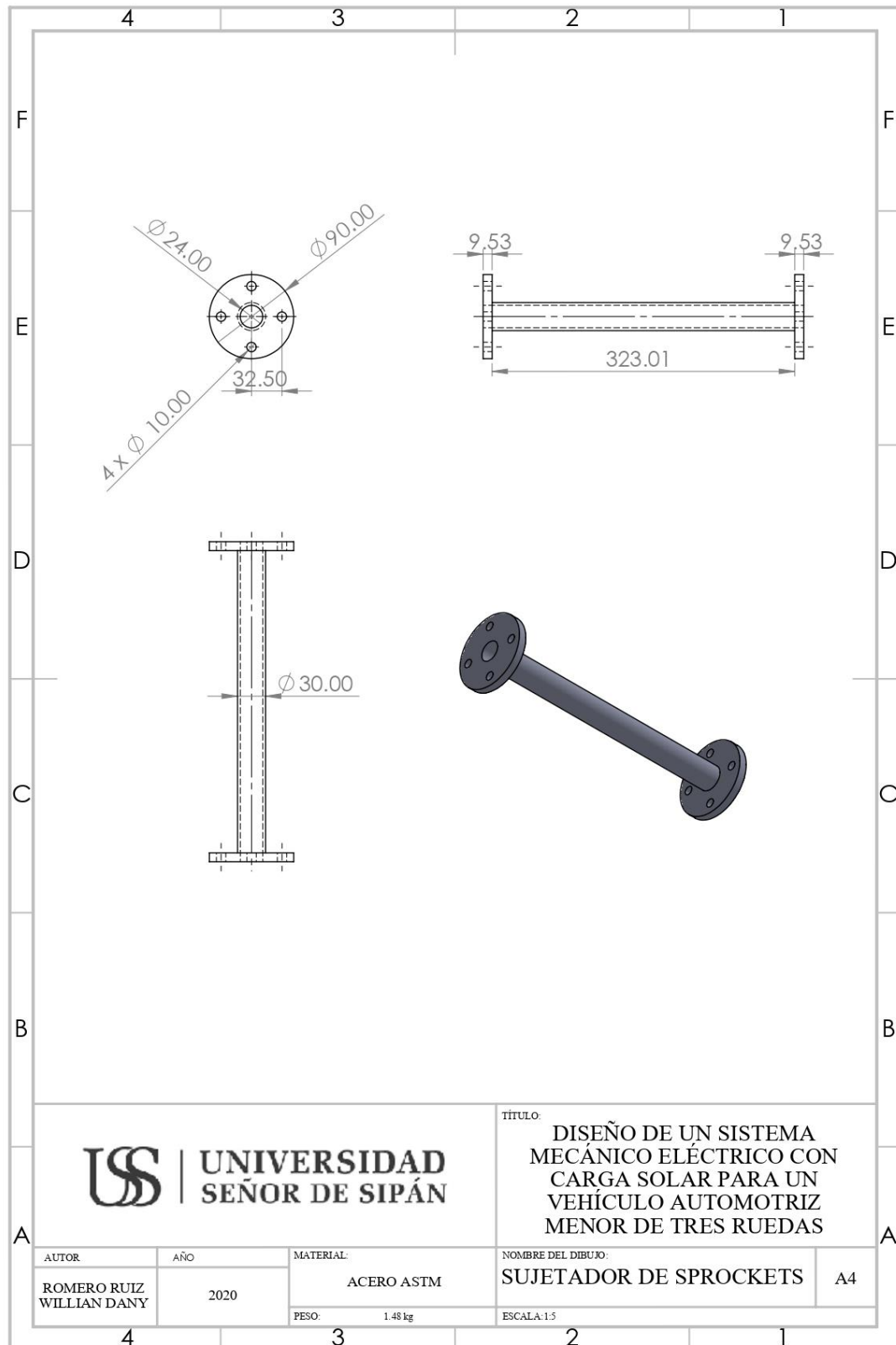




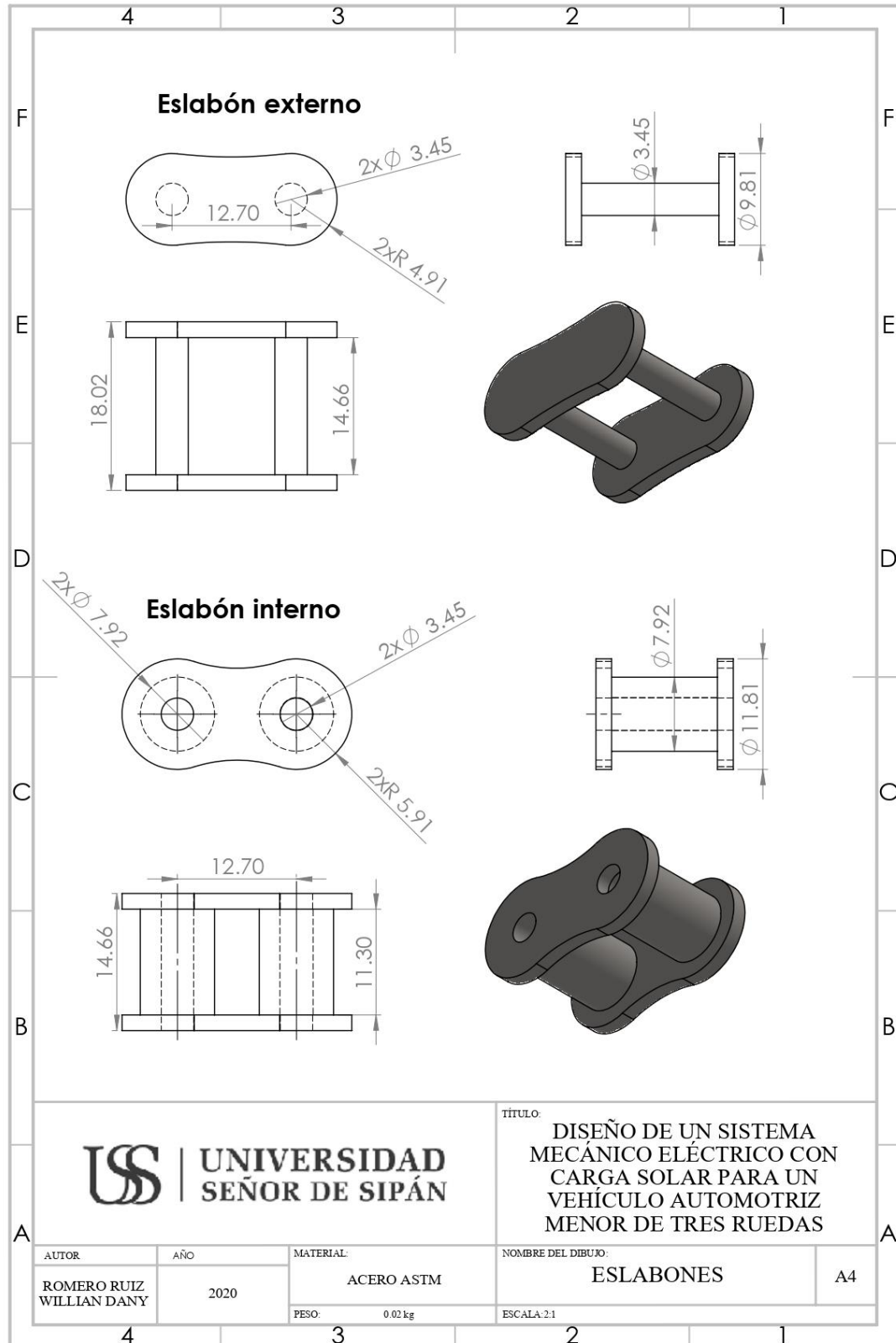
Anexo 18. Sprocket 4



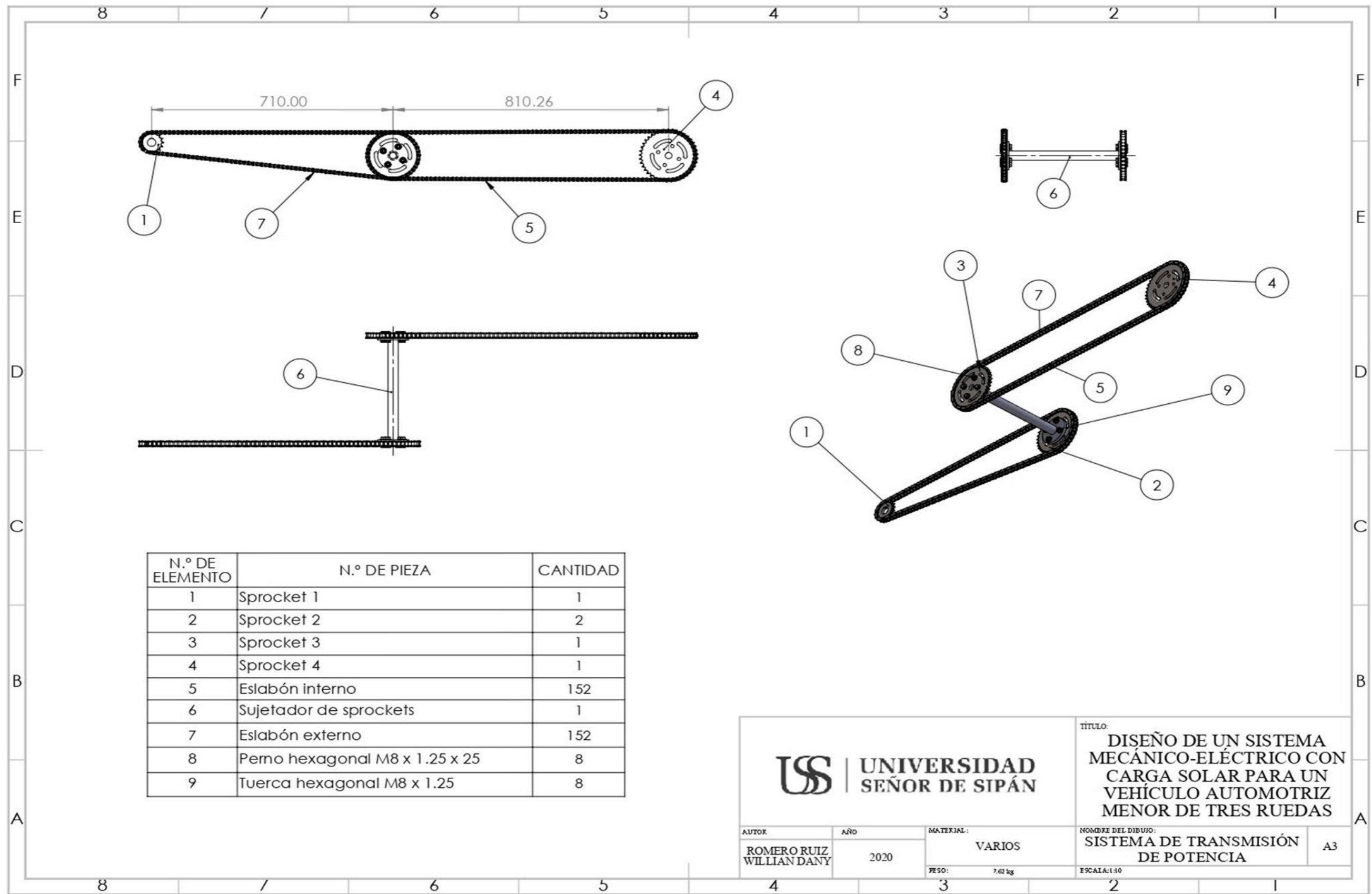
Anexo 19. Sujetador de sprockets



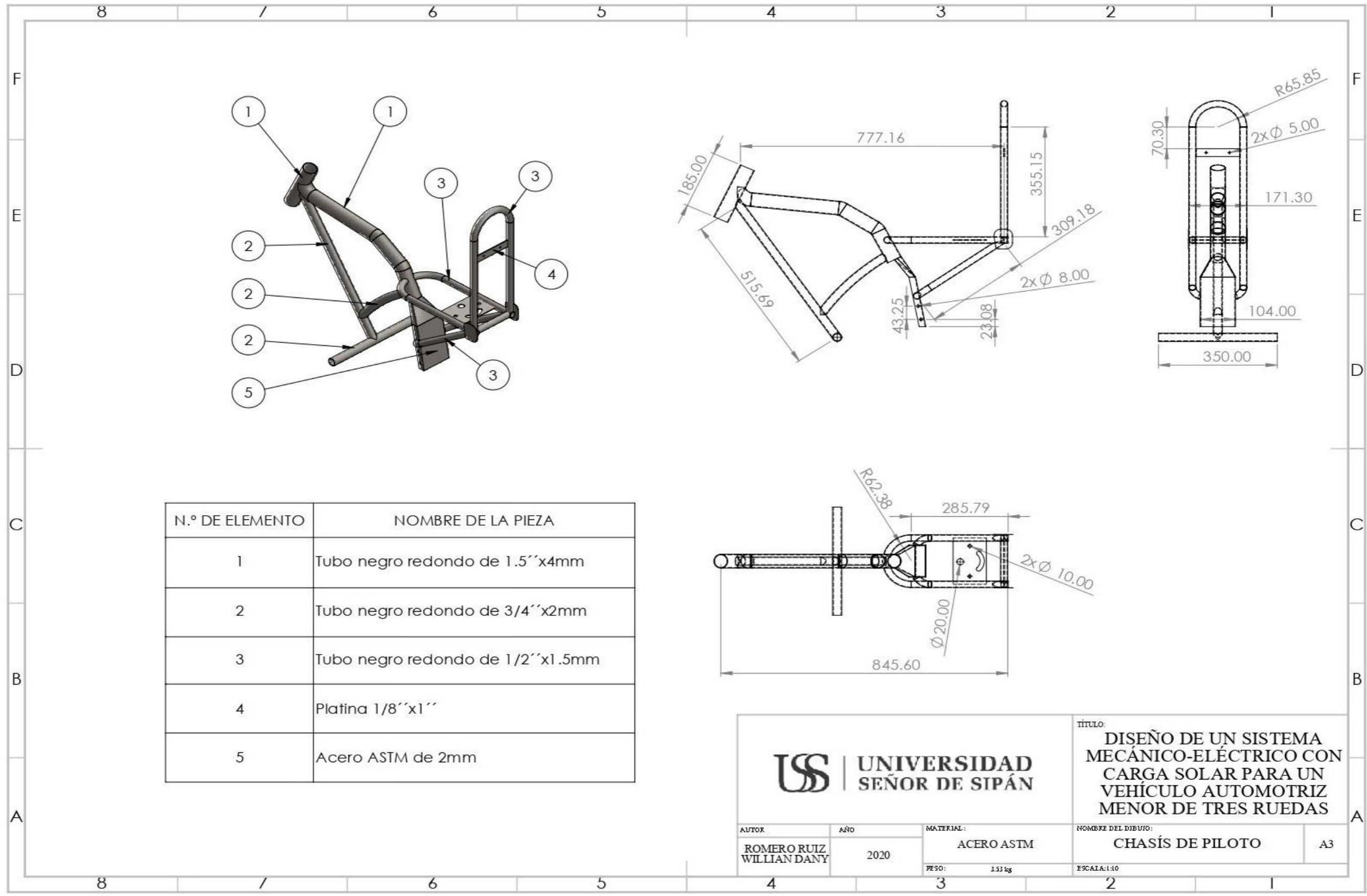
Anexo 20. Eslabones



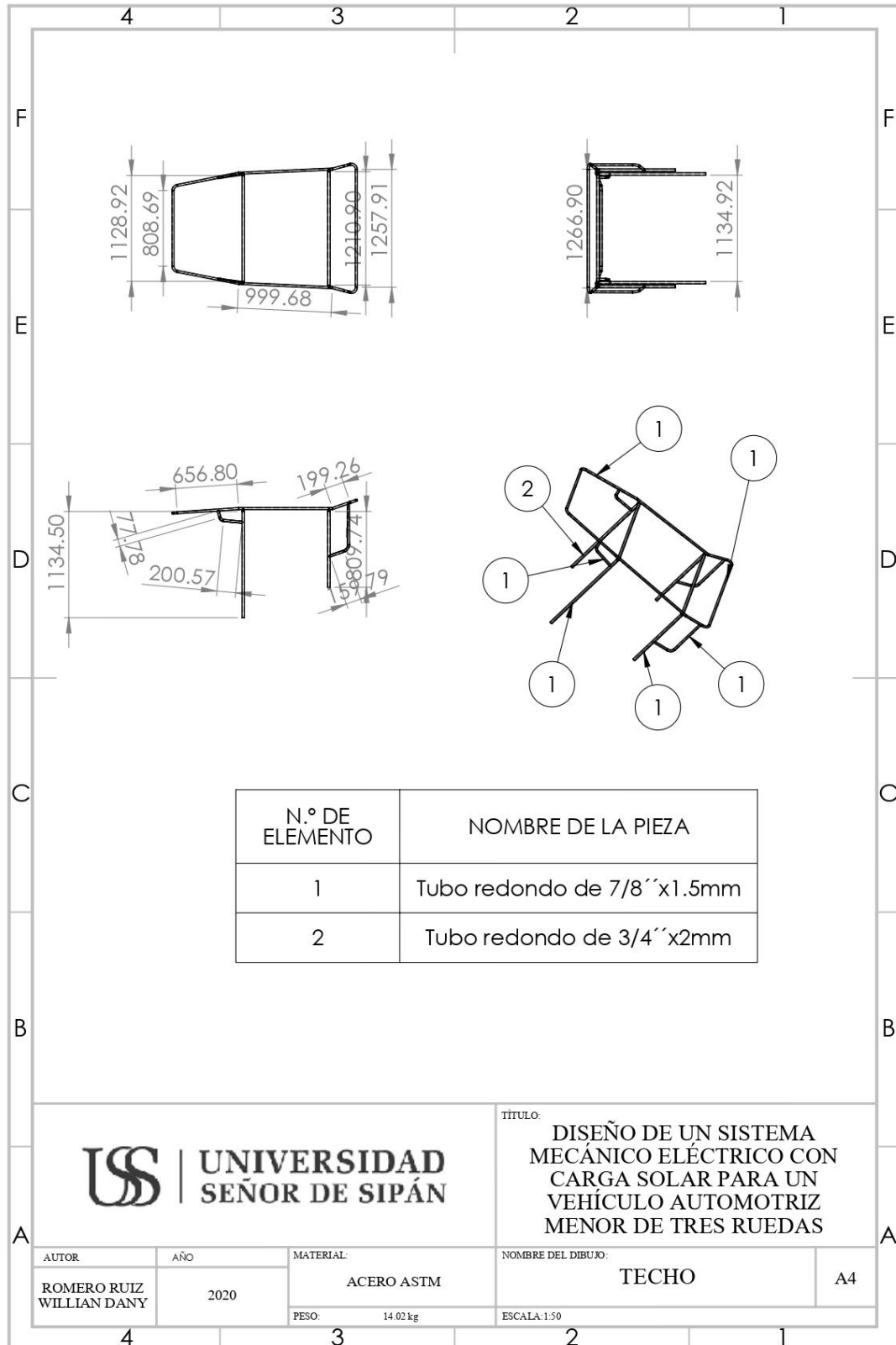
Anexo 21. Sistema de transmisión de potencia



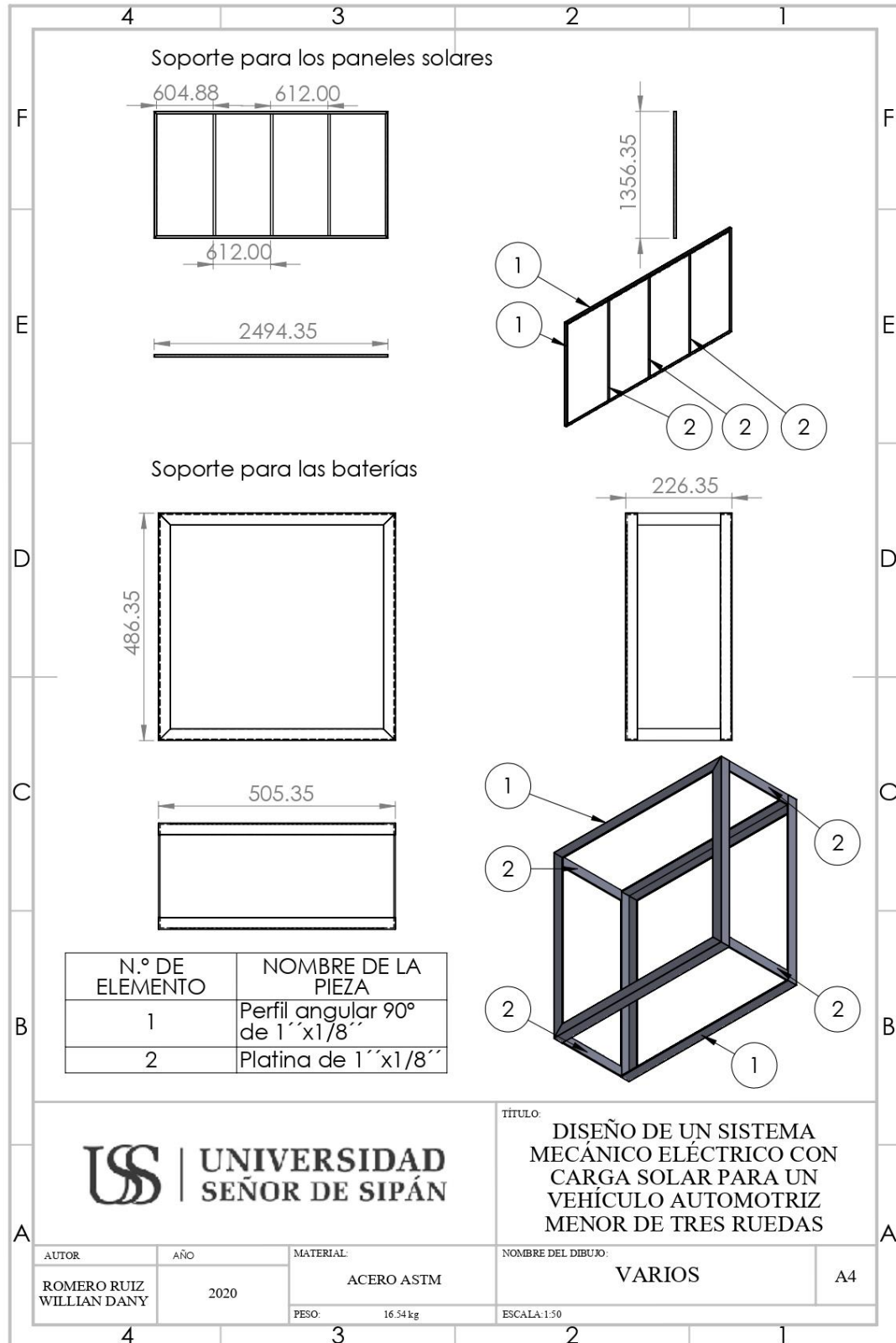
Anexo 22. Chasis de piloto



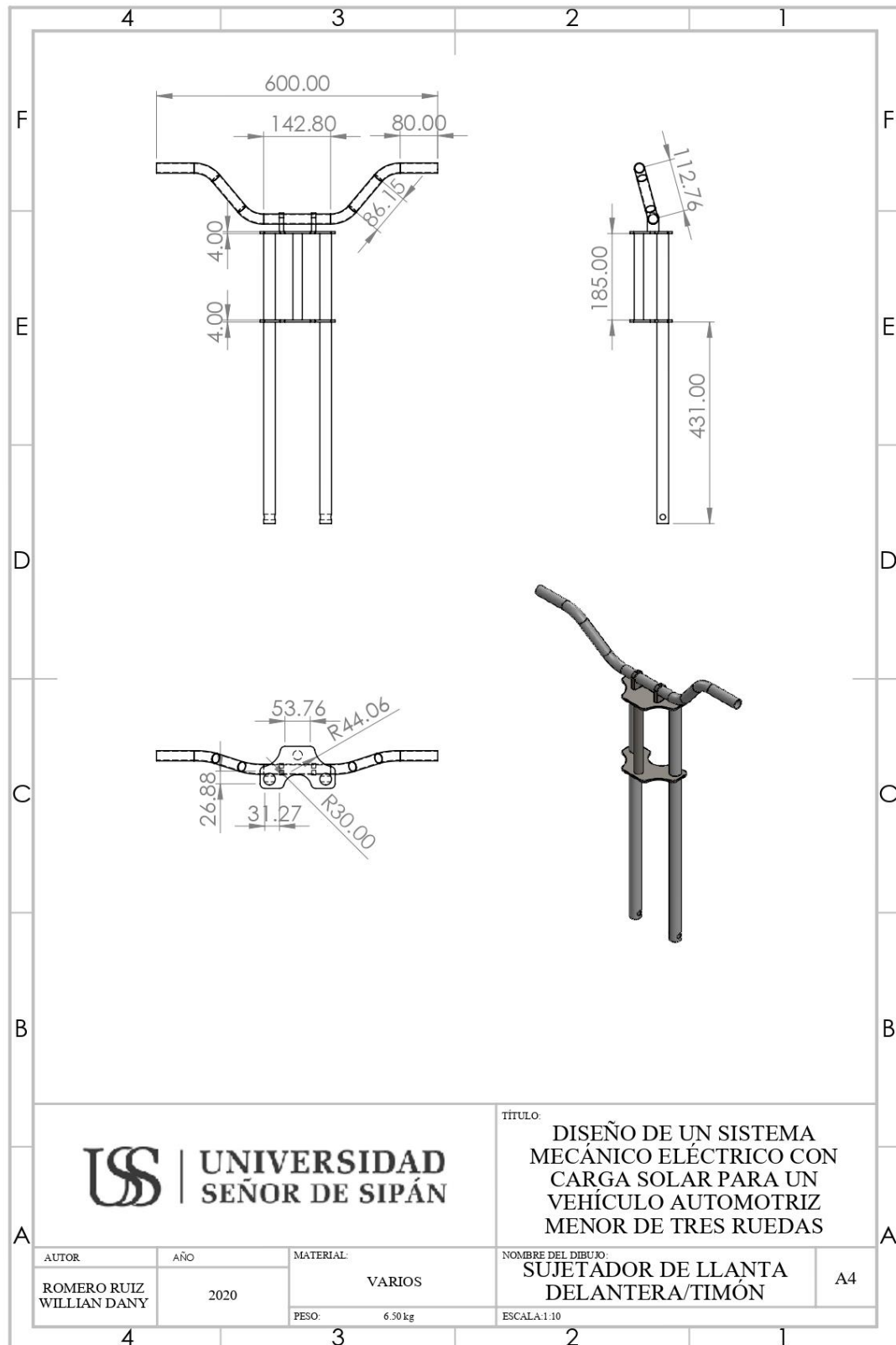
Anexo 23. Techo



**Anexo 24.** Soporte para paneles solares y baterías

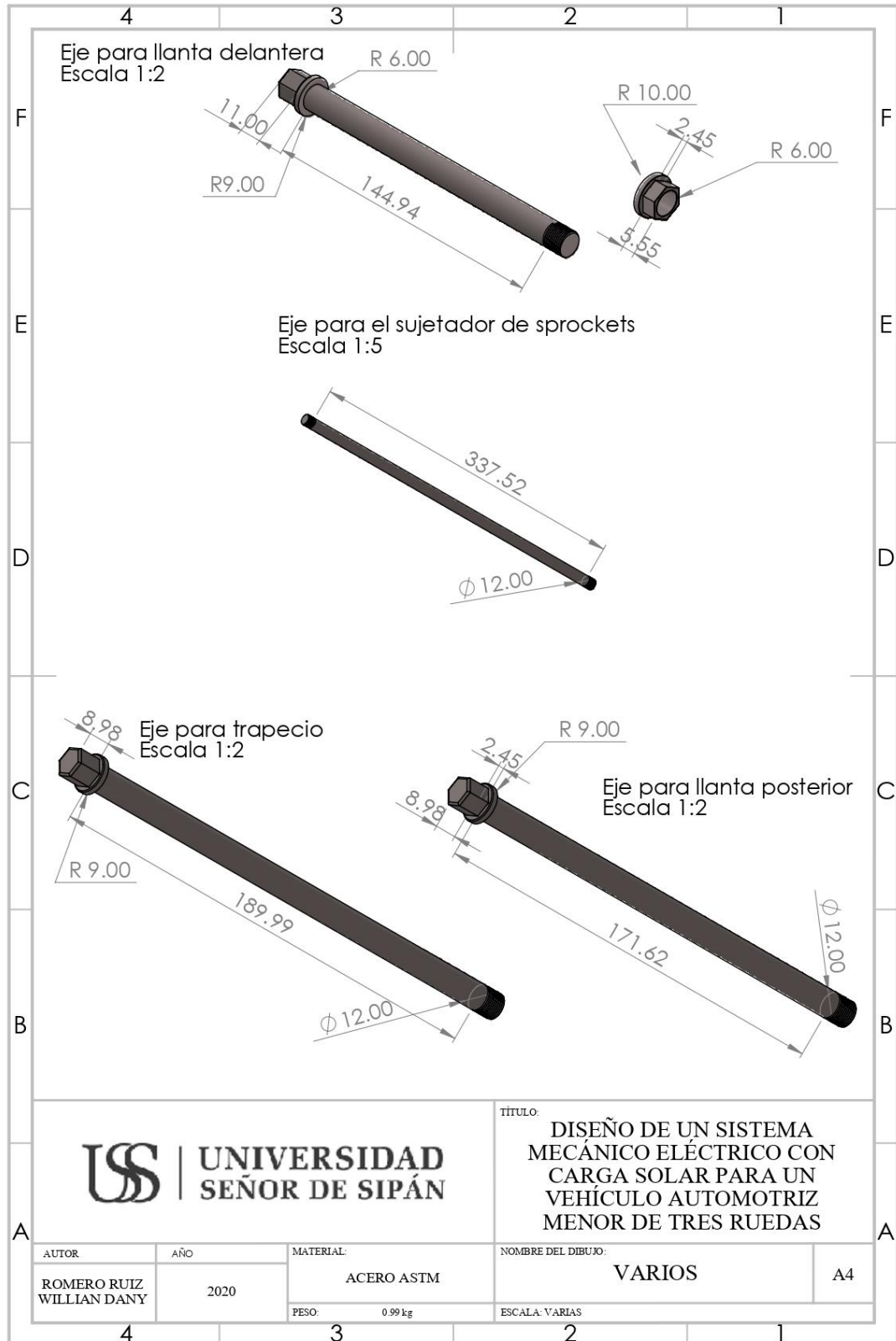


Anexo 25. Sujetador para llanta delantera

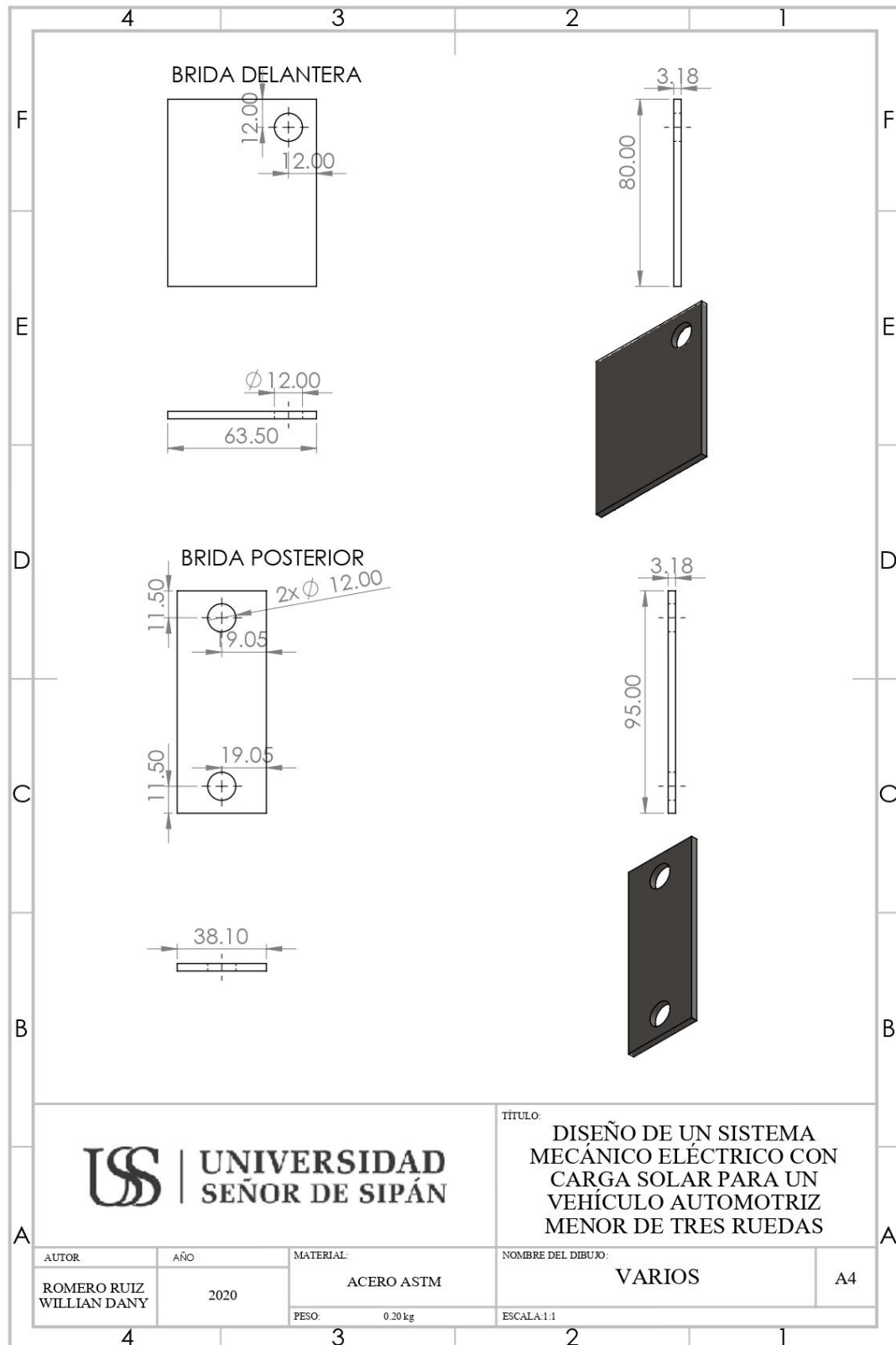




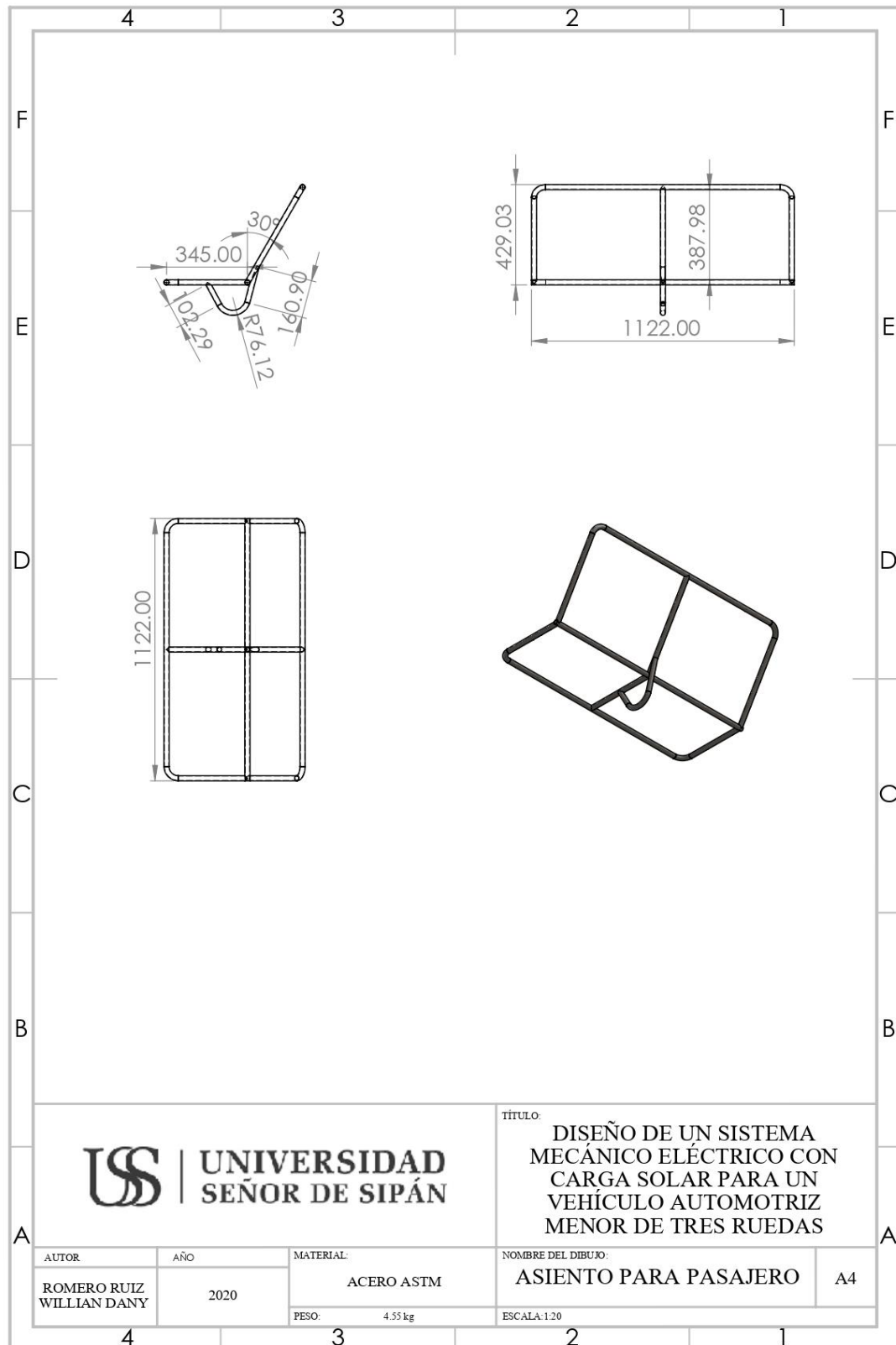
Anexo 26. Ejes



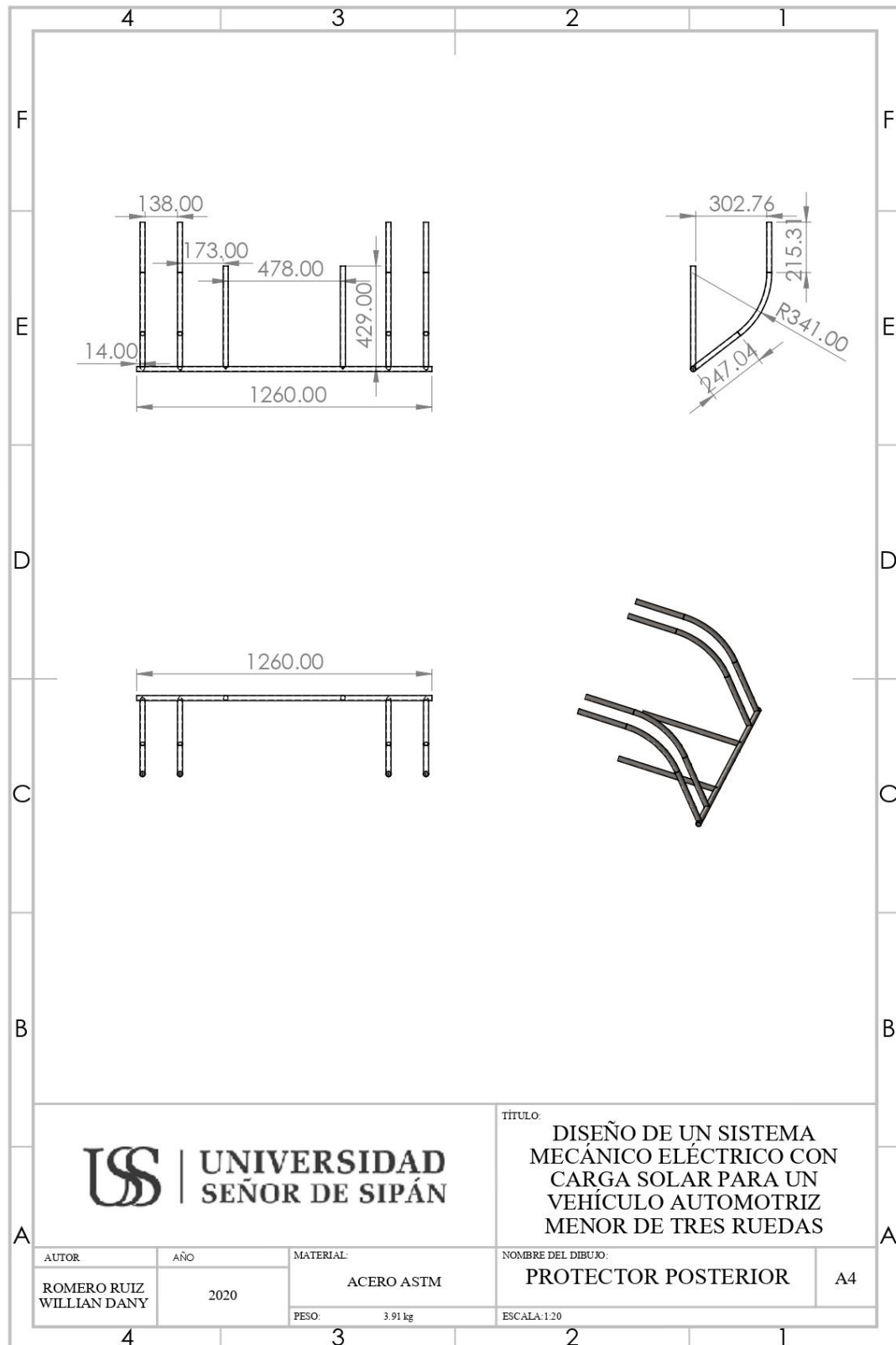
Anexo 27. Bridas



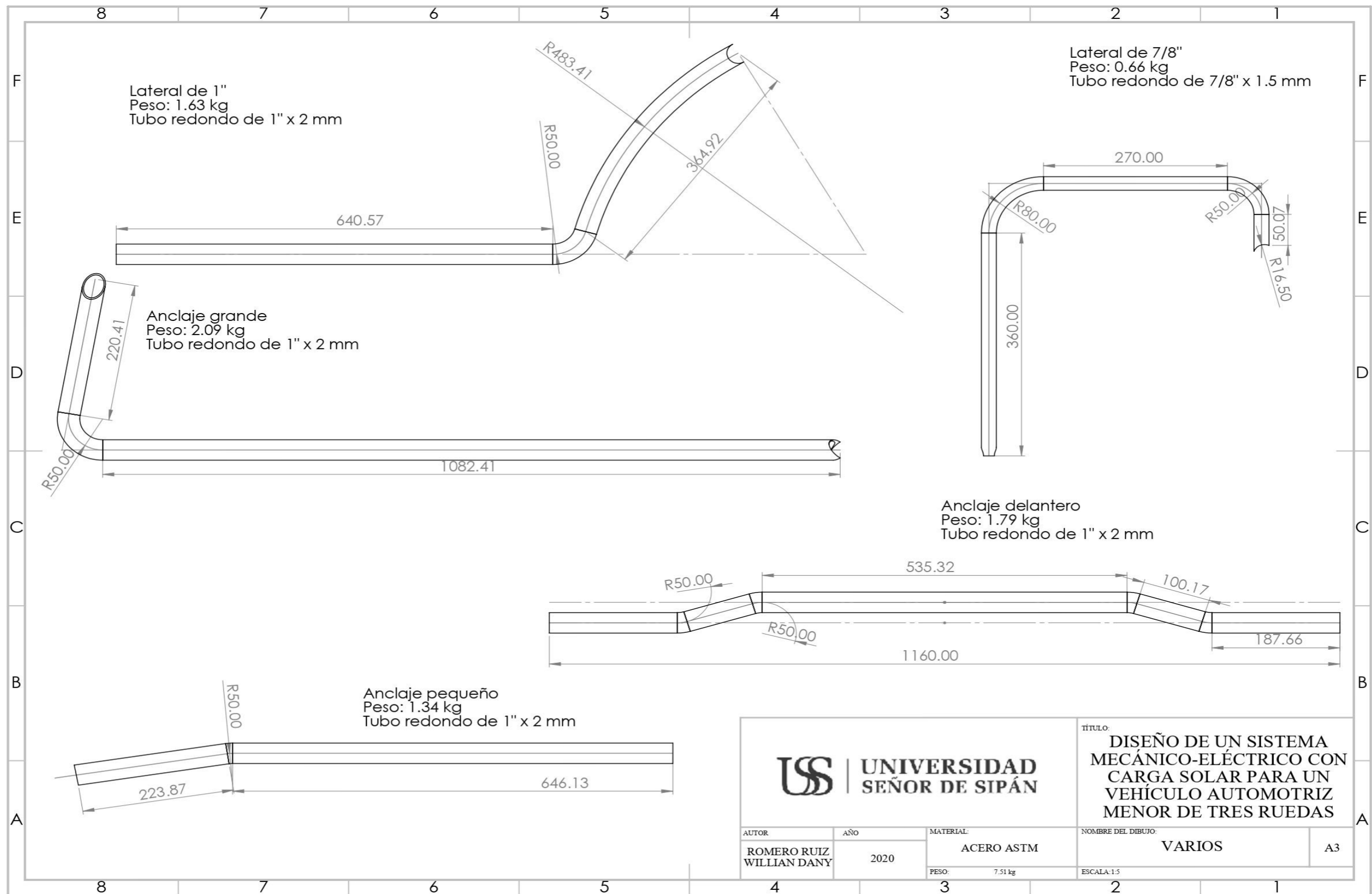
Anexo 28. Asiento para pasajero



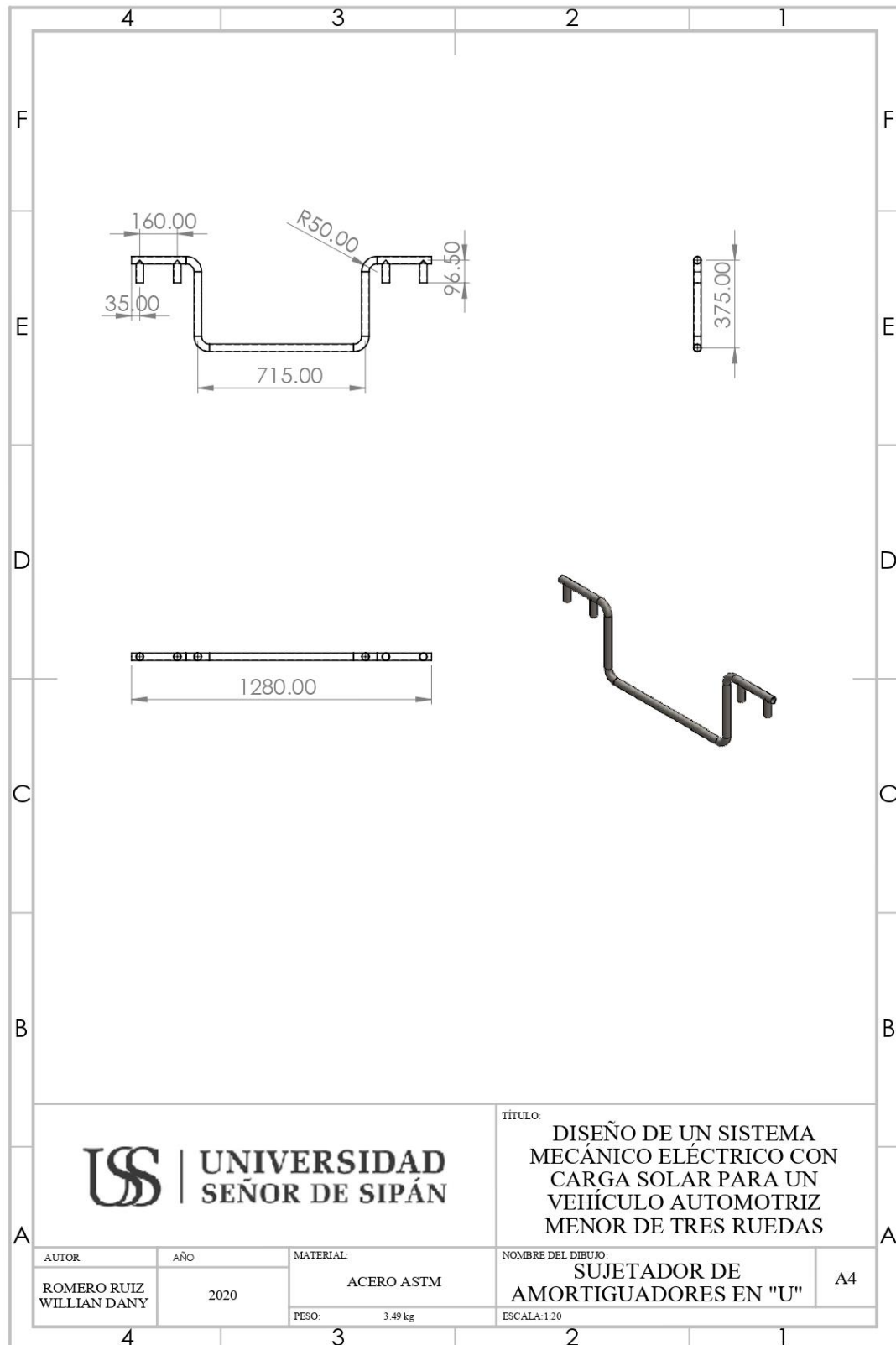
Anexo 29. Protector posterior



Anexo 30. Anclajes



Anexo 31. Sujetador de amortiguadores

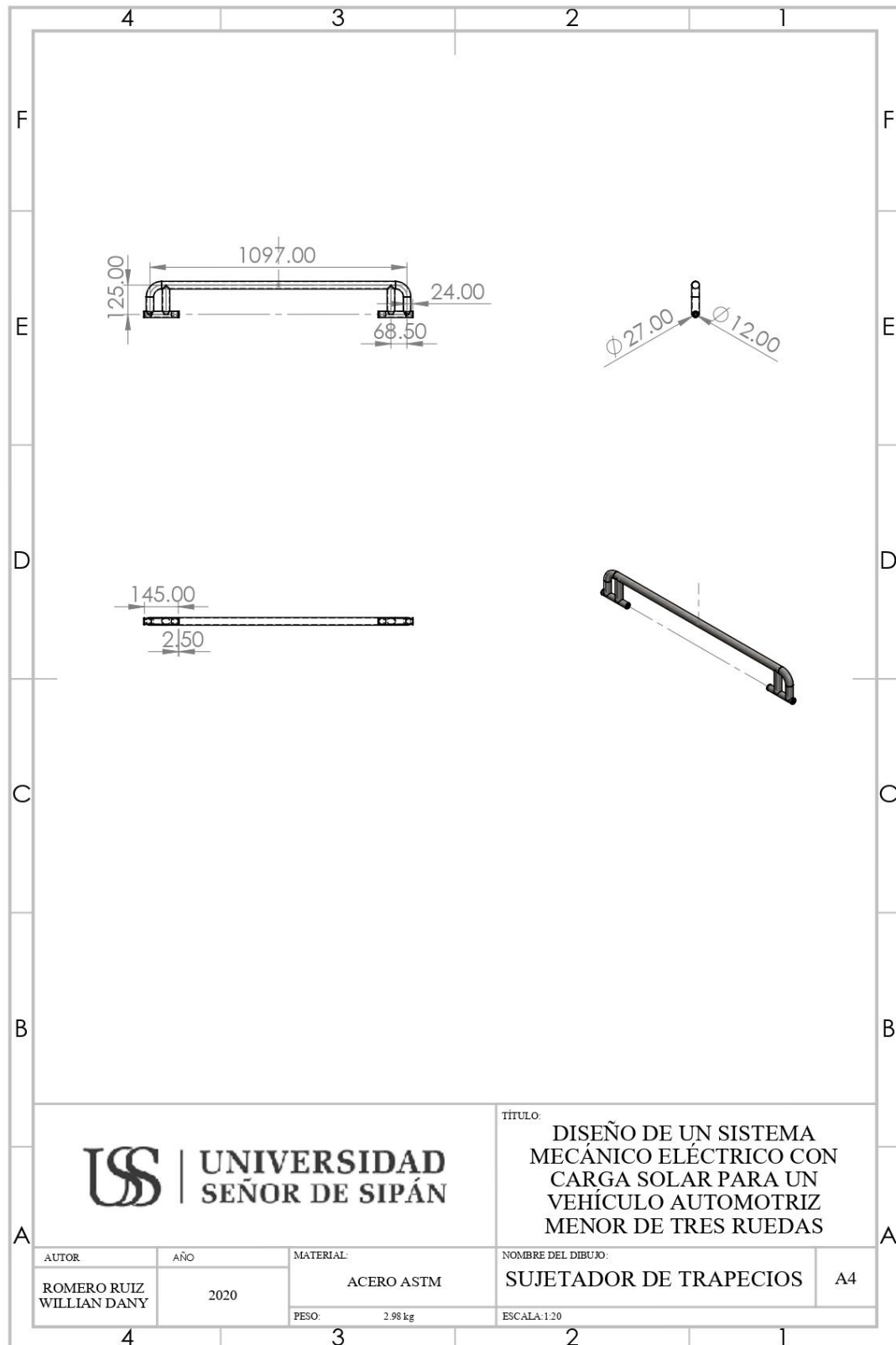


**USS** | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

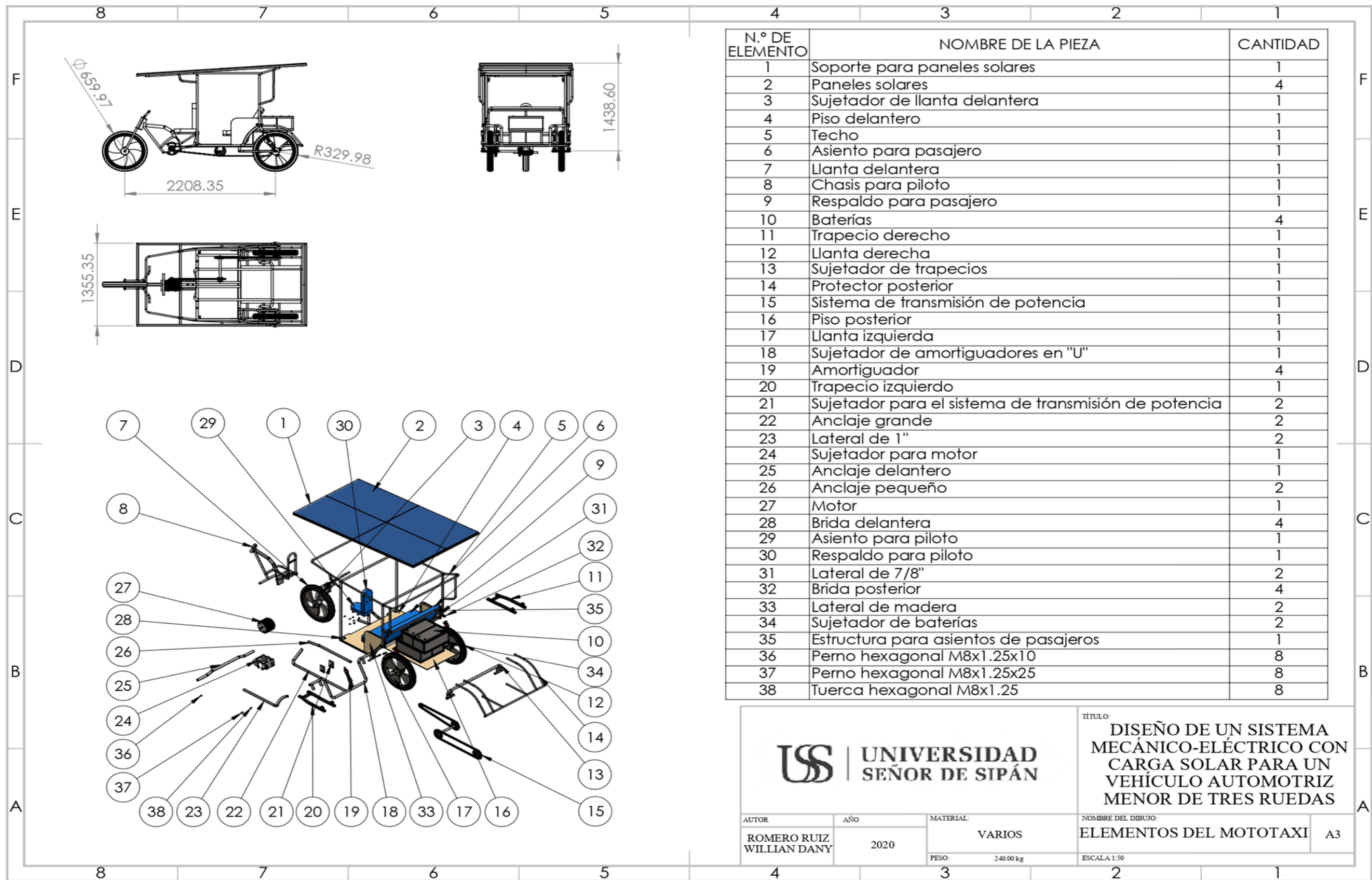
TÍTULO:  
DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO ELÉCTRICO CON CARGA SOLAR PARA UN VEHÍCULO AUTOMOTRIZ MENOR DE TRES RUEDAS

AUTOR	AÑO	MATERIAL:	NOMBRE DEL DIBUJO:	A4
ROMERO RUIZ WILLIAN DANY	2020	ACERO ASTM	SUJETADOR DE AMORTIGUADORES EN "U"	
		PESO: 3.49 kg	ESCALA: 1:20	

Anexo 32. Sujetador de trapecios



Anexo 33. Elementos del vehículo




**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

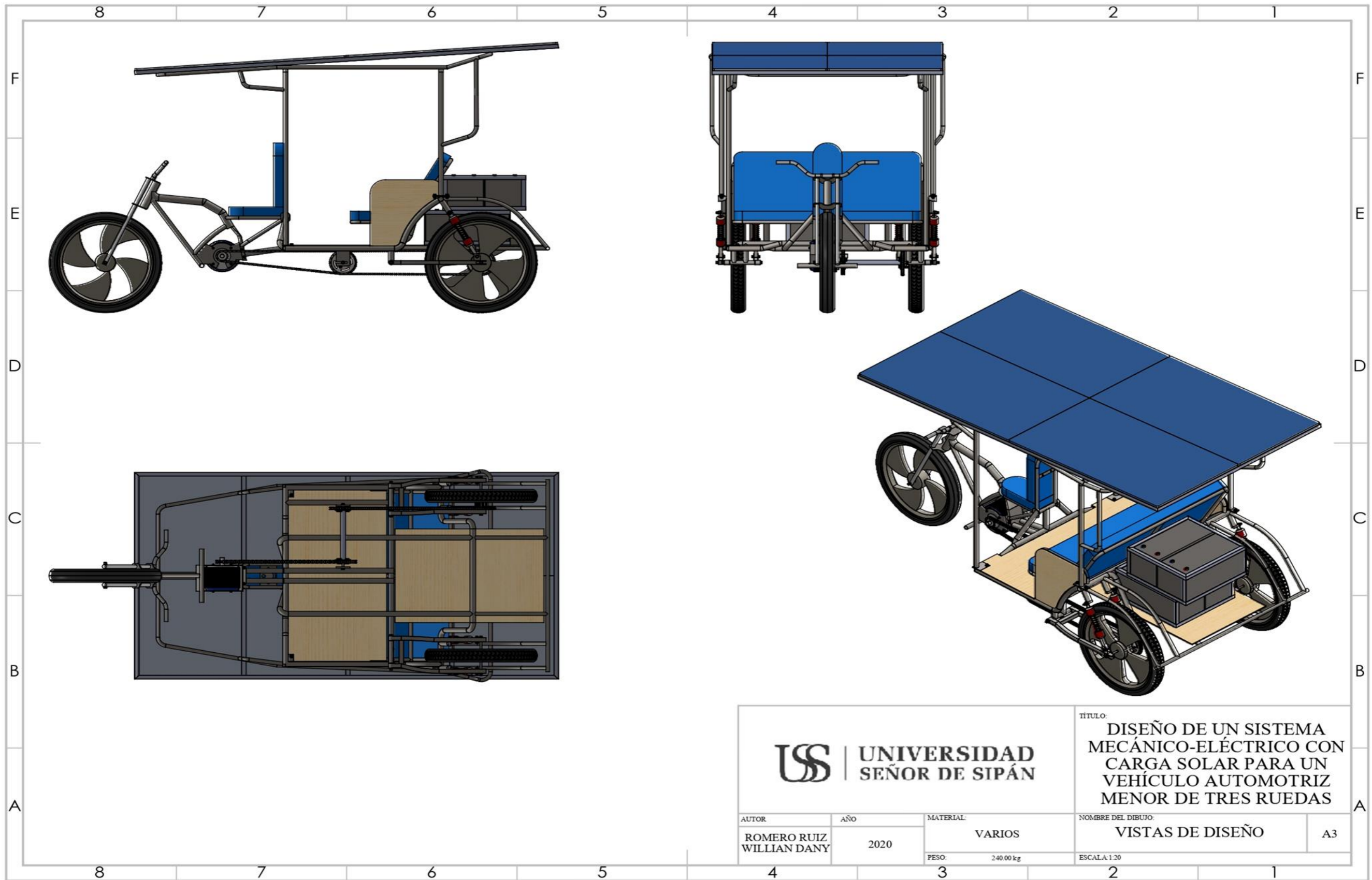
**TÍTULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO-ELÉCTRICO CON CARGA SOLAR PARA UN VEHÍCULO AUTOMOTRIZ MENOR DE TRES RUEDAS

**AUTOR:** ROMERO RUIZ WILLIAN DANY    **AÑO:** 2020    **MATERIAL:** VARIOS    **NOMBRE DEL DIBUJO:** ELEMENTOS DEL MOTOTAXI    **A3**

**PESO:** 240.00 kg    **ESCALA:** 1:50



Anexo 34. Vistas del vehículo



 <b>UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN</b>		<b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO-ELÉCTRICO CON CARGA SOLAR PARA UN VEHÍCULO AUTOMOTRIZ MENOR DE TRES RUEDAS	
		<b>NOMBRE DEL DIBUJO:</b> VISTAS DE DISEÑO	
<b>AUTOR:</b> ROMERO RUIZ WILLIAN DANY	<b>AÑO:</b> 2020	<b>MATERIAL:</b> VARIOS	<b>ESCALA:</b> 1:20
		<b>PESO:</b> 240.00 kg	<b>A3</b>